



universität
wien

DIPLOMARBEIT

„Unterschiedliche SchülerInnen in der Lernwerkstatt – Wahrnehmungen, Ziele, Lern-
gelegenheiten“

verfasst von
Tanja Radinger

angestrebter akademischer Grad
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studien-
blatt:

A 190 333 423

Studienrichtung lt. Studien-
blatt:

Lehramtsstudium UF Chemie UF Deutsch

Betreut von:

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens

Mitbetreut von: Dr. Simone Abels

Danksagung

Vorweg möchte ich mich bei all jenen bedanken, die die Entstehung dieser Arbeit ermöglicht und mich dabei unterstützt haben. Zu Beginn bedanke ich mich bei Fr. Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens, die die Betreuung dieser Arbeit übernommen hat und immer wieder neue Impulse setzte. Besonders danke ich auch Dr. Simone Abels für die kompetente und umfassende Mitbetreuung, die ich jederzeit in Anspruch nehmen durfte und die mich immer mit Ratschlägen voran brachte. Auch bedanke ich mich bei all jenen StudienkollegInnen und anderen TeilnehmerInnen des DiplomandInnenseminars Didaktik der Chemie, die mir über manches Hindernis hinweg halfen und viele Anregungen boten.

Weiters danke ich meinen FreundInnen, ArbeitskollegInnen und Familienmitgliedern, auf deren Unterstützung ich während der Entstehung der Arbeit bauen durfte. Besonderer Dank gilt hier meinem Vater George, der mir dieses Studium ermöglicht, mich in jedem Moment darin unterstützt, und Teile dieser Arbeit Korrektur gelesen hat. Ein herzliches Dankeschön für die Kraft, Motivation, Inspiration und Geduld, die ihr alle mir entgegengebracht habt!

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer andern Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, September 2015

Tanja Radinger

Inhalt

1. Einleitung.....	1
I. Theoretische Grundlagen.....	3
2. Definition und Verortung des Konzeptes „Forschendes Lernen“	3
3. Ziele Forschenden Lernens	7
3.1. To learn about inquiry	8
3.2. To do inquiry.....	12
3.3. To learn scientific content.....	17
4. Level Forschenden Lernens	22
5. Diversität.....	29
5.1. Diversität und Forschendes Lernen.....	33
6. Konzept Lernwerkstatt.....	36
7. Schaffen von Lerngelegenheiten	39
II. Empirische Untersuchung	53
8. Forschungsfeld.....	53
8.1. Lernwerkstatt in der Praxis.....	53
8.2. Ablauf der Lernwerkstatt der 4. Klassen	54
9. Fragestellung der Analyse	57
10. Datenerhebung und -analyse	58
10.1. Material und Entstehung.....	58
10.2. Formale Charakteristika des Materials.....	61
10.4. Einschätzungsdimensionen & Entwicklung des Kategoriensystems.....	62
10.4.1. To learn about inquiry (A).....	75
10.4.2. To do inquiry (D).....	76
10.4.3. To learn scientific content (S).....	78
11. Beobachtungen zu den Schülerinnengruppen.....	80
12. Ergebnisdarstellung und Interpretation	88
12.1. To learn about inquiry	88
12.1.1. Zusammenfassung.....	88
12.1.2. Interpretation	102
12.2. To do inquiry	112
12.2.1. Zusammenfassung.....	112
12.2.2. Interpretation	119
12.3. To learn scientific content.....	132
12.3.1. Zusammenfassung.....	132
12.3.2. Interpretation	138

13. Abschlussbetrachtung der SchülerInnengruppen	143
13.1. Gruppe 1	143
13.2. Gruppe 2	145
13.3. Gruppe 3	147
13.4. Gruppe 4	149
14. Methodenreflexion	151
15. Zusammenfassung und Ausblick	154
Literaturverzeichnis	157
Abbildungsverzeichnis	163
Tabellenverzeichnis	164
Anhang	165
A1) Lebenslauf – Tanja Radinger	165
A2) Zusammenfassung	166
A3) Abstract	168
A4) Kategoriensystem zur Datenauswertung	170
A5) Interviewleitfaden	175
A6) Transkriptionsregeln	176
A7) Transkripte	177
A8) Beobachtungsbogen für die Lernwerkstatt: Verlaufsbeobachtung	211

1. Einleitung

Trotz des Zeitalters moderner Technologien und rasanten wissenschaftlichen Fortschrittes sind die Fähigkeiten der österreichischen SchülerInnen im Bereich der Naturwissenschaften bei nationalen und internationalen Bildungstestungen nur mittelmäßig bis unterdurchschnittlich (vgl. Herzog-Punzerberger & Unterwurzacher, 2009; Krainer & Benke, 2009). Vielfach werden die Naturwissenschaften als schwierig empfunden, das Interesse daran ist eher gering (vgl. Krainer & Benke, 2009). Um dieser Problematik entgegenzuwirken, schlagen FachdidaktikerInnen und Bildungsinstitutionen mittlerweile eine Abkehr vom Faktenlernen hin zu induktiven Lernansätzen vor (vgl. Europäische Kommission, 2007; National Research Council, 1998). Einen solchen Ansatz stellt das Forschende Lernen dar, das schülerInnenorientiertes und offenes Lernen ermöglichen soll (vgl. Colburn, 2000). Das Konzept, das im Unterricht vielfältig und mit verschiedenen Leveln (vgl. u.a. Colburn, 2000) eingesetzt werden kann, verfolgt Ziele, die die Bereiche des Kompetenzmodells des Bifie¹ (2011) abdecken. Außerdem wird die Idee im Umgang mit unterschiedlichen SchülerInnen als Möglichkeit zur Individualisierung und Differenzierung vorgeschlagen. Sie gilt daher im Kontext mit der steigenden Diversität der Schulklassen als sinnvoll (vgl. u.a. Europäische Kommission, 2007).

Im ersten, theoretischen Teil dieser Arbeit wird eine genauere Definition des Konzeptes Forschendes Lernen versucht. Weiters werden die enthaltenen Ziele und damit verbundenen Kompetenzen umrissen sowie auf unterschiedliche Level eingegangen. Danach wird der Begriff Diversität erläutert und im Zusammenhang mit dem Forschenden Lernen dargestellt. Später wird ein konkretes Unterrichtskonzept eingeführt, welches für offenen, inklusiven Naturwissenschaftsunterricht und Forschendes Lernen steht – die Lernwerkstatt (vgl. u.a. Zocher, 2001; Ernst, 1988). Abschließend werden mögliche Lerngelegenheiten dargestellt, die sich im Rahmen einer solchen Lernwerkstatt anbieten.

Im Rahmen der den zweiten Teil darstellenden empirischen Untersuchung wurde eine Lernwerkstatt beforscht und verschiedene Daten (Interviews, Videos, Beobachtungen) zu ausgewählten SchülerInnen gesammelt. Diese Daten wurden mit der Methode der inhaltlich-strukturierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) ausgewertet. In ihrer

¹ Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens

Darstellung und Interpretation soll ein Vergleich zwischen Theorie und Praxis hinsichtlich Zielen, Fähigkeiten/Kompetenzen, Lerngelegenheiten und Hindernissen möglich werden.

I. Theoretische Grundlagen

2. Definition und Verortung des Konzeptes „Forschendes Lernen“

Der in der Fachliteratur vieldiskutierte Begriff des Forschenden Lernens, englisch „inquiry based learning“ (kurz „inquiry“), spricht zunächst für sich – es geht um Lernen durch Erforschen, was eine praktische Tätigkeit und ein induktives Lernverfahren impliziert. Außerdem lässt sich das Forschende Lernen vor allem den naturwissenschaftlichen Fächern zuordnen, kennt man den Begriff des Forschens schließlich aus diesem Bereich. Fragt man jedoch nach einem konkreten Unterrichtsvorschlag, wie Forschendes Lernen im Allgemeinen auszusehen hat, so kann diese Frage nicht pauschal beantwortet werden. Forschendes Lernen ist nämlich nicht als Methode, wie etwa Stationenlernen oder Lernspiele, zu betrachten, sondern meint viel mehr eine globale Idee des Unterrichtens, die mit diversen Zugängen umgesetzt werden kann. Eine einheitliche Begriffsdefinition ist daher auch in der Literatur nicht zu finden. Ein Definitionsansatz spezifiziert den Forschungsaspekt als praktische, selbsttätige Aktivität:

[...] the creation of a classroom where students are engaged in essentially open-ended, student-centered, hands-on activities. (Colburn, 2000, S.42)

Eine weitere Definition des National Research Council (NRC) erläutert überblicksartig, wie in einem forschenden Kontext *gelernt* werden kann:

Inquiry [...] refers to the activities of students in which they develop knowledge and understanding of scientific ideas, as well as an understanding of how scientists study the natural world. (National Research Council, 1998, S.23)

Diesem Zitat ist zu entnehmen, dass die praktische Forschungstätigkeit zu einem kognitiven Prozess des Erklärens und Verstehens der Welt in wissenschaftlicher Hinsicht führen soll. Ergänzend erscheint ein weiterer Aspekt, der über die unmittelbare Ebene des Forschens als Tätigkeit noch hinausgeht: Das Verständnis für naturwissenschaftliche Ideen und (natur-)wissenschaftliches Arbeiten im Allgemeinen. Diese Punkte werden später auch bei den Zielen des Forschenden Lernens wieder anzutreffen sein und haben das erste Bild von Forschendem Lernen als praktische Tätigkeit zum Wissenserwerb um eine reflektorische Metaebene erweitert.

Bei einer Konferenz zum Forschenden Lernen im Jahr 1996 wurden die TeilnehmerInnen gebeten, ihr Verständnis von dem Konzept darzulegen. Einige dieser Statements können als weitere Definitionshilfe dienen. Die Bildungswissenschaftlerin Barbara Roggott grenzt es etwa von anderen Unterrichtskonzepten ab, die (im Gegensatz zum Forschenden Lernen) Merkwissen in den Vordergrund stellen.

This [that the inquiry in inquiry based learning is interested to find out] contrasts with many other learning situations, where the information is not necessarily of interest to the learner; if there is a purpose it may not be clear to the learner, and the goal of understanding may be less emphasized than the goal of memorizing. (<http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/definitionen/definitionen.htm#barbara>, 16.8.2015)

Sie nennt die Kontextualisierung des Wissens und das Interesse am Lerninhalt beim Forschenden Lernen als Unterschied dieses Ansatzes zu anderen Unterrichtsmodellen. Wynne Harlen vom Scottish Council for Research in Education betont den kognitiven Vorgang des Reflektierens beim Forschen und erwähnt den kreislaufartigen Prozess der Wissensgewinnung und -eingliederung in den Lernprozess:

Learning through inquiry is consolidated by reflection on how ideas or understanding have changed and by reviewing and improving the process of working towards answering the initial questions. The latter is essential, since the learning by inquiry depends on how the testing (processing) of ideas and evidence proceeds. (<http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/definitionen/definitionen.htm#wynne>, 15.8.2015)

In diesem Zitat findet man einen ersten Hinweis auf Forschungsfragen und deren Beantwortung als einen Bestandteil Forschenden Lernens.

Die vorliegenden Definitionen und Assoziationen mit dem Begriff Forschendes Lernen können freilich nur einen kleinen Teil der in der Literatur vorhandenen Begriffsklärungen abbilden. Insbesondere die praktische Umsetzung des Forschenden Lernens im Unterricht ist mannigfaltig und folgt keinem Patentrezept:

Inquiry in the classroom takes on several different forms and functions depending upon who is offering the definition. (Abrams, E., Southerland, S. A. & Evans, C., 2008, S. xii)

Die vielfältigen Zugangsmöglichkeiten zu dem Konzept machen eine endgültige Definition unmöglich und sind womöglich ein Grund dafür, warum die praktische Umsetzung längst nicht dieselben Wirkungsgrade erreicht, wie die Theorie (vgl. Colburn 2000). Gleichzeitig ist die Offenheit des Begriffes auch als Vorteil zu sehen, da sie viele Möglichkeiten im Unterricht bietet. Die Grundidee des Forschenden Lernens als induktiver Ansatz wird daher auch von Bildungsinstitutionen positiv und erstrebenswert aufgenommen:

Ein Umschwung von hauptsächlich deduktiven hin zu untersuchenden Methoden beim Schulunterricht in naturwissenschaftlichen Fächern bietet die Möglichkeit, stärkeres Interesse an den Naturwissenschaften zu wecken. (Europäische Kommission, 2007, S.3)

Die PISA²-Studie sowie weitere nationale und internationale Bildungstestungen ergaben in den letzten Jahren immer wieder die Benachteiligung bestimmter SchülerInnen-Gruppen, etwa MigrantInnen, bezüglich des Bildungserfolges (vgl. Herzog-Punzerberger & Unterwurzacher, 2009). Generell sind die österreichischen SchülerInnen im Bereich der MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften) nur im Mittelfeld anzusiedeln und wiesen bei PISA in diesem Bereich einen besonders hohen Anteil an sehr schwachen SchülerInnen auf (vgl. Krainer & Benke, 2009). Dieser Entwicklung versucht man nun gegenzusteuern und auch das Interesse für diese Fächer (das vor allem beim Mädchen weniger ausgeprägt ist) zu steigern (vgl. ebd.). Vorgeschlagen wird dazu, wie im obigen Zitat erkennbar, eine Abkehr vom deduktiven Faktenlernen in den Naturwissenschaften. Vielmehr soll naturwissenschaftliches Wissen (Fakten, Konzepte, Prinzipien, Gesetze usw.) gemeinsam mit naturwissenschaftlichem Verstehen (Verknüpfen von Wissen mit Ideen, Anwenden von Wissen für Erklärungen etc.) vermittelt werden (vgl. National Research Council, 1998). Um dies zu erreichen, betont das National Research Council vor allem den Ansatz des Forschenden Lernens. Auch im bereits oben zitierten Papier der Europäischen Kommission zur naturwissenschaftlichen Bildung wird das Forschende Lernen als Unterrichtskonzept gesehen, welches für alle Schulstufen geeignet ist und dem es gelingt, Unterschiede bezüglich der Leistung oder des Interesses der SchülerInnen zu überwinden:

Die Verwendung von ULN-Methoden [untersuchendes Lernen³] hat positive Auswirkungen auf die Kenntnisse der Schüler gezeigt, wobei eine noch größere Wirkung bei Schülern zu erkennen ist, die ein geschwächtes Selbstbewusstsein haben oder aus sozial schwachen Familien stammen. Dadurch wirkt die naturwissenschaftliche Erziehung integrativ. (Europäische Kommission, 2007, S. 12)

Für die praktische Umsetzung dieser Forderung nach dem vermehrten Einsatz von Forschendem Lernen im Unterricht ist es natürlich bedeutsam, einen tieferen Einblick in die Theorie zu bekommen. Durch das Betrachten verschiedener Definitionen ist die

² Programm for International Student Assessment

³ Synonym zu Forschendes Lernen

Grundidee des Ansatzes nun bekannt. Die Greifbarkeit des Forschenden Lernens wird sich im Folgenden weiter erhöhen, wenn die Ziele des Ansatzes dargestellt werden.

3. Ziele Forschenden Lernens

Mit hoher Deckungsgleichheit finden sich in der Literatur (etwa: Abrams et al., 2008; Blanchard et al., 2010; National Research Council, 1998) drei Hauptziele:

It is clear that inquiry enjoys three goals in science education discussions: (a) understanding how scientific inquiry proceeds, (b) being able to successfully perform some semblance scientific inquiry, and (c) understanding how inquiry results in scientific knowledge (Abrams et al., 2008, S. xvi)

Bereits auf den ersten Blick finden sich in diesen Zielen einige der in den obigen Definitionen genannten Facetten wieder – das praktische Arbeiten an sich, der daraus resultierende Wissensgewinn sowie die reflektorische Ebene bezüglich des Verständnisses (natur-)wissenschaftlicher Forschung. Nachdem diese drei Zielbereiche später im praktischen Teil der Arbeit ein wesentliches Kriterium zur Einschätzung der Arbeit und des Erfolges der SchülerInnen beim Forschenden Lernen darstellen, werden sie nun näher beschrieben. Es werden dabei die englischen Überbegriffe – (a) to learn about inquiry, (b) to do inquiry und (c) to learn scientific content – verwendet. Außerdem wird auf die Fähigkeiten und Kompetenzen der SchülerInnen, die relevant sind, um die jeweiligen Ziele zu erreichen, eingegangen. Neben verschiedenen Literaturquellen ist wichtiges Instrument dafür das Kompetenzmodell für naturwissenschaftliche Fächer des Bifie (2011). Dieses Modell beinhaltet drei Kompetenzdimensionen (vgl. Abb.1). Die Handlungsdimension umfasst fachunabhängige Kompetenzen, die nicht nur in der Schule sondern auch im Alltag bedeutsam sind. Die Anforderungsdimension beschreibt das Niveau beziehungsweise den Schwierigkeitsgrad eines Inhaltes oder einer Tätigkeit. Die Inhaltsdimension ist in die drei naturwissenschaftlichen Fächer Chemie, Biologie und Physik untergliedert und enthält jene fachlichen

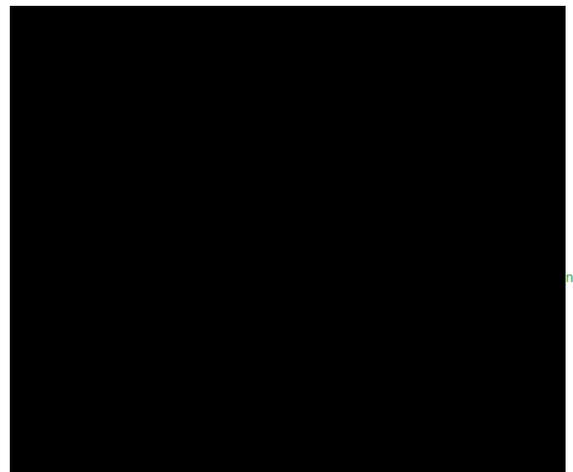


Abbildung 1: Kompetenzdimensionen Bifie, 2011, S. 1

Wissensbereiche, die am Ende der achten Schulstufe abgedeckt sein sollen. Das Instrument dient grundsätzlich dazu, zu einem fachlichen Thema alle drei Ebenen einzuschätzen und einbeziehen zu können. Es unterscheidet weiterhin innerhalb der Dimensionen in weitere Teilgebiete (etwa Schlüsse ziehen – S) und je vier Teilkompetenzen (etwa S1). Im Folgenden werden den Zielen des Forschenden Lernens Kom-

petenzen aus diesem Modell zugeordnet, um aufzuzeigen, wie vielfältig die Anforderungen im Forschenden Lernen sein können. Außerdem soll veranschaulicht werden, welche Herausforderungen das Forschende Lernen mit sich bringt und wo die SchülerInnen Kompetenzen vertiefen können.

3.1. To learn about inquiry

Bei Abrams et. al. (2008) wird das Verständnis für den Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung überbegrifflich mit „to learn about inquiry“ bezeichnet. Die SchülerInnen sollen durch ihre eigene Arbeit erfahren, wie naturwissenschaftliche ForscherInnen vorgehen, um Phänomene zu klären und fachliche Fragen zu beantworten. Die Idee, den SchülerInnen den Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung näher zu bringen, entspricht teilweise dem Ansatz des klassischen Experimentalunterrichtes, in dem Methoden gelehrt werden, welche sich auf verschiedene Situationen anwenden lassen. Abrams et al. (2008) betonen allerdings, dass das „to learn about inquiry“ einen entscheidenden Schritt weitergeht – nicht nur das Erlernen einzelner Methoden ist gefragt, sondern das Verständnis für naturwissenschaftliche Methoden und ihre Anwendung allgemein. Außerdem soll das Wissen über naturwissenschaftliche Forschung auch bewirken, dass die SchülerInnen „recognize that these methods are appropriate for questions posed in their own lives“ (Abrams et al., 2008, S. xvi). Den SchülerInnen soll es demnach gelingen, naturwissenschaftliche Vorgehensweisen in ihrer eigenen Lebenswelt zu verorten und zu nutzen. Dieser Grundsatz ist eine Ursache, warum das Forschende Lernen zuvor als Möglichkeit, Interesse zu wecken, genannt wurde – der Bezug zum eigenen Leben soll hergestellt werden.

Bevor die Kompetenzen und Fähigkeiten betrachtet werden, die die SchülerInnen im Rahmen des „to learn about inquiry“ erwerben sollen, gilt es zunächst zu definieren, was unter „inquiry“ (= Untersuchung) in diesem Kontext überhaupt zu verstehen ist. Zunächst ist Forschung im Kontext dieser Arbeit auf naturwissenschaftliche Forschung einzugrenzen. Im Speziellen sind in der vorliegenden Arbeit die Fächer Biologie, Chemie und Physik relevant, da diese in den Arbeiten der beforschten SchülerInnen vorkommen und auch im Bifie Kompetenzmodell gemeinsam als naturwissenschaftliche Fächer genannt werden. Ich komme nochmals auf ein bereits genanntes Zitat des NRC zurück und erweitere es nun um einige Zeilen:

Scientific inquiry refers to the diverse ways in which scientists study the natural world and propose explanations based on the evidence derived from their work.

Inquiry also refers to the activities of students in which they develop knowledge and understanding of scientific ideas, as well as an understanding of how scientists study the natural world. (National Research Council, 1998, S. 23)

Entsprechend der Definition des NRC sind zwei Ebenen zu unterscheiden – naturwissenschaftliche Forschung in der Praxis (an Hochschulen, privaten Einrichtungen etc.) und Forschen in der Schule. Dabei soll das Forschen in der Schule unter anderem dazu führen, dass die SchülerInnen ein Verständnis für naturwissenschaftliche Forschung in der Realität bekommen (= to learn about inquiry). Die naturwissenschaftliche Forschungswirklichkeit kann pauschal jedoch nicht beschrieben werden. Auch mit der Einschränkung auf die drei Teilgebiete Chemie, Physik und Biologie liegt die Vielfalt auf der Hand: unterschiedliche Forschungsgegenstände vom Atom zum Organismus, verschiedene Methoden, Daten und Ergebnisdarstellungsweisen. Aus dieser Definitionsproblematik heraus hat sich ein eigener Forschungsbereich entwickelt, der sich mit „Nature of Science“, also dem Charakter von Naturwissenschaften, beschäftigt. Allgemein lassen sich für alle naturwissenschaftlichen Forschungsgebiete einige Gemeinsamkeiten festhalten, weshalb die Literatur von einer Kultur der Naturwissenschaften spricht:

Science can be viewed as a special culture offering unique perspective, based on special habits of mind of science (e.g., curiosity, openness, and scepticism). (Settlage & Southerland, 2012, S. 1)

Die (Fehl-)Vorstellungen über Nature of Science (NOS) sind ausgeprägt, ein gängiges Bild eines Naturwissenschaftlers ist etwa Albert Einstein mit zerstörter Frisur und herausgestreckter Zunge. Die NOS-Forschung hat Daten erhoben und die 15 häufigsten Mythen über Naturwissenschaften zusammengestellt. Hier im Auszug einige womöglich im Kontext mit Schule besonders relevante:

- Scientific laws and other such ideas are absolute
- A general and universal scientific method exists
- Evidence accumulated carefully will result in sure knowledge
- Science and its methods provide absolute proof
- Scientists are particularly objective
- Science model represent reality
- Science and technology are identical (McComas, 1998, S.3-15)

Diese Vorstellungen über naturwissenschaftliche Forschung können als naiv (im Sinne von unkritisch, nicht abwertend gemeint) bezeichnet werden (vgl. Abd-EI-Khalick,

2004). Dem entgegen steht das informierte Bild über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (vgl. ebd.). Es umfasst allgemeine Grundsätze naturwissenschaftlichen Arbeitens, welche sich als Konsens aus der NOS-Forschung wie folgt ergeben:

- a) scientific knowledge is tentative, (b) there is no universal scientific method, (c) theories do not become laws with the accumulation of *supporting* evidence, (d) scientific activities are theory-laden, (e) scientific knowledge relies on observation, rational arguments, creativity, and scepticism, and (f) scientific ideas are *affected* by their social and historical milieu. (Abd-El-Khalick. 2004, S. 406, Herv. i.O.)

Das Schaffen eines informierten Bildes über naturwissenschaftliche Vorgehensweisen ist also ein wesentlicher Teilbereich des „to learn about inquiry“. Die SchülerInnen sollen Fehlvorstellungen abbauen und ein Bewusstsein für Nature of Science bekommen. Dies ist weiterhin wichtig, um ihnen die Bedeutung und die Möglichkeiten naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zugänglich zu machen. Die SchülerInnen sollen dadurch in der Lage sein, an demokratischen Entscheidungen teilzuhaben (vgl. Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P., 1996). Außerdem kann ein angemessenes Bild von Nature of Science etwa auf eine spätere Berufswahl Einfluss haben (vgl. Ertl, 2010).

Das Forschen in der Schule soll dies ermöglichen, ist aber gleichzeitig von realen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen abzugrenzen. Experimente werden in der Schule häufig zur Demonstration der Richtigkeit einer Theorie durchgeführt, zu erwartende Ergebnisse sind häufig schon bekannt. Auch Ausrüstung und Arbeitsbedingungen von Schule und Forschungsrealität können kaum verglichen werden (vgl. Woolman, 2000). Während WissenschaftlerInnen ihre Motivation im Streben nach Erkenntnis, Anerkennung oder Geld finden, liegt sie bei den SchülerInnen zumeist vor allem in der guten Bewertung durch die LehrerInnen. Obwohl es im Rahmen des Forschenden Lernens durch seine offene Struktur gelingen kann, einer Forschungs-Wirklichkeit möglichst nahe zu kommen, müssen im Sinne des „to learn about inquiry“ auch solche Diskrepanzen zur Realität thematisiert und hinterfragt werden.

Die Komplexität des „to learn about inquiry“ verlangt von den SchülerInnen eine Reihe von Fähigkeiten:

- Understanding science as inquiry requires a broad range of cognitive, social and physical skills [...]. (Flick, 2006, S. 159)

Im Kompetenzmodell (Bifie, 2011) sind die erforderlichen Fähigkeiten unter der Handlungskompetenz Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln aufgelistet:

S 1 Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen

S 2 Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln

S 3 die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden

S 4 fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden (Bifie, 2011, S. 2)

Die Inhalte der Deskriptoren S2 – S4 wurden bereits als Gründe angesprochen, warum den SchülerInnen Nature of Science vermittelt werden soll. Es geht darum, in einem reflektierenden Prozess den Charakter naturwissenschaftlichen Arbeitens zu erfahren. Der Deskriptor S1 bezieht sich in Bezug auf Forschendes Lernen vor allem auf die Reflexion und Bewertung der eigenen Arbeit. Die SchülerInnen sollen nicht nur den allgemeinen Charakter von Forschung erkennen, sondern auch Folgen oder Bedeutung ihrer eigenen Forschungsergebnisse einschätzen lernen.

Ein elementarer Schritt zum Ziel „to learn about inquiry“ ist dabei überhaupt das Schaffen eines Bewusstseins für den Sinn der praktischen Tätigkeit in der Schule (vgl. Millar, 2009). Millar (2009, S.18) formuliert dies salopp als: „can they see why they are doing it“. Eine Möglichkeit, diese Frage zu beantworten, ist zunächst zu prüfen, ob die SchülerInnen den Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung vom Stellen einer Frage bis zur Beantwortung derselben (vgl. später „Forschungszyklus“ in Kap. 3.2.) nachvollziehen können. Im Spezielleren können die SchülerInnen lernen, wie man zu einer Forschungsfrage gelangt oder Untersuchungen plant sowie geeignete Materialien auswählt (vgl. Millar, 2009). Flick (2006) betont, dass es dabei häufig eine Herausforderung darstellt, wissenschaftliches von alltäglich-praktischem Handeln zu unterscheiden. Während im Alltag Problemlösung häufig automatisch geschieht, erfordert diese im wissenschaftlichen Bereich meist eine höhere Zielgerichtetheit und Präzession in der Herangehensweise. Dass die SchülerInnen dafür ein Bewusstsein bekommen, zeigt sich etwa darin, dass sie sich beim Forschenden Lernen Tagesziele setzen (vgl. Flick, 2006).

Weiters lernen die SchülerInnen „about inquiry“, wenn sie in der Lage sind, über die eigene Forschung zu reflektieren und diese zu bewerten (vgl. Sawada, 2008). Schließlich gehört es zur guten wissenschaftlichen Praxis, die eigene Arbeit kritisch zu hinterfragen und auch zu erkennen, was noch offen geblieben ist (vgl. Abels, S., Lautner, G. & Lembens, A., 2014). Die SchülerInnen sollen lernen, die Folgen und Bedeutungen ihrer Forschungsarbeit einzuschätzen (vgl. Abrams et al., 2008). Sie sollen ebenfalls ein Bewusstsein dafür erlangen, dass die Reflexion und Einschätzung der eigenen Arbeit genauso Teil des Forschungsprozesses ist, wie die Beantwortung der Forschungsfrage (vgl. Abels et al., 2014).

Ziel ist es, dass die SchülerInnen nicht nur passiv die Schritte naturwissenschaftlicher Forschung durchlaufen, sondern auch aktiv ein Bewusstsein für den Ablauf und die Folgen bekommen. Das „to learn about inquiry“ umfasst also zunächst die Reflexion über die eigene Forschung. Diese soll in einem weiteren Schritt auch zu Reflexion über Forschung in der Realität und zu einem informierten Bild über Nature of Science führen. Damit ist das erste Ziel des Forschenden Lernens „to learn about inquiry“ auch wegweisend für die Gestaltung eines entsprechenden Unterrichts, in dem der Reflexion Raum gegeben wird.

3.2. To do inquiry

Dieses zweite Ziel meint bei Abrams et al. (2008) zum einen – was man sich wohl als erstes darunter vorstellt – das praktische, experimentelle, händische Arbeiten. Die Definition von „to do inquiry“ geht aber auch darüber hinaus und enthält weiters das „learning to inquire“ (vgl. Abrams et al., 2008) – also sämtliche mit dem Forschungsprozess im Zusammenhang stehende Aktivitäten. Wie im tatsächlichen Forschungsalltag auch, finden rund um das manuelle Experiment zahlreiche Aufgaben statt: Finden einer Fragestellung, Recherche, Planung, Aktivierung von Vorwissen, Sammlung von Daten und deren Auswertung (vgl. National Research Council, 1998). Im Gegensatz zur klassischen Kochrezept-Anleitung, wo meist vor allem Beobachten und Auswerten gefragt sind, sollen die SchülerInnen beim Forschenden Lernen an mehreren Schritten des Forschungsprozesses (je nach Level, vgl. später Kap.4) aktiv beteiligt sein – ein Ziel, welches natürlich auch Voraussetzung für die Reflexion, für das „to learn about inquiry“ ist (vgl. Abrams et al., 2008).

Die Arbeitsschritte, die die SchülerInnen im Forschenden Lernen durchlaufen sollen, werden in der nachfolgenden Abbildung in Form eines Forschungszyklus dargestellt:

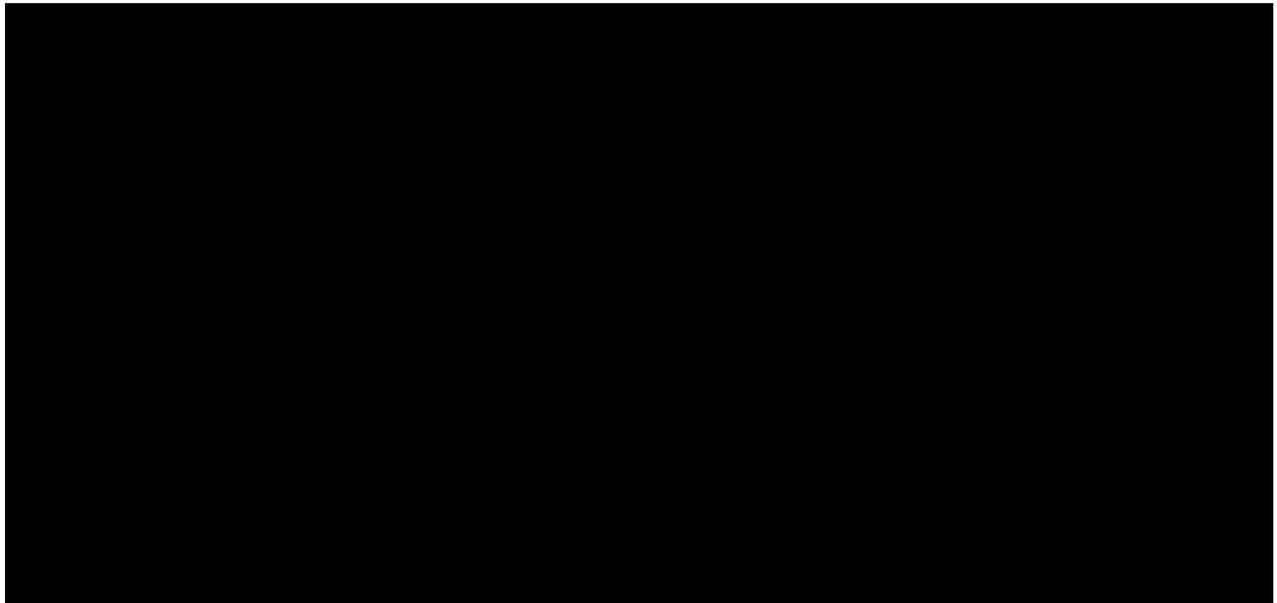


Abbildung 2: Forschungszyklus - Schritte Forschenden Lernens (Abels et al., 2014, S.20; Zeichnung © Reinhart Sellner)

Wie die Überschrift der Grafik besagt, handelt es sich um eine idealisierte Darstellung des Forschungszyklus – in der Realität orientiert sich der Forschungsablauf zwar daran, verläuft aber nicht zwangsläufig exakt gleich. So müssen etwa die einzelnen Schritte nicht notwendigerweise linear aufeinander folgen. Es kann viele Umwege und Schleifen im Forschungsprozess geben, was explizit mit den SchülerInnen reflektiert werden sollte (vgl. Abels et al., 2014).

Beim Durchlaufen des Forschungszyklus müssen die SchülerInnen zahlreiche Kompetenzen erwerben und anwenden. Im Kompetenzmodell des Bifie (2011, S.2) werden unter den Handlungsdimensionen zwei Bereiche dargestellt, die zum „to do inquiry“ passen: „Wissen organisieren: Aneignen, darstellen und kommunizieren (W)“ sowie „Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren (E)“. Diese beiden Kompetenzbereiche umfassen die folgenden Deskriptoren:

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

W1 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen.

W2 aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.

W3 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren.

W4 die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben (Bifie, 2011, S. 2)

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

E1 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben

E2 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.

E3 zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

E4 Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren (Bifie, 2011, S. 2, Herv. i. O.)

Diese Kompetenzen können den Schritten des Forschungszyklus zugeordnet werden und verdeutlichen die damit verbundenen Anforderungen.

Fragen stellen, Hypothesen bilden, auf (subjektive) Theorien zurückgreifen	E2, W2
Untersuchungen planen und durchführen	E3
beobachten, beschreiben, Daten sammeln	W1, W2, E1, E3
Daten auswerten, interpretieren, Zusammenhänge herstellen	W4, E4
Ergebnisse präsentieren	W3
Erkennen, was noch offen geblieben ist, Alternativen finden	W4

Tabelle 1: Kompetenzen im Forschungszyklus

Es wird deutlich, dass jeder der Schritte mindestens eine Teilkompetenz erfordert beziehungsweise vertieft. Eine noch detailliertere Aufschlüsselung der Arbeitsschritte des „to do inquiry“ wird durch den Vergleich mit Robin Millars „The Practical Activity Analysis Tool“ (2009) möglich. Millar hat sich mit dem Nutzen experimentellen oder praktischen Arbeitens im Unterricht beschäftigt und stellt zunächst fest, dass nicht jede praktische Aktivität im Unterricht automatisch (gewünschten) Lernerfolg mit sich bringt (vgl. Millar, 2009). Demnach sollte man sich auch für das Forschende Lernen die folgende Frage stellen:

Is the kind of practical work we use, and the way we use it, effective in developing students' knowledge and skills? (Millar, 2009, S.1)

Damit praktisches Arbeiten effektiv ist, müssen nach Millar zwei Domänen miteinander verknüpft werden – die Domäne der Objekte und Beobachtungen (ähnlich Erkenntnisse gewinnen – Kompetenzmodell Bifie, 2011) sowie die Domäne der Vorstellungen (ähnlich Wissen organisieren – Kompetenzmodell):

A practical activity is:	in the domain of objects and observables (o)	in the domain of ideas (i)
effective in sense 1	Students do what was intended with the objects and materials provided, and observe what they were meant to observe	During the activity, students think about what they are doing and observing, using the ideas intended, or implicit in the activity
effective in sense 2	Students can later recall and describe what they did in the activity and what they observed	Students can later discuss the activity using the ideas it was aiming to develop, or which were implicit in it (and can perhaps show understanding of these ideas in other contexts)

Abbildung 3: Effektivität praktischen Arbeitens (Millar, 2009, S. 5)

Millar unterscheidet innerhalb der Domänen in zwei zeitliche Ebenen von Effektivität. Während des Forschungsprozesses (effectiveness in sense 1) sollen die SchülerInnen mit den Objekten die gewünschten Tätigkeiten durchführen und die nötigen Beobachtungen dabei machen. Außerdem sollen sie auf der Vorstellungsebene mitdenken und die entsprechenden Konzepte anwenden oder erkennen. Nach dem Abschluss der Arbeit (effectiveness in sense 2) sollen die SchülerInnen in der Lage sein, ihre Tätigkeiten und Beobachtungen wiederzugeben (vgl. Abb. 3). Außerdem sollen sie über Vorstellungen und entstandene Konzepte sprechen können. Damit soll die praktische Aktivität auch für den weiteren Unterricht und bei Transferaufgaben nutzbar sein.

Zwar geht es in dem Artikel Millars nicht explizit um Kompetenzen, die bei effektivem praktischem Arbeiten erworben werden, aber er schafft ein Inventar an Aspekten praktischen Arbeitens, die das „to do inquiry“ und darin enthaltene Kompetenzanforderungen konkretisieren. Für den Prozess der Fragenfindung und Planung sieht Millar (2009) unterschiedlich Möglichkeiten, von der Vorgabe einer Forschungsfrage bis zur selbstständigen Fragenwahl und Planung durch die SchülerInnen. Diese Aufteilung wird später bei den Levels des Forschenden Lernens noch im Detail diskutiert. Weiters ist für Millar die Form des Dokumentierens und Präsentierens der Arbeit ein Indikator für den Erfolg praktischen Arbeitens. Sehr konkret wird Millar bezüglich den Punkten „what students have to do with ideas“ und

„what students have to do with materials“. Die Aspekte, die Millar hier nennt, sind in der folgenden Tabelle (2) dargestellt:

What students have to do with Materials	What students have to do with ideas
Use an observing or measuring instrument	Report observations using scientific terminology
Follow a standard practical procedure	Identify a similarity or difference (between objects, or materials, or events)
Present or display an object or material	Explore the effect on an outcome of a specific change (e.g. of using a different object, or material, or procedure)
Make an object	Explore how an outcome variable changes with time
Make a sample of a material or substance	Explore how an outcome variable changes when the value of a continuous independent variable changes
Make an event happen (produce a phenomenon)	Explore how an outcome variable changes when each of two (or more) independent variables changes
Observe an aspect or property of an object, material, or event	Design a measurement or observation procedure
Measure a quantity	Obtain a value of a derived quantity (i.e. one that cannot be directly measured)

Tabelle 2: Umgang mit Materialien und Ideen im praktischen Unterricht. (Millar, 2009, S. 13-14)

Diese möglichen Arbeitsschritte vertiefen und spezifizieren die Anforderungen und Kompetenzen des „to do inquiry“ und zeigen nochmals die Mannigfaltigkeit. Die möglichen Kompetenzbereiche reichen von globalen Fähigkeiten zu Organisation und Erkenntnisgewinn bis zu sehr konkretem Umgang mit Materialien und Ideen. Im späteren praktischen Teil der Arbeit wird das Ziel sein, die von den SchülerInnen vertieften Kompetenzen darzustellen. Damit soll es möglich werden, eine Aussage darüber zu treffen, wie weit das Ziel „to do inquiry“ im Rahmen der Lernwerkstatt erreicht wurde. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die verschiedenen Kompetenzen auch unterschiedlich anspruchsvoll sind, wie etwa an der Nummerierung des Bifie-Kompetenzmodells erkennbar. Das Kapitel 4 erläutert daher später die unterschiedlichen Level von Forschendem Lernen und wird auf die Verortung der Kompetenzen in diesen Leveln näher eingehen. Zunächst sei aber auf das dritte Ziel des Forschenden Lernens „to learn scientific content“ eingegangen.

3.3. To learn scientific content

Das dritte Ziel des Forschenden Lernens umfasst das Erlernen von Fachinhalten (vgl. Abrams et al., 2008). In der vorliegenden Arbeit wird dieser Bereich in drei Teilaspekte⁴ gegliedert, die sich für die spätere empirische Analyse als sinnvoll erweisen: Herstellen von Zusammenhängen, Umgang mit Modellen sowie Faktenwissen. Die ersten beiden Punkte beziehen den Weg zum Erlernen von Fachinhalten mit ein und sollen verdeutlichen, wie das Lernen mit der praktischen Arbeit verknüpft ist.

Der Bereich Herstellen von Zusammenhängen ist bereits im Kontext des Forschungszyklus (Kap. 3.2.) genannt worden und dort zwischen Durchführung und Präsentation angesiedelt. Für das Erlernen von „scientific content“ ist ein Bewusstsein dafür, dass der Forschungszyklus nicht unbedingt linear verläuft, essentiell (vgl. Abels et al., 2014). Daher findet das Herstellen von Zusammenhängen im Forschenden Lernen mehrfach und an verschiedenen Stellen statt. Es steht im Zusammenhang mit „to learn scientific content“ dafür, dass die SchülerInnen aus Vorwissen, Beobachtungen oder Daten Zusammenhänge herstellen können und daraus neues Wissen generieren. Durch das Herstellen von Zusammenhängen wird auch der Lernprozess der SchülerInnen sichtbar, indem das Wissen in ein Netz an vorhandenen Informationen eingebettet wird. Im praktischen Teil dieser Arbeit soll später dargestellt werden, wie die SchülerInnen Zusammenhänge herstellen und somit scientific content lernen.

Der Umgang mit Modellen ist in den Naturwissenschaften ständig gefragt und daher auch für den Lernprozess von entscheidender Wichtigkeit. Einerseits müssen die SchülerInnen Modelle verstehen können (z. B. Atommodell, Modell eines Organs), um Lerninhalte zu erfassen. Andererseits fordern naturwissenschaftliche Fächer auch häufig die Fähigkeit, selbst modellhaftes Denken anzuwenden (z. B. Reaktionsgleichungen und ihre Symbole, Zeichnungen von Schaltkreisen). Daher beschreibt Millar (2009) den Umgang mit Modellen als ein wichtiges Kriterium für praktischen Unterricht. Auch in der Inhaltsdimension des Kompetenzmodells finden sich für die Fächer Physik und Chemie explizit naturwissenschaftliche Modelle wieder: Teilchenmodell der Materie (C1, P5), Atommodell (C1) (vgl. Bifie, 2011, S. 4-5). Vor allem diese beiden Fächer verlangen häufig ein hohes Maß an Modellverwendung, da sich ihr Gegenstand – die Materie und ihre Teilchen – unserer Sehkraft entzieht. Auch wenn man die Kompetenzen in Biologie (etwa B5 innere Organisation von Zellen)

⁴ In Anlehnung an Millar, 2009; Bifie, 2011; Abrams et al., 2008 und weitere

näher betrachtet, wird klar, dass Wissenserwerb häufig nur mittels Modellen möglich wird.

Modelle dienen meist der Vereinfachung oder Veranschaulichung. Trotzdem ist ein modellhaftes Denken voller Herausforderungen, die in der Natur von Modellen begründet liegen. Modelle sind immer eine Reduktion oder Verkürzung von Wirklichkeit, das heißt, sie umfassen die Realität (das dargestellte Modellobjekt) nie vollständig (vgl. Graf, 2002). Dies ist zum Zweck der Vereinfachung sicherlich vorteilhaft, muss aber auch im Umgang mit Modellen berücksichtigt werden.

Modelle haben eine Reihe von Merkmalen, unter anderem ein Erkenntnismerkmal (sie sind mit einem bestimmten Erkenntnisinteresse geschaffen worden) oder ein prognostisches Merkmal (also können Prognosen über das Modellobjekt erlauben) (vgl. Graf, 2002). Außerdem unterscheidet man grundsätzlich Modelle auf der Ideenebene (Denkmodell) von jenen auf der materiellen Ebene (Anschauungsmodelle). Denkmodelle können nur als Gedanke existieren, oder in eindimensionaler Form verschriftlicht werden, etwa Zeichnungen, Wetterkarten oder Gefahrensymbole (vgl. Graf, 2002). Anschauungsmodelle sind zwei- oder dreidimensional und an einen materiellen Träger gebunden, etwa Modelle von Kristallsystemen, Sonnensystemen oder Zellen. Die Aufgabe der LehrerInnen ist es, geeignete und ihrem Zweck angemessene Modelle auszuwählen (vgl. Graf, 2002).

Für die SchülerInnen ist eine Herausforderung im Umgang mit Modellen das verlangte abstrakte Denken. Weiters ist das Bewusstsein der SchülerInnen für die Eigenschaften und Funktionen der Modelle häufig nicht vorhanden (vgl. Pöpping, 2002). Oft wird nicht zwischen Realität und Modell unterschieden, dem Modellobjekt werden all jene Eigenschaften zugeschrieben, die das Modell hat, und umgekehrt (vgl. Pöpping, 2002). Dem kann entgegengewirkt werden, indem die SchülerInnen Modelle selbst entwickeln oder verschiedene Modelle vergleichen müssen (vgl. Graf, 2002; Pöpping, 2002). Im Forschenden Lernen als induktive Methode bietet sich diese Herangehensweise an. Außerdem können im Prozess des Forschens die Vorstellungen der SchülerInnen zu naturwissenschaftlichen Modellen sichtbar werden. Das Wissen, dass die SchülerInnen im Umgang mit Modellen erwerben können, hat also zwei Ebenen. Zum einen sind Modelle in den Naturwissenschaften Teil des Erkenntnisweges und Wissens. Zum anderen ist auch das Wissen über Modelle ein entscheidender Bestandteil naturwissenschaftlichen Lernens.

„To learn scientific content“ umfasst zuletzt auch den Erwerb von Faktenwissen, welcher durch alle zuvor beschriebenen Schritte des „to do inquiry“ aber auch des Herstellens von Zusammenhängen und Umgang mit Modellen geschehen soll. Unter dem Begriff Faktenwissen ist im Folgenden all jenes zu verstehen, was das Kompetenzmodell des Bifie als „Inhaltsdimension“ benennt. Diese Inhaltsdimension wird in die einzelnen Fächer Biologie, Chemie und Physik aufgeschlüsselt und beschreibt die fachlichen Wissenskapitel näher. Jedes Fach wird in fünf thematische Unterkapitel untergliedert, welche lehrplanartig einzelne Wissensgebiete enthalten (vgl. Bifie, 2011). In welchem dieser Bereiche die SchülerInnen Faktenwissen erwerben, hängt natürlich vom Thema des Forschenden Lernens und der Umsetzung der SchülerInnen ab. Das Forschende Lernen als induktive Methode steht dafür, kontextualisiertes Wissen zu vermitteln:

[...] will result in more meaningful, retrievable and applicable knowledge (Abrams et al., 2008, S. xvii).

Um diese Annahme beurteilen zu können, werden nun lerntheoretische Grundlagen dargestellt. Stark verkürzt betrachtet, geht man heutzutage davon aus, dass es im Gehirn zwei verschiedene Speichermodi gibt, den Arbeitsspeicher und das Langzeitgedächtnis. Im Arbeitsspeicher finden (im teilweisen Rückgriff auf das Langzeitgedächtnis) übergeordnete Prozesse wie planen, kontrollieren und bewerten statt. Im Langzeitgedächtnis finden reflektorische Denkprozesse statt, außerdem sind dort Prozesswissen (Wortwissen, Fakten) abgespeichert:

Je komplexer der Inhalt des Langzeitgedächtnisses organisiert ist, desto größere Strukturen können aktiviert und zu einer Art Mustervergleich mit der Außenwelt herangezogen werden. Diese Informationschunks sind [...] in assoziativen Netzen organisiert, in denen auch gespeichert ist, wie das Wissen erworben wurde und welche Bedeutung es für eine Person hat. (Ernst, 1998, S. 12 im verwendeten pdf)

Ausgehend von diesem Wissen über kognitive Lernprozesse kann man schließen, dass die eigene Aktivität im Lernprozess bei offenen Lernstrukturen positiven Einfluss auf die Speicherung von Inhalten hat. Das neue Wissen wird in bereits vorhandene Strukturen eingebunden und kann eine positive Bedeutung für den Lernenden erlangen. Auch die Möglichkeit, eigene Fehler zu korrigieren und dem Erlernen eine Bedeutung beizumessen spielen dabei eine zentrale Rolle (vgl. Ernst, 1998). Dadurch wird das Potential des Forschenden Lernens als induktiver Ansatz deutlich. Die

SchülerInnen sind im Forschungsprozess nicht nur aktiv am Lernprozess und Lerninhalt beteiligt, auch die Reflexionskomponente ist im Bereich des „to learn about inquiry“ deutlich gegeben. Sie kann dazu dienen, das erworbene Fachwissen im Langzeitgedächtnis zu kontextualisieren. Damit steht aus lerntheoretischer Sicht dem Erreichen des Zieles „to learn scientific content“ nichts im Wege.

In der Literatur gehen die Meinungen zum tatsächlichen fachlichen Lernerfolg beim Forschenden Lernen allerdings auseinander. KritikerInnen gehen davon aus, dass das Forschende Lernen hohe kognitive Voraussetzungen fordert und nur bei ohnehin guten SchülerInnen zu Lernerfolgen führen kann (vgl. Blanchard et al., 2010). Es setzt tatsächlich häufig voraus, dass SchülerInnen zu komplexem Denken fähig sind – etwa um Schlüsse aus ihren Beobachtungen oder Daten zu ziehen. Das kann für leistungsschwächere SchülerInnen herausfordernd sein und muss entsprechend behutsam angebahnt werden (vgl. Colburn, 2000).

Andere Stimmen (etwa Colburn, 2000; Scruggs T, Mastropieri, M & Boon, R., 1998; Leonard, 1983; Klahr & Nigam, 2004; zitiert nach Blanchard et al., 2010) sehen den Wissenserwerb beim Forschenden Lernen als gleich oder besser gegenüber andern Ansätzen. Die SchülerInnen erreichen teils bessere Testergebnisse und gewisse Diversitätsmerkmale wie Geschlecht oder Herkunft, die den Lernerfolg beeinträchtigen können, spielen plötzlich eine untergeordnete Rolle (vgl. Blanchard et al., 2010). Insgesamt fehlt jedoch eine ausreichende empirische Grundlage, um eine generelle Aussage über den Wissenserwerb beim Forschenden Lernen machen zu können – nicht zuletzt deshalb, weil die Rahmenbedingungen aufgrund einer mangelnden Definierbarkeit (s. Kap. 2 in dieser Arbeit) zu stark divergieren (vgl. Abrams et al., 2008).

An dieser Stelle gelingt es, den Begriff „Forschendes Lernen“ greifbar zu machen, zwar ohne exakte Definition, aber über die erreichbaren/angestrebten Ziele. Im Weiteren ist das Forschende Lernen also zu verstehen als komplexe Unterrichtsidee, welche in vielen verschiedenen Facetten auftreten kann – allerdings immer mit den bereits genannten Zielen „to learn about inquiry“, „to do inquiry“ und „to learn scientific content“. Wie aus der Beschreibung der Ziele erkennbar, ist es kaum möglich, ein Ziel isoliert von den anderen umzusetzen. In der Realität werden natürlich je nach Aufgabenstellung nicht immer alle drei Ziele gleich stark erreichbar sein (vgl. Abrams et al., 2008). Dennoch ist das Bewusstsein dafür wichtig, dass sie alle insgesamt in gleichem Maße

angestrebt werden sollten und jedes einzelne Ziel für das gesamte Gelingen entscheidend ist.

Während die Definition der Ziele einerseits sehr hilfreich ist, um die Idee des Forschenden Lernens besser verstehen zu können, wirft sie andererseits auch neue Fragen und Herausforderungen für die Praxis auf. Wie sind diese Ziele praktisch im Unterricht realisierbar? Wie können die SchülerInnen besonders zu abstraktem und reflektorischem Denken hingeführt werden? Kurz – wie kann die Implementierung des Forschenden Lernens im Unterricht aussehen? Zur Klärung dieser Fragen eignet sich ein in der Literatur verbreitetes Modell, welches das Forschende Lernen in verschiedene Levels untergliedert, von eher angeleitetem Arbeiten bis hin zum sehr freien und offenen Lernen.

4. Level Forschenden Lernens

Das Forschende Lernen zeigt seine Mannigfaltigkeit im Unterricht auch durch die Möglichkeit, verschiedene Anforderungsstufen und unterschiedliche Offenheit des Settings zu bieten. Als Leitfaden wird dazu in der Literatur (Abrams et al., 2008; Colburn, 2000; Blanchard et al., 2010) in verschiedene Level unterteilt. Abrams et al. (2008) schlagen in Anlehnung an Schwab (1962) die folgende Levelstruktur vor.

	Fragestellung	Forschungsmethode	Interpretation
Level 0	von der Lehrperson vorgegeben	von der Lehrperson vorgegeben	von der Lehrperson vorgegeben
Level 1	von der Lehrperson vorgegeben	von der Lehrperson vorgegeben	offen für die SchülerInnen
Level 2	von der Lehrperson vorgegeben	offen für die SchülerInnen	offen für die SchülerInnen
Level 3	offen für die SchülerInnen	offen für die SchülerInnen	offen für die SchülerInnen

Tabelle 3: Level des Forschenden Lernens (übersetzt nach Abrams et al., 2008, S. xx)

Man geht also insgesamt von vier Level aus, wobei die Selbstständigkeit der SchülerInnen in den Bereichen der gewählten Fragestellung, der Auswahl der Forschungsmethode und der Interpretation der Ergebnisse (also insgesamt für die Schritte des Forschungszyklus) von oben nach unten stetig zunimmt. Analog dazu wird die Vorgabe der LehrerInnen entsprechend weniger, bis die SchülerInnen auf Level 3 schließlich den gesamten Forschungsprozess selbst bestimmen. Die LehrerInnenrolle wird dabei von einer Führungs- und Vorgabenrolle zu einer begleitend-unterstützenden. Nach Colburn (2000) lässt sich die Art des Settings über die Termini „structured“ (Level 0), „guided“ (Level 1 und 2) und „open“ (Level 3) näher beschreiben. Auch Blanchard et al. (2010) unterteilen in vier Level, wobei sich die Begrifflichkeiten etwas verschieben: „Level 0: Verification, Level 1: Structured, Level 2: Guided, Level 3: Open.“ (Blanchard et al., 2010, S. 581). Im Folgenden werden die Beschreibungen der Level nach Colburn (2000) vorgenommen und mit Blanchard et al. (2010) sowie Abrams et al. (2008) ergänzt.

Beim bestätigenden Inquiry auf Level 0 ist die vorgegebene Problemstellung meist direkt mit einer praktischen Aktivität verbunden. Materialien und Vorgangsweisen sind bekannt, die Durchführung bleibt den SchülerInnen nach engen Vorgaben überlassen.

Die Herausforderung stellt hier die Reproduktion eines Phänomens dar. Die Auswertung und Interpretation erfolgt anschließend gemeinsam mit der Lehrperson (vgl. Colburn, 2000).

These types of investigations are similar to those known as cookbook activities, although a cookbook activity generally includes more direction than a structured inquiry activity about what students are to observe and which data they are to collect. (Colburn, 2000, S. 42)

Damit findet das veraltete „Kochrezept-Experiment“ im Bereich des Forschenden Lernens einen neuen Platz. Es stellt einen ersten Einstieg in das Forschende Lernen dar, sollte aber laut Colburn (2000) die Ergebnisse und Beobachtungen der Untersuchung nicht vorweg nehmen. Die SchülerInnen sammeln die Daten selbstständig, werten sie jedoch unter Anleitung aus und bekommen im Normalfall auch Rückmeldung zur Richtigkeit des Ergebnisses. Sie können all diese vorgegebenen Dinge letztlich nutzen, um am Ende ihr Ergebnis zu kommunizieren (vgl. National Research Council, 1998). Auf dieser Stufe werden die SchülerInnen vor allem mit dem praktischen Arbeiten vertraut. Abläufe und der Umgang mit Gerätschaften können geübt werden. Ebenso wird das Beachten von Versuchsanleitungen und Sicherheitsregeln eingeführt (vgl. Abels & Lembens, 2015). Außerdem können die SchülerInnen in einer angeleiteten Form Dokumentation und Interpretation erlernen (vgl. Colburn, 2000). Blanchard et al. (2010) betonen auf Level 0 die begleitende Rolle der Lehrkräfte. Diese leiten nicht nur durch den Forschungsprozess, sondern müssen den SchülerInnen am Ende auch die Bedeutung der Ergebnisse vermitteln. Das Forschende Lernen auf Level 0 dient also dazu, in den drei Zielbereichen to learn about inquiry, to do inquiry und to learn scientific content wesentliche Grundkompetenzen zu vermitteln. Die SchülerInnen kommen mit verschiedenen Ablaufschritten des Forschens in Kontakt und führen diese teilweise selbst durch. Sie können den Umgang mit Objekten und Materialien auf verschiedenen Ebenen kennenlernen, etwa das Messen von Variablen oder das Herstellen eines Versuchsobjekts (vgl. Millar, 2009). Bezüglich des Umgangs mit Ideen werden sie stark von den LehrerInnen begleitet und können etwa Fachsprache aufbauen oder Erklärungen zuordnen (vgl. Millar, 2009). Außerdem sollen sie die Bedeutung der Arbeitsschritte und ihrer Ergebnisse kennenlernen und somit insbesondere der Kompetenzbereich S1 Schlüsse ziehen entwickeln und vertiefen. Im Bereich des scientific content können sie in sehr angeleiteter Form üben, Zusammenhänge

herzustellen oder auch mit Modellen umzugehen. Das erworbene Faktenwissen ist natürlich vom Thema abhängig. Durch die starke Lenkung der Lehrkraft ist auf Level 0 der Bereich scientific content besonders gut abzudecken und Wissen kann sehr zielgerichtet vermittelt werden (vgl. Abrams et al., 2008).

Im „guided“ oder angeleiteten Inquiry (Colburn, 2000) ändert sich die Aufgabenstellung bereits teilweise und überlässt den SchülerInnen mehr Selbstständigkeit. Materialien und Forschungsfrage werden zwar noch zu Verfügung gestellt, die Lösung des Problems bleibt jedoch den SchülerInnen überlassen (vgl. Colburn, 2000). Abrams et al. (2008) sowie Blanchard et al. (2010) unterteilen auf dieser Stufe in zwei Levels. Dabei ist bei beiden auf Level 1 (Blanchard et al.: structured inquiry) zusätzlich zur Fragestellung die Forschungsmethode vorgegeben. Auf Level 2 (Blanchard et al.: guided inquiry) bleibt die Wahl der geeigneten Methode den SchülerInnen überlassen (vgl. Abrams et al., 2008; Blanchard et al., 2010). Abrams et al. (2008) unterscheiden auch bezüglich der Vorgabe der Forschungsfrage noch weiter: Sie kann entweder von den SchülerInnen nur spezifiziert (Level 1) oder aber auch unter einer Auswahl an vorgeschlagenen Fragen selbst gewählt werden (Level 2). Auch die Daten können bereits vorhanden sein (Level 1) oder unter Anleitung selbst erhoben werden (Level 2), wobei die Auswertung in jedem Fall auf SchülerInnenseite liegt (vgl. Abrams et al., 2008). Die Erklärungen werden entweder nur durch die gesammelten Daten gestützt (Level 1) oder selbst angeleitet aus den Daten abgeleitet (Level 2). Bei der Kommunikation der Ergebnisse gibt es entweder einen groben Leitfaden (Level 1) oder gezielte Förderung der Entwicklung einer Kommunikationskompetenz (Level 2) (vgl. National Research Council, 1998; Abrams et al., 2008). Im Rahmen des „guided inquiry“ (nach Colburn, 2000) gibt es also eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten, die sich je nach Situation und Lernziel individuell einsetzen lassen und die SchülerInnen auf zahlreichen Ebenen zu einer langsamen Öffnung des Lernsettings führen. Bei der praktischen Durchführung des Forschenden Lernens werden den SchülerInnen hier schon mehr Schritte des Forschungszyklus überlassen. Sie können somit etwa ihre Fähigkeiten im Umgang mit Materialien verbessern oder schwierigere Aufgaben wie das Messen quantitativer Daten übernehmen (vgl. Millar, 2009). Außerdem sind die SchülerInnen vermehrt gefordert, auf der Ideenebene zu arbeiten. So können sie etwa verschiedene Einflüsse auf das Versuchssetting einschätzen lernen, Erklärungen finden oder Vorhersagen treffen (vgl. Millar, 2009). Die durchgeführten Schritte des Forschungszyklus können im Sinne „des to learn about

inquiry“ eingehender reflektiert werden. Außerdem müssen die SchülerInnen weitere Kompetenzen (vgl. Kap.3.1.) anwenden, um ihre Ergebnisse zu reflektieren und zu präsentieren. Im Bereich „to learn scientific content“ sind die SchülerInnen vermehrt gefragt, Zusammenhänge herzustellen, wenn sie eine Forschungsmethode wählen und die Daten auswerten müssen.

Die letzte Stufe ist jene des open Inquiry, also jene Form, bei der zusätzlich zu den Punkten von Level 2 auch die Forschungsfrage von den SchülerInnen selbst gewählt wird:

Open inquiry, in many ways, is analogous to doing science. (Colburn, 2000, S. 42)

Level 3 des Forschenden Lernens soll einem naturwissenschaftlichen Arbeitsalltag so nahe wie möglich kommen. In diesem Fall sollen die SchülerInnen daher auch den kompletten Forschungszyklus inklusive Finden und Formulieren der eigenen Forschungsfrage durchlaufen. Im Anschluss an das Finden der Frage muss von den SchülerInnen eine geeignete Untersuchungsmethode gewählt werden. Die so erhaltenen Daten werden nach der Durchführung selbstständig analysiert und zu einer Erklärung herangezogen (vgl. Abrams et al., 2008). Auf der Handlungsebene sollten die SchülerInnen am Ende ihr Ergebnis auch logisch erklären und argumentieren können (vgl. National Research Council, 1998). Auf diesem Level wird die maximale Nähe zum realen Forschungsalltag und der höchste Anspruch an die SchülerInnen erreicht (vgl. Blanchard et al., 2010). Es soll auch die persönliche Motivation und Verbundenheit der SchülerInnen mit der Arbeit gestärkt werden, was, wie bereits im zweiten Kapitel dargestellt, entscheidend für den Lernerfolg ist. Außerdem können die Unterschiede, die Woolman (2000) zwischen Forschen in der Schule und der Realität sieht, minimiert werden – nicht mehr alle SchülerInnen bearbeiten die gleiche Fragestellung, die Motivation wird von einem Streben nach guten Noten in Richtung persönliches Interesse verschoben. Diese hohe Ähnlichkeit mit naturwissenschaftlicher Realität kann in der Reflexion zur Erreichung des Ziels „to learn about inquiry“ genutzt werden. Gleichzeitig setzt das Forschende Lernen auf Level 3 ein hohes Bewusstsein für Nature of Science bereits voraus, damit die SchülerInnen die Schritte des Forschungszyklus angemessen durchlaufen können. In allen drei Zielbereichen sollten die SchülerInnen bereits weitgehend über die Grundkompetenzen verfügen. Sie können auf Level 3 des Forschenden Lernens ihre praktischen Fähigkeiten beim „to do inquiry“ vertiefen und verbessern. Im Umgang mit

Ideen sind sie vermehrt gefragt, komplexere Schlüsse zu ziehen und Interpretationsaufgaben (etwa in Abhängigkeit veränderlicher Variablen) zu übernehmen (vgl. Millar, 2009). Zusätzlich sind sie nun in zahlreichen Arbeitsschritten des Forschungszyklus angehalten, selbst Zusammenhänge herzustellen oder geeignete Modelle anzuwenden. Dadurch sind sie für das Lernen von scientific content vermehrt selbst verantwortlich. Wichtig ist daher, dass sie bereits über die nötigen Fähigkeiten verfügen, Wissen aus der praktischen Tätigkeit abzuleiten.

Level 3 stellt die offenste und authentischste, zugleich aber auch anspruchsvollste Form des Forschenden Lernens dar. Obwohl es dazu dienen kann, die höheren Kompetenzstufen zu erreichen, dürfen die nötigen Voraussetzungen nicht vergessen werden. Daher gilt:

Thus we must move away from viewing or describing Level 3 inquiry or „open inquiry“ as „ideal“ way to teach science [...] Instead the optimal level of inquiry will vary according to the classroom context and the demands of the material. (Blanchard et al., 2010, S. 582)

Natürlich sollen im Laufe des Forschenden Lernens verschiedene Fähigkeiten erworben und verbessert werden, um so höhere Level zu erreichen. Dennoch handelt es sich bei dem Levelsystem nicht um eine strenge Hierarchie, in der man nur nach oben klettern kann. Viel mehr spielen zahlreiche Faktoren wie Fähigkeiten und Motivation der SchülerInnen, Art und Inhalt des Forschungsthemas oder Klassendynamik eine entscheidende Rolle bei der Auswahl des passenden Levels. Es besteht also keineswegs der Druck, Level 3 erreichen zu müssen. Colburn (2000) betont, dass es gerade in der Anfangsphase des Forschenden Lernens sehr wichtig ist, die SchülerInnen nicht zu überfordern, da sie sonst nur Misserfolg und Frustration mit dem eigenen Forschen verbinden. Stattdessen empfiehlt er, Aktivitäten auszuwählen, welche zum aktuellen Erfahrungs- und Wissensstand der SchülerInnen passen. Vor allem bereits bekannte und gut beobachtbare Phänomene, welche von den SchülerInnen leicht erklärt werden können, eignen sich zum Einstieg (vgl. Colburn, 2000). Als Hilfestellung kann die Theorie der „Zonen der Entwicklung“ dienen (Vygotsky, 1978).

Dieses Konzept beschreibt, welcher Anforderungsbereich ausgehend vom aktuellen Wissensstand für die SchülerInnen erreichbar bzw. unerreichbar ist. Wählt man Aufgaben aus der proximalen Entwicklungszone aus, so sind diese für die SchülerInnen herausfordernd, aber bewältigbar.



Abbildung 4: Zonen der Entwicklung nach Vygotsky (Kaiser, 2004, S.1)

Für das Forschende Lernen bedeutet dies, dass die SchülerInnen zunächst mit praktischem Arbeiten im Allgemeinen sowie mit dem Konzept vertraut gemacht werden müssen. Erst wenn dieser Kontakt hergestellt ist, macht es Sinn, weitere Veränderungen vorzunehmen:

Maximum learning probably occurs when the activities are „just right“ – cognitively challenging, but still doable. (Colburn, 2000, S.43)

Die Levelstruktur dient dabei als Hilfestellung zur Planung des Unterrichts. Sie ermöglicht es, zu reflektieren, auf welchen Stufen die SchülerInnen bereits selbstständig agieren können, und wo sie vielleicht besser noch Anleitung brauchen. Dabei darf nicht vergessen werden, dass die Klassendynamik die Umsetzung beeinflussen kann. Mitunter mag es für einige SchülerInnen noch zu schwierig sein, selbst eine Frage zu finden oder die passende Forschungsmethode auszuwählen (vgl. Blanchard et al., 2010). Daher kann auch innerhalb der Klasse das Level variieren, was wiederum den Vorteil der Differenzierung des Unterrichts hat (vgl. Abels, 2012). Auch als Möglichkeit zur Unterrichtsreflexion kann die Levelstruktur herangezogen werden, indem die Herausforderungen der einzelnen Level mit dem tatsächlichen Lernerfolg und Kompetenzerwerb der SchülerInnen verglichen werden. So kann sinnvoll entschieden werden, ob die SchülerInnen für ein höheres Level bereit sind. Eine Variante, die Colburn (2000) beschreibt, um die Level-Leiter zu erklimmen, ist der „learning cycle“. Bei diesem kommen zu einem Thema schleifenartig unterschiedliche

Level des Forschenden Lernens zum Einsatz. Die SchülerInnen führen dazu zunächst ein „guided“-Experiment durch, etwa das Trennen von Farbstoffen mit Papierchromatographie. Anschließend gibt es eine Besprechung, bei der sie etwas über die dahinterstehenden Konzepte erfahren, also etwa Reinstoff und Gemische sowie Trennverfahren. Es handelt sich also um einen induktiven Vorgang, der bewirken soll, dass die SchülerInnen einen positiven Zugang zum Gelernten haben. Später können sie das dazu Erlernte auf einem höheren Level anwenden (vgl. Colburn, 2000). Dort sollen sie dann etwa andere Methoden der Stofftrennung ausprobieren oder unterschiedliche Arten von Gemischen (homogen/heterogen) kennenlernen.

Die Levelstruktur ist zusammenfassend gesehen neben den drei Zielen des Forschenden Lernens eine weitere Orientierungshilfe, wie die Umsetzung des Konzepts im Unterricht aussehen kann. Sie dient als Planungs- und Reflexionsinstrument und kann dabei helfen, bestimmte Ziele als Schwerpunkt zu setzen. Sie rundet das bisher entstandene Bild der Idee des Forschenden Lernens in der Theorie ab und ermöglicht es nun im Folgenden auf die bereits dargestellte Flexibilität des Ansatzes näher einzugehen. Das Forschende Lernen soll ermöglichen, auf die Bedürfnisse unterschiedlicher SchülerInnen einzugehen und vielfältige Zugänge zu erlauben (vgl. Europäische Kommission, 2007). Daher wird der Ansatz als sinnvoll im Umgang mit Diversität im Unterricht beschrieben. Nachdem Diversität in österreichischen Schulen – so auch in der beforschten Neuen Mittelschule Donaustadt in Wien – eine immer größere Rolle spielt, wird im folgenden Kapitel zunächst eine Begriffsverortung dazu vorgenommen. Weiters wird der Diversitätsbegriff mit dem Forschenden Lernen und darin gebotenen Möglichkeiten verknüpft.

5. Diversität

Der Begriff „Diversität“ entstammt einem Forschungsbereich der Sozialwissenschaften, unter den Themen wie Sprachenvielfalt oder kulturelle Vielfalt fallen. Aus diesem allgemeinen Forschungsgebiet entstand der heute oftmals synonym verwendete Bereich „Diversity Management“, der sich mit konstruktivem Umgang mit Vielfalt beschäftigt (vgl. Krell, G., Riedmüller, B., Sieben, B. & Vinz, D., 2007). Im Kontext von Schule steht das Konzept Diversität für ebendiesen positiven, konstruktiven Umgang mit Vielfalt. Die Vielfalt, etwa innerhalb einer Schulklasse, kann anhand verschiedener Merkmale beschrieben werden, etwa Herkunft, Alter, Geschlecht oder Interessen und kognitive Fähigkeiten. Häufig wird sie von den LehrerInnen als große Herausforderung für den Unterricht wahrgenommen (vgl. Sliwka, 2010).

Das Konzept der Diversität als konstruktiver Zugang zu Vielfalt ist in der Theorie mittlerweile weit verbreitet. In der Schulrealität sind im Umgang mit Vielfalt zwei weitere Begriffe präsent, beziehungsweise dominierend: Homogenität und Heterogenität. Homogenität ist ein aus dem griechischen kommender Begriff und bedeutet so viel wie „Gleichheit“ – bezogen auf Schule werden damit die gleichen Lernvoraussetzungen für alle SchülerInnen gemeint, beziehungsweise gewünscht. Differenzierte Schulsysteme wie das österreichische versuchen eine formale Gleichheit durch eine starke Aufspaltung des Schulsystems zu simulieren (vgl. Sliwka, 2010; Altrichter, H., Trautmann, M., Wischer, B., Sommerauer, S. & Doppler, B., 2009). Neben der Trennung nach den verschiedenen Altersstufen finden sich auch eigene Schulen für SchülerInnen mit besonderen Bedürfnissen, für bestimmte Berufsausbildungen, aber auch die Teilung in Mittelschule und Gymnasium je nach Lernerfolg in der Volksschule. Innerhalb der einzelnen Schultypen geht man dann davon aus, dass die SchülerInnen homogene Lernvoraussetzungen haben und alle gleich behandelt sowie unterrichtet werden können (vgl. Sliwka, 2010).

Nach den Misserfolgen bei PISA und anderen Tests, wurde deutlich, dass die Homogenisierung nicht funktioniert. Da es gewisse Kategorien von Unterschieden gibt, die den Lernerfolg sichtbar beeinflussen (etwa Migrationshintergrund), kommt es immer mehr zu einem Umdenken. Mit dem steigenden Bewusstsein für die Unterschiede der SchülerInnen und deren Einfluss auf den Lernerfolg steigt auch das Bedürfnis nach Methoden, um damit umzugehen (vgl. Altrichter et al., 2009).

[...] Individuelle Förderung, [...] Binnendifferenzierung; [...] Heterogenität, are the buzz words of the current educational debate. Not only do they shape the educational research agenda [...]; regional and national political programmes also aim to strengthen the system's capacity to deal productively with the heterogeneity of students and their needs. (Sliwka, 2010, S. 211)

Was Sliwka hier für die deutsche Bildungsdebatte feststellt, lässt sich ebenso auf die österreichische Situation anwenden. Die Individualität jedes einzelnen Kindes ist zwar nun bekannt und anerkannt, hat jedoch am System noch nicht viel verändert. LehrerInnen stehen damit vor großen Herausforderungen:

Many students in teacher education have understood the need to diversify pedagogical and didactic strategies applied in the classroom, yet at the same time they perceive the differences among learners as one of the most challenging tasks they will face. (Sliwka, 2010, S. 212)

Mit der Erkenntnis, dass Schulklassen immer heterogene Gefüge aus verschiedenen Individuen sein werden, geht aktuell die Schlussfolgerung einher, Heterogenität als zu lösende Herausforderung anzusehen. Die Unterschiede zwischen den SchülerInnen sind ein „Problem“ für das Schulsystem und den Unterricht. Der Tenor scheint zu sein, erfolgreicher Unterricht sei daran erkennbar, dass trotz heterogener Lernvoraussetzungen am Ende ein homogener Lernerfolg steht. Aktuelle Lösungsstrategien umfassen vor allem die Begriffe Differenzierung (= Bildung von kriterienbezogenen Lerngruppen, sowohl über- als auch innerschulisch oder in einzelnen Klassen) (vgl. Altrichter et al., 2009) und Individualisierung:

Sein Charakteristikum [von individualisiertem Unterricht] ist [...] Schüler/inne/n durch Aufgabenstellungen und flexible Unterrichtsmethoden solche Lernwege und Lernziele zu ermöglichen, die ihren individuellen Voraussetzungen in Hinblick auf Leistungsvermögen, Interessen usw. gut entsprechen, sie durch diese „Passung“ zu optimaler Ausschöpfung ihrer Lernpotenziale motivieren und sie dabei auf ihrem Lernweg zu unterstützen. (Altrichter et al., 2009, S. 344)

Die Anwendung dieser Konzepte beschränkt sich derzeit vorwiegend auf den konkreten Unterricht und hat die strukturelle Organisationsebene von Schule noch nicht erreicht. Das Problem an diesem Ansatz liegt auf der Hand – ohne tiefgreifende Veränderungen werden die sogenannten Probleme nur an der Oberfläche abgedeckt und das System bleibt in seinen alten Linien stecken (vgl. Altrichter et al., 2009). Sliwka argumentiert, dass Länder, die diese Erkenntnis bereits viel früher gemacht haben,

etwa Kanada, bereits deutlich verbesserte Systeme haben, was sich dann auch bei PISA bemerkbar macht (vgl. Sliwka, 2010). Der Schlüssel zur Veränderung liegt in der Betrachtungsweise: Sliwka (2010) beschreibt, dass der Begriff Heterogenität in Kanada kaum mehr verwendet wird:

It seemed to me that the system had moved one system further (Sliwka, 2010, S. 213)

Das kanadische Schulsystem hat es geschafft, das Konzept der Diversität konstruktiv zu nutzen und Vielfalt als Ressource für den Unterricht zu sehen (vgl. Sliwka, 2010). Im Gegensatz zur Heterogenität wird Diversität nicht als Erschwernis, sondern als Voraussetzung für individuelle Lernvoraussetzungen verstanden. Diversität im Klassenraum ist ein Gewinn für die ganze Klasse, wenn sie als solcher wahrgenommen wird:

[...] it [education for heterogeneity] is about understanding the mutual benefits society as whole (and smaller communities and groups within in) can gain from a wide range of abilities, perspectives, interests and skills. (Sliwka, 2010, S. 213)

Von der totalen Ignoranz gegenüber Vielfalt (Homogenität) über die Akzeptanz ihres Vorhandenseins (Heterogenität) gelangt man schlussendlich zu einem positiven und konstruktiven Umgang mit ihr, welcher unter dem Überbegriff Diversität steht. Diversität ist in diesem Kontext eine Philosophie, ein didaktischer Grundsatz, der sich sowohl im „Kleinen“ von einzelnen LehrerInnen umsetzen lässt, als auch angewandt auf das ganze Bildungssystem eine effektive Reformmöglichkeit darstellt.

Ausgehend davon, Diversität als Chance zu sehen, ist es essentiell für die Nutzung dieser Chance, sich verschiedene Diversitätsmerkmale, bewusst zu machen. Schließlich kann Vielfalt nur dann genutzt werden, wenn man sie auch erkennt. Dabei muss man sich den Prozess vor Augen halten, der hinter der Entstehung von Diversität steht:

„[...] ist soziale Diversität das Resultat von Differenzierungen, von Differenzhandlungen. [...] Automatisch folgt aus Diversität nichts an sozialen Konsequenzen. Entscheidend ist vielmehr, wie wir die sozialen und politischen Akteure, das heißt, wie wir alle mit Diversität umgehen, wie wir als soziale Akteure Differenzierungen vornehmen und auf Differenzen Bezug nehmen“. (Fuchs, 2007, S.18)

Es muss also ein Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass es sich bei der Betrachtung von Diversität um ein Konstrukt handelt, welches aus anthropologischen, ethnologischen und sozialen Hintergründen entstanden ist. Im Folgenden wird von Diversitätskategorien gesprochen, also Zuordnungen zu Diversitätsmerkmalen, etwa Alter

oder Geschlecht. Eine Diversitätskategorie ist niemals endgültig, niemals allgemeingültig. Sie existiert lediglich für eine bestimmte Kultur, Gesellschaft oder Gruppe. Diversität wird vom Menschen geschaffen und beurteilt, sie wird von uns konstruiert und auch immer auf uns selbst angewandt (vgl. Fuchs, 2007). Daher ist es essentiell zu erkennen, wann die Heranziehung einer Kategorie sinnvoll und möglich ist.

Während bei der Betrachtung einer Gruppe von Menschen zahlreiche Kategorien in den Sinn kommen, nach denen sie sich unterscheiden, werden hier zunächst die „Big 8“ genannt, jene Diversitätskategorien, welche nach US-Amerikanischen Erkenntnissen als die am häufigsten und wichtigsten gelten:

Rasse⁵, **Geschlecht** (gender), **Ethnie/Nationalität**, gesellschaftliche Rolle/Funktion, **Alter**, sexuelle Orientierung, mentale/körperliche Fähigkeiten und Religion. (vgl. Krell et al., 2007, S. 9)

Unter diesen acht Kategorien sind jene hervorgehoben, welche Krell et al. als für Deutschland (und damit auch auf Österreich umsetzbar) wichtigste bezeichnet. Mit dem Fokus auf Schule sollte zusätzlich die Kategorie „mentale/körperliche Fähigkeiten“ hervorgehoben werden. In der Schule wirken sich die Big 8 auf weitere Diversitätskategorien, wie etwa Interesse, Motivation, Leistung, Sprache und Lernstil aus. Damit haben sie auch Folgen für das Gelingen von Forschendem Lernen, das etwa eine hohe Motivation und Lernbereitschaft der SchülerInnen fordert (vgl. Edelson, D.C., Douglas, N.G. & Roy, D.P., 1999).

Eine interessante Überlegung ist es, welche dieser und anderer Kategorien nun in einer Schulklasse vorkommen, welche sich überhaupt feststellen lassen und ob sie für den Unterricht(serfolg) relevant sind. Dazu eine Darstellung frei nach Freuds Eisbergmodell⁶ (erarbeitet mit StudentInnen im Rahmen des Seminars „Forschendes Lernen in der Schule“ Uni Wien, SoSem 2014, geleitet von Dr. Abels und DI Mag. Koliander):

⁵ Im Englischen gebräuchlicher und nicht negativ konnotierter Begriff, der verschiedene Phänotypen des Menschen meint; im deutschen Sprachraum eher Ethnie/Nationalität gebräuchlich.

⁶ Entwickelt von S. Freud zur Darstellung von bewussten und unbewussten Handlungen und Wahrnehmungen des Menschen.



Abbildung 5: Sichtbarkeit von Diversitätskategorien

Nur wenige Kategorien von Diversität sind tatsächlich auf den ersten Blick erkennbar, ein paar mehr enthüllen sich eventuell mit der Zeit durch das Gespräch und den Umgang mit den SchülerInnen. Je nach Lehrkraft werden nicht nur unterschiedliche Kategorien früher auffallen als andere, sondern auch ihre Relevanz und der Einfluss auf den Unterricht wird womöglich variieren. Als Beispiel die Kategorien Alter und Geschlecht, beide vermeintlich schnell und eindeutig erkennbar: Das Alter spielt im aktuellen Schulsystem insofern nur eine kleine Rolle, als es innerhalb der bestehenden Klassenstruktur zumeist sehr homogen ist. Eine andere Situation und einen anderen Umgang damit erlebt man in jahrgangsübergreifenden Klassen. Das Geschlecht als eines der häufigsten Themen (bildungs-)politischer Debatten kann etwa bei der gezielten Förderung von Mädchen in den MINT Fächern zum Tragen kommen. Außerdem wird die Kategorie Geschlecht zur Herausforderung, wenn sie plötzlich nicht mehr eindeutig zuordenbar ist (etwa Transgender).

5.1. Diversität und Forschendes Lernen

Eine Möglichkeit, auf möglichst viele Diversitätskategorien einzugehen und deren Potentiale zu entfalten, liegt im Forschenden Lernen:

Inquiry-based learning aids learning in groups of different attainment levels, having differentiated learning targets for each pupil in a group as well as distinguishing between learning processes and performance [...]. Furthermore, inquiry-based learning is activity-oriented and experience-based so that all pupils

have the opportunity to participate and enhance their scientific literacy. (Abels, 2012, S. 5)

Die wichtigsten Voraussetzungen für einen erfolgreichen Umgang mit Diversität sind Respekt, Teilnahme und Wertschätzung (vgl. Abels, 2012). Das Forschende Lernen bietet Möglichkeiten, auf die individuellen Fähigkeiten und Lernvoraussetzungen der SchülerInnen einzugehen. Besonders in der Gruppe können sie sich somit Aufgaben suchen, welche sie gut lösen können. Diese können die SchülerInnen entsprechend ihres Entwicklungsstandes (vgl. Abb. 4) wählen. Damit sind wichtige Aspekte von Individualisierung und Differenzierung erfüllt, etwa bezüglich Stoffauswahl und Zielen (vgl. Altrichter et al., 2009).

Außerdem profitiert die gesamte Gruppe, sowie am Schluss beim Zusammenführen der verschiedenen Forschungsergebnisse die ganze Klasse, von den individuellen Fähigkeiten des/der Einzelnen. Während die persönlichen Stärken der SchülerInnen in den Forschungsprozess eingebracht werden, können gleichzeitig diversitätsbedingte Entwicklungsfelder ausgeglichen oder verbessert werden (vgl. Lee, O., Buxton, C., Lewis, S. & LeRoy, K., 2007). Als Beispiel sei hier das Sprachenlernen von SchülerInnen mit anderer Erstsprache (Einfluss hat hier Kategorie Ethnie/Nationalität) genannt. Das Forschende Lernen bietet zahlreiche Vorzüge für SchülerInnen, ihre sprachlichen Fähigkeiten zu üben und zu verbessern. Einerseits ist der Druck vermindert, da viele Aufgaben auch ohne sprachliche Höchstleistungen gelöst werden können, wenn sie verständlich gestellt sind. Andererseits befinden sich die SchülerInnen in der Gruppe in einer authentischen Gesprächssituation und sie können Sprache in verschiedenen Formen anwenden, mündlich, schriftlich, durch Gestik oder Graphiken (vgl. Lee et al., 2007). Somit werden SchülerInnen, die womöglich ansonsten an der Sprachbarriere scheitern würden, aktiv ins Geschehen miteinbezogen. Nebenbei entwickeln sie ihre Sprachfähigkeit weiter und können die Gruppe vielleicht mit Wissen und Fähigkeiten (aus) ihrer Muttersprache bereichern.

Das Forschende Lernen vereint zwei entscheidende Aspekte für den Lernprozess: einerseits die lerntheoretisch begünstigte Form eines weltverknüpften Wissenserwerbs und andererseits die persönliche Bedeutsamkeit von Lernprozessen (vgl. Zocher, 2001). Damit gelingt es, Diversität positiv zu besetzen, individuelle Stärken zu nutzen und an Schwächen zu arbeiten. Es ist also zumindest auf schulinterner Ebene eine Möglichkeit, um den Schritt vom heterogenen Unterrichtsbild zu einer diversitäts-offenen Klasse zu wagen. Das in Rahmen dieser Arbeit beforschte

Konzept der Lernwerkstatt versucht, das Forschende Lernen in diesem Sinne zu nutzen. Das folgende Kapitel bildet Charakter einer solchen Lernwerkstatt ab.

6. Konzept Lernwerkstatt

Das Konzept der Lernwerkstatt stammt ursprünglich aus der Grundschulpädagogik der USA nach der Idee der Pädagogin Lillian Weber, den Unterricht inhaltlich und räumlich zu öffnen. Sie entwickelte und begleitete das Projekt „Open Corridor“ (vgl. Ernst, 1996). Die Frage nach dem Konzept dieses offenen Unterrichts beantwortet Weber in einem Interview wie folgt:

Ich wollte, daß [sic] die Kinder Zugang zu ihrer Umgebung bekamen, zu den vielen Dingen, die sie darin erkunden konnten. Ich wollte infolgedessen keine leeren Klassenräume, in denen der Lehrer oder die Lehrerin ein paar Materialien austeilt, die die Kinder vielleicht für 15 Minuten anschauen dürfen, bevor sie wieder weggeschlossen werden. Ich wollte, daß [sic] die Klassenräume sich ein wenig zur Welt hin öffnen, zur Realität der vielen Dinge in ihr. Ich wollte ein Höchstmaß an Interaktion zwischen den Kindern als Vehikel des Denkens. Und deshalb sollten die Kinder füreinander offen sein, Interesse aneinander haben dürfen. Ich wollte nicht, dass die Kinder hinter ihren Pulten isoliert sind und bestraft werden, wenn sie miteinander reden oder mal den Kopf herumdrehen, und ich wollte auch nicht, daß sie im Klassenraum eingesperrt sind. Darum war es mir wichtig, daß Kinder und Lehrer die Schule als ganze nutzen, daß die Vorstellung der ‚Lernumgebung‘ die gesamte Schule durchdringt. (Ernst, 1996, o.S.)

Die zugrundeliegende Idee und Auffassung von offenem Lernen ist in diesem Sinne eine greifbare Öffnung: räumlich, zeitlich, inhaltlich, sozial. Dieses Konzept greift später in Deutschland Karin Ernst auf und es findet unter dem Namen Lernwerkstatt seine Verbreitung (vgl. Puddu, S., Keller, E. & Lembens, A., 2012). Die Lernwerkstatt ist untrennbar mit der Idee des Forschenden Lernens verbunden.

Der Begriff „Werkstatt“ als Raumkonzept kommt aus der Grundschulpädagogik und meint das Schaffen einer ansprechenden, lernfördernden Umgebung, die Fragen für die SchülerInnen bereit hält (vgl. Hagstedt, 2004). Fachunabhängig ist die Lernwerkstatt ein Ort, wo das individuelle Erkenntnisinteresse der SchülerInnen durch Materialien und Beobachtungen geweckt werden soll (vgl. Puddu et al., 2012). Dabei kann es sich um stationäre Werkstättenbereiche (z.B. Aquarien, Baukästen) oder Objekte und Materialien zu bestimmten, aktuellen Themen handeln (vgl. Hagstedt, 2004). Um den direkten Einstieg in das Forschende Lernen zu ermöglichen, sollte die Lernwerkstatt auch mit Verbrauchsgegenständen (Papier, Chemikalien usw.) sowie Werkzeugen ausgestattet sein (vgl. Puddu et al., 2012).

Das ursprüngliche Mobilitätskonzept Webers spielt nach wie vor eine Rolle. Die Lernwerkstatt soll zum Lernortwechsel anregen, mehrere Umgebungen zur Beschäftigung mit derselben Sache genutzt werden können (vgl. Hagstedt, 2004). Verbunden mit der räumlichen und inhaltlichen Öffnung des Unterrichts findet in der Lernwerkstatt Forschendes Lernen (Level 3) statt. Die Gegebenheiten und materiellen Inhalte der Lernwerkstatt sollen Anlass für die Fragestellungen der SchülerInnen sein (vgl. Puddu et al., 2012). Neben dem Raum wird in der Lernwerkstatt auch das übliche Zeitkonzept von Schule, mit strengen 50 Minuten-Einheiten verworfen, oder besser gesagt geöffnet.

Kinder brauchen ihre persönliche Zeit zum Staunen. Sie brauchen auch verschieden große Freiräume für ihre Erklärungsversuche. Manchen Kindern genügt ein einziger Analogversuch, um auf den Kern der Sache zu kommen, andere Kinder brauchen vielleicht vier oder fünf verschiedene Versuche zum selben Phänomenkreis (Hagstedt, 2004, S. 4 im verwendeten pdf).

Im Einklang mit dem Konzept Forschendes Lernen bietet die Lernwerkstatt Möglichkeiten zur Individualisierung, indem sie nicht nur eine Vielzahl an Fragemöglichkeiten enthält, sondern auch verschieden schnellen LernerInnen genügend Zeit und Raum verschafft.

Ein wichtiges Element der Lernwerkstatt sind die LernbegleiterInnen, also LehrerInnen, PädagogInnen und AssistentInnen (vgl. Puddu et al., 2012). Die Führungsrolle und Hilfestellung sind dabei ebenso wichtig, wie das Anbieten von Gesprächen. Der Lernprozess in der Lernwerkstatt soll kommunikativ und sozial sein (vgl. Zocher, 2001). Für das Forschende Lernen ist der Diskurs fixer Bestandteil des Erkenntnisgewinns und soll nicht nur unter den Schülern, sondern auch mit den LehrerInnen stattfinden (vgl. Abrams et al., 2008). Die Rolle des Lernbegleiters/der Lernbegleiterin ist für LehrerInnen oftmals eine ungewohnte in jenem Sinne, dass ihre Sachkompetenz zur erfolgreichen Begleitung nicht ausreicht. Vielmehr sind sie gefragt, individuelle Lernmotivationen, -konzepte und -wege zu erkennen und angemessen zu begleiten. Damit werden sie selbst auch wieder zu Lernenden, welche von ihren SchülerInnen mitunter kritischer hinterfragt werden als im Regelunterricht (vgl. Zocher, 2001). Die Aufgaben, die LehrerInnen in der Lernwerkstatt zu erfüllen haben, gehen weg vom bloßen Erklären und hin zu einer Raumschaffung für den Erkenntnisgewinn. Will man in der Lernwerkstatt ein Gespräch anbieten, so sollte nicht der klassische Frage-Antwort Dialog zwischen LehrerInnen und SchülerInnen

entstehen. Vielmehr sollten die SchülerInnen zum Nachdenken und Erzählen angeregt werden. Dies gelingt mit entsprechendem Interesse und Wertschätzung seitens der Lehrperson (ebd.). Das Wahren von Distanz will ebenso geübt sein – passives Beobachten ist zu schnellem Eingreifen vorzuziehen (ebd.). Daraus ergibt sich ein komplexes Anforderungsprofil, das an BetreuerInnen der Lernwerkstatt gestellt wird – dieses kann nur durch regelmäßige Reflexion und Beratung erreicht werden und sollte auch schon im Rahmen der LehrerInnenausbildung entwickelt werden (vgl. Puddu et al., 2012). Für eine gelungene Lernbegleitung folgen nun noch einige Tipps aus der Praxis, anhand verschiedener Quellen zusammengestellt:

- Mit Kindern über Lernwege und Fragen sprechen
- Feedback geben
- Eine Lernumgebung mit geeigneten Materialien schaffen
- Selbst beobachten, dokumentieren und reflektieren
- (offene) Fragen stellen, die zum Forschen anregen (vgl. Köhne, 2009)
- Zu Diskussionen anregen
- Beobachtungen aufzeichnen lassen (vgl. Harlen & Symington, 1985)
- Fachbegriffe und fachlich angemessene Ausdrücke verwenden
- Schwierigkeiten erkennen und bei der Lösung helfen (vgl. Ash & Kuger-Bell, 2000)
- Sprachliche Hilfsmittel (etwa Erklärungen zu Texten oder Fachvokabular) anbieten (vgl. Abels, 2015)
- Eine Forscherkonferenz zwischen LehrerInnen und SchülerInnen zum aktuellen Arbeitsfortschritt abhalten (vgl. Calvert & Jakobi, 2010)

Mit Hilfe der vorgestellten Ideen zur Lernwerkstatt und den Tipps zur Lernbegleitung ist ein erstes Bild davon entstanden, wie Forschendes Lernen auf Level 3 in einer Lernwerkstatt umgesetzt werden kann. Bisher stand dabei vor allem die Öffnung des Unterrichts auf verschiedenen Ebenen (räumlich, zeitlich, inhaltlich ect.) im Vordergrund. Trotz jeder Offenheit sind jedoch gewissen Strukturen und Voraussetzungen unabdingbar. Daher werden im letzten Teil des theoretischen Abrisses einige Gelingensbedingungen und Lerngelegenheiten der Lernwerkstatt dargestellt.

7. Schaffen von Lerngelegenheiten

Damit das Forschende Lernen allgemein, und insbesondere im Format der Lernwerkstatt gelingen kann, müssen Lerngelegenheiten möglichst effektiv gestaltet werden. In diesem Kapitel sollen essenzielle Faktoren dafür dargestellt werden. Nachdem die Lernwerkstatt üblicherweise Forschendes Lernen auf Level 3 bedeutet, liegt der Fokus auf diesem Level. Abrams et al. (2008) stellen jene Faktoren, die für die Auswahl von Level 3 und sein Gelingen wesentlich sind, grafisch dar. Die folgende Grafik ist in enger Anlehnung daran entstanden:

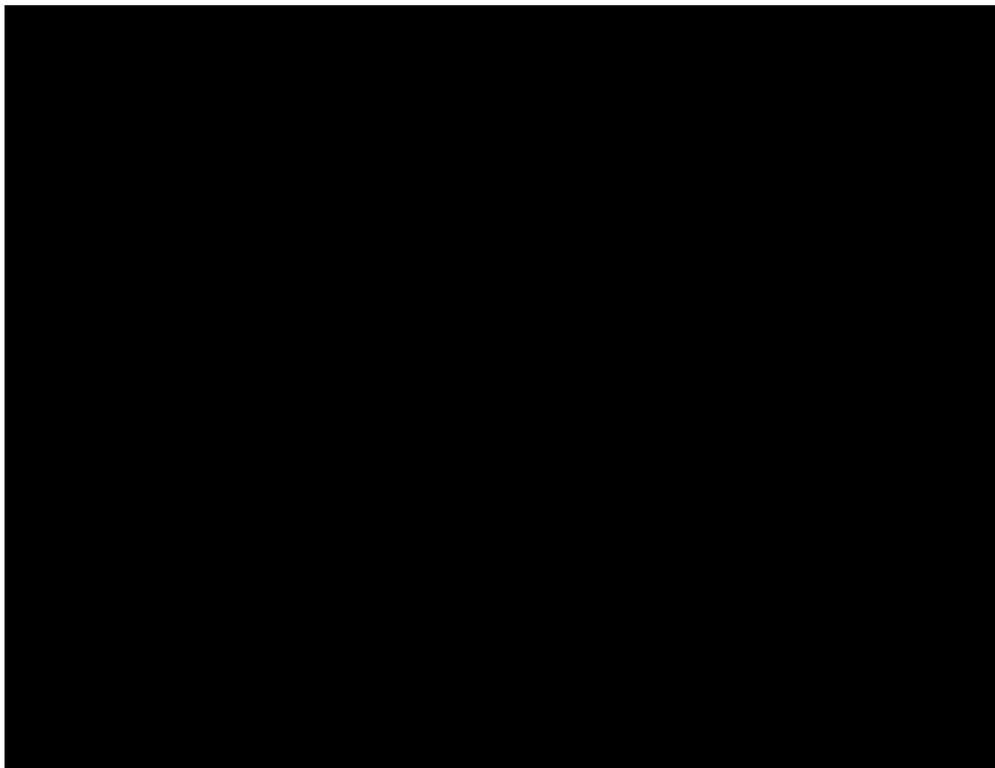


Abbildung 6: Ziele und Einflüsse auf Level 3 des Forschenden Lernens (übersetzt nach Abrams et al., 2008, S. xxxiii)

Die Abbildung zeigt jene Voraussetzungen und Vorstellungen, mit denen Forschendes Lernen auf Level 3 angedacht werden sollte. So stehen etwa vor allem die Ziele „to do inquiry“ und „to learn about inquiry“ im Vordergrund (vgl. Pfeilgröße). Auch weitere Faktoren wie die Schwierigkeit des Lerninhaltes (kleiner Pfeil – sollte nicht zu schwierig sein) oder limitierte Zeit oder Ressourcen (kleiner Pfeil – sollte nicht so sein) werden berücksichtigt.

In diesem Kapitel soll nun im Detail auf diese und andere Faktoren, die für das Gelingen der Lernwerkstatt entscheidend sind, eingegangen werden. Neben einer allgemeinen Betrachtung werden auch für die drei Ziele des Forschenden Lernens konkrete Vorschläge zur Schaffung von Lerngelegenheiten genannt.

Die Lernwerkstatt wurde im vorangehenden Kapitel als offene Unterrichtsmethode auf mehreren Ebenen beschrieben – räumlich, zeitlich, inhaltlich, sozial und methodisch. Grundvoraussetzung ist also die Schaffung dieser Offenheit, zuerst auf räumlicher und zeitlicher Ebene. Wie beschrieben (Kapitel 6) weicht das Raum-Zeit-Konzept der Lernwerkstatt durchaus von jenem des Regelunterrichtes ab. An dieser Stelle sei nochmals der für die Praxis entscheidene Appell des *sich Zeit nehmens* formuliert. Wie an der Grafik von Abrams et al. (2008, Abb. 6) sichtbar, sollten für Forschendes Lernen auf Level 3 keine große räumliche und zeitliche Ressourcenknappheit herrschen. Für viele LehrerInnen mag es eine der schwierigsten Übungen sein, zugunsten eines neuen Unterrichtskonzeptes auf wertvolle Unterrichtszeit zu ‚verzichten‘ (vgl. Ernst, 1988). Bei deduktiven Unterrichtsformen liegt es meist in den Händen der Lehrperson, wann die SchülerInnen mit neuem Wissen konfrontiert werden und in welchem Zeitrahmen sie Aufgaben erfüllen. Je nach Methode kann dabei zwar auf unterschiedliche Lerngeschwindigkeiten eingegangen werden, doch das Kontrollgefühl seitens der LehrerInnen ist eher vorhanden. Bei einer induktiven Methode wie dem Forschenden Lernen ist zwar auch ein zeitlicher Rahmen vorgegeben, aber besonders auf Level 3 hinsichtlich der Feinstrukturierung weniger determiniert. Forschendes Lernen kostet in der Tat Zeit, denn:

Wann Begreifen eintritt, lässt sich nicht voraussagen [...]. (Ernst, 1988, S.3 im verwendeten pdf)

Das Begreifen, dass beim induktiven Lernen im Vordergrund steht, lässt sich im Gegensatz zum Erlernen von vorgegebenem Wissen nicht kontrollieren. Daher ist es für LehrerInnen zum Absolvieren des Lehr- oder Teststoffes vermeintlich effizienter, das Wissen einfach fertig aufbereitet zu vermitteln. Lässt man es zeitlich zu, so bietet das Forschende Lernen jedoch eine einmalige Gelegenheit für LehrerInnen und SchülerInnen, zu begreifen und somit vernetztes Wissen zu erlangen (vgl. Ernst, 1988). Der Faktor „Kulturelle Erwartungen“ (vgl. Abb. 6) erinnert an das Konzept der Diversität und die dort vorgestellten „Big 8“ als Diversitätskategorien. Darin waren unter anderem Alter oder Herkunft enthalten – wie beschrieben haben diese Kategorien Einfluss auf das Lernen bezüglich Interesse, Motivation ect. Um zwei Beispiele zu bringen: SchülerInnen unterschiedlichen Alters werden etwa verschiedene Zugänge zu Forschendem Lernen haben. Auch die Herkunft beziehungsweise der soziale Hintergrund können sich etwa bereits im Vorfeld auf das Bild von naturwissenschaftlicher Arbeitsweise (und somit „to learn about inquiry“) auswirken. In

der Lernwerkstatt ist es ein Ziel, für *alle* SchülerInnen angemessene Lerngelegenheiten zu schaffen. Damit das gelingt, müssen in der Planung die Diversität und die damit einhergehende kulturellen Erwartungen bedacht werden. (vgl. Sliwka, 2010). Beispielsweise werden in einer sprachlich diversen Klasse unter Umständen die Materialien entsprechend gewählt werden. Grafiken oder Gegenstände sind häufig unabhängig von der Sprachkompetenz in der Unterrichtssprache anwendbar. Auch können, wie erwähnt (vgl. Kapitel 6), Hilfsmittel für das Verständnis von Fachsprache (etwa Wörterbücher, Begriffsklärungen) angeboten werden (vgl. Abels, 2015).

Die (teils diversitätsbedingten) unterschiedlichen Motivationen und Interessen (vgl. Sliwka, 2010) der SchülerInnen können beim Forschenden Lernen auf Level 3 aufgrund der Autonomie der SchülerInnen gut berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 4). Wenn die SchülerInnen ihrem eigenen Interessensgebiet nachgehen können, kann dies zu einer allgemeinen Steigerung des Interesses in den Naturwissenschaften führen. Bei der Planung müssen die Lehrpersonen allerdings berücksichtigen, ob und in welchen Bereichen die SchülerInnen eine Klasse motiviert und interessiert sind. Schließlich ist die Motivation der SchülerInnen, selbstständig zu forschen, eine wichtige Voraussetzung (vgl. Edelson et al., 1999). Außerdem müssen die LehrerInnen gegebenenfalls darauf vorbereitet sein, dass die Interessen der SchülerInnen nicht immer mit den Lehrzielen konform gehen. Besonders gilt es zu überlegen, wie SchülerInnen im Arbeitseifer davon abgehalten werden können, sich in Fehlkonzepte zu verzetteln. Obwohl die individuelle Lernmotivation nur bedingt beeinflusst werden kann, stellt die Wahl eines geeigneten Themas einen wichtigen Schritt beim Schaffen von Lerngelegenheiten dar. Wie in Abb. 6 sichtbar, ist für Level 3 die Relevanz des Lerninhaltes für die SchülerInnen ein wichtiger Faktor. Die Vorgabe eines geeigneten Themas kann dazu dienen, diese Relevanz und somit auch die nötige Motivation der SchülerInnen zu schaffen. Außerdem beeinflusst die Themenwahl den Faktor „Schwierigkeit des Lerninhaltes“ (vgl. Abb. 6), also die inhaltlichen Herausforderungen der Aufgabenstellungen. Dabei ist ein breiter Spielraum gegeben, das Forschende Lernen kommt zwar aus dem naturwissenschaftlichen Bereich, Hagstedt, welcher im Raum Kassel ein Netzwerk an Lernwerkstätten betreut, nennt als Beispiel für die Grundschule aber auch das Thema Schreiben (vgl. Hagstedt, 2004). Die Dimensionen von Lernwerkstatt-Themen fasst Zocher in ihrem Artikel wie folgt zusammen:

Sie [die Themen] haben eine sachwissenschaftliche Seite, häufig (zunächst) eine naturwissenschaftliche. Sie zeigen darüber hinaus im Hinblick auf den Weg der Bearbeitung vielfältige Vorgehensweisen auf, die kreative Methoden des Schreibens, Malens, Gestaltens genauso umfassen, wie naturwissenschaftliche/mathematische Mess- und Versuchsprozedere, technische Vorgänge ect. und sie sind von vielschichtigen persönlichen Motiven geprägt. (Zocher, 2001, S.5 im verwendeten pdf)

Die primär sachwissenschaftliche Themenstellung eröffnet den Raum in ein breiteres Feld von Lernbereichen, jeweils ergänzt durch sprachliche und kreative Fähigkeiten. Auch hier ist der Offenheitsbegriff wiederum ein passender, er steht für die Weite und differenzierte Zugangsweise, die ein optimales Themengebiet bieten soll. Aus dem Thema soll es möglich sein, eine persönlich motivierte Fragestellung herauszuarbeiten (vgl. Zocher, 2001).

Nachdem die SchülerInnen ihre Fragestellung im Themenbereich selbst wählen, können sich daraus unterschiedliche Forschungsinteressen und Fachgebiete ergeben. Daher setzt Level 3 auf Seiten der Lehrpersonen ein besonders hohes Maß an Wissen voraus (vgl. Abb. 6). Das Thema der in dieser Arbeit beforschten Lernwerkstatt „Licht und Farbe“ hat etwa zu Fragestellungen aus den Bereichen Physik, Biologie und Chemie, sowie zu kreativ-künstlerischen Ideen der SchülerInnen geführt. Die LehrerInnen müssen also je nach Thema darauf vorbereitet sein, dass dieses in verschiedenen naturwissenschaftlichen Gebieten angesiedelt sein kann und unterschiedliche Inhaltsdimensionen umfasst. Mangelndes Fachwissen oder Vorbereitung könnten etwa dazu führen, dass Fragen der SchülerInnen abgelehnt würden oder Denkanstöße nicht entsprechend gesetzt werden könnten. Daher ist auch das Eingestehen von Fehlern oder Nicht-Wissen eine wichtige Kompetenz von LehrerInnen (vgl. Abrams et al., 2008). Dadurch kann auch die Bereitschaft entstehen, den Ideen der SchülerInnen Raum zu geben (vgl. Ernst, 1998). Die Lernwerkstatt kann dem gemeinsamen Lernen von LehrerInnen und SchülerInnen dienen, was durch professionelle fachliche und pädagogische Vorbereitung der Lehrpersonen möglich ist (vgl. Zocher, 2001).

Zur Leitung einer Lernwerkstatt ist das Schaffen von Strukturen und der richtige Umgang mit den SchülerInnen erforderlich. LehrerInnen sollten sich auch auf mögliche pädagogische Herausforderungen vorbereiten. Die Disziplin kann dabei ein wichtiges Thema sein – das Setting des Forschenden Lernens erwartet von seinen

TeilnehmerInnen aktive, kritische, argumentative Partizipation. Dies bedeutet auch, dass die SchülerInnen in eine Position gelangen, in der sie im Normalfall womöglich kaum sind – in jener, Autorität kritisch zu hinterfragen und für ihre eigene Meinung einzustehen.

In der Begleitung entdeckender Lernprozesse habe ich darüber hinaus die lernenden Subjekte kritischer und gegebenenfalls auch widerständiger erlebt [...]. Haben sie die Chance des für sie bedeutsamen Lernens erst einmal wahrgenommen, lassen sie sich auf ‚didaktische Tricks‘ der Begleiter nicht mehr ein und nehmen Impulse, Gespräche, Anregungen meist nur dann wahr, wenn sie ihren Vorstellungen und Intentionen dienen (Zocher, 2001, S. 11 im verwendeten pdf)

Das Bewusstsein für das Eintreten solchen Verhaltens sollte bei den LehrerInnen bestehen. Unerwünschte Verhaltensweisen (in die Luft schauen, nicht antworten, umherlaufen, Unordnung machen), sind eigentlich natürliche Teile eines Entdeckungsprozesses (vgl. Ernst, 1988). Dazu gehört auch das Fehlermachen: Irren ist nicht nur menschlich, sondern ein wichtiger Bestandteil jedes Lern- und Lebensprozesses. Die SchülerInnen sollten – auch wenn sie Fehler machen oder frustriert sind – nicht zu früh korrigiert werden (vgl. Zocher, 2001). Stattdessen macht gerade das Ernstgenommenwerden und das Vertreten von Meinungen oder Beobachtungen die SchülerInnen unabhängig und handlungsfähig (vgl. Ernst, 1988). Im Verlauf des Forschenden Lernens entscheidet größtenteils das Wissen und Handeln der LehrerInnen, ob Lerngelegenheiten geschaffen und wahrgenommen werden. Neben einer gründlichen Vorbereitung ist eine Aufgabenverteilung unter mehreren Lehrpersonen sinnvoll (vgl. Puddu et al., 2011). In der beforschten Schule etwa sind Lehrpersonen aus verschiedenen Fachbereichen (u.a. Biologie, Chemie, Physik) ebenso wie pädagogisches Betreuungspersonal beteiligt. Dies erleichtert eine Aufgabenverteilung und schafft auch auf der Ebene der Lehrpersonen Diversität. Damit kann es gelingen, ausreichend Wissen der Lehrpersonen bereitzustellen. Ein letzter allgemeiner Pfeiler für das Gelingen von Forschendem Lernen auf Level 3 sind Vorwissen und bereits vorhandenen Kompetenzen der SchülerInnen. Wie in Abb. 6 gezeigt sollten die Fähigkeiten der SchülerInnen im Bereich des Forschenden Lernens nicht zu sehr limitiert sein. Die Konfrontation mit Level 3 ergibt erst Sinn, wenn die SchülerInnen zu einer vorgegebenen Frage (also Level 0-2) in der Lage sind, eine Untersuchung zu planen und durchzuführen (vgl. Banchi & Bell, 2008). Daher sei an

dieser Stelle nochmals betont, dass Level 3 nicht immer die optimale Form des Forschenden Lernens darstellt (vgl. Abrams et al., 2008).

Bei der Auswahl des Levels kann weiters berücksichtigt werden, welche der drei Ziele man in den Vordergrund stellen möchte. Auf Level 3 sind dies besonders „to do inquiry“ und „to learn about inquiry“, während „to learn scientific content“ einen kleineren Anteil ausmacht. Das „to learn about inquiry“ bietet sich durch die Authentizität des Forschens bei Level 3 an. „To do inquiry“ spielt durch das selbstständige Durchlaufen des Forschungszyklus für die SchülerInnen eine Hauptrolle. Der „scientific content“ hingegen kann im Gegensatz zu anderen Levels oder Unterrichtsformen auf Level 3 kaum angeleitet erlernt werden und obliegt den Arbeitsweisen und Zugängen der SchülerInnen. Widerspricht diese Verteilung den gesetzten Zielen der Lehrpersonen oder können die strukturellen Voraussetzungen für Level 3 nicht optimal geschaffen werden, ist es durchaus legitim, ein anderes Level zu wählen. Entspricht die Zielsetzung den Möglichkeiten von Level 3, so ist es sinnvoll, mögliche Lerngelegenheiten zu den drei Zielen explizit zu durchdenken. Dies geschieht nun im Folgenden.

a) To learn about inquiry

Eines der Ziele des Forschenden Lernens ist das Vermitteln eines informierten Bildes von Naturwissenschaft und von Reflexions- und Bewertungskompetenzen (vgl. Kapitel 2). Level 3 wurde dabei als besonders realitätsnah und somit geeignet zum „to learn about inquiry“ beschrieben (vgl. Kapitel 3.1.). Voraussetzung dafür ist die Authentizität von Thema und Arbeitsweisen, die durch die Offenheit von Level 3 gegeben ist (vgl. Abrams et al., 2008). Auch die räumliche und zeitliche Öffnung der Lernwerkstatt stellen hier geeignete Grundbedingungen dar. Die erste Ebene des „to learn about inquiry“ wurde als Reflexion über die eigene Forschungsarbeit dargestellt (Kapitel 3.1.) – ich erinnere an Millars (2009, S. 18) Frage: „can they see why they are doing it“. Um diese Frage bejahen zu können, also ein Bewusstsein für den Sinn des Forschenden Lernens in der Schule zu schaffen, ist es wichtig, diesen Sinn explizit zu machen. Millar (2009) schlägt diesbezüglich verschiedene Varianten vor – Erklärung durch den/die LehrerIn, Diskussion im Plenum oder ein Hervorgehen des Sinnes aus der praktischen Aktivität selbst. In der Lernwerkstatt können also verschiedene Varianten herangezogen werden. Die folgende erscheint für ein Level-3-Setting am angemessensten:

Activity is proposed and specified by students, following discussion (Millar, 2009, S. 16).

Das Vorschlagen und Spezifizieren der Aktivität ist charakteristisch für Level 3, eine Reflexion durch Diskussion kann zum Erreichen des Zieles „to learn about inquiry“ dienen.

Generell sollte im Rahmen der Lernwerkstatt möglichst viel Raum für mündliche Kommunikation unter den SchülerInnen aber auch zwischen LehrerInnen und SchülerInnen geschaffen werden. Forschendes Lernen und die Lernwerkstatt wurde zuvor als kommunikative Methode vorgestellt (vgl. Ernst, 1998). Dem ist auch die Sozialform anzupassen – die Arbeit kann in Gruppen erfolgen, in denen möglichst viel gesprochen, erklärt und hinterfragt wird. Auch Einzelarbeit ist möglich, allerdings sollen die Gruppen oder auch die ganze Klasse zu einer Lerngemeinschaft werden, in der man vor allem auch von einander und miteinander lernt (vgl. Ash & Kuger-Bell, 2000). Das gemeinsame Arbeiten und der Dialog untereinander sollen auch in die Kultur der Naturwissenschaften einführen, die SchülerInnen sollen Forschung als Argumentationsprozess kennenlernen (vgl. Abrams et al., 2008). Es ist wichtig für die SchülerInnen zu erfahren, dass naturwissenschaftliches Wissen durch Reflexion, Debatten und Argumentationen konstruiert wird (vgl. Abrams et. al., 2008). Daher schlagen Abrams et al. (2008) vor, dass SchülerInnen im Forschenden Lernen den Diskurs als Mittel zur Datenauswertung und Interpretation nutzen. Außerdem kann das Konzept der SchülerInnen von Forschung entwickelt werden wenn:

[...] they practise [...] presenting alternative theories, presenting counter-arguments, and providing rebuttals through argumentation with peers and teacher (Abrams et al., 2008, S. xxiii).

Die SchülerInnen können in der Kommunikation den Kompetenzbereich Schlüsse ziehen (vgl. Bifie, 2011 bzw. Kap. 3.1.) erlernen und verbessern, etwa indem sie bei der Präsentation ihrer Ergebnisse dazu angehalten werden, über deren Bedeutung zu reflektieren. Auch das Verständnis der SchülerInnen für die „Nature of Science“ kann durch Kommunikation sichtbar gemacht und verbessert werden. Je nach Notwendigkeit können dabei verschiedene Aspekte explizit angesprochen werden, etwa die Mythen zu den Naturwissenschaften oder naturwissenschaftliche Berufsfelder und Bildungsmöglichkeiten. Auch der Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung (vgl. Forschungszyklus, Kap. 3.2.) oder die Abgrenzungen Alltag – Schule – Forschungsrealität können explizit thematisiert werden. In der Lernwerkstatt bieten

sich dazu Plenumsdiskussionen vor oder nach dem praktischen Arbeiten an. So kann auch den Lehrpersonen rückgemeldet werden, in wie weit das Ziel „to learn about inquiry“ erreicht wurde und welches Bild die SchülerInnen von naturwissenschaftlichem Arbeiten haben.

b) To do inquiry

Die praktische Arbeit ist ein wesentlicher Bestandteil des Forschenden Lernens und der Lernwerkstatt. An dieser Stelle sei nochmals auf den Forschungszyklus hingewiesen, den die SchülerInnen auf Level 3 bereits weitgehend selbstständig durchlaufen sollen (Abb. 7):

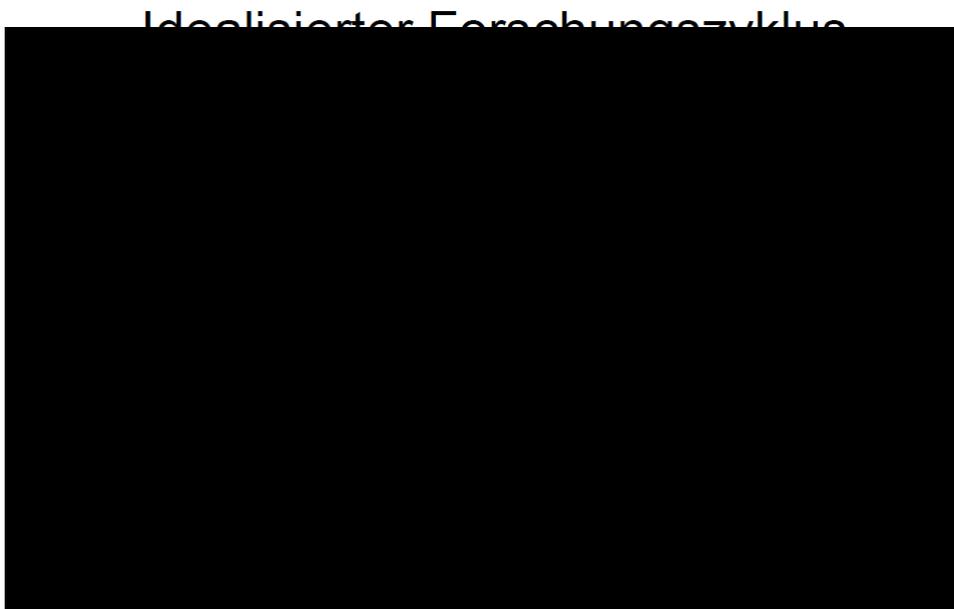


Abbildung 7: Forschungszyklus (Abels et al., 2014, S.20; Zeichnung © Reinhart Sellner)

Damit die SchülerInnen diese Schritte durchführen können, ist es zunächst wichtig, dass sie den Großteil davon (exklusive Finden der Fragestellung) bereits auf anderen Leveln des Forschenden Lernens kennengelernt haben. Eine Möglichkeit dazu bietet die in Kapitel 4 vorgestellte Methode des „inquiry cycle“ – also dem Beginnen auf Level 0 und der Steigerung der Levels innerhalb desselben Themenbereiches (vgl. Colburn, 2000).

Jene Herausforderung, die erst auf Level 3 hinzu kommt, ist das Stellen einer Forschungsfrage. Dabei müssen die SchülerInnen es schaffen, nicht nur Fragen zu formulieren, sondern auch zwischen erforschbaren und nicht erforschbaren Fragestellungen zu unterscheiden. In der vorliegenden Arbeit werden dabei die folgenden Kriterien herangezogen, die in Zusammenarbeit der beforschten Schule mit

dem Austrian Educational Competence Center Chemistry (AECC Chemie) entstanden sind:

Produktive Fragen...	Unproduktive Fragen...
die sich hier in unserer Schule, in unserer Lernwerkstatt, mit unseren Mitteln erforschen und beantworten lassen.	zu weitschweifende Fragen.
große Fragen, die umfangreich genug sind, dass sie Stoff für drei Tage Arbeit bieten	Fragen, deren Beantwortung vieler Worte bedarf anstatt Handlungen.
Fragen, die nicht sofort beantwortbar sind	Fragen, die kein Problemlösen erzeugen.
Aufmerksamkeit weckende Fragen, anregende, einladende Fragen	Fragen, auf die die Antworten schon existieren.
Fragen zum Messen und Zählen	Fragen, die das Gefühl vermitteln: Es gibt nur eine richtige Antwort.
Vergleichende Fragen (quantitativ und qualitativ)	
Handlungsfragen (was geschieht, wenn ...), die zum Experimentieren anregen	
Problemaufwerfende Fragen (kannst du eine Methode finden, um)	
Präzise formulierte Fragen	

Tabelle 4: Kriterien für Forschungsfragen (Minnerop-Haeler, 2015, S. 40-41 im verwendeten pdf)

Es wird also zwischen produktiven und unproduktiven Fragen unterschieden, wobei die Beantwortbarkeit der Fragestellung in der Lernwerkstatt berücksichtigt ist. Die produktiven Fragen enthalten Aspekte naturwissenschaftlicher Forschung, indem sie zu Handlungen aus dem Forschungszyklus auffordern. Außerdem sollen sie präzise und interessant gestellt sein. Die Kriterien der unproduktiven Fragen hingegen machen darauf aufmerksam, dass im Forschenden Lernen keine reine Reproduktionstätigkeit im Sinne der Informationsbeschaffung gefragt ist. Die Fragestellung soll zum eigenständigen, selbstständigen Forschen anregen. Das Durchdenken solcher Kriterien bietet in der Vorbereitung auf eine Lernwerkstatt die Möglichkeit, die Lernbegleitung entsprechend zu planen. Außerdem können die Kriterien den SchülerInnen vorgestellt werden, um die Fragenfindung zu erleichtern.

In der Lernwerkstatt sollte Gelegenheit geboten werden, verschiedene Ebenen der Fragefindung zu durchlaufen (vgl. Zocher, 2001; Ernst, 1988): Allgemeine Fragensammlung/Brainstorming, Konkretisierung der Forschungsfrage, Fragen, die beim Forschen entstehen, persönliche Frageebene.

Gerade im ersten Schritt kann das Fragen Stellen auch den Charakter der Irritation oder Verwunderung haben, es leitet sich zumeist von konkreten Objekten oder

Beobachtungen ab. Erst später gelingt es Kindern, auch Fragen zu stellen, die nicht von Wissen ausgehen, sondern dazu dienen, auf einem Forschungsweg Wissen zu deren Beantwortung zu erwerben (vgl. Ernst, 1996). Darauf müssen die Lehrpersonen vorbereitet sein und sollten nicht zu früh in den Prozess eingreifen (vgl. Zocher, 2001). Auch während der Arbeit ergeben bestenfalls weitere Fragen, etwa im Bereich des Findens von Alternativen (vgl. Abels et al., 2014). Die vierte, persönliche Fragenebene kann nur teilweise von den Lehrpersonen beeinflusst werden – die Frage soll eine persönliche, interessenbedingte Motivation für die SchülerInnen bereithalten. Die Gelegenheit dazu kann durch geeignete Themenwahl sowie Offenheit gegenüber den Interessen der SchülerInnen gegeben werden. Außerdem sollten die LehrerInnen berücksichtigen, dass SchülerInnen immer einen Grund dafür haben, eine bestimmte Frage interessant zu finden – auch wenn diese Frage unproduktiv oder ungeeignet erscheint (vgl. Zocher, 2001). In einer Lernwerkstatt kann ein Thema aus verschiedenen Perspektiven bearbeitet werden und diese Vielfalt spiegelt sich im Idealfall in den Fragestellungen der SchülerInnen wieder. Für die Raumgestaltung und gemeinsame Nutzung von Ideen ist es sinnvoll, die Fragen aller SchülerInnen gut sichtbar auszustellen (vgl. Ash & Kuger-Bell, 2000). Der Fragenfindungsprozess kann so auch ritualisiert werden und die SchülerInnen können untereinander von verschiedenen Zugängen zu den Themen profitieren (vgl. Kap. 5.1.).

Fragenfindung sowie der gesamte „to do inquiry“ Prozess werden von den zur Verfügung stehenden Materialien beeinflusst. Lilian Weber widmet sich in einem Artikel (2002) dabei insbesondere der Nutzung natürlicher Materialien im Forschenden Lernen. Sie berichtet davon, dass Stoffe wie Sand, Erde oder Wasser, mit denen Kinder von klein auf vertraut sind, einen besonderen Reiz für das Forschen haben (vgl. Weber, 2002). Man kann sich mit dem zur Verfügung gestellten Material in einem breiten Spektrum bewegen, von „trivialen“ Gegenständen und Stoffen bis hin zur gut ausgestatteten Laborausstattung. Auch die Möglichkeit, SchülerInnen Materialien mitbringen zu lassen, besteht (vgl. Ernst, 1996). Bücher und neue Medien sind als Recherchequellen eine nützliche Ergänzung. Dabei sollen sowohl spezifisch für die Fragestellung nötige als auch allgemeine Materialien und Informationsquellen zur Verfügung stehen (vgl. Ash & Kuger-Bell, 2000). Die räumliche Anordnung sollte freien Zugang (auch in der Gruppe, also mit genügend Platz) ermöglichen (ebd.).

Um die durchgeführten Schritte des Forschungszyklus zu dokumentieren und ihnen Nachhaltigkeit zu verleihen, schlägt Hagstedt (2004) Folgendes vor:

Deshalb wird den Kindern grundsätzlich die Notationsform freigestellt. Diese Freistellung, das sei gleich hinzugefügt, bezieht sich nur auf das ‚Wie‘, niemals aber auf das ‚Ob‘. Mit anderen Worten: Die Kinder unterliegen bei allen Versuchen einer verbindlichen Berichtspflicht (Hagstedt, 2004, S. 4).

Eine wichtige Möglichkeit der Dokumentation ist etwa das Führen eines Forschungsheftes (vgl. Hagstedt, 2004). Verschiedene schriftliche Dokumentationsarten können einen unterschiedlichen Sinn erfüllen. Das Schreiben kann ein reines Festhalten von Ergebnissen oder selbst Teil des Lösungsprozesses sein. Es sollte jedenfalls dazu dienen, SchülerInnen Fertigkeiten zum Verfassen eines Forschungsberichtes zu vermitteln (vgl. Millar, 2009). Es bietet sich in der Notation die Möglichkeit, Fachsprache anzuwenden (vgl. Millar, 2009) sowie die Problemlösung zu vertiefen und reflektieren.

Auch das Präsentieren der Ergebnisse eignet sich, durchgeführte Schritte sichtbar zu machen und zu reflektieren (vgl. Millar, 2009). Eine Präsentation kann zudem das Bewusstsein der SchülerInnen für den Diskurs als Teil des Forschungsprozesses stärken (vgl. Abrams et al., 2008). Diskussionen oder Forscherkonferenzen können anschließen. Damit schließt der Forschungszyklus mit der Präsentation und dem „Erkennen was noch offen geblieben ist“ an das „to learn about inquiry“ direkt an.

Zusammenfassend soll den SchülerInnen auf Level 3 des Forschenden Lernens ausreichend Gelegenheit geboten werden, die Schritte des Forschungszyklus selbstständig zu durchlaufen. Dazu benötigt es ausreichende Vorbereitung sowie das Erkennen von Schwierigkeiten und Anbieten von Lösungswegen. Auch eine Strukturierung durch Vorgabe einer Notationsform oder einer Präsentation als Fixpunkt bieten zusätzliche Lerngelegenheiten. Damit kann die praktische Aktivität sowohl dem Lernen im Forschungsprozess dienen, als auch zu nachhaltigem Kompetenzerwerb führen.

c) To learn scientific content

In Kapitel 3.3 wurde beschrieben, aus welchen Teilbereichen sich das Ziel „to learn scientific content“ zusammensetzt. Der Aspekt des Faktenlernens ist wohl jener, der aufgrund der Offenheit von Level 3 in der Lernwerkstatt die geringste Rolle spielt. Nachdem die SchülerInnen selbst für den gesamten Forschungsprozess verantwortlich sind, trifft diese Selbstverantwortung auch auf das gewonnene Faktenwissen zu. Eine Beeinflussungsmöglichkeit ist gegeben, wenn bestimmte Notationsformen (Protokolle mit Erklärungen) oder Präsentationsinhalte (Erklärungen für Phänomene, Begriffsklärungen ect.) verlangt werden. Außerdem kann das Wissen der SchülerInnen nach dem Abschluss der Forschungsarbeit im Unterricht nochmals explizit gemacht werden. Die Lehrpersonen sollten versuchen, die Ideen der SchülerInnen ins Zentrum zu stellen und einen Austausch der SchülerInnen untereinander zu fördern (vgl. Capacity Building Series, 2013). Durch verschiedene Arten der Kommunikation und Dokumentation wird es möglich, das erworbene Wissen der SchülerInnen für den weiteren Unterricht zu nutzen. Möglichkeiten dazu sind neben einer Präsentation etwa das Führen eines Portfolios, das Verfassen wöchentlicher Berichte, Klassendiskussionen, gemeinsame Einschätzungsgespräche oder Selbsteinschätzungen der SchülerInnen (vgl. Darling-Hammond & Baron, 2008). Dennoch muss man sich bei der Planung einer Lernwerkstatt bewusst sein, dass die SchülerInnen zu verschiedenen Fragestellungen arbeiten werden und daher sehr unterschiedliche Wissensbereiche abdecken. Es können daher nicht pauschale Vorschläge zum Schaffen von Lerngelegenheiten für die einzelnen Inhaltsdimensionen gemacht werden (vgl. Bifie, 2011). Mit der Wahl des Themas kann der inhaltliche Raum jedoch entsprechend eng oder weitläufig gesteckt werden. Das Kompetenzenmodell des Bifie oder der Lehrplan können hierzu herangezogen werden.

Auch auf die Fähigkeit der SchülerInnen, Zusammenhänge herzustellen und somit Wissen zu generieren, kann in der Lernwerkstatt nur bedingt Einfluss genommen werden. Während auf den Levels 0-2 das Herstellen von Zusammenhängen weitgehend angeleitet (aber zunehmend selbstständiger) erfolgt, sind die SchülerInnen hier auf Level 3 selbst gefragt. Parallel zum „to do inquiry“ bietet die Dokumentation und Kommunikation von Lernschritten eine Möglichkeit, das Herstellen von Zusammenhängen expliziter zu machen. So könnten die SchülerInnen etwa am Ende einer Lernwerkstattseinheit aufgefordert werden, schriftlich den Fortschritt bei

der Datenauswertung zu protokollieren und so Zusammenhänge sichtbarer zu machen. Auch Techniken wie Mind-Map oder Fragebögen könnten verwendet werden. Ebenso ist es durch die Lernbegleitung möglich, die SchülerInnen zu Erklärungen anzuregen und bei der Datenauswertung zu begleiten. So können die SchülerInnen aufgefordert werden, ihre Ideen zu beschreiben und auch Fachsprache zu verwenden (vgl. BCSC, 2005). Auch wenn in der Lernwerkstatt verschiedene Fragestellungen bearbeitet werden und alle Zugänge willkommen sind, sollte am Ende die gesamte Klasse auf ein gemeinsames Verständnislevel gebracht werden. Damit können alle von der Summe an Ideen, Lösungsmöglichkeiten und Lernwegen profitieren (vgl. Capacity Building Series, 2013).

Gute Möglichkeiten zum Schaffen von Lerngelegenheiten gibt es in der Lernwerkstatt hinsichtlich des Umgangs mit naturwissenschaftlichen Modellen. Der Prozess der Modellbildung erfolgt am besten anhand einer praktischen Tätigkeit beziehungsweise Beobachtung (vgl. Graf, 2002). Die SchülerInnen fertigen dabei selbst zu gesammelten Daten oder Informationen Modelle an und vergleichen diese mit der Wirklichkeit (vgl. Graf, 2002). Dabei üben sie das anschauliche Gestalten von Modellen und erhalten Einblick in ihre Eigenschaften und Funktionsweisen (vgl. Pöpping, 2002). In der Lernwerkstatt können Modelle zur Datenauswertung und Beantwortung der Fragestellung sowie als Objekt für die Präsentation verwenden können. Je nach Anspruch der LehrerInnen kann Modellverwendung explizit verlangt werden oder nach eigenem Ermessen der SchülerInnen erfolgen. Unter den impulsgebenden Gegenständen in der Lernwerkstatt können auch Modelle sein. Dabei sollte jedoch das Angebot an Modellen nicht zu groß sein, um keine Verwirrung zu erzeugen (vgl. Becker & Hildebrandt, 2003). Eine Möglichkeit wäre es etwa, verschiedene Modelle zum selben Modellobjekt anzubieten und damit die Fragestellung zu eröffnen, welches das richtige wäre (vgl. Pöpping, 2002). Die SchülerInnen sollen dabei herausfinden und belegen, dass Modelle immer verkürzen und nur einen Teil abbilden, die Frage also per se ad absurdum führt. Weiters sollte der Unterschied zwischen Modellen und Realität thematisiert werden, wenn SchülerInnen in der Lernwerkstatt mit Modellen umgehen (vgl. Duvinage, 2003). Forschendes Lernen auf Level 3 bietet also genügend Gelegenheiten, den SchülerInnen den Umgang mit Modellen zu ermöglichen. Dieser sollte – wie die meisten anderen Schritte des Forschenden Lernens auch – gleichzeitig reflektiert werden und bewusst ablaufen. Dadurch kann es gelingen, den SchülerInnen

abstraktes Denken zu vermitteln und sie auch mittels Modellverwendung zum Ziel „to learn scientific content“ zu bringen.

Das Forschende Lernen hat sich im Laufe dieses theoretischen Abrisses von einem zunächst schwer fassbaren Begriff zu einem mannigfaltigen, zugangreichen Konzept entwickelt. Die drei Ziele „to do inquiry“, „to learn about inquiry“ und „to learn scientific content“ wurden inklusive der darin zu findenden Kompetenzen dargestellt. Sie haben nun in einem wichtigen Schritt in Richtung Praxis im Schaffen von Lerngelegenheiten nochmals ihren Raum gefunden. Außerdem wurde die Lernwerkstattsidee in ihren Ursprüngen und mit ihrer Vernetzung zum Forschenden Lernen als Level 3 beschrieben. Es wurde dargelegt, dass die Lernwerkstatt als Konzept gedacht ist, welches besonders auf Diversität im Unterricht eingehen kann. Außerdem wurde gezeigt, wie dies in der Praxis gelingen kann und welche Zielerwartungen und Vorüberlegungen bei der Planung einer Lernwerkstatt berücksichtigt werden müssen. Es folgt nun der Abgleich dieser Informationen mit der praktischen Umsetzung in einem Lernwerkstattprojekt einer Neuen Mittelschule. Zunächst wird das Forschungsdesign und die Methodik beschrieben, später eine Zusammenschau der gewonnenen Daten. In der Auswertung schließt sich letztlich der Bogen zur Theorie, wo auf erreichte Ziele, genutzten Kompetenzen und gelungene oder zu verbessernde Lerngelegenheiten eingegangen wird.

II. Empirische Untersuchung

8. Forschungsfeld

Die betrachteten SchülerInnengruppen besuchten im Schuljahr 2013/14 die 4. Klasse (8. Schulstufe) der Neuen Mittelschule (Definition Mittelschule siehe: <http://www.stadt-schulrat.at/Mittelschule/>, 15.7.2015) *Lernwerkstatt Donaustadt* (vgl. <https://lws22.schule.wien.at>; 15.7.2015). Die Schule besteht aus zwei (auslaufenden) Sonderschulklassen sowie elf Integrationsklassen. Bei einer Gesamtzahl von maximal 24 SchülerInnen werden pro Klasse fünf SchülerInnen mit erhöhtem Förderbedarf (aufgrund geistiger bzw. körperlicher Behinderung oder sprachlichem, kognitivem bzw. sozial/emotionalem Förderbedarf) untergebracht (vgl. Minnerop-Haeler, 2013). Die Schule bietet neben freiwilliger Ganztagsbetreuung auch spezielle Förderungen wie Sozialarbeit, heilpädagogisches Voltigieren oder Lerncoaching an (vgl. <https://lws22.schule.wien.at>, 15.7.2015). Sie zeichnet sich besonders durch ein intensives Betreuungsverhältnis zwischen SchülerInnen und LehrerInnen aus, etwa durch ein möglichst gleichbleibendes Lehrerteam für die Klassen (vgl. Minnerop-Haeler, 2013).

Um mit der Diversität in den Klassen umzugehen, setzt die Lernwerkstatt Donaustadt auf eine neue Lernkultur. Diese umfasst neben einer alternativen Leistungsbeurteilung (mündliche Gespräche mit SchülerInnen/Eltern und Kompetenzenpass) auch eine Abkehr vom faktenzentrierten Lernen. Das selbstständige und induktive Lernen der SchülerInnen steht im Vordergrund, so wird etwa Forschendes Lernen auf verschiedenen Levels regelmäßig eingesetzt (vgl. Minnerop-Haeler, 2013). Nicht nur in den Naturwissenschaften, sondern auch in den Fächern Geographie und Geschichte setzt man auf forschend-entdeckende Aktivitäten, um die Differenzierung und Individualisierung des Unterrichtes zu erreichen. Problematisch bleibt dabei die generelle Unterscheidung des österreichischen Bildungssystems in verschiedene Schultypen - diese führt zum weitgehenden Fehlen von sehr leistungsstarken SchülerInnen in der Mittelschule (vgl. Abels, 2014).

8.1. Lernwerkstatt in der Praxis

Ein Paradebeispiel der Lernkultur in der Lernwerkstatt Donaustadt stellt das jährlich in allen Jahrgangsstufen stattfindende Projekt „Lernwerkstatt“ dar. Es entspricht weitgehend den vorangegangenen Beschreibungen des Konzeptes Lernwerkstatt (vgl. Kap. 6). Der Unterricht wird sowohl räumlich als auch zeitlich geöffnet, die SchülerInnen der

jeweils teilnehmenden Klasse sind an drei Tagen den gesamten Vormittag mit ihren Projekten beschäftigt und können sich frei im Schulhaus bewegen. Der normale Stundenplan wird aufgelöst, die dadurch freiwerdenden Ressourcen fließen in die Lernbegleitung. Mögliche Themen sind etwa „Wasser“, „Licht und Farbe“ oder „Kleine Lebewesen ganz groß“ (vgl. <https://lws22.schule.wien.at>, 15.7.2015). Die erste Klasse beginnt mit einem Forschenden Lernen auf Level 0 bzw. 1, um anhand eines Stationsbetriebes an das wissenschaftliche Arbeiten herangeführt zu werden. In den höheren Jahrgangsstufen wird Level 3 angestrebt. In der vorliegenden Arbeit wurden die vierten Klassen (Level 3) beforscht, da sie bereits über einige Vorerfahrung mit dem Forschenden Lernen verfügen. Der Ablauf ihrer Lernwerkstatt wird nun dargestellt.

8.2. Ablauf der Lernwerkstatt der 4. Klassen

Die Lernwerkstatt fand im September/Oktober 2013 zum Thema „Licht und Farbe“ auf Level 3 des Forschenden Lernens statt. Eingeleitet wurde sie mit einem Begrüßungsritual, bei dem die SchülerInnen durch ihre Assoziationen mit der Farbe Rot einen persönlichen Bezug zum Thema bekommen sollen. Nach dieser Einstimmung wurde den SchülerInnen kurz der allgemeine Ablauf der Lernwerkstatt erklärt. Dann begann der Einstieg in den Forschungsprozess, wobei einige Aspekte des Forschungszyklus Eckpunkte im Ablauf darstellten: Fragenfindung, Durchführung und Präsentation.

Die Fragenfindung der SchülerInnen bis hin zur konkreten Auswahl eines Forschungsthemas wurde als gemeinsames Ritual zelebriert und beanspruchte den Großteil des ersten Vormittages. Als Impuls für die Fragenfindung fand der Gang durch die Lernlandschaft (siehe Abb. 8) statt. Dort waren diverse Objekte ausgestellt etwa: verschiedene Brillen und Lupen, optische Täuschungen, verschiedene Farben, Kaleidoskope, diverse Spiegel, Lampen, Blindenstock und Blindenschrift und vieles mehr.

Die SchülerInnen betrachteten die Materialien und Objekte und notierten all ihre Fragen zum Thema „Licht und Farbe“ auf Kärtchen. Diese Fragen wurden anschließend



Abbildung 8: Lernlandschaft

im Mehrzweckraum im Plenum gesammelt und von den LehrerInnen zu Oberthemen zugeordnet. Anschließend sollten die SchülerInnen nun Gruppe (maximal drei Personen) sowie Forschungsfrage auswählen. Die Frage und die Gruppenzusammensetzung mussten von den LehrerInnen abgesegnet werden. Dann begann der Arbeitsprozess, in dem die SchülerInnen – gemäß Level 3– selbstständig ihre Vorgehensweise planten, Experimente und Recherche durchführten und diese schlussendlich (am dritten Tag) präsentierten. Jeder Gruppe wurde eine/r der LernbegleiterInnen als individuelle/r BetreuerIn zugeteilt, sodass jede/r LernbegleiterIn für zwei bis drei Gruppen zuständig war. Neben den beiden Leiterinnen⁷ zählten dazu KlassenlehrerInnen, SonderpädagogInnen, SozialarbeiterInnen, StudentInnen und UniversitätsmitarbeiterInnen⁸.

Entsprechend des offenen Raumkonzeptes der Lernwerkstatt (vgl. Kapitel 6) konnten sich die SchülerInnen während der drei Tage frei im Schulhaus bewegen. Die genutzten Räumlichkeiten (hauptsächlich Lernwerkstatt & Vorraum) sind in Abb. 9 dargestellt.

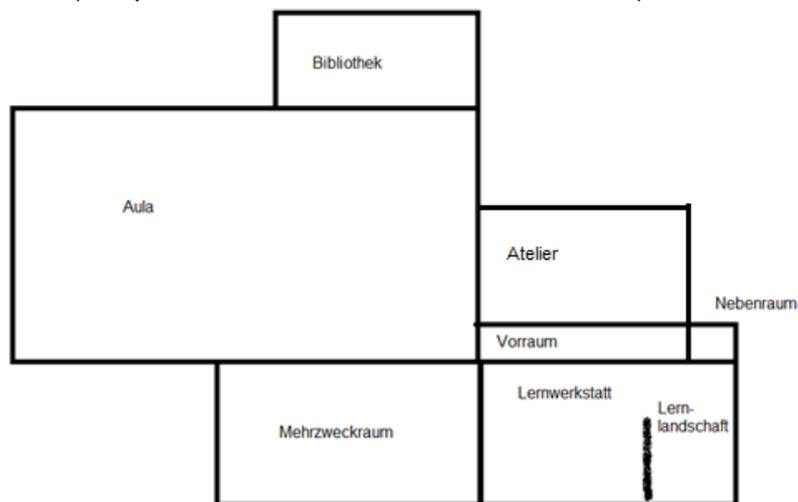


Abbildung 9: Benutzbare Räume in der Lernwerkstatt

Am Ende der drei Vormittage stand jeweils das Führen eines vorgedruckten Forschungstagebuches. Außerdem fand jeweils zu Beginn und am Ende der Tage eine Plenumsbesprechung zum allgemeinen Informationsaustausch statt. Dabei wurden die SchülerInnen auch in den Ablauf der Präsentation am dritten Tag miteinbezogen. Diese Präsentation ist für LehrerInnen als Ritual besonders bedeutsam und wird auch

⁷ Im Weiteren L1 (unterrichtet Chemie, Physik, Mathematik, Informatik) und L2 (unterrichtet Biologie und Mathematik); beide hatten bereits theoretische und praktische Vorerfahrung mit Lernwerkstatt und Forschendem Lernen

⁸ Im Weiteren als Assistenten bezeichnet und mit Ass. Abgekürzt.

von weiteren LehrerInnen der Schule sowie je nach Verfügbarkeit von der Direktorin besucht:

Die Leistungen der Schüler/innen werden am Ende einer Lernwerkstatt in einer Präsentationsfeier zelebriert und dadurch ihr Selbstbewusstsein gestärkt. (<https://lws22.schule.wien.at>, 15.8.2015)

Das beforschte Lernwerkstattprojekt versucht weitgehend, dem in der Theorie dargestellten Konzept (vgl. Kap. 6) gerecht zu werden. Die Lernbegleitung sowie der Ablauf der Lernwerkstatt und das Forschende Lernen auf Level 3 sollen dazu dienen, einen möglichst inklusiven, induktiven Naturwissenschaftsunterricht zu gestalten. Die Diversität der SchülerInnen soll einbezogen und positiv genutzt werden.

In der folgenden Analyse soll exemplarisch dargestellt werden, wie dies in der Praxis gelingt. Das folgende Kapitel zeigt, welchen Fragenstellungen sich die empirische Untersuchung konkret widmet.

9. Fragestellung der Analyse

Die Erhebung zielt darauf ab, den SchülerInnen Raum zur Beschreibung ihrer individuellen Erfahrungen mit der Lernwerkstatt und dem Forschenden Lernen zu geben. Von Interesse ist dabei zum einen die Wahrnehmung der SchülerInnen von der Lernwerkstatt und zum anderen das Abdecken der drei Ziele „to do inquiry“, „to learn about inquiry“ und „to learn scientific content“. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird der Bereich „to learn scientific content“ dabei eher peripher betrachtet, da es sich bei der Datenerhebung um keine Wissensüberprüfungen handelte und somit nur wenige Aussagen in diesen Bereich fallen. Im Zentrum stehen vor allem – in Erinnerung an die Kriterien für Level 3, die in Kapitel 7 dargestellt wurden – die Bereiche „to do inquiry“ und „to learn about inquiry“. Es werden die Fähigkeiten der SchülerInnen und verschiedene Einflussfaktoren auf die Lerngelegenheiten dargestellt. Damit wird weiters für die ausgewählten SchülerInnen gezeigt, inwiefern Ziele erreicht und Kompetenzen genutzt wurden.

In der Theorie (vgl. Kap. 5.1) wurde das Forschende Lernen, besonders Level 3, als sinnvolles Konzept zum Umgang mit Diversität vorgestellt. Durch die Auswahl von SchülerInnen mit verschiedenen Interessen, Motivationen und Arbeitsweisen (vgl. Kapitel 10.1.) soll dargestellt werden, wie sich die Diversität der SchülerInnen hinsichtlich ihres Lernerfolges und ihres Umgangs mit der Lernwerkstatt bemerkbar macht. Außerdem soll die Analyse Rückschlüsse auf Verbesserungsmöglichkeiten zur weiteren Schaffung von Lerngelegenheiten erlauben

Folgende Fragestellungen leiteten die Datenerhebung und -analyse:

- 1. Wie arbeiten unterschiedliche SchülerInnen in der Lernwerkstatt und wie nehmen sie Lernwerkstatt und Forschung wahr?**
- 2. In welchen Zielbereichen profitieren die SchülerInnen von der Lernwerkstatt und wo gibt weitere Möglichkeiten zur Schaffung von Lerngelegenheiten?**

Im folgenden Kapitel wird die Vorgangsweise der Datenerhebung und Analyse dargestellt.

10. Datenerhebung und -analyse

Der Datensatz der Analyse besteht aus Interviews (leitfadengestützte Einzel- oder Gruppeninterviews) sowie Videosequenzen und teilnehmenden Beobachtungen. Die transkribierten Interviews⁹ wurden basierend auf Mayrings (2010) Methode der qualitativen Inhaltsanalyse mit der Technik der inhaltlichen Strukturierung ausgewertet. Das Videomaterial von Dr. Simone Abels wurde unterstützend herangezogen, einzelne Sequenzen ebenso transkribiert und nach Mayring (inhaltlich-strukturierend) ausgewertet. Die Methode der qualitativen Inhaltsanalyse zeichnet sich dadurch aus, dass sie versucht, den Gegensatz zwischen quantitativen und qualitativen Analysemethoden zu überwinden. Quantitativen Methoden wird häufig Subjektivität und Willkür vorgeworfen, da das Datenmaterial meist nicht nach einem starren System ausgewertet werden kann. Mayring (2010) schlägt zur Vorbeugung dessen ein regel- und theoriegeleitetes Vorgehen vor. Im Folgenden wird das Vorgehen nach Mayring (2010) anhand des vorliegenden Datensatzes dargestellt.

10.1. Material und Entstehung

Die Lernwerkstatt der zwei vierten Klassen im September bzw. Oktober 2013 wurde im Rahmen des Forschungsprojektes von Fr. Dr. Abels zum Umgang mit Diversität im naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. Abels, 2015) videografiert und hospitiert. In den beiden Haupträumen der Lernwerkstatt (Mehrzweckraum, Lernwerkstatt) waren jeweils zwei Kameras positioniert. Der Ablauf der Lernwerkstatt sowie gewisse Besonderheiten wurden in Beobachtungsbögen (siehe Anhang) festgehalten. Anhand dieser Daten sowie den Beobachtungen bei der Hospitation wurden vier SchülerInnengruppen für Interviews ausgewählt.

Dabei sollten im Kontext des Umgangs mit Diversität im Forschenden Lernen möglichst verschiedene SchülerInnen und Arbeitsweisen betrachtet werden. Aus beiden vierten Klassen wurden zwei Gruppen mit SchülerInnen unterschiedlichen Geschlechts¹⁰ gewählt. Die SchülerInnen sind zwischen 1998 und 2000 geboren und im mittleren Leistungsfeld bezüglich der Naturwissenschaften. Außerdem haben mittlerweile alle die vierte Klasse positiv abgeschlossen¹¹. Weitere Daten waren aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht verfügbar. Daher erfolgte die Auswahl anhand der

⁹ Transkriptionsregeln siehe Anhang

¹⁰ In sich gleichgeschlechtliche Gruppe; in der Lernwerkstatt hatten sich ausschließlich gleichgeschlechtliche Gruppen gebildet.

¹¹ Lt. L1

Beobachtungen in der Lernwerkstatt. Im Folgenden sind die Auswahlgründe für die vier Gruppen näher dargestellt:

- Gruppe 1: zwei männliche Schüler (im Weiteren Sm1 und Sm2). Die Schüler fielen während der Lernwerkstatt durch ihr ausgeprägtes Interesse und ihre Motivation auf. Sie wählten eine anspruchsvolle Forschungsfrage: Wie kann man natürlich Strom erzeugen? Diese bearbeiteten sie konsequent und vielfältig. Die Schüler zeigten sich im Gespräch mit der Lernbegleitung diskursfreudig. Ihre Präsentation gestalteten sie souverän, vor allem Sm1 meldete sich auch sonst im Plenum öfter zu Wort. Er schien insgesamt am Konzept der Lernwerkstatt interessiert. Sm1 hat Migrationshintergrund (Pakistan) und leichte Sprachdefizite in Deutsch.
- Gruppe 2: zwei weibliche Schülerinnen (im Weiteren Sw1 und Sw2). Schülerin Sw2 hat Migrationshintergrund und die Erstsprachen Englisch und Urdu. Im mündlichen Sprachgebrauch des Deutschen waren keine Sprachdefizite auffallend. Die Schülerinnen hatten sich schnell auf die Frage (Was ist ein Regenbogen?) und ihre Gruppe geeinigt und arbeiteten während der drei Tage meist abgeschieden in Bibliothek oder Mehrzweckraum. Sie widmeten sich vor allem der Literaturrecherche. Gegenüber der Lernbegleitung waren sie verschlossen. Früh begannen die Schülerinnen, ihre Präsentation zu planen und Informationen dafür zu beschaffen. Dadurch entstand der Eindruck, sie seien weniger am Forschen als am Erfolg bei der Präsentation interessiert. Daher war es bezüglich dieser Gruppe interessant, im Interview mehr über ihr Bild von Forschung (to learn about inquiry, vgl. Kapitel 3.1.) zu erfahren.
- Gruppe 3: drei weibliche Schülerinnen (im Weiteren Sw3, Sw4 und Sw5). Die Schülerin Sw5 hat sonderpädagogischen Förderbedarf und schloss sich der Gruppe erst an, nachdem Sw3 und Sw4 schon die Frage (Wie baut man einen Kaleidoskopwürfel?) gewählt hatten. Bei der praktischen Arbeit waren Sw3 und Sw4 am aktivsten, Sw5 übernahm nur nach Aufforderung Tätigkeiten. Auffällig bei dieser Gruppe war, dass sie sich kaum mit Hintergrundwissen zu ihrem Versuchsobjekt (Kaleidoskopwürfel) beschäftigt haben. Daher war es für diese Schülerinnen interessant zu betrachten, welche Auswirkungen diese auf das handwerkliche eingeschränkte Arbeit auf das Erreichen der Ziele des Forschenden Lernens hat.
- Gruppe 4: ein Schüler (im Folgenden Sm3 bzw. zwecks Lesbarkeit trotzdem als Gruppe bezeichnet). Der Schüler fiel in der Lernwerkstatt durch seine anfänglich deutliche Verweigerungshaltung auf. Er störte die Plenumsphasen mehrfach und hatte

Schwierigkeiten, sich für eine Fragestellung zu entscheiden. Außerdem war er gegenüber der Lernbegleitung zunächst unwillig, später verschlossen und ruhig. Bei der Arbeit an seiner Frage (Woraus besteht die Farbe Grün?) ließ er sich immer wieder ablenken. Mehrfach gab es Hilfestellungen durch die Lernbegleitung bezüglich Durchführung und Präsentation. Die Betrachtungen zu diesem Schüler können als Beispiel dafür dienen, welche Auswirkungen Motivation, Interessen und individuelle Lernvoraussetzungen auf das Gelingen von Forschendem Lernen haben.

Die vier gewählten SchülerInnengruppen unterscheiden sich also durch verschiedene Fragestellungen, Interessen und Arbeitsweisen in der Lernwerkstatt.

Ziel des Interviews war es, aus Sicht der SchülerInnen bedeutsame Aspekte und Inhalte der Lernwerkstatt herauszufinden. Vor der Interviewführung wurde ein Leitfaden möglicher Fragen¹² erstellt und in zwei Schritten¹³ überarbeitet, um die Qualität der Fragen zu sichern. Die Fragen sollten SchülerInnen zu längeren Gesprächsbeiträgen animieren und wenige Ja/Nein-Antworten provozieren. Während der Interviews kamen Kärtchen als Impuls zum Einsatz, beschriftet mit den Schritten des Forschungszyklus (siehe Kapitel 3.2). Anhand dieser sollten die SchülerInnen die Schritte naturwissenschaftlichen Arbeitens („to learn about inquiry“) nachvollziehen und kommentieren. Die von den SchülerInnen aufgelegten Kärtchen wurden am Ende der Interviews fotografiert.

Die Interviews wurden mit Audiogeräten aufgezeichnet, wozu die SchülerInnen vor der Aufnahme ihr Einverständnis erteilten. Darüber hinaus erhielten sie die Versicherung, dass das Gesagte ausschließlich anonym für Forschungstätigkeiten verwendet wird und nicht in die Hände ihrer LehrerInnen gelangt. Nachdem die Interviews in der Schule und mit Wissen der LehrerInnen geführt wurden, lässt sich jedoch eine völlige Offenheit und Vertrautheit der SchülerInnen nicht garantieren. Dennoch wurde versucht, eine offene Atmosphäre zu schaffen, in der die SchülerInnen sich mit dem Interview einverstanden erklären und jederzeit Fragen und Zwischenbemerkungen einbringen können. Vor allem durch die Situation des Gruppeninterviews (außer Gruppe 4) sollte es gelungen sein, den SchülerInnen zu vermitteln, dass sie sich keineswegs in einer Art Überprüfungssituation befinden.

¹² Siehe Anhang

¹³ Zunächst Besprechung des Leitfadens im DiplomandInnenseminar Fachdidaktik Chemie (WS 2013), danach ein Probeinterview mit einem für die Analyse nicht herangezogenen Schüler.

Ergänzend zu den Interviews wurden Videosequenzen aus dem Datenmaterial von Fr. Dr. Simone Abels herangezogen. Dabei wurden für jede Gruppe zwei bis drei Szenen gewählt, die Daten in Bereichen liefern, in denen die Interviews zu ergänzen waren. Um das Ziel „to learn scientific content“ abzubilden, wurde etwa von jeder Gruppe die Abschlusspräsentation am Ende der Lernwerkstatt analysiert. Die Videosequenzen wurden transkribiert und nach demselben Kategoriensystem wie die Interviews ausgewertet. Weiters dienen die Beobachtungen während der Lernwerkstatt als Ergänzung. Sie sollen dazu dienen, den allgemeinen Ablauf der Lernwerkstatt darzustellen und Aussagen der SchülerInnen zu verkontextualisieren.

10.2. Formale Charakteristika des Materials

In den Transkripten, die nach den im Anhang befindlichen Transkriptionsregeln erstellt wurden, sind Geräusche, Gestik, Mimik und Tätigkeiten mittranskribiert, sofern sie bedeutungsunterscheidend sind. In den Interviewsequenzen, welche das Legen der Forschungszyklus-Kärtchen betreffen, wurde das protokollierte Vorgehen der SchülerInnen (Legen, Schieben von Kärtchen) in den Transkriptionstext mit aufgenommen. Die Interviews werden im Folgenden nach diesem Schema zitiert: I (Interview) Zahl der Gruppe (1-4), Zitatnummer.

Zur Auswahl der Videos ist hinzuzufügen, dass das vorhandene Material nicht explizit für die vorliegende Arbeit gemacht wurde. Damit ist von einigen nur wenig oder zum Teil schwer verständliches Material vorhanden und die Auswahl der Szenen war eingeschränkt. Die transkribierten Videos werden im Folgenden so angegeben: G (Gruppe) Zahl der Gruppe, Videobezeichnung, Zitatnummer im Transkript. Wird auf Videos verwiesen, die nicht transkribiert wurden, wird statt der Zitatnummer der zeitliche Beginn im Video (z. B. Min. 5:10) angegeben. Das Videomaterial ist bei der Autorin oder bei Dr. Simone Abels auf Anfrage einsehbar.

Nachdem die Entstehung, Auswahl und Formalität des Materials dargelegt sind, wird nun das Vorgehen bei der Analyse nach Mayring (2010) beschrieben.

10.3. Ablaufmodell der Analyse

Das vorhandene transkribierte Datenmaterial wurde nach der Technik der inhaltlich-strukturierenden Inhaltsanalyse analysiert. Das Ziel dieser Technik ist es, das Material zu untergliedern, um für die Interpretation wichtige Strukturen sichtbar zu machen (vgl. Mayring, 2010). Dazu wird ein theoriegeleitetes Kategoriensystem erstellt, mit dem die

Daten verschiedenen inhaltlichen Bereichen zugeordnet werden können. Dieses enthält Definitionen und Ankerbeispiele für alle Kategorien. Es wird zunächst anhand von Literatur erstellt, später auf die Daten angewandt und überarbeitet (vgl. Mayring, 2010). Mit dieser Technik ist es möglich, Muster innerhalb der Kategorien sowie für das gesamte Kategoriensystem zu erkennen und für die Interpretation zu eröffnen. Das Codieren erfolgt mit Hilfe des Computerprogrammes Atlas.ti (Version 7.5).

Das kleinste erlaubte auszuwertende Element (*Kodiereinheit*, vgl. Mayring, 2010) ist in der vorliegenden Analyse auf die Dimension eines einzelnen Wortes festgelegt, da dieses bereits Aufschluss über das Denken und Handeln von SchülerInnen geben kann. Der größte erlaubte Textbestandteil, der kodiert werden darf (*Kontexteinheit*, vgl. Mayring, 2010), beläuft sich hier auf inhaltlich zusammenhängende Äußerungen. Es können also auch mehrere Aussagen oder dialogartige Gesprächspassagen gemeinsam kodiert werden. Unter *Auswertungseinheit* wird die Reihenfolge der Analyse verstanden. Dabei wurden erst alle Interviews und dann die Videoszenen nacheinander ausgewertet und jedes für sich linear betrachtet.

Nach Festlegung dieser Parameter wurden *Einschätzungsdimensionen*, also übergeordnete Kategorien, welche den Aufbau des Kategoriensystems bestimmen. Diese werden nun dargestellt.

10.4. Einschätzungsdimensionen & Entwicklung des Kategoriensystems

Basierend auf dem Forschungsinteresse der Arbeit sowie der gegebenen Fragestellung haben sich die Aspekte der Analyse unter die drei Ziele des Forschenden Lernens fassen lassen:

1. To learn about inquiry (A)
2. To do inquiry (D)
3. To learn scientific content (S)

Diese nach Abrams et al. (2008) definierten Ziele wurden unter Zuhilfenahme weiterer Literatur, etwa Millar (2009) und Colburn (2000), erweitert und konkretisiert. Entsprechend dem Theorieteil der Arbeit wurden den Zielen Fertigkeiten und Kompetenzen zugeordnet, die eine Aussage über ihr Erreichen liefern sollen. Außerdem wurden weitere Faktoren (etwa die Rolle der Lernbegleitung) berücksichtigt, die für das Gelingen der Ziele als wichtig gelten.

Für die deduktive Entwicklung des Kategoriensystems gibt Mayring (2010) die folgenden Schritte vor:

1. Definition der Kategorien: Es wird genau definiert, welche Textbestandteile unter eine Kategorie fallen.
2. Ankerbeispiele: Es werden konkrete Textstellen angeführt, die unter eine Kategorie fallen und als Beispiele für diese Kategorie gelten sollen.
3. Kodierregeln: Es werden dort, wo Abgrenzungsprobleme zwischen Kategorien bestehen, Regeln formuliert, um eindeutige Zuordnungen zu ermöglichen. (Mayring, 2010, S. 92).

Nach der Festlegung der oben beschriebenen Einschätzungsdimensionen wurden die dazu relevanten Aspekte als Ausprägung (Unterkategorien) ausgewählt. So wurde zunächst eine Rohfassung des Kategoriensystems erstellt und versucht, mit Ankerbeispielen aus den vier Interview-Transkripten zu stützen. In folgender Tabelle 5 wird das so entstandene erste Kategoriensystem bestehend aus Variable, Kategorie, Definition, Ankerbeispiel und Kodierregeln dargestellt:

Variable	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Kodierregeln
Einschätzungsdimension To learn scientific content				
S1	Reproduktion von Fakten	Die SchülerInnen reproduzieren Fachwissen, das sie in der LWS aus ihren Versuchen/Recherchen/Ergebnissen gezogen haben, mündlich. (vgl. Millar, 2009, Bifie, 2011)		
S2	Anwendung von Wissen	Die SchülerInnen sprechen über (Vor-)Wissen, das sie in der LWS aktiviert haben und/oder beschreiben, wofür sie dieses (Vor-)wissen gebraucht haben. (vgl. Abrams et al., 2008, Millar, 2009)	Sm1: Weil wir sind auf die Idee gekommen mit Zahnrädern, wir haben in Physik ein Experiment mit Kerze gemacht, da haben wir gesehen, dass die heiße Luft aufsteigt [...] (I1, 82)	Es geht hier, nicht um die Schlüsse die, die S. aus dem Vorwissen gezogen haben.
S3	Transfer zu naturwissenschaftlichen Konzepten	Die SchülerInnen sprechen über naturwissenschaftliche Zusammenhänge, Ähnlichkeiten oder Abweichungen, die sie in der LWS erkannt haben. Sie sind in der Lage, naturwissenschaftliche Grundkonzepte zu erklären und beschreiben (vgl. Millar, 2009, Abels et al., 2014).	Sm2: Und das Wasser bleibt immer wieder drinnen, weil der Dampf geht ja wieder, wenn er kalt ist, wird er wieder zu Wasser. (I1, 39)	Bezieht sich konkret auf die LWS, nicht auf die Aktivierung/Anwendung von Vorwissen.
S4	Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen	Die SchülerInnen beschreiben naturwissenschaftliche Modelle und/oder ihre Anwendung. Sie tätigen Aussagen, aus denen sich auf das grundsätzliche Verständnis modellhaften Denkens schließen lässt. (vgl. Millar, 2009, Graf, 2002, Pöpping, 2002)	Sm2: [...] Und wenn wir's erforschen wollten, haben wir eine Flasche genommen, weil's auch so wie ein Turm ist. (I1, 75)	

Einschätzungsdimension To do inquiry				
D1	Fragenfindung	Die SchülerInnen beschreiben Prozesse/Teilschritte, die sie zu ihrer Forschungsfrage geführt haben. (vgl. Millar, 2009, Zoicher, 2001, Abels et al., 2014)	Sm1: Ja irgendwie Strom wollten wir machen, irgendwas mit Strom erzeugen. [...](I1, 53)	Hier ist vor allem die naturwissenschaftliche Seite des Fragenfindens relevant, nicht so sehr der soziale Aspekt der Gruppenfindung
D2	Planung von Experimenten	Die SchülerInnen beschreiben konkret ihre Versuchsplanung oder beschreiben Schritte, die sich ihrer Versuchsplanung zuordnen lassen, etwa Hypothesen, die sie zur Versuchsplanung/Durchführung angestellt haben. (vgl. Abels et al. 2014, Ash & Kugel-Bell, 2010, Bianchi & Bell, 2008)	Sm1: Erst war Box und dann haben wir gesagt, nein, wir müssen einen spitzen Turm, damit Wasser wieder zurückrinnt, weil wenn wir Box machen, dann rinnt das Wasser halt wieder so zurück [...](I1, 113)	
D3	Herstellen und/oder Verwenden eines Forschungsobjektes oder Phänomens	Die SchülerInnen beschreiben das Herstellen und die Verwendung eines Gegenstand, einer Probe oder eines zu beobachtenden Phänomens. (vgl. Abels et al., 2014, Millar, 2009)	Sw1: Mit einem Spiegel, einem weißen Papier// (I2, 11)	Gegenstand muss nicht in LWS hergestellt sein.
D4	Beschreiben eines Phänomens	Die SchülerInnen können ein naturwissenschaftliches Phänomen, die sie in der LWS oder im Unterricht gemacht haben, nennen/beschreiben/erklären. (vgl. Abels et al., 2014, Millar, 2009)	Sw4: Also das ist ein Würfel und da drinnen also es gibt auch solche Röhren wo man so dreht und dann sind da immer solche Muster [...] (I3, 18)	

D5	Beschreiben von gesammelten Daten	Die SchülerInnen beschreiben Daten, die sie im Rahmen eines Experimentes in der LWS gesammelt haben. (vgl. Abrams et al, 2008, Millar, 2009, Abels et al., 2014)		
D6	Präsentation	Die SchülerInnen erklären, wie/mit welcher Methode sie ihre Ergebnisse präsentiert haben. Sie sprechen gegebenen Falls darüber, warum sie sich für eine Präsentationsart entschieden haben. (vgl. Abels et al., 2014, Millar, 2009, Abrams et al., 2008)	Sm2: Wir haben das als ein Interview gezeigt, da hat einer von uns interviewt und der andere hat erklärt. Ja dann hatten wir ein Whiteboard und da haben wir das gezeichnet wie wir uns das Vorstellen. (I1, 47)	Konkrete Präsentation der SchülerInnen, nicht allgemeine Ablaufbeschreibung der LWS
D7	Umgang mit Medien	Die SchülerInnen beschreiben den Umgang mit Medien (Büchern, Zeitschriften usw.), im Rahmen ihrer Forschung. (vgl. Millar 2009)	Sm2: Ja und dann haben wir gegoogelt, wie diese Solarzellen das in Strom umwandeln. (I1, 67)	Auch das angesprochene Internet-Verbot kann in diese Kategorie fallen.

Einschätzungsdimension To learn about inquiry				
A1	Ablauf der LWS	Die SchülerInnen beschreiben den allgemeinen Ablauf der LWS	Sw2: Wir mussten dazu viele Fragen auf ein Kärtchen schreiben und am Ende hängen wir es einfach auf eine Pinnwand und dann finden wir Themen dazu. (I2, 2)	
A2	Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung	Die SchülerInnen können reproduzieren, welche Schritte für den Ablauf eines naturwissenschaftlichen Forschungsprojektes notwendig sind und erklären, welche dieser Schritte sie in welcher Reihenfolge durchgeführt haben. Sie können (mit Hilfestellung) darauf schließen, dass es sich um einen Forschungskreislauf handelt. (vgl. Abels et al., 2014, Abrams et al., 2008)	Sw3: Ok, das Ergebnisse präsentieren gehört am Schluss. Eindeutig. (I3, 90)	Dazu müssen auch die Fotos der aufgelegten Kärtchen ausgewertet werden, da die S. nur stichwortartig dazu gesprochen haben.
A3	Reflexion zur eigenen Forschung	Die SchülerInnen können kritisch über ihre Forschungsarbeit reflektieren, also Probleme beschreiben, Ergebnisse hinterfragen, erkennen, was noch offen geblieben ist. (vgl. Sawada & Piburn, 2008, Abrams et al. 2008)	Sm1: Ja, nein leichter nicht, aber wir wollten das Modell echt darstellen. Sm2: Ja, aber das ging nicht, aber das hätte ja dann durchsichtig sein müssen und das Wasser hätte auf eine bestimmte Temperatur erwärmt werden müssen und das kriegen wir irgendwie nicht zam. (I1, 121-123)	Konkrete naturwissenschaftliche Reflexion, gemeint ist allerdings nicht reine Beschreibung eines Problems, das in der LWS auftrat, ohne reflexiven Anteil
A4	Reflexion zur LWS	Die SchülerInnen können positive/negative Aspekte der LWS und ihres Ablaufes benennen und gegebenen-	Sm1: [...] Und was ich brauch halt, dass ich alles nehmen kann, was ich brauch und forschen kann und da sagt mir keine Lehrerin ja jetzt mach das, nicht diese Thema passt zu	

		falls begründen. Sie zeigen Bewusstsein für den Sinn des Forschens. (vgl. Sawada & Piburn, 2008)	dir nicht, oder du schaffst das nicht, oder sowas, die sagen nur das funktioniert nicht [...] (I1, 294)	
A5	Bewertung von naturwissenschaftl. Sachverhalten	Die SchülerInnen können ihre Forschung mit ihrer Lebenswelt, Alltag und Umwelt vernetzen und die Bedeutung/Anwendung/Risiken benennen. (vgl. Abrams et al., 2008)	Sm2: Aber man kanns ja nicht einfach bauen, halt es müsste zuerst vom Staat so genehmigt werden, dass es überhaupt // (I1, 260)	
A6	Einstellung zur LWS/Forschendem Lernen/Unterricht	Die SchülerInnen beschreiben Gefühle und Gedanken in Bezug auf die Lernwerkstatt, auch im Vergleich mit dem normalen Unterricht. Sie bringen (Des-) Interesse ähnliches zum Ausdruck. (vgl. Zoicher, 2001, Ernst 1998)		

Tabelle 5: Erste Version des Kategoriensystems

Dieses Kategoriensystem wurde auf die Interviewdaten angewandt und erwies sich als weitgehend trennscharf. Da Mayring die argumentative Validierung als Gütekriterium der quantitativen Inhaltsanalyse sieht (vgl. Mayring, 2010), wurde die vorgenommene, erste Kodierung durch externe Personen (zwei Studentinnen, eine Universitätsmitarbeiterin), welche Erfahrung im Bereich Inhaltsanalyse mitbrachten, geprüft. Die Rücküberprüfung ergab eine weitgehende Übereinstimmung mit den vergebenen Codes. Sie bot die Möglichkeit, einige aufgetretenen Schwierigkeiten, insbesondere der doppelten Kodierbarkeit einiger Textstellen, zu diskutieren. Auch Mayring (2010) geht nicht von einem starren Kategoriensystem aus, sondern vielmehr von einem Wechselspiel zwischen Theorie und Praxis. Das Kategoriensystem soll in zyklischem Ablauf zwischen seiner theoretischen Zusammenstellung und der Materialbearbeitung überarbeitet und revidiert werden (Mayring, 2010).

Es zeigte sich, dass die Schwierigkeiten bezüglich der Kategorie „Reproduktion von Fakten“ (im Bereich S – to learn about inquiry) von anderen Analytinnen geteilt wurden. Dies begründet sich vor allem in der Materialerhebung, konkret im Aufbau und der Fragestellung des Interviews. Nachdem es sich nicht um eine Wissensüberprüfung handeln sollte, wurden zu keinem Zeitpunkt während des Interviews Wissensinhalte explizit erfragt. Demnach wurde entschieden, die Videos der Präsentationen der SchülerInnen heranzuziehen. Die Vermutung liegt nahe, dass die SchülerInnen in diesen Abschlusspräsentation zusammenfassend ihr in der Lernwerkstatt erworbenes Faktenwissen darstellen. Trotzdem muss berücksichtigt werden, dass der Aspekt des Faktenwissens dadurch nur überblicksartig dargestellt werden kann.

Weitere kleine Änderungen betrafen die Begrifflichkeiten in der Überkategorie „To do inquiry“, wo eine weitere Vereinfachung und noch stärkere Orientierung am Forschungszyklus vorgenommen wurden. Schließlich entstand das in Tabelle 6 dargestellte finale Kategoriensystem, welches nochmals am Material angewandt wurde. Es besteht weiterhin (wie in Version 1) aus den drei Einschätzungsdimensionen „To learn scientific content“ (S), „To do inquiry“ (D) und „To learn about inquiry“ (A).

Va-ri-able	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Kodierregeln
Einschätzungsdimension To learn scientific content				
S1	Herstellen von Zusammenhängen	Die SchülerInnen beschreiben hergestellte Zusammenhänge aus (Vor-)wissen oder Beobachtungen (vgl. Abels et al., 2014)	Sm2: Ja eh, das sind wir zuerst einmal drauf gekommen, wenn wir da unten den Schlauch haben, dass das gar nicht geht, weil der Dampf steigt ja auf, weil die Wärme steigt immer auf. (I1, 251)	
S2	Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen	Die SchülerInnen beschreiben naturwissenschaftliche Modelle und/oder ihre Anwendung. Sie tätigen Aussagen, aus denen sich auf das grundsätzliche Verständnis modellhaften Denkens schließen lässt. (vgl. Millar 2009, Graf, 2002, Pöpping, 2002)	Sm2: [...] Und wenn wir's erforschen wollten, haben wir eine Flasche genommen, weil's auch so wie ein Turm ist. (I1, 75)	
S3	Reproduktion von Fakten	Die SchülerInnen reproduzieren Fachwissen, das sie in der LWS aus ihren Versuchen/Recherchen/Ergebnissen gewonnen haben. (vgl. Millar 2009, Bifie, 2011)	Sw2: Und also beim Regenbogen ist es so, wenn der Lichtstrahl auf einen Regenbogen trifft, der zum Beispiel in der Luft oder am Boden ist, das ist egal. Und der Regentropfen funktioniert so wie ein Prisma, und in diesem Licht sind Spektralfarben und durch diesen Art Prisma kommt dann die Art Farbe, also Rot, Orange, Gelb zum Vorschein und da entsteht halt ein Regenbogen. (G2 Panasonic 00061, 7)	

Einschätzungsdimension To do inquiry				
D1	Fragenfindung	Die SchülerInnen beschreiben Prozesse/Teilschritte, die sie zu ihrer Forschungsfrage geführt haben. (vgl. Millar 2009, Zocher, 2001)	Sm1: Ja irgendwie Strom wollten wir machen, irgendwas mit Strom erzeugen. Und dann hab ich überlegt wie wir das machen könnten. Halt wir wollten natürlich machen, halt wir wollten alles natürlich machen, nicht (G1, 53)	
D2	Planung und Durchführung	Die SchülerInnen beschreiben ihre Versuchsplanung (vgl. Abels et al., 2014, Bianchi & Bell, 2008, Ash & Kuger-Bell, 2010) Außerdem beschreiben sie Aspekte der Durchführung von Experimenten (vgl. Millar, 2009, Abel et al., 2014)	Sm1: Erst war Box und dann haben wir gesagt, nein, wir müssen einen spitzen Turm, damit Wasser wieder zurückrinnt, weil wenn wir Box machen, dann rinnt das Wasser halt wieder so zurück [...](I1, 113)	
D3	Beobachtungen	Die SchülerInnen beschreiben Beobachtungen, die sie während der Lernwerkstatt gemacht haben Diese können sich auf Experimente oder Gegenstände beziehen. (vgl. Abels et al., 2014)	Sw4: das spiegelt sich dann und das sieht dann so aus als würde es in der Mitte sozusagen stehen. (I3, 20)	
D4	Präsentation	Die SchülerInnen erklären, wie/mit welcher Methode sie ihre Ergebnisse präsentiert haben. Sie sprechen über die Vorbereitungen/Überlegungen für die Präsentation. (vgl. Abels et al., 2014, Abrams et al., 2008)	Sm2: Wir haben das als ein Interview gezeigt, da hat einer von uns interviewt und der andere hat erklärt. Ja dann hatten wir ein Whiteboard und da haben wir das gezeichnet wie wir uns das Vorstellen. (I1, 47)	Beschreibung der Präsentation, nur Nennung fällt unter A1 Ablauf der LWS.
D5	Umgang mit Medien	Die SchülerInnen beschreiben den Umgang mit Medien (Büchern, Zeitschriften usw.) in der Lernwerkstatt allgemein und im Rahmen ihrer Forschung. (vgl. Millar, 2009)	Sm2: Ja und dann haben wir gegoogelt, wie diese Solariumzellen (Solarzellen) das in Strom umwandeln. (I1, 55)	

D6	Arbeiten in der Gruppe	Die SchülerInnen gehen auf die Sozialform ein, in der sie in der sie in der Lernwerkstatt gearbeitet haben. Sie beschreiben, inwiefern diese bezüglich der Themenwahl und Arbeitsweise von Bedeutung war. (vgl. Zocher, 2001, Edelson et al., 2008)	Sm1: Nein eigentlich nicht, weil wenn wir in diesen vier Jahren was gemacht haben, habe ich immer mit ihm gearbeitet, immer arbeite ich mit ihm und immer wenn wir zusammen was machen, sind wir zufrieden mit unserer Arbeit, wir wollen da nicht sagen// (G1, 137)	
D7	Rolle der Lernbegleitung	Die SchülerInnen sprechen über die Lernbegleitung in der Lernwerkstatt. (vgl. Puddu et al., 2012, Zocher, 2001)	Sm1: Ja das heißt da gibt's (-) Und ich finde auch gut, dass wir immer Studenten kriegen und das ist sehr spannend mit denen zu arbeiten, das finde ich auch sehr gut (I1, 298)	

Einschätzungsdimension To learn about inquiry				
A1	Ablauf der LWS	Die SchülerInnen beschreiben den allgemeinen Ablauf der Lernwerkstatt in der LWS Donaustadt 2013 zum Thema „Licht und Farbe“.	Sw4: Ja wir werden in Gruppen auf geteilt und wir dürfen uns Themen aussuchen, also ein großes Thema. Und wir hatten so viele kleine Themen und die sammeln wir alle. (I3, 4)	
A2	Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung	Die SchülerInnen reproduzieren, welche Schritte für den Ablauf eines naturwissenschaftlichen Forschungsprojektes notwendig sind und erklären, welche dieser Schritte sie in welcher Reihenfolge durchgeführt haben (vgl. Millar 2009). Sie können (mit Hilfestellung) darauf schließen, dass es sich um einen Forschungskreislauf handelt. (vgl. Abels et al., 2014) Außerdem machen sie Aussagen zu ihrem Bild über naturwissenschaftliche Forschung (vgl. Abrams et al., 2008)	Sw3: Ok, das Ergebnisse präsentieren gehört am Schluss. Eindeutig. (I3, 90)	Diese Kategorie wird durch Fotos unterstützt, welche von den Kärtchen des Forschungszyklus wie die SchülerInnen sie aufgelegt haben gemacht wurden.
A3	Reflexion zur eigenen Forschung	Die SchülerInnen beschreiben ihre Zufriedenheit mit ihrer Forschungsarbeit. Außerdem reflektieren sie kritisch über diese, beschreiben Probleme (vgl. Sawada & Piburn, 2008), erkennen, was noch offen geblieben ist (vgl. Abels et al., 2014)	Sm1: Ja, nein leichter nicht, aber wir wollten das Modell echt darstellen. Sm2: Ja, aber das ging nicht, aber das hätte ja dann durchsichtig sein müssen und das Wasser hätte auf eine bestimmte Temperatur erwärmt werden müssen und das kriegen wir irgendwie nicht zam. (I1, 121-123)	Konkret auf die eigene Arbeit bezogen, nicht LWS allgemein (siehe A4)
A4	Einstellung und Reflexion zur Lernwerkstatt	Die SchülerInnen gehen individuell auf positive/negative Aspekte der LWS und ihres Ablaufes ein und begründen diese gegebenenfalls (vgl.	Sm3: Dass es ein offenes Lernen ist. I: Was bedeutet das für dich? Sm3: Man kann frei herum gehen. Man kann alles machen. (I4, 79-81)	Auch bezüglich des Themas „Licht und Farbe“

		Ernst, 1988). Sie zeigen ein Bewusstsein für den Sinn des Forschens. (vgl. Sawada & Piburn, 2000, Woolman, 2002)		
A5	Bewertung von Sachverhalten	Die SchülerInnen können ihre Forschung mit ihrer Lebenswelt, Alltag und Umwelt vernetzen und die Bedeutung/Anwendung/Risiken benennen. (vgl. Abrams et al., 2008, Bifie, 2011)	Sm2: Aber man kanns ja nicht einfach bauen, halt es müsste zuerst vom Staat so genehmigt werden, dass es überhaupt // (I1, 260)	
A6	Interesse an naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen/Themen	Die SchülerInnen geben Auskunft über ihre Interessen im naturwissenschaftlichen Bereich (vgl. Edelson et al., 1999, Europäische Kommission, 2007)	Sm3: Weil man (-) da sitzt man jetzt dort und will irgendwas forschen. Und schon das Forschen macht mir wenig Spaß. Ich hab das nur gemacht, weil man das ja muss in der Schule. (I4, 131)	

Tabelle 6: Finales Kategoriensystem

Die Unterkategorien, die nach Mayring (2010) als Ausprägung bezeichnet werden, sollen im Folgenden kurz hinsichtlich ihres Inhalts und ihrer Vergabekriterien betrachtet werden.

10.4.1. To learn about inquiry (A)

In dieser Einschätzungsdimension soll abgebildet werden, in wieweit die SchülerInnen über ihr Arbeiten in der Lernwerkstatt und über das Forschen im Allgemeinen reflektiert haben. Das „to learn about inquiry“ gilt in der Literatur als entscheidendes Ziel zur Ergebnissicherung und Nachhaltigkeit des Forschenden Lernens (vgl. Abrams et al., 2008). Das Bild der SchülerInnen von Nature of Science soll sich von einem naiven zu einem informierten wandeln (vgl. Abd-El-Khalick, 2004). Außerdem sollen sie gemäß der Handlungsdimensionen Schlüsse ziehen (Bifie, 2011) anhand ihrer eigenen Forschung lernen, naturwissenschaftliche Inhalte einzuschätzen und zu bewerten. Weiters sollen sie in der Lage sein, zwischen Alltag, Forschung in der Schule und Forschungsrealität zu unterscheiden (vgl. Flick, 2006; Woolman, 2000). Zusätzlich wird in dieser Kategorie die persönliche Haltung der SchülerInnen zu den Naturwissenschaften und zur Lernwerkstatt berücksichtigt, da diese im Theorieteil als entscheidender Einfluss auf das Gelingen von Forschendem Lernen beschrieben wurde (vgl. Abrams et al, 2008; Edelson et al., 1999). Das „to learn about inquiry“ umfasst somit insgesamt sechs Bereiche, welche sowohl fachliche als auch persönliche Reflexion abbilden.

Die Kategorie A1 Ablauf der Lernwerkstatt dient der Beschreibung dessen, was die SchülerInnen bezüglich des Aufbaus der Lernwerkstatt wiedergeben. Hier kann später mit dem tatsächlichen Ablauf der Lernwerkstatt (vgl. Kap. 8.1.) kontrastiert werden.

Die Kategorie A2 Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung bildet die Vorstellungen der SchülerInnen zur naturwissenschaftlichen Forschung ab. Weiters kamen zur Betrachtung dieser Kategorie im Interview die Kärtchen des Forschungszyklus zum Einsatz. Dadurch werden die von den SchülerInnen durchlaufenen Schritte sichtbar und ihr Bewusstsein für den Ablauf von Forschung explizit.

Neben des Wissens um den Ablauf von Forschung ist auch die Reflexion ein wichtiger Aspekt und wird hier auf zwei Ebenen dargestellt: A3 Reflexion zur eigenen Forschung und A4 Reflexion zur Lernwerkstatt. Bei der Kategorie A3 geht es besonders um die Beurteilung der eigenen Arbeit sowie etwaige Schwierigkeiten oder Hürden (vgl. Sawada & Piburn, 2008). Auch das Erkennen, was noch offen geblieben ist (aus dem

Forschungszyklus), kann hier zugeordnet werden (vgl. Abels et al., 2014). Weiters fallen in diese Kategorie Aussagen, in denen die SchülerInnen die Bedeutung und die Folgen ihrer Forschungsarbeit einschätzen (vgl. Abrams et al., 2008). In der Kategorie A4 soll dargestellt werden, wie die SchülerInnen die Konzepte und Ideen der Lernwerkstatt reflektieren. Diese Kategorie beinhaltet außerdem die persönliche Einstellung der SchülerInnen zur Lernwerkstatt.

Die Kategorie A5 Bewerten von Sachverhalten bezieht sich insbesondere auf die Kompetenz S1 Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen (Bifie, 2011, S.2). Es sind hier Aussagen zuzuordnen, in denen die SchülerInnen Daten und Fakten bewerten. Im Gegensatz zur Kategorie S1 (Herstellen von Zusammenhängen) ist damit nicht Erkenntnisgewinn gemeint, sondern das Verorten von Wissen im lebensweltlichen Kontext. Es soll dargestellt werden, inwieweit die SchülerInnen in der Lage sind, die Folgen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse abzuschätzen und in ihren Überlegungen zu berücksichtigen.

Die Kategorie A6 Interesse an naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen/Themen beinhaltet schließlich einen für den Erfolg des Forschenden Lernens (vgl. Abrams et al., 2008; Edelson et al., 1999) wichtigen Einflussfaktor. In dieser Kategorie wird also abgebildet, ob und in welchen Themengebieten oder Arbeitsweisen die SchülerInnen naturwissenschaftlich interessiert sind.

10.4.2. To do inquiry (D)

Dieser Bereich umfasst insgesamt acht Kategorien, wobei ein Teil davon den Arbeitsschritten des Forschungszyklus entspricht. Konkret sind dies die Kategorien D1-D5, beginnend bei D1 Fragenfindung, welche den Schritt des Fragen-Stellens abbilden soll. Dabei geht es insbesondere um die ersten Stunden der Lernwerkstatt, von der Besichtigung der Lernlandschaft bis zur endgültigen Festlegung einer Forschungsfrage. Hier werden das Vorgehen der SchülerInnen und mögliche Herausforderungen gezeigt (vgl. Kapitel 7).

Der im Forschungszyklus an zweiter Stelle stehende Punkt „Untersuchungen planen und durchführen“ findet sich in der Kategorie D2 (Planung und Durchführung) wieder. Es wird betrachtet, wie die SchülerInnen selbst ihre Arbeit wahrnehmen und beschreiben können. Zum Abgleich mit der tatsächlichen Handlung der SchülerInnen wird durch Videodaten und Beobachtungen ergänzt.

D3 beinhaltet die Beobachtungen der SchülerInnen, die sie an Gegenständen oder Phänomenen gemacht haben. Sie umfasst damit weitgehend den dritten Punkt im Forschungszyklus „Beobachten, beschreiben, Daten sammeln“¹⁴. Die Kategorie ermöglicht einen Einblick in die Fähigkeit der SchülerInnen, ihre Beobachtungen in Worte zu fassen. Damit lässt sich die Kompetenz E1 (zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen [...] und diese beschreiben) (Bifie, 2011, S.2) darstellen. Der nächste Schritt des Forschungszyklus – Daten auswerten, interpretieren, Zusammenhänge herstellen – wurde hinsichtlich der Auswertung und Interpretation von Daten aufgrund mangelnder Daten nicht berücksichtigt. Das Herstellen von Zusammenhängen wurde als immer wiederkehrender Schritt auf dem Weg zur Erkenntnis in den Bereich „to learn scientific content“ verschoben (Kategorie S1).

Entsprechend ist die nächste Kategorie D4 Präsentation der Ergebnisse. Es werden hier die Aussagen der SchülerInnen über ihre eigene Präsentation (etwa Ablauf, Pläne oder Gefühle dazu) eingeordnet. Der letzte Punkt des Forschungszyklus „Erkennen was noch offen geblieben ist“ verschiebt sich durch seinen reflektorischen Charakter in die Kategorie „to learn about inquiry“. Drei weitere Kategorien, die für das „to do inquiry“ Rolle spielen, wurden ergänzend aufgenommen. Darunter zunächst D5, der Umgang mit Medien, welchen Millar (2009) als wichtigen Bestandteil praktischen Arbeitens sieht. Interessant ist dieser Punkt vor allem, da den SchülerInnen die Nutzung moderner Medien in der Lernwerkstatt nicht erlaubt war¹⁵.

D6 geht auf die Rolle der Lernbegleitung ein, welche in den Kapiteln 6 und 7 als entscheidender Teil des Forschungsprozesses dargestellt wurde. Obwohl diese Kategorie ursprünglich nicht enthalten war und nicht explizit im Interview erfragt wurde, äußerten sich die SchülerInnen teilweise dazu. Daher erschien es wichtig, den Eindruck der SchülerInnen von der Lernbegleitung in der Lernwerkstatt abzubilden.

Die letzte Kategorie, D7 Arbeiten in der Gruppe, geht auf die Sozialform der Lernwerkstatt ein und beschreibt die Gruppenfindung sowie die Zusammenarbeit der SchülerInnen. In der Literatur wird die Sozialform und Kommunikation als wichtige Gelingensbedingung für das Forschende Lernen erachtet (vgl. Zoicher, 2001; Millar, 2009; Abrams et al., 2008). Daher soll hier betrachtet werden, welche Rolle das Arbeiten in der

¹⁴ Der Aspekt „Daten sammeln“ war in vorigen Versionen des Kategoriensystems enthalten, wurde aber mangels Daten später gestrichen.

¹⁵ Seit dem Schuljahr 2014/15 ist die Verwendung von Tablets und PCs mit Internetzugang erlaubt.

Gruppe für die Praxis spielt. Außerdem soll gezeigt werden, wie die SchülerInnen innerhalb der Gruppe mit Diversität umgehen (vgl. Lee et al., 2007).

10.4.3. To learn scientific content (S)

Diese Kategorie bezieht sich auf den Wissenserwerb der SchülerInnen in der Lernwerkstatt. Es werden sowohl zwei elementare Schritte auf dem Weg zu Wissenserwerb (S1 Herstellen von Zusammenhängen und S2 Umgang mit Modellen¹⁶) als auch das erworbene Faktenwissen (S3) dargestellt. Wie aus der Theorie bekannt, soll das Forschende Lernen naturwissenschaftliches Lernen ermöglichen, welches über Auswendiglernen hinausgeht (vgl. Abrams et al., 2008). Aus diesem Grund ist das Herstellen von Zusammenhängen (S1) nicht nur essentiell für den erfolgreichen Forschungsablauf (vgl. Abels et al., 2014), sondern auch für die Kontextualisierung von Wissen (vgl. Ernst, 1998). Die Kategorie wird vergeben, wenn die SchülerInnen hergestellte Zusammenhänge beschreiben oder neue Zusammenhänge herstellen. Dabei nutzen sie Vorwissen, Beobachtungen oder Informationen, um Erklärungen zu finden und somit neues Wissen zu generieren.

Der Umgang mit Modellen wurde als Herausforderung und gleichzeitig als Lerngelegenheit in der Lernwerkstatt beschrieben (siehe Kapitel 3.2., 7). Die SchülerInnen können selbst Modelle verwenden, um Dinge zu beschreiben (vgl. Graf, 2002; Pöpping, 2002). Das modellhafte Denken ist dabei wichtig, um Erkenntnisse machen und verstehen zu können (vgl. Millar, 2009). Weiters können sie über die Natur und Verwendung von Modellen reflektieren und somit Wissen über Modelle erlangen (vgl. Graf, 2002). Inwiefern das in der Lernwerkstatt geschieht und von den SchülerInnen im Interview dargestellt wird, soll in der Kategorie S2 dargestellt werden.

Weiters wurde die Kategorie Faktenwissen (S3) festgelegt, welche reproduziertes Faktenwissen der SchülerInnen umfasst. Wie in Kapitel 3.3. dargestellt, lässt sich das Faktenwissen je nach Themenstellung den verschiedenen Inhaltsdimensionen (Chemie, Biologie, Physik) des Kompetenzmodells zuordnen (vgl. Bifie, 2011). Nennen die SchülerInnen also Fakten, die sich einer dieser Inhaltsdimensionen zuordnen lassen, fallen die Aussagen in diese Kategorie.

Nun ist das vorhandene Datenmaterial in seiner Entstehung und Charakteristik dargestellt und die Kategorien für seine Auswertung definiert. Im Folgenden sollen die daraus

¹⁶ Vgl. u.a. Bifie, 2011

gewonnenen Informationen zusammengefasst und interpretiert werden. Zur Kontextualisierung der Aussagen aus den Interviews und Videos werden zusammenfassend Beobachtungen zu den SchülerInnengruppen vorangestellt. Dies soll einen Einblick in den tatsächlichen Ablauf der Lernwerkstatt geben und einen späteren Vergleich zu den Darstellungen der SchülerInnen in den Interviews erlauben. Weiters wird die fachliche Verortung der Forschungsfragen der Gruppen vorgenommen.

11. Beobachtungen zu den SchülerInnengruppen

Die beiden Schüler von **Gruppe 1** waren beim Gang durch die Lernlandschaft interessiert. Sie sammelten unabhängig voneinander Fragen und beschäftigten sich mit Spiegeln und anderen Objekten. Im Plenum nannten sie die folgenden Fragen:

Sm1: Was hat Licht mit Farben zu tun? Eine Welt ohne Schatten? Wieso kann man den Lichtstrahl des Laserpointers sehen? Wieso ist der Himmel blau? Wie lange braucht das Licht von der Sonne zu Erde?

Sm2: Wie dreht das Auge die Bilder im Kopf? Kann man mit Helligkeit Farben beeinträchtigen? Wie wird man farbenblind?

Bei der Themenwahl zeigten die beiden bald auf und hatten schon beschlossen, zusammenzuarbeiten. Sie entschieden sich für das Themenfeld Physik, ihr Forschungstitel war zunächst „Wir sind Albert Einstein“ (Canon HD Sammeln der Fragen, Min. 7:29): sie wollten „ausrechnen wie das geht mit dem Sonnenlicht zur Erde“ (Canon HD Sammeln der Fragen 1, Min. 7:41). Ihnen wurde Ass1 als Betreuer zugewiesen, der sich im Laufe der Woche intensiv mit ihnen beschäftigte. Die Idee, die Berechnungen Einsteins nachzuvollziehen, verwarfen sie auf Anraten der Lernbegleitung bald. Sie gelangten im Diskurs mit Ass1 zur Fragestellung „Wie kann man natürlich Strom erzeugen?“ Dabei schlugen die Schüler zunächst den Bau einer Solarzelle vor, was jedoch mangels verfügbarer Instrumente nicht umsetzbar war. Einen ersten Versuch zur Energiegewinnung stellte das Erhitzen eines Papierblattes mit Licht und Lupe dar. Dies probierten die Schüler zunächst mit einer Taschenlampe, später mit Sonnenlicht. Das Blatt begann lediglich zu glühen, nicht zu brennen. Eine Glasflasche (von Ass.1) wurde dann zur Inspiration für ihr Projekt bzw. Gedankenexperiment. Im Laufe des ersten Tages beschlossen sie, eine turmförmige (wie die Flasche) Apparatur zu entwerfen, mit der sie aus Sonnenlicht und Wasser Strom erzeugen wollten.

Am zweiten Tag konkretisierten sich die Pläne der Schüler. Ihre Idee war, einen schwarzen Turm zu bauen, in welchem Wasserdampf erhitzt und so eine Turbine angetrieben wird, um Strom zu erzeugen. Außerdem sollten um den Turm Spiegel stehen, welche das Sonnenlicht darauf fokussieren. Die Schüler führten ein Experiment durch, in dem sie Wasser in einem geschlossenen Gefäß über dem Brenner erhitzen. Außerdem begannen sie, ihr Modell aufzuzeichnen, wozu sie Hilfestellung von Ass1 erhielten. Die Schüler wollten ein dreidimensionales Modell aus einer Dose bauen, dazu bastelte Sm2 auch eine Turbine (Propeller) aus Papier. Sie erkannten jedoch,

dass sie das Modell für die Präsentation nicht verwenden können, da es nicht durchsichtig ist. Daher entschieden sie sich dafür, eine Skizze zu verwenden. Wichtig war für die Schüler die Wiederverwertbarkeit aller eingesetzten Materialien und das Auffangen des Kondenswassers. Immer wieder versuchten sie dazu ihre Skizze zu verbessern. Außerdem wollten sie Meerwasser verwenden und überlegten, was sie mit dem restlichen Salz tun könnten. Den Turm wollten sie am Äquator (heißeste Stelle) bauen. Für ihre Präsentation planten die Schüler ein Interview, wobei Sm1 die Rolle des Wissenschaftlers und Sm2 die Rolle des Laien, der aufgeklärt werden soll, übernahm.

Am letzten Tag haben die Schüler eine Apparatur mitgebracht, mit welcher sie das Aufsteigen heißer Luft zeigen wollten. Es handelte sich um ein Holzgestell, auf dessen Boden vier Kerzen platziert wurden und welches darüber einen Propeller hatte. Die Schüler haben außerdem die Verwendungsmöglichkeiten von Kochsalz recherchiert. Sie besprachen den Ablauf ihrer Präsentation und überlegten sich die Fragen, die der Interviewer (Sm2) stellen sollte. Bei der Präsentation zeichnete Sm1 die Skizze des Turms auf ein Flipchart und Sm2 fragte ihn, was das sein soll. Daraufhin erklärte Sm1 die Apparatur sowie diverse Vorteile und technische Aspekte.

Zusammenfassend hat sich diese Gruppe dem Thema „Licht und Farbe“ mit physikalischem Zugang und dem Ziel, Strom aus Licht zu erzeugen, gewidmet. Fachlich war dabei das Konzept von Wärme und Energie relevant, konkret die Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie. Dabei findet nach der Idee der Schüler ein Umweg über das Erhitzen von Wasser statt. Das Wasser wird durch Sonnenstrahlung (Lichtfokussierung durch Reflexion mit Spiegeln) erwärmt. Die Energie der UV-Strahlung sollte dazu führen, das Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Zustand zu überführen. In der weiteren Schlussfolgerung vermischen die Schüler zwei Konzepte – sie argumentieren das Aufsteigen des Wasserdampfes damit, dass warme Luft immer aufsteigt. Das Aufsteigen warmer Luft lässt sich durch die schnellere Teilchenbewegung erklären. Wasserdampf ist hier aber nicht als reines gasförmiges Wasser zu sehen, sondern als Gemisch aus Wasser und Luft. Dieses hat eine geringere Dichte als Luft und steigt aus diesem Grund nach oben. Es entsteht kinetische Bewegungsenergie, die dazu führen soll, dass ein Propeller sich dreht. Dies ist bei geeigneter Auswahl von Rotorblättern durchaus denkbar und entspricht der Idee eines Windrades: Durch die Bewegung des Luft-Wasserdampf-Gemisches werden die Rotorblätter

mittels Unterdruck angetrieben. Diese kinetische Energie könnte letztlich mittels Induktion wiederum in elektrische umwandelt werden, womit sich die Schüler in ihrer Arbeit aber nicht näher befassen. Sie berücksichtigen die Tatsache, dass das verdampfte Wasser beim Abkühlen wieder kondensiert, dabei dichter wird und zurück in das Ausgangsbecken gelangt. Trotzdem gehen sie davon aus, dass einiges an Wasser auch verloren geht, und – bei der Verwendung von Salzwasser – Kochsalz in kristalliner Form übrig bleibt. Der Verlust des Wassers wird zwar nicht begründet, ergibt aber bei der Annahme einer nicht hundertprozentig effizienten Bauweise durchaus Sinn. Die Schüler berücksichtigen also verschiedene physikalische Phänomene, von Lichtreflexion über Energieumwandlung bis zu den Aggregatzuständen und Lösungs-/Ausfällungsphänomenen, auch wenn die fachliche Richtigkeit nicht immer gegeben ist.

Die beiden SchülerInnen von **Gruppe 2** waren bereits beim ersten Gang durch die Lernlandschaft häufig gemeinsam zu sehen sind und beschäftigten sich mit verschiedenen Objekten. Ihre Fragen notierten sie dann getrennt voneinander an unterschiedlichen Tischen. So ergaben sich für Sw1 die folgenden Fragen:

Was hat Blaulicht für einen Effekt? Was ist am Blaulicht anders? Können wir ohne Licht überleben? Wie kamen die Leute auf Lichtspiele? Warum fühlen sich ein paar Lebewesen von Licht angezogen? Unterschied elektr. Licht/Sonne? Wie werden im Planetarium die Sterne projiziert? Und Nachtlampen? Was bedeuten die Farben? Warum ist Rot Liebe? Wie funktioniert 3D? Warum hat ein Filzstift so viele Farben? Warum ist Licht so wichtig? Wie können Farben die Stimmung ändern? Warum brauchen wir so viel Strom? Was wäre, wenn wir am Abend das Licht früher abdrehen? Warum leuchten Sachen im Dunkeln?

Und für Schülerin Sw2:

Wieso verändern sich manche Farben bei verschiedenem Licht? Wie entstehen Fotos? Wie schnell ist das Licht? Wie kann Strom Licht erzeugen? Wer hat Schattenspiele erfunden? Wieso ist künstliches Licht manchmal weiß und manchmal beige? Was haben Farben mit Licht zu tun? Wer hat Laser-Tag erfunden? Woher kommt das Sprichwort „mir geht ein Licht auf“? Wie kann man bei Kameras Effekte einstellen?

Obwohl der Regenbogen noch nicht konkret erwähnt wurde, stellten die Schülerinnen einige Fragen in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Licht und Farbe. Die Schülerinnen waren bei der anschließenden Konkretisierung der Forschungsfrage unter den ersten, die sich zu einem Team zusammengefunden haben und nun die Frage „Was ist ein Regenbogen?“ bearbeiten wollten. Am ersten Lernwerkstatttag zogen sich die beiden Schülerinnen zunächst in die Bibliothek zurück und recherchierten in den Büchern zu ihrem Thema. Sie fanden nur wenige Bücher mit Informationen und beklagten, dass sie kein Internet verwenden dürfen.

Am zweiten Tag waren die Schülerinnen vor allem mit der Gestaltung zweier Plakate für ihre Präsentation beschäftigt. Dazu bastelten sie mit Buntpapier einen Regenbogen. Die Schülerinnen waren vorwiegend alleine im Mehrzweckraum und arbeiteten ruhig. Sie erklärten L1, bereits ein Experiment zur Erzeugung eines Regenbogens ausprobiert zu haben. Dafür benötigen sie eine Schale Wasser, einen Spiegel sowie wahlweise Sonnenlicht oder künstliches Licht. Nachdem die Gruppe nicht durchgehend auf dem Videoband zu sehen ist, ist nicht sicher, ob sie dieses Experiment in der Schule oder am Nachmittag daheim durchgeführt haben.

Am dritten Tag bereiteten die Schülerinnen ihre Präsentation vor. Sie erklärten bei dieser dann anhand ihrer Plakate die Farben des Regenbogens und den Grund für seine Entstehung. Dabei gingen sie darauf ein, dass die Wassertropfen als Prisma funktionieren und das Licht in seine Spektralfarben zerlegen. Abschließend erzeugten sie mittels des Overheadprojektors einen Regenbogen an der Decke des Raumes.

Auf der fachlichen Ebene ist auch Gruppe 2 mit einem physikalischen Thema beschäftigt. Die Entstehung eines Regenbogens beruht auf dem Phänomen der Lichtbrechung durch prismatische Eigenschaften fein verteilter Regentropfen. Die Voraussetzung dafür ist eine feine, enge Verteilung der Regentropfen. Das weiße Sonnenlicht, das ein Spektrum von etwa 410-650 Nanometer umfasst, wird dabei je nach Auftreffen auf den Tropfen unterschiedlich reflektiert und somit in seine Spektralfarben aufgebrochen. Dadurch werden je nach Wellenlänge verschiedene Farben sichtbar. Die Reihenfolge der Farben entspricht dabei üblicherweise der Reihenfolge der Wellenlängen, unter Umständen¹⁷ kann es auch zu einer anderen Reihenfolge kommen. Außerdem sind teilweise neben einem Hauptregenbogen auch Nebenregenbögen sichtbar. Auch mit künstlichem weißem Licht, das in etwa dem Farbspektrum des Sonnenlichtes ent-

¹⁷ Etwa Nebenregenbögen, tertiäre oder quartäre Regenbögen.

spricht, kann ein Regenbogen erzeugt werden. Dazu können im Experiment eine Wasseroberfläche und ein Spiegel zur Simulation der doppelten Reflexion im Tropfen verwendet werden, so wie die SchülerInnen es gezeigt haben.

Die aus drei Schülerinnen bestehende **Gruppe 3** war teilweise schon während der Fragenfindung gemeinsam unterwegs. Alle drei Schülerinnen betrachteten bei ihrem ersten Gang durch die Lernlandschaft die ausgestellten Kaleidoskopwürfel eindringlich. Bevor sie sich als Gruppe zusammenfanden, präsentierten aber auch diese Schülerinnen zunächst einzeln ihre Fragen:

Sw3: Was hat blau und gelb mit grün zu tun? Wie fühlen farbenblinde Menschen?

Sw4: Wie stellt man Farben her? Woraus bestehen Farben?

Sw5: Warum feiert man das Laternenfest?

Die Schülerinnen Sw3 und Sw4 betrachteten anschließend gemeinsam alle Fragen an der Pinnwand und besprachen sich mit Sw5. Dann nannten sie ihre Forschungsfrage: „Wie baut man einen Kaleidoskopwürfel?“ Am Anfang fragten die Schülerinnen, ob sie das Modell aus der Lernwerkstatt zerlegen dürfen, um den Aufbau besser nachvollziehen zu können. Dies wurde ihnen nicht erlaubt. Trotzdem hatten sie bereits am ersten Tag Ideen und begannen damit, Muster zu zeichnen, die sie in den Würfel einbauen wollten.

Am zweiten Lernwerkstatttag waren die Schülerinnen durchgehend mit dem Basteln des Würfels beschäftigt. Zuerst schnitten sie Quadrate aus Karton aus und Spiegelfolie zurecht. Sw5 fertigte verschiedene Bilder als Würfelmuster an. Diese Bilder übertrugen die anderen beiden auf die Spiegelfolie, wo diese dann im Würfel sichtbar werden sollten. Sw3 und Sw4 arbeiteten die meiste Zeit konzentriert und zielorientiert, Sw5 sah ihnen häufig zu und verübte Aufgaben nur dann, wenn sie ihr von den anderen beiden aufgetragen wurden. Dennoch schien die Gruppe harmonisch zusammenzuarbeiten. Am dritten Tag stellten die Schülerinnen den Kaleidoskopwürfel fertig und machten sich Gedanken zur Präsentation. Bei dieser zeigten sie schließlich den fertigen Würfel sowie zum Vergleich den in der Lernlandschaft ausgestellten Kaleidoskopwürfel. Sie beschrieben ihrem Arbeitsablauf und die Aufteilung der Arbeitsschritte in der Gruppe. Mittels Beamer zeigten sie Fotos, die sie beim Basteln sowie vom fertigen Würfel gemacht hatten. Die Präsentation übernahmen vor allem die Schülerinnen Sw3 und Sw4, Sw5 half beim Austeilen der hergezeigten Gegenstände und erklärte die gemalten Bilder.

Das physikalische Phänomen des Kaleidoskopwürfels beruht auf einem ähnlichen Effekt wie der Regenbogen. In einem Kaleidoskop sind mehrere Spiegel angeordnet, außerdem gibt es ein Loch, durch welches Licht einfallen kann, sowie ein Loch zum Hineinsehen. Im Gegensatz zum Regenbogen kommt es hier aufgrund der gleichbleibenden Winkel nicht zu einer Brechung, sondern lediglich zu einer Mehrfachreflexion des Lichtes. Dadurch können Muster, die im Kaleidoskop gezeichnet sind, dreidimensional sichtbar werden. Diese Muster ändern sich beim Drehen und können auch farbig sein. Üblicherweise sind zylindrische Kaleidoskope bekannt, die Gruppe hat sich für den Bau eines Würfels entschieden.

Der Schüler von **Gruppe 4** blickte sich in der Lernlandschaft um und nahm einige Gegenstände in die Hand. Dann notierte er einige Fragen, die er später im Plenum nannte:

Sm3: Wie kommt die Farbe auf die Steine? Wie funktionieren Wärmebildkameras? Wie wird die Wiese grün?

Bei der Festlegung der Forschungsfragen konnte er sich jedoch keiner Gruppe anschließen und auch keine Frage finden. Während alle anderen Schüler bereits zu arbeiten begannen, verblieb er ratlos mit L1 im Raum der Fragensammlung. Dort schlenderte er vor der Pinnwand umher, las einige der Fragen nochmals durch und schleuderte nebenbei seine Pantoffeln herum. L1 fragte ihn, ob er überhaupt an der Lernwerkstatt teilnehmen möchte, was er nach einigem Schweigen bejahte. Daraufhin ging sie mit ihm nochmals in die Lernlandschaft, um gemeinsam ein Thema zu finden. Sm3 blickte sich wiederum eher ziellos um und stand dann lange vor einem Tisch mit Acrylfarben. Er meinte nun, herausfinden zu wollen, welche Farben Grün ergeben. Diese Frage wurde zuvor im Plenum von einem anderen Schüler genannt. Während Sm3 keine Idee hatte, wie er genau vorgehen möchte, machte L1 ihm einige Vorschläge. Sm3 wirkte insgesamt unsicher und nervös, er schaute meist zu Boden und sprach kaum hörbar. Schließlich begann er zu arbeiten und verschiedene Farben zu mischen. Am zweiten Tag mischte Sm3 Wasserfarben, um unterschiedliche Grüntöne zu erzeugen. L2 riet ihm, die Felder mit verschiedenen Farben zu beschriften. Sm3 hörte aufmerksam zu und wirkte konzentriert sowie interessiert. Er nickte zustimmend, sprach jedoch nicht. Später machte er auf Vorschlag und nach Anleitung der Lernbegleitung einige Papierchromatographien mit verschiedenen Filzstiften auf Kaffeefiltern. Mit L2

besprach er seine Präsentation, sie empfahl ihm, die Papierchromatographiebilder aufzukleben und herzuzeigen. Sm3 wollte das umsetzen und nach reinen und unreinen Farben ordnen. Während er klebte und beschriftete, ließ er sich immer wieder von MitschülerInnen ablenken.

Am letzten Tag notierte Sm3 die Inhalte seiner Präsentation, wobei Ass2 ihm einiges an Faktenwissen erklärte. Er präsentierte seine Experimente und beschrieb, wie Papierchromatographie funktioniert und was dabei erkennbar ist. Dann führte er dem Publikum ein Chromatographie-Experiment vor, welches er zuvor vorbereitet hatte. Er baute einige Fachbegriffe ein, nahm dazu allerdings häufig seinen Stichwortzettel zur Hilfe.

Sm3 beschäftigte sich vorwiegend mit dem physikalischen Phänomen der Farben beziehungsweise der Farbmischungen. Das Spektrum des sichtbaren Lichtes umfasst wie bereits erwähnt einen Bereich von etwa 200 Nanometern. Die Farben eines Gegenstandes hängen davon ab, welche Anteile dieses Bereiches der Gegenstand absorbiert bzw. reflektiert. Werden etwa die Wellenlängenbereiche 520-620nm reflektiert, entspricht dies der Farbe Grün. Farben können grundsätzlich aus den Grundfarben Cyan (Blau), Magenta (Rot) und Gelb gemischt werden, häufig kommen aber noch mehr Komponenten¹⁸ zum Einsatz. Sm3 hat zum einen versucht, verschiedene Farben zu finden, die Grün ergeben. Dabei verursacht das Mischen von Farben eine Verschiebung der Wellenlängen. Kürzere (Blau) und längere (Gelb) Wellenlängen ergeben den Bereich dazwischen (Grün). Dies kann entweder direkt auf der Ebene der Strahlung passieren (Fernseher) oder auf der Ebene der Gegenstände, welche die Strahlung reflektieren (wie im durchgeführten Experiment des Schülers).

Der zweite Versuch des Schülers beruht zwar auf einem physikalischen Phänomen, entspricht aber einem Standardverfahren aus der Chemie – der chromatographischen Trennung. Die Chromatographie dient der Trennung von Stoffen mittels unterschiedlicher Löslichkeit. Der Analyt wird auf einer stationären Phase (etwa Filterpapier) aufgetragen und mit einer mobilen Phase (etwa Wasser oder Alkohol) versetzt. Je nach der Löslichkeit (also Polarität) der Analytbestandteile in der mobilen Phase werden sie unterschiedlich weit auf der stationären Phase transportiert. Farben aus Filzstiften sind meist Farbgemische, wobei die einzelnen Farbstoffe eine unterschiedliche Polarität aufweisen. Somit wird bei der Papierchromatographie die (ungefähre) Zusammensetzung der Farben sichtbar. Ungenauigkeiten sind dadurch gegeben, dass einige Farben

¹⁸ Bereits gemischte Farben, also sogenannte Sekundär- oder Tertiärfarben

sehr ähnliche Löslichkeiten haben. Eine Variationsmöglichkeit dazu wäre die Verwendung verschiedener mobiler oder stationärer Phasen. Das Experiment, wie es der Schüler durchgeführt hat, ist ein klassisches Schülerexperiment aus dem Chemieunterricht, mit dem häufig die Einteilung der Stoffe eingeführt wird. In der Chemie und Physik wird zwischen Reinstoffen und Gemischen unterschieden, wobei Gemische durch entsprechende physikalische Verfahren in ihre Reinstoffe aufgetrennt werden können. Dies hat der Schüler gemacht, um herauszufinden, aus welchen Farben die Farbe Grün gemischt werden kann.

Nach dem Überblick über die Arbeit der SchülerInnen folgen nun die Zusammenfassung der Ergebnisse sowie deren Interpretation.

12. Ergebnisdarstellung und Interpretation

12.1. To learn about inquiry

12.1.1. Zusammenfassung

Im Folgenden werden die Aussagen der SchülerInnen zu den Aspekten des „to learn about inquiry“ zunächst zusammengefasst. Es wird das Bild der SchülerInnen von der Lernwerkstatt dargestellt und ihre Sichtweise auf den Charakter und Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung gezeigt.

Die SchülerInnen wurden zu Beginn der Interviews nach dem **Ablauf der Lernwerkstatt (A1)** gefragt. Die SchülerInnen aller Gruppen erklären, dass sie im Zuge ihres ersten Ganges durch die Lernlandschaft verschiedene Fragen auf Kärtchen notiert haben. Während die Gruppen 1 und 2 das Überthema Licht und Farbe von sich aus erwähnen, fällt es Gruppe 3 schwer, sich daran zu erinnern:

I: Und war das Überthema dieses Jahr, wisst ihr das noch?

Sw3: Ach du Scheiße.

Sw4: Licht und Farbe. (I3, 8-10)

Gruppe 4 kann sich gar nicht mehr an das Thema erinnern und wird während des Interviews darauf hingewiesen. Die Lernlandschaft beschreiben die SchülerInnen nicht näher.

Die SchülerInnen aller Gruppen erklären weiter, dass nach dem Fragensammeln die konkrete Fragen- und Gruppenwahl stattgefunden hat. Von Gruppe 1 wird außerdem die Zuteilung der LernbegleiterInnen zu jeder Gruppe erwähnt. Anschließend geben die SchülerInnen allgemein an, nach der Themenfindung an ihren Projekten zu arbeiten. Auch die Präsentation am Ende wird als Bestandteil der Lernwerkstatt genannt. Einige Ablaufelemente (siehe Kapitel 8) werden nicht erwähnt, so etwa das Führen des Forschungstagebuches. Dass es – etwa im Vergleich zu Präsentation – eine untergeordnete Rolle spielte, wird in einer Videoszene (Canon MOV003) deutlich:

Ass2: Schreibt ihr das eigentlich auch mit in eurem Forschungstagebuch, was ihr da macht? (Sw3, Sw4 lachen)

Sw3: Neee!

Sw4: Wir sind so drin vertieft dass wir da gar nicht dazu kommen. (G3 Canon MOV003, 10-13)

Diese Stelle macht zeigt, dass das Forschungstagebuch aus dem Lernwerkstattablauf ausgeklammert ist und nicht unbedingt als Teil der Arbeit gesehen wird. Insgesamt

bleiben den SchülerInnen vor allem die für die eigene Arbeit wegweisenden Schritte wie Themenfindung und Präsentation im Gedächtnis.

In der Kategorie **Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung (A2)** ist relevant, was die SchülerInnen unter naturwissenschaftlicher Forschung verstehen und wie ihr Bild von der Arbeit eines/r Forschers/in ist. Weiters geht es darum, ihre Idee vom Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung sichtbar zu machen. Dazu kamen während des Interviews die beschriebenen Kärtchen mit den Schritten des Forschungszyklus zum Einsatz.

Zunächst wird auf das Bild der SchülerInnen von ForscherInnen/Forschung eingegangen. Dazu einige Zitate der Gruppen:

Gruppe 1:

Sm2: Man muss einfach nur experimentieren, so ein bestimmtes Insekt fangen und schauen, was das den ganzen Tag macht (I1, 184)

Sm1: Selber herausfinden [...] (I1, 192)

Gruppe 2:

I: Was heißt denn dieses selbst Erforschen für euch?

Sw1: Naja man kann selber in Büchern bestimmte Dinge selbst heraus lesen oder etwas Neues lernen selber. [...] (I2, 76-77)

Gruppe 3:

I: Wie arbeitet ein richtiger Forscher?

Sw3: Konzentriert, gezielt, ordentlich. Äh [...] (I3 83-84)

Gruppe 4:

I: Was heißt denn das, Forschen?

Sw4: Darüber nachdenken (-) also ins Detail gehen.

I: Ins Detail wovon?

Sw4: Von dem Projekt. (G4 , 75-77)

Gruppe 1 und 2 betonen den selbstständigen Charakter von Forschungstätigkeit und eine damit verbundene Unabhängigkeit. Gruppe 3 und 4 gehen eher auf die Arbeitsweise ein, die konzentriert und detailliert ist. Gruppe 3 bezieht diese Eigenschaften auf „einen Forscher“ (wobei dieser Begriff prinzipiell zu allgemein ist und nur der Vereinfachung dient) während Gruppe 4 von der eigenen Arbeit spricht.

Gruppe 2 fokussiert sich auf die Recherchetätigkeit und meint, dass man zum Forschen in die Bibliothek gehen oder Menschen, die sich mit dem Thema auskennen,

fragen kann (vgl. I2, 90). Außerdem kann „man durch Internet alles Mögliche forschen“ (I2, 88). Ihr Verständnis von Forschung bezieht sich also vor allem auf Recherche und Zurückgreifen auf Theorien. Den Unterschied zum realen Forschungsleben erkennen sie in der Lernwerkstatt darin, dass in der Realität nicht alles aufgebaut und bereitgestellt wird. Die Ähnlichkeit zwischen Lernwerkstatt und Realität ist für sie themenabhängig (vgl. I2, 84-85). Gruppe 3 sieht einen wesentlichen Unterschied zwischen Forschungsrealität und Schule (nicht konkret auf die Lernwerkstatt bezogen) in der An- bzw. Abwesenheit eines/r LehrerIn. Die Schülerinnen meinen, einem/r ForscherIn wird nichts erklärt, der/die muss es selbst erforschen.

Gruppe 1 versucht – wie in nachstehendem Videotranskript deutlich wird – ihre Arbeit in der Lernwerkstatt realitätsnah zu gestalten:

Sm2: Wir machens so wie die Realität eher ist, er ist so ein Wissenschaftlicher, ich bin ein normaler Bürger. Wir debattieren über das, ich sag, dass es unnötig ist, wir haben Erdölenergie und so (G1 Canon MOV002, 3)

Die Schüler wollen also einen Dialog zwischen Wissenschaftler und nicht-Wissenschaftler imitieren.

Um das Bild der SchülerInnen vom Ablauf des naturwissenschaftlichen Forschens näher zu betrachten, wird nun im Folgenden das Auflegen der Kärtchen des Forschungszyklus genau betrachtet. Dabei werden für alle vier Gruppen die Reihenfolge der Kärtchen, der Weg zu dieser Reihenfolge sowie die Kommentare zu den Kärtchen dargestellt.

Gruppe 1 legt zunächst das Kärtchen „Ergebnisse präsentieren¹⁹“ an den Schluss. Dann wollen sie „Fragen stellen“ an den Anfang legen, sehen aber im selben Moment „Beobachten, beschreiben, Daten sammeln“ und meinen nun, dass dies zuerst gemacht wird. Es folgt an der dritten Stelle „Untersuchungen durchführen“ und dann „Daten auswerten, interpretieren, Zusammenhänge herstellen“. Das „Zurückgreifen auf Theorien“ sehen die Schüler auf mehreren Ebenen:

Sm2: Stimmt wir wollten eigentlich das von Einstein da haben wir zurückgegriffen auf eine Idee. (I1, 210)

Sm1: //man muss immer auf alte Ideen zurückgreifen. (I1, 233)

Sie beziehen sich also sowohl auf Theorien anderer, als auch ihr Vorwissen (vgl. auch I1, 235). Sie legen abschließend das Kärtchen „Erkennen, was offen geblieben ist,

¹⁹ Die Aufschriften der Kärtchen werden zum Zweck der Lesbarkeit teils verkürzt wiedergegeben, der gesamte Text ist den Abbildungen (7; 10-16) zu entnehmen.

Alternativen finden“ vor die Präsentation. Dann überlegen sie nochmals, ob die ersten beiden Kärtchen in der richtigen Reihenfolge sind:

Sm1: Ja und das da (-) ich würd erst das da auf ein Thema und dann erst die Fragen.

Sm2: Ja wir machen immer zuerst ein Thema und dann erst ne Frage. (-) Also das ist so glaub ich. (G1, 211-212)

Auf Nachfrage überlegen sie, ob dies in der Forschungsrealität auch so geschieht. Dabei kommen sie zu dem Schluss, dass sich die beiden Schritte abwechseln müssten (vgl. I1, 2018-219). Sie legen nach dieser Schlussfolgerung die beiden Kärtchen nebeneinander auf (vgl. Abb. 10)

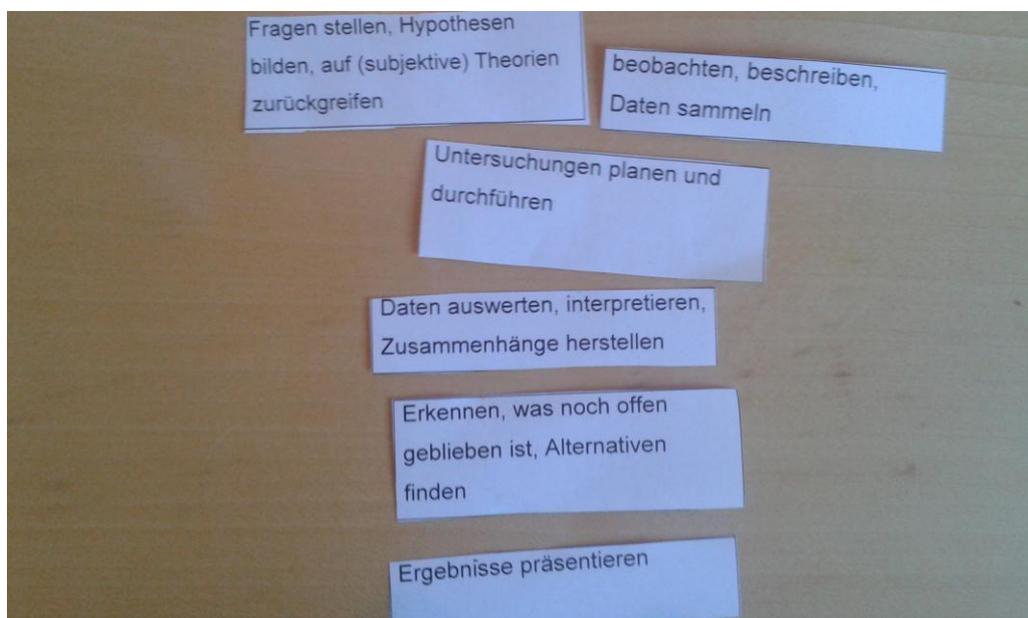


Abbildung 10: Forschungsablauf laut Gruppe 1 (1. Version)

Unter „Erkennen, was noch offen geblieben ist“ verstehen die beiden Schüler vor allem das Vorbereiten auf Fragen zu ihrem Experiment. Sie sagen, sie müssen auf Nachfrage etwa erklären können, was mit dem Salz als Abfallprodukt ihrer Konstruktion passiert. Dies erklärt, warum sie das Kärtchen vor die Präsentation legen – es geht um das Wappnen für etwaige Rückfragen durch ihre MitschülerInnen oder LehrerInnen. Weiters sagen die Schüler, dass sich bei der praktischen Umsetzung ihrer Idee neue Fragen oder Probleme ergeben würden. Aufgrund dieser Überlegung kommen sie zu der folgenden Feststellung:

Sm1: Ja das heißt es ist immer, das ist immer bei Forschen so, es gibts kein Punkt es gibt kein Ziel halt, wo man sagt ok ich hör auf jetzt.

I: Das stimmt, wie müsste man dann die Kärtchen eigentlich hinlegen?

Sm1: Ja ich würde sie eigentlich (-)

Sm2: Im Teufelskreis sozusagen, immer von neu dann, das wieder dann so, in so einem Domino (I1, 263-266)

Durch Betrachtung ihrer einzelnen Arbeitsschritte haben sie also erkannt, dass es sich um einen Kreislauf handelt (vgl. Abb. 11). Abschließend stellen sie fest:

Sm1: Ja das heißt es ist immer, das ist immer bei Forschen so, es gibt's kein Punkt es gibt kein Ziel halt, wo man sagt ok ich hör auf jetzt. (I1, 263)

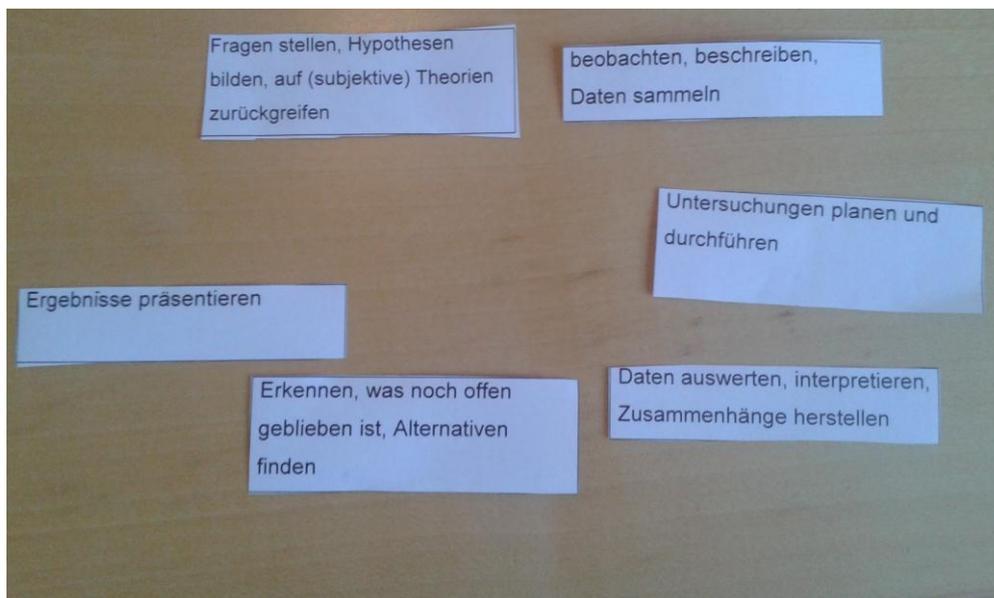


Abbildung 11: Forschungsablauf laut Gruppe 1 (2. Version)

Gruppe 2 legt zuerst die beiden Kärtchen „Fragen stellen“, „auf Theorien zurückgreifen“ und „Daten sammeln, beobachten“ auf. Auf Nachfrage meinen die SchülerInnen, dass sie vor allem Daten gesammelt haben und beziehen sich dabei auf ihre Literaturrecherche. Dann werden die folgenden Kärtchen in dieser Reihenfolge aufgelegt: Untersuchungen planen und durchführen, auf subjektive Theorien zurückgreifen, Daten auswerten, interpretieren, Zusammenhänge herstellen, Ergebnisse präsentieren. Unter Zusammenhänge herstellen verstehen sie „das mit diesen Ureinwohnern und Regenbogen. Alles Mögliche.“ (I2, 107). Den Punkt „auf Theorien zurückgreifen“ kommentieren sie wie folgt:

Sw2: Also wir haben die Experimente gemacht von irgendwelchen Leuten wahrscheinlich. (I2, 114)

Damit verweisen sie auf ihre Literaturrecherche, in der sie auch auf den Versuchsaufbau gestoßen sind. Das Kärtchen „erkennen, was offengeblieben ist“ wird zunächst nicht verwendet (siehe Abb. 12).

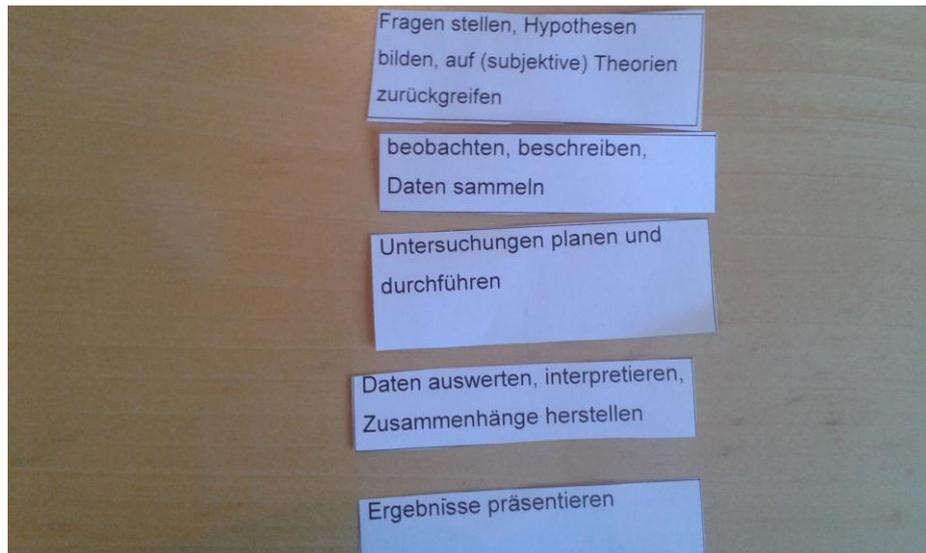


Abbildung 12: Forschungsablauf laut Gruppe 2 (1. Version)

Auf Nachfrage legen sie es vor das „Präsentieren“, ergänzen aber, dass für sie nichts offengeblieben ist und sie nach dem Präsentieren nicht weiter recherchiert haben. Als sie gefragt werden, wie das bei wissenschaftlicher Arbeit etwa auf der Uni abläuft, meinen sie, dass es dort kein wirkliches Ende gibt. Folglich entscheiden sie sich dafür, das Kärtchen doch auf die letzte Stelle nach der Präsentation zu verschieben. Außerdem sehen sie, dass das Erkennen, was offengeblieben ist, wieder zum Anfang, also zum Fragen stellen führt. Sie schließen darauf, dass es sich um einen Kreislauf handelt (siehe Abb. 13).

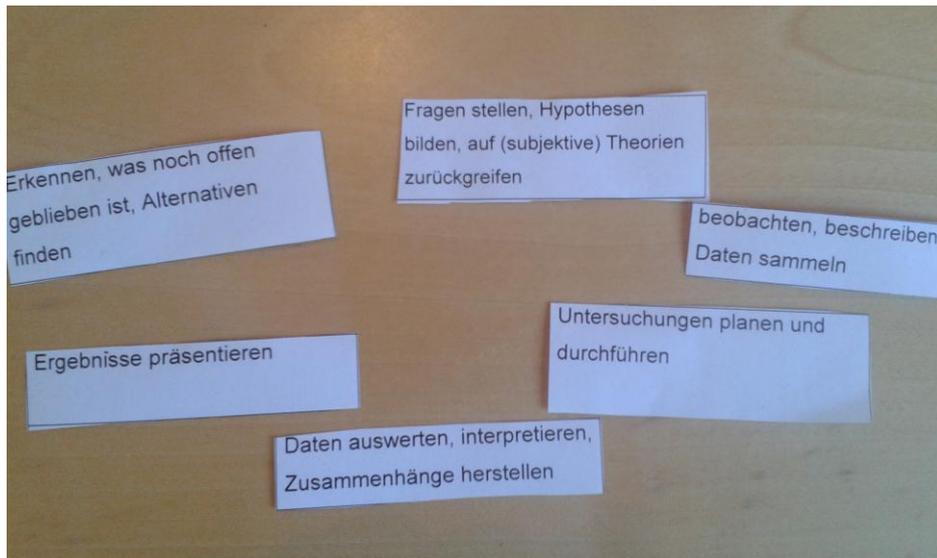


Abbildung 13: Forschungsablauf laut Gruppe 2 (2. Version)

Gruppe 3 liest sich zunächst alle Kärtchen durch und wirkt etwas verunsichert. Sw3 ergreift bald die Initiative und legt das Kärtchen „Ergebnisse präsentieren“ an den Schluss. Dann wird das Kärtchen „Fragen finden, Ideen für Erklärungen finden“ an erster Stelle positioniert. An zweiter Stelle wollen die SchülerInnen „Beobachten, Beschreiben, Daten sammeln“ legen, sind dabei aber sehr unsicher (vgl. I3, 92). Als nächstes denken sie über das Kärtchen „Erkennen, was noch offen geblieben ist“ nach. Sw3 möchte es an die dritte Stelle legen, doch Sw4 widerspricht und legt es vor „Präsentieren“. Die beiden übrigen Kärtchen werden vorerst nicht verwendet.

Unter dem Punkt „Beobachten, beschreiben, Daten sammeln“ verstehen die SchülerInnen das Notieren der benötigten Materialien und Abmessen des Modellwürfels:

Sw3: Wir haben einfach den Würfel ordentlich, also halt gscheit, beobachtet, also halt anschaut was wir halt brauchen. (I3, 102)

„Auf Theorien zurückgreifen“ kommentieren die SchülerInnen als: „Naja wenn es nicht klappt, dass man so eine Alternative findet, also“ (I3, 110). Sie legen dieses Kärtchen nun an die dritte Position nach „Beobachten, beschreiben, Daten sammeln“ (siehe Abb. 14).

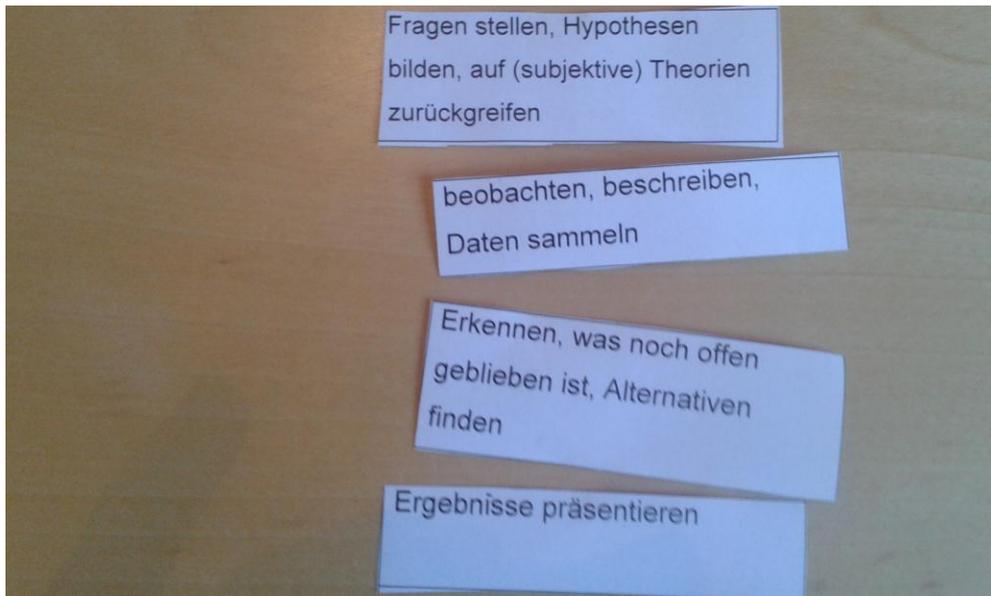


Abbildung 14: Forschungsablauf laut Gruppe 3 (1. Version)

„Erkennen was noch offen geblieben ist, Alternativen finden“ beziehen die Schülerinnen zunächst ähnlich wie Gruppe 1 auf die Vorbereitung ihrer Präsentation. Dann erkennen sie eine mögliche Alternative im Bau eines Kaleidoskops in einer anderen Form, etwa als Quadrat statt als Würfel. Zudem erklären sie, man könnte noch weiter forschen „warum das so ist“, was sie durchaus interessiert hätte (I3, 114). Dadurch erkennen sie, dass man somit wiederum zum Anfang, also zum „Fragen stellen“, gelangt (siehe Abb. 15):

Sw4: Nach vor.

I: Ja an den Anfang wieder.

Sw3: Na toll! (ernüchtert)

I: Also eigentlich ist das ein //

Sw4: Kreis.

[kurze Unterbrechung L1]

Sw3: Dann ist das so ein Kreis so ein //

Sw4: So ein Mischmasch.

Sw3: Es wiederholt sich. (I2, 122-126)

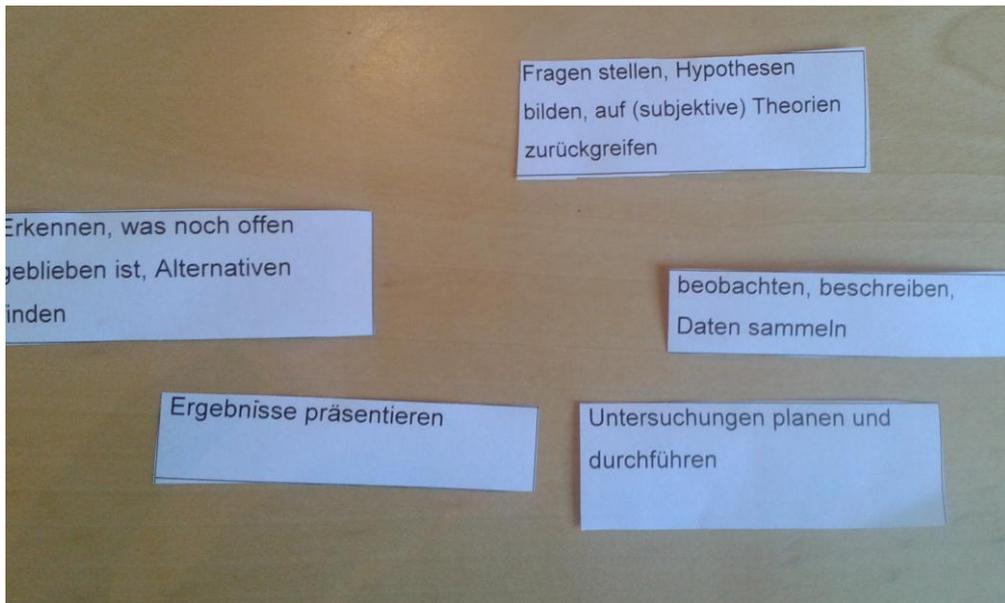


Abbildung 15: Forschungsablauf laut Gruppe 3 (2. Version)

Der Schüler von **Gruppe 4** legt ohne zu Zögern die Kärtchen „Beobachten, beschreiben, Daten sammeln“ sowie „Fragen stellen“ als erstes und zweites auf. Er begründet die Reihenfolge so:

Sm3: Weil wir am Anfang durch die Lernlandschaft gegangen sind, hab ich zuerst mal beobachtet. (I4, 89-90)

Auf Nachfrage erklärt er, dass später auch noch einmal beobachtet wird:

Sm3: Wenn Ergebnis da ist. Das was man sieht. (I4, 95)

Dennoch belässt er das Kärtchen an erster Stelle. Das Kärtchen „Fragen stellen, Hypothesen bilden, auf Theorien zurückgreifen“ hat er nur wegen dem „Fragen stellen“ aufgelegt (vgl. I4, 99). Er weiß zunächst nicht, was eine Hypothese ist und meint dann, keine gebildet zu haben. Unter dem „Zurückgreifen auf Theorien“ versteht er das Betrachten der Projekte anderer SchülerInnen. An dritte Position wird „Untersuchungen planen und durchführen“ gelegt. Das Kärtchen „Zusammenhänge herstellen“ erklärt der Schüler so:

I: Welche Zusammenhänge hast du herstellen können?

Sm3: Von dem Teebeutel zu dem Wasser und der Farbe.

I: Also du meinst welche Farben//

Sm3: Ja welche Farben rauskommen, wenn das und das (--) (I4, 102-105)

Abschließend legt er die Kärtchen „Ergebnisse präsentieren“ (5) sowie „Erkennen was noch offengeblieben ist“ (6) (siehe Abb.16). Zu letzterem meint er jedoch, dass es ei-

gentlich unnötig ist (vgl. I4, 109). Der Schüler stimmt zwar zu, dass es möglich gewesen wäre, andere Arten von Stiften zu verwenden, meint aber, es waren nicht so viele vorhanden (vgl. I4, 115). Daraus, dass das Kärtchen „Erkennen, was noch offen geblieben ist“, an letzter Stelle liegt, meint er, man müsse am Ende wieder nach oben (also zu „Beobachten“). Als er gefragt wird, ob man die Kärtchen dann auch anders (also nicht in einer Reihe) auflegen könnte, antwortet er:

Sm3: Das passt aber eigentlich (-) wenn ich zuerst beobachte, dann stell ich die Frage (-) na das geht ja gar nicht (-) (verunsichert). (I4, 129)

Dem Vorschlag, die Kärtchen im Kreis aufzulegen, stimmt er zu. Er meint, dass ForscherInnen auch in einem solchen Kreislauf arbeiten würden.

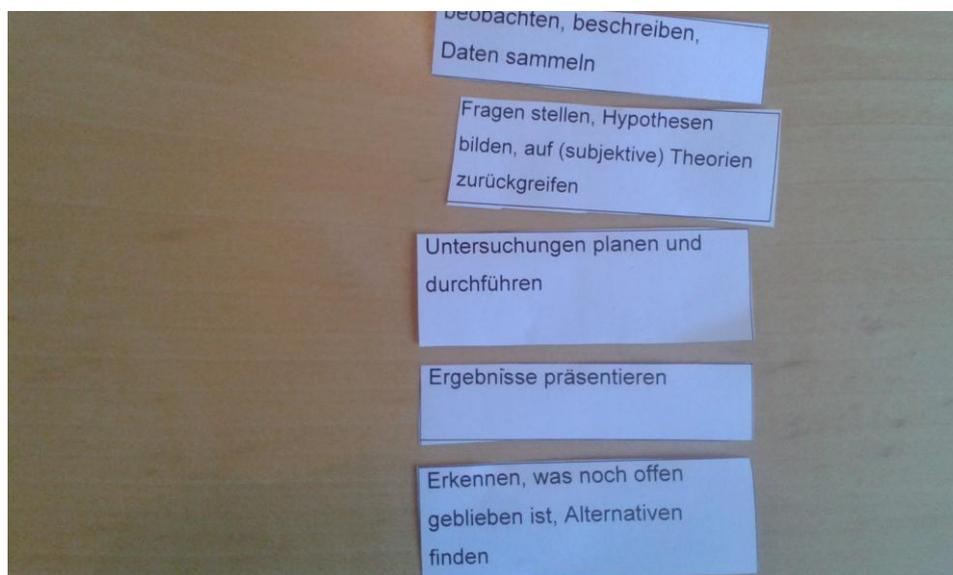


Abbildung 16: Forschungsablauf laut Gruppe 4

Nach ihrem Verständnis für den Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung soll nun die Fähigkeit der SchülerInnen zur **Reflexion über die eigene Forschung (A3)** beschrieben werden. Dazu gehören sowohl die Zufriedenheit mit der eigenen Arbeit als auch das Reflektieren von Möglichkeiten und Hürden bei dieser.

Alle vier Gruppen geben an, mit ihrer Forschungsarbeit zufrieden gewesen zu sein. Auch die Materialien waren für die meisten Gruppen ausreichend. Lediglich Gruppe 1 konnte ihre Überlegungen aufgrund fehlender Materialien und Zeit nicht in der Praxis umsetzen. Die Umsetzung in die Praxis halten sie für möglich, erkennen aber gleichzeitig, dass sich darin weitere Fragen ergeben hätten:

Sm1: [...] wenn wir das jetzt bauen würden würds wahrscheinlich nicht gehen, entweder es ist zu klein oder irgendwas funktioniert sicher nicht oder// (I1, 254)

Sie erkennen also, dass die Umsetzung ihrer Idee in der Realität andere Herausforderungen bereithält, als in Modellform. Daher war es in dem zeitlichen Rahmen nicht möglich, über die Idee und Skizze hinauszugehen.

Die Schüler von Gruppe 1 beschreiben, durch die Forschungsarbeit Neues gelernt zu haben, etwa die vielseitige Verwendungsmöglichkeit von Kochsalz. Interessant ist, dass sie sich eindeutig nicht als Wissenschaftler sehen:

Sm2: //Wenn ma das// schau wenn ma das oben so zumacht, da oben dann so eine Röhre wo (-)

Ass1: Also die absolute technische Lösung könnt's ihr nicht machen //aber die Idee//

Sm2: //Oja, das ist absurd// (G1 Canon MOV002, 18-20)

Sm2: [...] keine Ahnung wir sind keine Wissenschaftler wir können das nicht wissen [...] (G1, Canon MOV002, 35)

Die praktische Umsetzung ist nicht ihr Ziel und sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit beziehungsweise Funktionalität ihrer Idee. Dies rechtfertigen sie damit, dass sie keine Wissenschaftler seien.

Gruppe 2, 3 und 4 beschreiben im Interview lediglich die Zufriedenheit mit der eigenen Arbeit. Gruppe 2 hat nach eigener Aussage gelernt, wie man einen Regenbogen erzeugt. Gruppe 3 erklärt während der Lernwerkstatt mehrmals, dass das Bauen des Würfels schwierig für sie war:

Sw3: Also wir haben so ein Ding gebastelt und es war nicht so leicht wies aussehen hat. Also da schauts eigentlich ur leicht aus aber es nicht so einfach. [...] (G3 Panasonic 0002, 2)

Sie gehen allerdings weder im Interview noch während der Lernwerkstatt näher auf Schwierigkeiten ein.

Neben der Reflexion zur eigenen Forschung wurden die SchülerInnen auch zu ihrem Bild von der Lernwerkstatt befragt. Die **Reflexion zur Lernwerkstatt (A4)** soll das Bewusstsein der SchülerInnen für den Sinn des Projektes sowie ihre positiven/negativen Erfahrungen damit beschreiben. Dabei beziehen die SchülerInnen ihre insgesamt vierjährige Erfahrung mit dem Konzept Lernwerkstatt mit ein. Die meisten Aussagen der SchülerInnen zur Lernwerkstatt sind durchaus sehr positiv, sie geben an, durch die

Lernwerkstatt mehr zu lernen, als im Regelunterricht. Außerdem erklären sie, die Atmosphäre zu schätzen. Sie betonen dabei das freie Arbeiten, die Möglichkeit in der Gruppe zu arbeiten (Gruppe 1, 2, 3) und das selbstständige Ausprobieren (Gruppe 1, 2, 3, 4). Außerdem ist für sie das Bewegen (Gruppe 4) und der freie Zugriff auf Unterrichtsmaterialien (Gruppe 2, 3, 4) sehr wichtig.

Gruppe 1 sieht einen deutlichen Unterschied zum Lernen im Regelunterricht:

Sm1: Weil ich, zum Beispiel, wenn ich etwas mit Händen machen und daran bleibe, lerne ich besser, als wenn ich in der Klasse sitze, Büchervorschläge oder Tafel schauen muss.

Sm2: Ja, auf jeden Fall, man lernt besser, wenn man es selbst herausfinden muss oder Sachen nachbaut. (I1, 180-181)

Diese Gruppe betont auch, gerne öfters Lernwerkstatt gehabt zu haben und bedauert, dass diese Lernform nicht in allen Schultypen (etwa weiterführenden Schulen) durchgeführt wird. Die Schüler wissen zu schätzen, dass sie zum selbstständigen Arbeiten ermutigt werden:

Sm1: (...) da sagt mir keine Lehrerin ja jetzt mach das, nicht diese Thema passt zu dir nicht, oder du schaffst das nicht, oder sowas, die sagen nur das funktioniert nicht, weil wir das nicht haben, nur das da, mehr wird sie uns nicht sagen (...) (I1, 294)

Gruppe 2 meint, im Regelunterricht vermutlich einen ähnlichen Lernerfolg zu dem Thema gehabt zu haben, aber es hätte weniger Spaß gemacht. Im Vergleich zum Regelunterricht sehen sie folgende Vorteile:

Sw1: Einfach dieses selbstständig sein. Weil sonst beim normalen Unterricht schreibt man irgendwas von der Tafel ab oder [...] Ja und so kann man sich einteilen wie schnell man arbeiten will, also das Tempo und auf welcher Art. (I2, 149-151)

Auch diese Schülerinnen bejahen die Frage, ob sie gerne öfters Lernwerkstatt hätten, da es „mehr Spaß macht“ (I2, 153). Gruppe 3 weiß besonders die Gruppenarbeit und das unabhängige Arbeiten zu schätzen und würde ebenfalls gerne öfters in der Lernwerkstatt arbeiten. Gruppe 4 erklärt „Es ist anders vom Lernen her“ (I4, 84) und bezieht sich dabei vor allem auf die Möglichkeit, sich frei zu bewegen. Dennoch bevorzugt der Schüler den Regelunterricht:

Sm3: [...] mir würde der normale Stundenplan besser gefallen (I4, 141).

Alle Gruppen geben an, zunächst mit dem Thema „Licht und Farbe“ Schwierigkeiten gehabt zu haben. Der erste Eindruck in der Lernlandschaft war durchwegs eher negativ, es fiel den SchülerInnen schwer, sich etwas unter der Thematik vorzustellen.

Sm3: [...] Es ist nicht so mein Thema, es ist eher so ein fades Thema. (I4, 61)

Sm2: Keine Ahnung, halt unter Licht und Farbe was soll man sich da vorstellen. Man denkt da immer nur ähm Sonnenlicht oder gelb, rot blau grün und was soll man da machen. (I1, 153)

Gruppe 1 meint, dass die Themen der beiden früheren Lernwerkstätten (Wasser, Insekten) leichter gefallen sind. Die anderen drei Gruppen sehen keinen Unterschied im Schwierigkeitsgrad der verschiedenen Themen. Die Schwierigkeiten lösten sich bei den Gruppen 1-3 auf, sobald sie einen Arbeitsimpuls in der Lernlandschaft bekamen:

Sw4: Das war auch am Anfang sehr schwierig, als ich den Würfel gesehen hab, das war dann leicht. (I3, 65)

Gruppe 4 hatte größere Probleme, eine Fragestellung zu finden, was in Kategorie D1 näher dargestellt sein wird. Er hätte sich ein anderes Thema, etwa Explosionen gewünscht. Auch Gruppe 2 hätte lieber „mit Chemie“ gearbeitet, z. B. „irgendwas zusammenmischen“ (vgl. I2, 54).

Die Frage danach, warum die Lernwerkstatt gemacht wird, beantworten die verschiedenen Gruppen wie folgt:

Sm1: Weil ich, zum Beispiel, wenn ich etwas mit Händen machen und daran bleibe, lerne ich besser, als wenn ich in der Klasse sitze, Bücher vorschlage [aufschlage] oder Tafel schauen muss. (I1, 180)

Sw2: Weil sie genau das wollen, dass wir selbstständig was machen. (I2, 81)

Sw3: Etwas forschen.

Sw4: Das wir etwas forschen. Ja. (I3, 77-78)

Sm3: Ich weiß es glaub ich nicht. Die machens einfach so, ich dachte eher dass sie (-) dass ihnen der Stundenplan ausgegangen ist oder so. (I3, 71)

Die Gruppen 1-3 erkennen also, dass das Forschen und selbstständige Arbeiten im Vordergrund stehen soll. Gruppe 4 sieht die Lernwerkstatt als Ersatzprogramm und

Beschäftigung an Stelle des Regelunterrichts. Insgesamt sehen die meisten SchülerInnen also den Charakter der Lernwerkstatt und wissen ihn auf verschiedene Arten zu schätzen.

Das **Bewerten von Sachverhalten (A5)** gilt als wichtige Kompetenz der SchülerInnen in den Naturwissenschaften (vgl. Bifie, 2011). Diese Kategorie beschreibt die Bewertungsleistungen der SchülerInnen, die sie während des Interviews beschreiben. Hier sind lediglich Aussagen von Gruppe 1 vorhanden. Diese Schüler betonen mehrfach die Wichtigkeit der Nachhaltigkeit ihres Projektes bezüglich Recycling und Energiegewinnung. Wichtig ist für sie die Verwendung von Salzwasser „weil wir haben eh so viel Salzwasser“ (I1, 86), wobei sie das anfallende Salz für Medikamente oder Duschgel verwenden würden. Das verdampfte Wasser soll wieder aufgefangen werden, da es sonst Wasserverschwendung wäre. Außerdem bedenken sie, dass sie ihre Anlage zwar an einem heißen Ort aufstellen würden, jedoch:

Sm1: Nein, nicht mitten in der Wüste, weil da müssten wir den ganzen (Transport?), und das kostet auch sehr viel. (I1,102)

Weiters erkennen die Schüler, dass es für die Umsetzung eines derartigen Projektes Geldgeber sowie die Genehmigung der betroffenen Staaten bedürfte (vgl. I1, 260). Diese Gruppe bewertet ihre Idee auch gesellschaftlich und wirtschaftlich im Sinne eines nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen.

Ergänzend wurden die SchülerInnen zu ihrem **Interesse an naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen/Themen (A6)** befragt. Gruppe 1 ist naturwissenschaftlich sehr interessiert und gibt Physik und Chemie als Lieblingsfächer an. Die Schüler haben beide vor, in eine naturwissenschaftlich/technisch orientierte Schule weiter zu gehen, nämlich in die Rosensteingasse²⁰ bzw. eine Höhere Technische Lehranstalt (HTL). Auch beide Schülerinnen von Gruppe 2 mögen Chemie, besonders im Sinne von „Experimente mit Flüssigkeiten mischen oder so“ (I2, 63). Bei Gruppe 3 finden sich keine Aussagen, die über ihr Interesse in den Naturwissenschaften Auskunft geben. Gruppe 4 ist zunächst allgemein nicht sehr begeistert vom Forschenden Lernen:

Sm3: Weil man (-) da sitzt man jetzt dort und will irgendwas forschen. Und schon das Forschen macht mir wenig Spaß. Ich hab das nur gemacht, weil man das ja muss in der Schule. (I4, 131)

²⁰ Höhere Technische Lehranstalt mit Chemie-Schwerpunkt

Er meint, es wäre ihm, lieber, wenn man ihm das fertige Ergebnis einfach zur Verfügung stellen würde. Später relativiert er jedoch, dass dies auch themenabhängig ist:

I: Also wenn du ein Forscher wärst, der Bomben erforscht, wäre das schon gut?
 Sm3: Das wäre richtig gut! (I4, 150-151)

Nach dieser Zusammenfassung der Daten schließt nun die Interpretation an.

12.1.2. Interpretation

Das Ziel „to learn about inquiry“ ist eines der beiden Hauptziele beim Forschenden Lernen auf Level 3 (vgl. Abrams et al., 2008). Nachdem es sich in der Lernwerkstatt um eine besonders authentische Form des Forschens handelt (vgl. Abrams et al., 2008), sollte es hier gut gelingen, den SchülerInnen ein angemessenes Bild naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen (Nature of Science, Ablauf von Forschung) zu vermitteln. Außerdem sollten sie ihre Bewertungskompetenz hinsichtlich naturwissenschaftlicher Sachverhalte und ihrer Folgen nutzen und ausbauen können (vgl. Bifie, 2011). Weiters wurden im Rahmen dieser Kategorie die persönlichen Interessen und Einstellungen der befragten SchülerInnen betrachtet. Diese haben, wie in Kapitel 7 erläutert, einen Einfluss auf den Erfolg des Forschenden Lernens. Im Folgenden wird nun anhand der einzelnen Teilbereiche ausgewertet, wie sich das Ziels „to learn about inquiry“ abbildet und welche Einflussfaktoren und Fähigkeiten dabei eine Rolle spielen.

Das Bewusstsein der SchülerInnen für den **Ablauf der Lernwerkstatt (A1)** wurde in Kapitel 3.1. als wichtiger Grundbaustein für „to learn about inquiry“ dargestellt. Die folgende Tabelle (7) vergleicht zunächst überblicksartig die tatsächlichen Ablaufschritte der Lernwerkstatt mit den Erinnerungen der SchülerInnen im Interview:

	G1	G2	G3	G4
<i>Begrüßung und Assoziationen mit Farbe Rot</i>				
<i>Gang durch die Lernlandschaft</i>	X	X		X
<i>Brainstorming Fragensammlung</i>	X	X	X	X
<i>Vorstellen der gesammelten Fragen im Plenum</i>	X	X		
<i>Wahl einer Forschungsfrage und Gruppe</i>	X	X	X	X
<i>Arbeit am Projekt</i>	X	X	X	X
<i>Besprechung im Plenum bezgl. benötigter Materialien</i>				
<i>Führen des Forschungstagebuches</i>				
<i>Besprechung im Plenum bzgl. Präsentation</i>				
<i>Präsentationen</i>	X	X		

Tabelle 7: Ablauf der Lernwerkstatt in Korrelation mit den Beschreibungen der SchülerInnen

Es stellt sich heraus, dass die SchülerInnen vor allem zentrale Arbeitsschritte (Fragensammlung, Auswahl der Forschungsfrage und Gruppe, Präsentation) beschreiben. Das sind jene Aspekte, denen während Lernwerkstatt die meiste Aufmerksamkeit²¹ beigemessen wurde. Wie Kapitel 8 entnommen werden kann, wurde der Fragenfindung ein Großteil des ersten Projekttages gewidmet. Nachdem dieser Schritt eine entscheidende Aufgabe beim Forschenden Lernen auf Level 3 ist, ist dieser Zeitaufwand wichtig und notwendig. Daher ist es als positiv zu sehen, dass die Präsentation den meisten SchülerInnen in Erinnerung geblieben ist. Auch die Lernlandschaft als Impulsgeber wird von den SchülerInnen erwähnt.

Die Besprechungen vor und nach den jeweiligen Arbeitstagen werden von den SchülerInnen in den Interviews nicht erwähnt. Während der Lernwerkstatt sollen sie dazu dienen, benötigte Materialien zu organisieren und die Präsentation zu planen (vgl. Kapitel 8). Die Idee der gemeinsamen Diskussion entspricht prinzipiell dem Konzept, Diversität und verschiedene Vorschläge wertzuschätzen und zu nützen. Diese Möglichkeit wurde von einigen SchülerInnen genutzt, insgesamt ist es aber nicht immer gelungen, alle SchülerInnen in den Plenumsphasen zu beteiligen. Eventuell sollten die SchülerInnen schon vorweg in Kleingruppen zu Überlegungen angehalten werden, damit die Plenumsphase dann kürzer gehalten werden kann. Außerdem könnten alle SchülerInnen aktiv zu einem kurzen Gesprächsbeitrag (z.B. Blitzlicht zum Forschungsstand) aufgefordert werden. Den SchülerInnen sollte vermittelt werden, wie sie von solchen Plenumsrunden profitieren können.

Eine Verbesserungsmöglichkeit bietet sich auch hinsichtlich der Führung des Forschungstagebuches. Wie dargestellt konnten sich die SchülerInnen daran im Interview nicht erinnern. Obwohl sie jeden Tag Eintragungen in diesem Tagebuch machen sollten, wurde seine Wichtigkeit nicht expliziert. Außerdem fand das Führen des Forschungstagebuches räumlich und zeitlich abgegrenzt von der Arbeit in der Lernwerkstatt statt: die SchülerInnen haben während der Arbeit keine Notizen gemacht und das Tagebuch erst am Ende des Tages in den normalen Klassenräumen geführt. Dies bringt einige Nachteile hinsichtlich der Planung und Durchführung mit sich, was später in den Interpretationen des „to do inquiry“ noch dargestellt wird. Daher sollte das Forschungstagebuch und seine Rolle in der Lernwerkstatt unbedingt aufgewertet werden.

²¹ Seitens der LernbegleiterInnen

Insgesamt zeigen die SchülerInnen im Interview ein Bewusstsein für wesentliche Ablaufschritte der Lernwerkstatt. Die Ablaufschritte, die sie in den Interviews nicht erwähnen, sind jene, die auch im Rahmen der Lernwerkstatt noch intensiviert werden können. Besonderer Fokus sollte dabei auf den Plenumsphasen und dem Forschungstagebuch liegen.

Wie im Kapitel 3.1. dargestellt, geht es beim „to learn about inquiry“ um das Verständnis der SchülerInnen für naturwissenschaftliche Forschung. Wie dieses bei den befragten SchülerInnen aussieht, kann anhand ihrer Einschätzungen zum **Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung (A2)** beurteilt werden.

Zunächst fallen bei den allgemeinen Beschreibungen der SchülerInnen über naturwissenschaftliche Forschung auf, dass sie die Zielgerichtetheit erkannt haben:

I: Wie arbeitet ein richtiger Forscher?

Sw3: Konzentriert, gezielt, ordentlich. (I3, 83-84)

Die SchülerInnen scheinen also zwischen Problemlösen im Alltag und naturwissenschaftlicher Determination zur Klärung von Fragen unterscheiden zu können (vgl. Flick, 2006). Außerdem betont Gruppe 1 die Beobachtung als wichtige Grundlage für Forschung:

Sm2: Man muss einfach nur experimentieren, so ein bestimmtes Insekt fangen und schauen, was das den ganzen Tag macht. (I1, 184)

Dies entspricht einem Aspekt des informierten Wissens über Nature of Science, dass naturwissenschaftliche Erkenntnis auf Beobachtungen basiert (vgl. Abd-El-Khalick, 2004). Gruppe 2 beschreibt die Literaturrecherche als wichtigen Teil des Forschens, was man als Bewusstsein für Theoriebasiertheit der Naturwissenschaften sehen könnte (vgl. Abd-El-Khalick, 2004). Gleichzeitig scheint diese Gruppe Forschung nicht mit dem Gewinn neuer Erkenntnis, sondern eher mit dem Sammeln von Informationen gleichzusetzen:

Sw2: [...] man kann durch Internet alles Mögliche forschen [...] (I2, 88).

Insgesamt sind die allgemeinen Aussagen der SchülerInnen über Forschung/Forscher (Forscherinnen werden von den SchülerInnen nicht erwähnt) nicht eindeutig einem informierten bzw. uninformatierten Bild von Naturwissenschaften zuzuordnen. Sie enthalten Aspekte, die durchaus einem informierten Bild entsprechen, wecken aber auch Bilder von Stereotypen – etwa eines Professors, der ohne Pause bis ins kleinste Detail Beobachtungen anstellt.

Die Abgrenzung zwischen Forschungsrealität und Forschung in der Schule (vgl. Woolman, 2000) ist den SchülerInnen in mancher Hinsicht bewusst. Gruppe 3 sieht den Unterschied in der Anwesenheit eines/r LehrerIn. Gruppe 2 meint, der Unterschied sei themenabhängig – damit implizieren sie womöglich, dass nicht alle Themen sich zu einer Literaturrecherche eignen. Gruppe 1 versucht bei der Präsentation ein Stück Forschungsrealität zu imitieren, indem ein Gespräch zwischen Wissenschaftler und normalem Bürger simuliert wird. Die Schüler haben also den argumentativen und kommunikativen Prozess, der mit Forschung einhergeht, erkannt (vgl. Abrams et al., 2008). Ein mögliches Vorurteil, dass sich in den Überlegungen der Schüler verbergen könnte, ist der Mythos des unnahbaren Wissenschaftlers im Elfenbeinturm. Das, was die Schüler in ihrer Präsentation darstellen, zeigt die Diskrepanz zwischen „gebildetem“ Wissenschaftler und „ungebildetem“ Bürger. Womöglich ist es also das Bild der Schüler von Forschung, dass diese schwer verständlich und unnahbar ist, wenn sie nicht von einem/r WissenschaftlerIn selbst erklärt wird. Dies zeigt sich auch in dem folgenden Zitat:

Sm2: [...] keine Ahnung wir sind keine Wissenschaftler wir können das nicht wissen [...] (G1, Canon MOV002, 35)

Gruppe 1 arbeitet im Interview beim Auflegen der Kärtchen des Forschungszyklus flott und sicher. Die Schüler begründen ihre Reihenfolge mit den von ihnen durchgeführten Schritten und ordnen diese dabei auch sinnvoll zu. So sehen sie etwa im „Zurückgreifen auf Theorien“ sowohl den Rückgriff auf ihr Vorwissen als auch auf die Idee, Einsteins Experiment zur Lichtgeschwindigkeit zu prüfen. Sie zeigen den nicht-linearen Charakter des Forschungszyklus (vgl. Abels et al., 2014), indem sie das „Fragen stellen“ und „Beobachten, beschreiben, Daten sammeln“ abwechselnd sehen. Weiters erkennen sie, dass es sich beim Forschungszyklus um einen Kreislauf ohne Ende handelt. Die Darstellung des Forschungszyklus bei dieser Gruppe entspricht weitgehend der idealisierten Form aus der Literatur²². Abweichungen können die Schüler anhand ihrer eigenen Arbeitsschritte nachvollziehbar erklären. Die Schüler zeigen also ein hohes Verständnis für den Ablauf ihrer Forschung und die Schritte des Forschungszyklus. Der Verdacht, dass sie Forschung nur auf das Beobachten reduzieren, hat sich nicht bestätigt. Allerdings sehen sie die Beobachtung als Ausgangspunkt und wichtigen Inhalt von Forschung, was wiederum einem informierten Nature of Science Bild

²² Wobei sie zunächst linear auflegen, ein Kreislauf entsteht erst durch Nachfragen der Autorin

entspricht (vgl. Abd-El-Khalick, 2004). Trotz oder womöglich wegen des fortgeschrittenen Bildes der Schüler über Forschung sehen sie sich selbst nicht als Wissenschaftler und nehmen eine große Distanz dazu ein. Dies zeigt zum einen die Reflexionsfähigkeit der Schüler, aber auch den Bedarf, Nature of Science explizit zu diskutieren, um nicht zu Fehlvorstellungen zu gelangen. So wäre es etwa für Gruppe 1 sinnvoll gewesen, zu besprechen, warum sie in der Schule keine echten Wissenschaftler sind und was dies überhaupt bedeutet. Dadurch könnten die Konzepte von Nature of Science sowie eventuelle Mythen nochmals angesprochen und ausgeräumt werden. Außerdem könnte im Sinne einer Berufsorientierung und zum Erreichen der Kompetenz S3²³ angesprochen werden, welche Bildungswege es gibt um „echter Wissenschaftler“ zu werden.

Gruppe 2 verwendet zunächst alle Kärtchen bis auf „Erkennen was noch offen geblieben ist“. Auch bei dieser Gruppe werden zunächst „Fragen stellen“ als Anfangs- und „Ergebnisse präsentieren“ als Endpunkt gesehen. Entsprechend der durchgeführten Arbeit sehen die Schülerinnen beim „Beobachten, beschreiben, Daten sammeln“ den Fokus auf dem Sammeln von Daten. Hier ist auffällig, dass die Schülerinnen das Sammeln von Daten mit der Literaturrecherche gleichsetzen. Es wiederholt sich also die Vermutung, dass das Bild der Schülerinnen von Forschung einseitig auf eine (nicht experimentelle) Methode beschränkt ist. Das „Zurückgreifen auf Theorien“ ist für sie ebenso reproduzierend (Experimente nachmachen). Trotz ihrer Erklärung liegt das Kärtchen erst nach der Planung und Durchführung der Experimente, obwohl sie die Recherche ja davor betrieben haben. Das Kärtchen „Daten auswerten, interpretieren, Zusammenhänge herstellen“ wird verwendet, obwohl die Schülerinnen den Schritt in der Lernwerkstatt nicht durchgeführt haben. Sie scheinen zu wissen, dass er üblicherweise auf die Durchführung folgt. Das „Erkennen, was noch offen geblieben ist“ legen die Schülerinnen später noch dazu, sind sich jedoch einig, dass an ihrem Projekt nichts offen geblieben ist. Zwar erkennen sie angeleitet den Charakter des kreislaufartigen Forschungszyklus, sind aber in ihrer eigenen Arbeit sehr linear vorgegangen. Sie können einige Schritte des Forschungszyklus nicht oder nur teilweise ihrer eigenen Arbeit zuordnen. Dies liegt mitunter daran, dass es in ihrer Arbeit eher um Reproduktion als um neue Erkenntnis ging. Trotzdem können sie den Forschungskreislauf zumindest in

²³ die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden (Quelle)

der Theorie um jene Schritte erweitern, die sie nicht selbst durchgeführt haben. Insgesamt scheint diese Gruppe also wesentliche Ablaufschritte der Forschung (vor allem das Stellen von Fragen, das Recherchieren und Präsentieren) erkannt zu haben. Hinsichtlich der weiteren, experimentellen Schritte ist eher ein mangelndes Bewusstsein vorhanden. Es bestätigt sich das anfängliche Bild der Gruppe, dass ihre Idee von Forschung noch eher einseitig ist.

Gruppe 3 verwendet zunächst nur jene Kärtchen, die sie den selbst durchgeführten Arbeitsschritten zuordnen können – Fragen stellen, Beobachten, beschreiben, Datensammeln, Erkennen was noch offen geblieben ist, Alternativen finden und Präsentieren. Beobachtet haben sie nach ihren Angaben den bereits fertigen Kaleidoskopwürfel. Hier fällt als Parallele zur Gruppe 2 auf, dass es um Beobachten als reproduktiven Akt und weniger zum Gewinn neuer Erkenntnis geht. Das Finden von Alternativen wird auf die Präsentation bezogen und daher auch davor positioniert. Die SchülerInnen meinen damit also nicht einen Prozess, der zu neuen Fragestellungen führt, sondern eine Vorbereitung auf mögliche Fragen während der Präsentation. Das Kärtchen „Zusammenhänge herstellen“ wird nicht verwendet, was wohl an der Fragestellung und Vorgangsweise der Schülerinnen liegt, wie später in anderen Kategorien noch beschrieben sein wird. Letztlich erkennt auch diese Gruppe durch Anleitung den zyklischen Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung und kann die meisten Schritte in ihrer Arbeit wiederfinden. Dabei werden von einigen Kärtchen nur Teilaspekte als durchgeführt erkannt. Gruppe 4 legt zunächst fünf der sieben Kärtchen auf und ordnet diese teilweise nachvollziehbar den durchgeführten Arbeitsschritten zu. Das „Beobachten, beschreiben und Datensammeln“ sieht Sm3 an erster Stelle, da dies zu seiner Fragestellung geführt hat. Anders als bei Gruppe 1 ist ihm jedoch nicht bewusst, dass dieser Schritt später nochmals stattfindet. Der Schüler denkt also, dass die Forschungsschritte linear ablaufen. Das Fragenstellen folgt an zweiter Stelle. Das „Herstellen von Zusammenhängen“ ist dem Schüler zwar als Arbeitsschritt bewusst, er kann sich allerdings nicht mehr erinnern, welche Zusammenhänge er hergestellt hat. Das „Zurückgreifen auf Theorien“ erklärt der Schüler damit, dass er sich Arbeiten anderer Gruppen angesehen hat. Darin zeigt sich, dass es für den Schüler interessant war, sich in der Lernwerkstatt andere Gruppen anzusehen und sich mit Mitschülern zu beschäftigen. Womöglich hatte dies für Sm3 einen besonderen Reiz, weil er als Einziger alleine gearbeitet hat und die soziale Eingebundenheit suchte. Der eigentliche Sinn des Zurückgreifens auf Theorien anderer ist ihm scheinbar nicht bewusst ist. Das Kärtchen „Erkennen, was noch offen

geblieben ist“, legt der Schüler auf, obwohl er es für unnötig hält. Der Schüler schließt von sich aus nicht darauf, dass es zu neuen Fragen führt. Er erkennt selbstständig den Kreislaufcharakter des Forschungszyklus nicht, stimmt dem Vorschlag dann aber zu. Er kann also manche Ablaufschritte des Forschungszyklus entsprechend nachvollziehen und in seiner eigenen Arbeit erkennen. Andere Schritte hat er nicht durchgeführt und sieht keine Notwendigkeit dazu oder hat ein anderes Verständnis von ihrer Durchführung.

Zusammenfassend können alle SchülerInnengruppen einige Schritte des Forschungszyklus gut nachvollziehen und in ihrer eigenen Arbeit wiederfinden. Am eindeutigsten ist dies beim „Fragen stellen“ und „Präsentieren“, da diese Schritte im Rahmen der Lernwerkstatt die explizitesten Ablaufschritte sind (vgl. A1 Ablauf der Lernwerkstatt). Auch das „Beobachten, beschreiben und Daten sammeln“ ist den Gruppen als Bestandteil der Forschung klar, wobei teilweise nicht alle drei Aspekte stattfinden oder als wichtig empfunden werden. Außerdem variiert die Position dieses Schrittes entweder vor oder nach der Fragefindung. Ein explizites Bewusstsein für die nicht-Linearität oder Abwechslung der Schritte zeigt nur Gruppe 1. Das „Zurückgreifen auf Theorien“ bereitet einige Verständnisschwierigkeiten und wird nur teilweise nachvollziehbar mit der eigenen Arbeit verknüpft. Das „Auswerten, interpretieren und analysieren von Daten“ verwenden die SchülerInnen teilweise, ohne es tatsächlich durchgeführt zu haben. Sie wissen also, dass es eigentlich einen Platz im Forschungszyklus haben sollte. Eine Herausforderung ist für die SchülerInnen das „Erkennen, was noch offen geblieben ist“. Nachdem sie diese Schritte in der Lernwerkstatt nicht durchgeführt haben, wissen sie nicht, was darunter verstanden wird. Teilweise beziehen sie es auf die Vorbereitung zur Präsentation, erst auf Nachfrage findet während des Interviews so etwas wie „Erkennen, was noch offen geblieben ist“ statt. Den zyklischen Ablauf von Forschung erkennen die Gruppen 1-3 selbstständig, Gruppe 4 nicht.

Um Fehlvorstellungen vorzubeugen und ein höheres Bewusstsein für alle Schritte des Forschungszyklus zu schaffen, sollte in der Lernwerkstatt eine aktive Reflexion dazu stattfinden. Dieser Vorschlag wurde mittlerweile in der beforschten Schule insofern umgesetzt, als dass der Forschungszyklus zu Beginn der Lernwerkstatt mit den SchülerInnen besprochen wird. Dies dient nicht nur dazu, dass die SchülerInnen einen besseren Leitfaden hinsichtlich des „to do inquiry“ haben, sondern dass auch eine explizite

Beschäftigung mit dem Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung möglich wird. Außerdem wäre eine Nachbesprechung am Ende der Arbeit wichtig, um sicherzustellen, dass die SchülerInnen die theoretischen Schritte des Forschungszyklus nachvollziehbar mit ihrer tatsächlichen Arbeit verknüpfen.

Die Fähigkeit zur **Reflexion über die eigene Forschung (A3)** zeigt sich nur bei Gruppe 1. Diese Gruppe erklärt im Interview mehrmals, welche Fragen sich noch ergeben haben und wo Aspekte offen geblieben sind. Daraus wird nochmals deutlich, dass die Schüler ein hohes Bewusstsein für die durchgeführten Tätigkeiten haben. Sie sind in der Lage, kritisch zu denken und eigene Ideen zu hinterfragen. Das entspricht wiederum der Idee von Wissenschaft als Diskurs. Alle anderen Gruppen äußern sich lediglich zur Zufriedenheit mit ihrer eigenen Arbeit.

In der **Reflexion zur Lernwerkstatt (A4)** zeigen sich die SchülerInnen aller Gruppen weitgehend wertschätzend. Die meisten SchülerInnen geben an, durch die Lernwerkstatt mehr zu lernen und Inhalte auch länger zu behalten. Dabei beschreibt Gruppe 1 die aus der Lerntheorie bekannte Vernetzung des Wissens (vgl. Kapitel 3.3.) als Erleichterung für das Lernen:

Sm1: Weil ich, zum Beispiel, wenn ich etwas mit Händen machen und daran bleibe, lerne ich besser, als wenn ich in der Klasse sitze, Bücher vorschlage [aufschlage] oder Tafel schauen muss. (I1, 180)

Gruppe 2 meint, der Lernerfolg in Lernwerkstatt und Regelunterricht sei gleich. Diese Einschätzung rührt womöglich daher, dass die Gruppe in der Lernwerkstatt hauptsächlich Recherchearbeit gemacht hat. Das ist auch im Regelunterricht möglich und kommt dort vermutlich auch vor. Interessant ist vor allem die Aussage von Gruppe 4, dass die Lernwerkstatt nur stattfindet, weil der Stundenplan ausgegangen ist. Die Wertschätzung von Sm3 für die Lernwerkstatt ist eher gering, was wohl an seinen anfänglichen Schwierigkeiten bei der Fragenfindung und seiner mangelnden sozialen Eingebundenheit liegt. Das freie Bewegen und Arbeiten weiß er zwar zu schätzen, die Forschungs-idee scheint ihm aber weniger bedeutsam. Hier wäre es wichtig, den SchülerInnen zu vermitteln, wie sie Forschung in ihrer eigenen Lebenswelt nutzen können (etwa in einer Diskussionsrunde oder Berufsorientierung). Außerdem sollte das Projekt Lernwerkstatt mit seinen Ergebnissen auch im Regelunterricht genutzt werden. Dadurch wäre die große Distanz zum Regelunterricht abgebaut und die SchülerInnen würden es nicht

als Beschäftigungsprogramm, sondern als Teil des Lernens sehen. Umgekehrt wäre eine inhaltliche Vorbereitung des Themas im Regelunterricht denkbar, sodass Vorwissen genutzt werden kann. Auch für jene SchülerInnen, die die Lernwerkstatt bereits als guten Lernort sehen, wäre es eine zusätzliche Motivation, wenn Regelunterricht und Lernwerkstatt einander wechselseitig ergänzen.

Die Fähigkeit, **Sachverhalte** aus der eigenen Forschung **zu bewerten (A5)** und somit die Kompetenz S2²⁴ zeigt nur Gruppe 1. Dieser Gruppe gelingt es, Aspekte der eigenen Forschung hinsichtlich ihrer globaleren Folgen immer wieder zu hinterfragen. Die Schüler scheinen generell ein hohes Bewusstsein für gesellschaftsrelevante Themen in den Naturwissenschaften zu haben, da es ihnen thematisch von Anfang an ein Anliegen war, auf natürlichem Weg Strom zu produzieren. Außerdem diskutieren sie Themen wie Trinkwassermangel bzw. Salzwasserüberschuss und Abfallwirtschaft (Salz als Abfallprodukt wiederverwenden). Sie wollen also verantwortungsbewusst handeln und reflektieren Folgen für die Gesellschaft. Weiters zeigen sie damit ein Bewusstsein dafür, dass naturwissenschaftliches Arbeiten zumeist auch Fragen nach Ressourcen oder Risiken beinhaltet. Aus den Beobachtungen in der Lernwerkstatt wird deutlich, dass der Betreuer (Ass1) dieser Gruppe einen entscheidenden Anteil an derartigen Überlegungen hat. Er wird von den Schülern als Inspiration bezeichnet und zeigt, wie es durch die Lernbegleitung gelingen kann, Potentiale zu entfalten.

Die anderen SchülerInnen bewerten ihre Arbeiten im größeren Kontext nicht weiter. Dies liegt mitunter wohl an den Themen, da der Bau eines Kaleidoskopwürfels, die Zusammensetzung der Farbe Grün oder das Entstehen eines Regenbogens eher wenige direkte Folgen auf Mitmenschen und Umwelt haben. Trotzdem wäre es möglich gewesen, die SchülerInnen vermehrt zu Bewertungsleistungen anzuhalten. Dabei könnte man etwa auf weitläufigere Themen wie Energiesparlampen (im Kontext von Lichtreflexion, Lichtentstehung usw.) oder Farbstoffe/Lacke und ihre Zusammensetzungen eingehen. Es könnten gezielte Informationsquellen als Impulse bereitgestellt oder das Bewerten als Teil der Präsentation verlangt werden.

²⁴ Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln (Bifie, 2011, S. 2)

Das **Interesse an naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und Themen (A6)** wurde als eine Voraussetzung für das Gelingen von Forschendem Lernen genannt (vgl. Abrams et al, 2008, Edelson et al., 1999). Besonders interessiert an naturwissenschaftlichem Arbeiten zeigen sich nur die Schüler der Gruppe 1, die später auch technische Schulen besuchen werden. Ihr Interesse an Physik passt zum fachlichen Inhalt der gewählten Fragestellung. Gruppe 2 ist nach eigenen Angaben eher chemisch (an Mischen von Flüssigkeiten) interessiert, hat sich aber für eine physikalische Fragestellung entschieden. Gruppe 3 hat sich nicht zu den naturwissenschaftlichen Interessen geäußert. Gruppe 4 wäre vor allem an Explosionen und aufregenden chemischen Experimenten interessiert. Dies erklärt, warum Sm3 das Thema der Lernwerkstatt nicht besonders anspricht. Generell haben in der Lernwerkstatt kaum SchülerInnen chemische Fragestellungen gewählt, obwohl diese möglich gewesen wären. Womöglich werden chemische Fragestellungen als schwierig empfunden. Hier wäre die Lernbegleitung gefragt, die Zugänge zu Interessensgebieten zu erleichtern - etwa indem Gegenstände in der Lernwerkstatt thematisch/fachlich gruppiert werden. Dadurch wäre etwa für die Gruppen 2 und 4 erkennbar gewesen, welche chemischen Fragestellungen zum Thema „Licht und Farbe“ möglich sind. Nachteilig daran ist die mögliche Einschränkung der Ideen, da sich die SchülerInnen zu früh auf ein Themengebiet festlegen könnten. Insgesamt bestätigt sich hinsichtlich der persönlichen Motivation und der Einstellungen der SchülerInnen jener Eindruck, der sich bereits in den Beobachtungen der Lernwerkstatt ergeben hatte (vgl. Kapitel 10.1.).

Obwohl die SchülerInnen unterschiedliche Zugänge zu dem Konzept und Interessen in den Naturwissenschaften haben, gelingt es weitgehend, dass alle SchülerInnen die Lernwerkstatt positiv wahrnehmen. Sie haben also die Grundidee verstanden und wissen weitgehend „why they are doing it“ (vgl. Millar, 2009, S. 18). Wesentliche Ablaufschritte naturwissenschaftlicher Forschung können sie in ihrer eigenen Arbeit wiederfinden. Außerdem gelingt es ihnen, den Forschungszyklus großteils angemessen zu ergänzen und auf seinen zyklischen Charakter zu schließen. Einigen SchülerInnen scheint nicht klar zu sein, dass es beim Forschen primär um den Gewinn neuer Erkenntnis geht. Nachdem die meisten Gruppen (außer Gruppe 1) den Neuschaffungscharakter der Forschung weniger beachtetten und kaum selbst umgesetzt haben, fand bei ihnen auch keine Bewertungsleistung statt. Dies könnte damit zusammenhängen, dass naturwissenschaftliche Experimente im Unterricht häufig einen bestätigenden Charakter haben (vgl. Woolman, 2000). Daher wäre es wichtig, das Bewusstsein der

SchülerInnen für die Möglichkeit des Erkenntnisgewinns in der praktischen Aktivität zu öffnen. Der Wissenserwerb als Hauptziel von Forschung sollte explizit diskutiert werden. Eine Besprechung und Diskussion des Forschungszyklus kann dabei im Zentrum stehen. Anhand dessen könnten Begriffe geklärt, Arbeitsschritte umrissen und SchülerInnenvorstellungen besprochen werden.

Wie sich zeigt, ist der Schlüssel zur Erreichung von „to learn about inquiry“ die Kommunikation. Bedenkt man, dass die beforschten SchülerInnen im Rahmen der Lernwerkstatt kaum gefragt waren, explizit über „to learn about inquiry“ nachzudenken, zeigen sie im Interview erstaunliche Reflexionsfähigkeiten. Dies sollte im Rahmen der Lernwerkstatt genützt und gefördert werden.

12.2. To do inquiry

12.2.1. *Zusammenfassung*

In dieser Kategorie werden zunächst die Arbeitsschritte der SchülerInnen wie im Interview dargestellt beschrieben. Außerdem werden die Faktoren Lernbegleitung, Umgang mit Medien und Gruppenarbeit als Einflüsse betrachtet.

Die SchülerInnen wurden im Interview zum Prozess der **Fragenfindung (D1)** in der Lernwerkstatt befragt. Dabei geben sie an, zunächst Schwierigkeiten gehabt zu haben:

Sm3: Ja, es war schwer die Frage zu stellen, weil das irgendwie (--) ich kam nicht gleich drauf, weil was ist eine reine Farbe? Die Frage kam nicht gleich, da musste ich ein bisschen nachdenken. (14, 35)

Generell beschreiben die SchülerInnen das Leitthema Licht und Farbe als schwierig:

Sw5: Für mich war es schwierig. Ich hab mir zuerst gedacht, Licht

und Farbe was mach ich damit das sind zwei verschiedene Sachen [...] (13, 63)

Letztlich war es für alle ein Gegenstand, der sie zu ihrer Forschungsfrage führte. Für Gruppe 1 war die Inspiration eine Flasche, die am ersten Lernwerkstatttag als Modell für den stromerzeugenden Turm diente. Gruppe 2 nennt einen Stand in der Lernwerkstatt mit bunten Farben (eventuell Malfarben?), der für sie in Kombination mit dem Aspekt Licht das Thema Regenbogen ergab; Gruppe 3 einen fertigen Kaleidoskopwürfel und Gruppe 4 einen leeren Teebeutel (er meint den Kaffeefilter für die Papierchromatographie. Zum Zeitpunkt der Fragenfindung ist der Kaffeefilter jedoch auf den Videos nicht zu sehen, der Schüler steht vor einem Tisch mit Acrylfarben. Zwei Gruppen, 1 und 4, nennen außerdem die Lernbegleitung als hilfreich bei der Fragenfindung.

Diese haben entweder indirekt (Inspiration mit der Flasche bei 1) oder direkt (im Fall von 4) zur Frage verholfen. Der Schüler aus Gruppe 4 wurde als einziger der beiden Klassen zum Zweck der Fragenfindung von L1 persönlich betreut. Ihm fiel es besonders schwer, eine Frage zu finden, wie bereits in Kapitel 10 beschrieben wurde. Während alle anderen bereits arbeiten, sieht man ihn in der Lernlandschaft umringt von drei LernbegleiterInnen. Er spricht sehr leise, hat jedoch nun eine Frage gefunden:

Sm3: durch wie viel Farben lässt sich (-) nein

Sm3: halt durch wie viel Farben

L1: durch WAS?

Sm3: wie viel Farben ergibt grün

L1: Du willst jetzt ausprobieren welche Farben Grün ergeben?

Sm3: wie viele!

L1: Wie viele Farben brauch ich um grün zu bekommen?

Sm3: Nein! (genervt) Wie viele verschiedene Arten

Ass3: Wie viele Methoden es gibt, grün zu bekommen?

L1: Was alles in grün drinnen ist?

Sm3: das ist so ok wie du gesagt hast.

L1: Formulierst deine Frage noch einmal?

Sm3: durch wie viel verschiedene Arten lässt sich grün

Ass: herstellen

L1: Auf welche Arten kannst du grün herstellen? Ok, und was stellst dir da vor?

Sm3: (keine Antwort, schaut zu Boden, trommelt mit den Händen)

L1: Also ich hätt jetzt da schon ungefähr fünf Möglichkeiten. Ist eine gute Farbe.

Gute Frage! Die Farbe Grün (grinst). Guat. (G4 Canon MOV006, 4-13)

Später ändert der Schüler die Fragestellung seiner Arbeit auf die Analyse reiner oder unreiner Farben, was dem Experiment der Chromatographie entspricht. Praktisch arbeitet er in der Lernwerkstatt an beiden von ihm oben gestellten Fragen, sowohl der Farbmischung als auch der Farbtrennung, stellt aber bei der Präsentation auf Anraten der LehrerInnen nur die Farbtrennung mittels Chromatographie vor.

Wichtiger Bestandteil des Forschenden Lernens ist die **Planung und Durchführung (D2)** von praktischen Tätigkeiten. Es ist darauf hinzuweisen, dass in dieser Kategorie

primär erfasst wird, an welche Schritte der Planung und Durchführung die SchülerInnen sich beim Interview noch erinnern können. Als Ergänzung sei hier auf die Beschreibungen der Arbeit der Gruppen in Kapitel 10 hingewiesen.

Nachdem Gruppe 1 mit dem Gedankenexperiment einen Sonderfall darstellt, wird diese Gruppe nachgestellt betrachtet. Zunächst aber zu den anderen drei Gruppen. Lediglich Gruppe 3 geht auf die Planung ein und erzählt von der Betrachtung des Modell-Kaleidoskops aus der Lernlandschaft als Planungshilfe:

Sw3: Und ja (-) dann haben wir ja (-) halt auch geschaut, wie der Würfel hat zusammengebaut worden ist und (--) ja. (I3, 104)

Hier dient also ein Prototyp als Vorlage für das eigene Experiment.

Die Durchführung ihrer Experimente beschreiben die Gruppen 2, 3 und 4 in Grundzügen. Insgesamt fallen die Beschreibungen kurz und unpräzise aus. Ohne Kenntnis der Forschungsfragen ist es beinahe unmöglich, das Experiment zu rekonstruieren. Gruppe 2 erwähnt das Erzeugen eines Regenbogens mit Hilfe von Spiegel, weißem Papier und Wasser. Die Schülerinnen erinnern sich daran, dass es Probleme gab, da an dem Tag keine Sonne schien. Die Lösung war das künstliche Herstellen eines Regenbogens, im Rahmen der Präsentation mit Hilfe des Overhead-Projektors. Gruppe 3 beschreibt vor allem die zum Bau des Kaleidoskops verwendeten Materialien und das Zusammenbauen: bekleben eines Kartons mit Folie und Zusammenfügen der Teile mit Klebeband, hineinzeichnen von Mustern. Gruppe 4 kann sich kaum noch an das Experiment erinnern, es lassen sich lediglich einzelne Teile daraus rekonstruieren: das Verwenden eines leeren „Teebeutels mit der Farbe“, und dass es um das Unterscheiden reiner und unreiner Farben ging.

Nun zu Gruppe 1: Wie bereits dargestellt, handelte es sich bei der Arbeit dieser Gruppe größtenteils um ein Gedankenexperiment, bei dem praktische Versuche nur zur Unterstützung verwendet werden. Diese Gruppe zählt die Experimente nur auf: Erhitzen eines Papierblattes mit einer Lupe und Verwendung eines Holzpropellers, betrieben durch aufsteigende heiße Luft mittels Kerzen. Daher ist von dieser Gruppe kein Zitat explizit der Durchführung von Experimenten zuzuordnen.

Im Gegensatz zu den anderen Gruppen stellt jedoch die Planung bei Gruppe 1 einen Hauptteil der Arbeit dar und findet während der gesamten praktischen Phase (Schaffen von Modellen und Skizzen) immer wieder statt. Die Schritte ihrer Planung können die Schüler im Interview detailliert wiedergeben. Sie erklären, dass sie zunächst einen Sonnenkollektor bauen wollten und sich dazu im Internet informiert haben. Nachdem

diese Idee jedoch im Rahmen der Lernwerkstatt durch fehlende Materialien nicht möglich war, begaben sie sich auf die Suche nach einer Alternative:

Sm2: //Was natürliches.//

Sm1: Und billig auch noch. (I1, 62-63)

Sie haben sich dann für ein Konstrukt zur Stromerzeugung mittels Wasserdampf entschieden. Zunächst hatten die Schüler eine „Box“ (Quaderförmig) angedacht, dann entschlossen sie sich doch für die Form eines spitzen Turmes, um das Kondenswasser aufzufangen:

Sm1: (...) das heißt, wir müssen oben spitz machen, weil es von Seite weg soll, nicht von oben nach unten. (I1, 113)

Eine weitere Idee war zunächst auch, zwei getrennte Behälter zu verwenden, die mittels eines Schlauches verbunden sind. Dabei beschreiben sie jedoch Probleme:

Sm2: Ja eh, das sind wir zuerst einmal drauf gekommen, wenn wir da unten den Schlauch haben, dass das gar nicht geht, weil der Dampf steigt ja auf, weil die Wärme steigt immer auf. Dann haben wir's anders gemacht, dass der Schlauch so ging, aber dann müssten wir das Wasser so leiten und dann kann's passieren, dass das Wasser von da rüber geht und das// (I1, 251)

Auch einen geeigneten Standort (genügend Sonneneinstrahlung/kurze Transportwege) für ihre Konstruktion planen die Schüler:

Sm1: Ja, aber irgendwie müssen wir versuchen, auf dem Äquator zu bleiben, weil Äquator wärmste Stelle ist auf der Erde, das heißt, irgendwo auf der Äquatorlinie, versuchen dort.

Sm2: Ja Südamerika ist eh auch gleich Meerzugang. (I1, 104-105)

Außerdem beschreiben die Schüler, sich Gedanken zur Wiederverwertbarkeit verwendeter Ressourcen gemacht zu haben – so haben sie beschlossen, Salzwasser zu verwenden und das übrige Kochsalz sinnvoll zu nutzen. Diese in den Interviews beschriebenen Überlegungen haben auch während der Lernwerkstatt häufig stattgefunden. So diskutieren die Schüler etwa über die Position einer Röhre, die das Kondenswasser auffangen und in den Kreislauf rückführen soll. Dabei beschreiben sie den derzeitigen Stand des Modelles und erklären, was sie erreichen wollen:

Sm1: Ja Dampf wieder auffangen. (G1 Canon MOV002, 25)

Sm2: [...] und da oben wollen wir dann das Wasser nochmal einfangen, also am besten bei der Röhre und die dann mit dem da unten (Wasserzufluss auf der Skizze) verbinden. (G1 Canon MOV002, 36)

Verschiedene Möglichkeiten werden also anhand von Modellen und Skizzen diskutiert, um in der Planung voranzuschreiten und Probleme zu lösen.

Bei der Durchführung der praktischen Arbeit haben die SchülerInnen diverse **Beobachtungen (D3)** gemacht, zu denen sie in den Interviews befragt wurden. In dieser Kategorie werden die Beschreibungen dieser Beobachtungen dargestellt. Ähnlich der Durchführung fällt es den SchülerInnen schwer, ihre Beobachtungen in Worte zu fassen. Sie sind ohne Hintergrundinformationen zu den durchgeführten Experimenten schwer nachvollziehbar, etwa:

Sw4: Also das ist ein Würfel und da drinnen also es gibt auch solche Röhren wo man so dreht und dann sind da immer solche Muster und die bewegen sich dann und bei den Würfel ist eine Ecke abgeschnitten und da sieht man so rein und das spiegelt dann so. (I3, 18)

Sm3: (---) Ah ich hab ihn zusammengefaltet, dann hab ich ein Loch gemacht, dann ins Wasser und dann ist die Farbe so (-) also am Rand ins Wasser. Und dann konnte man erkennen was eine reine Farbe und was eine unreine Farbe ist. (I4, 24)

Gruppe 3 beschreibt hier den Kaleidoskopwürfel. Sie erklären weiter, dass es das „Licht von außen ist“, das sich dort spiegelt (I3, 26). Gruppe 4 versucht, den Chromatographieeffekt (Auftrennung der Farben) zu beschreiben: „dass die Farbe da so raus irgendwie“ (I4, 22). Dabei wird das Herstellen von Zusammenhängen (reine/unreine Farbe durch Chromatographie erkennbar) mit den Beobachtungen vermischt. Ähnlich ist es auch bei Gruppe 1, die meint, das Aufsteigen von Luft *gesehen* zu haben (wird nur sichtbar durch das Drehen des Propellers):

Sm1: Weil wir sind auf die Idee gekommen mit Zahnrädern, wir haben in Physik ein Experiment mit Kerze gemacht, da haben wir gesehen, dass die heiße Luft aufsteigt (...) (I1, 82-84)

Gruppe 1 beschreibt weiters den Versuch, ein Blatt mit einer Lupe zum Brennen zu bringen, mit der interessanten Wortwahl „und dann haben wir probiert wie, ähm, heiß die Sonne werden kann“ (I1, 64). Auch hier also wiederum die Schwierigkeit, Dinge sprachlich präzise auszudrücken. Die Distanz Erde/Sonne und der damit verbundene Energieverlust werden nicht berücksichtigt, außerdem machen sie keine Unterscheidung zwischen Wärmeenergie und Strahlungsenergie.

Von Gruppe 2 werden im Rahmen des Interviews keine Beobachtungen beschrieben, obwohl sie in der Lernwerkstatt mit Hilfe von Spiegeln und Wasser Regenbogen auf verschiedene Arten erzeugt haben. Im Video (G3 Panasonic 00061) zeigen sie während der Präsentation einen Regenbogen, den sie zwar mit ihrem Hintergrundwissen erklären, aber auch nicht näher beschreiben. Insgesamt nennen die SchülerInnen nur wenige beobachtete Phänomene und können ihre Beobachtungen sprachlich kaum wiedergeben. Beobachtungen und daraus gezogene Schlüsse werden in den Erzählungen nicht voneinander getrennt.

Den Abschluss der Lernwerkstatt stellt die **Präsentation der Ergebnisse (D4)** dar. Während alle SchülerInnen sie als Bestandteil der Lernwerkstatt nennen (vgl. Kategorie A1), gehen die meisten Gruppen nicht weiter auf ihre eigene Präsentation ein. Gruppe 4 meint lediglich, dabei sehr nervös gewesen zu sein. Gruppe 1 beschreibt, dass sie ihre Präsentation als Interview durchgeführt und ihr Modell auf einem Whiteboard vorgestellt haben. Außerdem beschreiben sie, bereits in der ersten Klasse verschiedene Präsentationsarten kennengelernt zu haben.

Ein wichtiger Einfluss auf das Arbeiten in der Lernwerkstatt ist der **Umgang mit Medien (D5)**. In dieser Kategorie wurden Aussagen gesammelt, die zum einen das Verwenden der erlaubten, klassischen Medien (Bücher etc.) beinhalten und zum anderen auf das Verbot von modernen Medien zu sprechen kommen. Dabei sind es nur die Gruppen 1 und 2, die sich zu diesem Thema äußern. Gruppe 1 vermutet bezüglich des Internet-Verbot:

Sm1: [...] da wollen sie uns glaub ich zeigen, wie weit man auch ohne dem ganzen Zeug kommt, wenn man nur ausprobiert. [...9 (I1, 181)

Die Schüler stört das Verbot nicht, obwohl es für sie zu Anfang (in der ersten Klasse) sehr ungewohnt war. Trotzdem erwähnen sie, während der Planungsphase das Internet zur Recherche über Sonnenkollektoren verwendet zu haben, was vermutlich außerhalb der Schule geschehen ist.

Gruppe 2, die viel Zeit in der Bibliothek verbracht hat, kritisiert, dass es nur wenige Bücher mit Informationen zum Regenbogen gab. Sie hätten sich gewünscht, das Internet benutzen zu dürfen, da sie dort schneller und umfassender an Informationen gelangt wären. Wie bereits im „to learn about inquiry“ dargestellt, scheinen sie die Internetrecherche mit Forschung gleichzusetzen.

Sw2: Aber, ja, man kann durch Internet alles Mögliche forschen. Da gibt es so viele komische Webseiten wo man so komische Sachen findet. (I2, 88)

Womöglich besteht hier ein Zusammenhang zur englischen Erstsprache von Sw2, wo das Wort „research“ tatsächlich in beiden Kontexten verwendet wird. Trotzdem scheint das Nachschlagen für Gruppe 2 besonders wichtig, da sie auch andeuten, ihre Experimente aus der Literatur entnommen zu haben (I2, 114).

Die meisten SchülerInnen beschreiben das **Arbeiten in der Gruppe (D6)** als beeinflussend für Themenwahl und Arbeitsablauf. Gruppe 1 und 3 geben explizit an, sich zuerst zu einer Gruppe formiert zu haben und erst anschließend das Thema gewählt zu haben. Gruppe 1 ergänzt, bei den meisten Gruppenarbeiten in der Schule zusammenzuarbeiten und dabei immer erfolgreich zu sein. Dennoch haben sie zu Beginn meist unterschiedliche Vorstellungen

Sm1: (...) Das heißt und immer halt, wir, wenn wir halt haben, er hat halt das andere Thema als ich, das heißt, da gibt's schon am Anfang Streitereien. (I1, 113)

Gruppe 2 antwortet auf die Frage, ob zunächst die Zusammenarbeit oder das Thema wichtiger waren, nur knapp mit „beides irgendwie“ (vgl. I2, 50-51). Gruppe 3 hat die dritte Schülerin (Sw5) dazu genommen, weil sie noch keinen Partner hatte:

Sw3: Und sie mag auch so kreative Sachen, die (Sw5). (I3, 44)

Sw5 erklärt, es wäre für sie „eh super“ (I3, 46) gewesen, einen Würfel zu basteln.

Gruppe 4, jener Schüler, der alleine gearbeitet hat, erzählt: „Alle anderen hatten schon Partner“ (I4, 53). Dennoch meint er, es war in Ordnung, alleine zu arbeiten. Einzig seine Nervosität bei der Präsentation hat sich dadurch erhöht.

Die Sozialform spielt also eine Rolle im Fragenfindungs- und Planungsprozess. Einzelarbeit ist machbar, aber nicht die bevorzugte Variante.

Über die **Rolle der Lernbegleitung (D7)** äußert sich Gruppe 1 sehr wertschätzend:

Sm1: [...] Und ich finde auch gut, dass wir immer Studenten kriegen und das ist sehr spannend mit denen zu arbeiten, das finde ich auch sehr gut. (I1, 298)

Sie nennen vor allem dem Betreuer Ass1 immer wieder als Inspiration, auch auf Grund seiner persönlichen Lebenseinstellung als Veganer:

Sm1: Aber (Ass1) hat auch geholfen, weil er ist ein Vegan (Veganer) und er ist einer, wie sagt man (-), er will auch immer so die Welt ändern. Er will irgendwas

natürliches, isst kein Fleisch, er ist halt so, wie sagt man, strikt halt, er ist auf diesem Weg da und er hat auch geholfen hat, er hat gesagt, wie es auch sehr gute Idee ist. (I1,119)

Gruppe 4 erklärt, dass die Lernbegleitung beim Fragenfindungsprozess unterstützend tätig war. Die anderen beiden Gruppen äußern sich nicht zur Lernbegleitung.

Nach der Zusammenfassung der Daten zum „to do inquiry“ erfolgt nun wiederum deren Interpretation.

12.2.2. *Interpretation*

Das Durchlaufen des Forschungszyklus mit seinen verschiedenen Arbeitsschritten ist eine wichtige Basis für das Erreichen des Ziels „to do inquiry“. Einige Stationen haben dabei in der Lernwerkstatt eine besonders wichtige Rolle gespielt: Fragenfindung, Planung und Durchführung, Beobachtungen und Präsentation. Wie die SchülerInnen dabei vorgegangen sind, haben sie in den Interviews aus ihrer Sicht beschrieben. Nun soll dargestellt werden, inwieweit dies den Erwartungen aus der Theorie entspricht und wo es besondere Herausforderungen gab. Auch die Einflussfaktoren Umgang mit Medien, Rolle der Lernbegleitung und Arbeiten in der Gruppe werden betrachtet. Zunächst werden die Auswertungskategorien einzeln interpretiert, um abschließend zu einer Gesamtbetrachtung zu gelangen.

Der **Prozess der Fragenfindung (A1)** entspricht in dem, wie er von den SchülerInnen beschrieben und durchgeführt wurde, weitgehend den Erwartungen aus der Literatur. Das Finden einer Forschungsfrage gilt als große Hürde im Rahmen des Forschenden Lernens auf Level 3 (vgl. Kapitel 7). Die Fähigkeit, eine produktive Frage (Kriterien vgl. Kapitel 7) zu stellen, erfordert demnach hohe Kompetenz (vgl. Baumert, J., Stanat, P. & Demmrich, A., 2001). Daher sollte diese Aufgabe den SchülerInnen erst überlassen werden, wenn sie mit vorgegeben Fragestellungen (Level 0-2) bereits erfolgreich arbeiten können (vgl. Banchi & Bell, 2008).

Zunächst beschreiben die SchülerInnen im Interview Probleme mit dem übergeordneten Thema „Licht und Farbe“ (was zu Beginn des Forschenden Lernens nicht unüblich ist, vgl. Ernst, 1998). Wie in Kapitel 7 beschrieben, empfiehlt sich als Thema für die Lernwerkstatt ein sachliches, welches gleichzeitig raumöffnend in den kreativen Bereich wirkt. Betrachtet man die Arbeiten der SchülerInnen zu „Licht und Farbe“, ist die

kreative, gestalterische Komponente durchaus gelungen (vgl. Zocher, 2001). Das Thema Farben wird auch von Karin Ernst für das Forschende Lernen in der Lernwerkstatt erprobt und empfohlen (vgl. Ernst 1997b). Es eröffnet inhaltlich-naturwissenschaftlich ein breites Spektrum aus Physik, Chemie und Biologie. Trotzdem ist auch die Irritation der SchülerInnen nachvollziehbar, wenn man das Thema aus naturwissenschaftlicher Sicht grob umreißt: Farb- und Lichtphänomene spielen sich weitgehend auf einer nicht sichtbaren Teilchenebene ab; physikalische Konzepte wie Welle-Teilchen-Dualismus oder Lichtquanten sind sowohl theoretisch als auch experimentell hoch komplex, ebenso etwa die Farbstoffchemie. Demnach ist es umso wichtiger, dass die Lernlandschaft entsprechend mit greifbaren Dingen gestaltet ist (vgl. Kapitel 6), was auch gelungen ist. Diese Objekte beschreiben die SchülerInnen als hilfreich im Fragenfindungsprozess.

Der allgemeine Ablauf der Lernwerkstatt wurde prinzipiell so gestaltet, dass den verschiedenen Ebenen der Fragenfindung Raum gegeben wird. In Kapitel 7 wurden die folgenden vier Fragenebenen dargestellt: Allgemeine Fragensammlung/Brainstorming, Konkretisierung der Forschungsfrage, Fragen, die beim Forschen entstehen, persönliche Fragenebene. Diese Schritte finden sich auch bei den beforschten SchülerInnen in der Lernwerkstatt. Wie in der Beschreibung des Lernwerkstattablaufes dargelegt (Kapitel 8), sammeln die Schülerinnen im ersten Schritt alle nach der Besichtigung der Lernlandschaft auftauchenden Fragen. Diese Phase kann also mit einem Brainstorming verglichen werden (vgl. Zocher, 2001). Die hier gestellten Fragen müssen nichts mit dem späteren Forschungsprozess zu tun haben. Daher sind es nicht immer produktive Fragen, etwa: Eine Welt ohne Schatten (Sm1), Warum ist Rot Liebe? (Sw1) oder Wer hat Laser-Tag erfunden? (Sw2). Besonders den Aspekt der Umsetzbarkeit in der Lernwerkstatt bedenken die SchülerInnen zunächst häufig nicht: Wie funktionieren Wärmebildkameras? (Sm3), Wie lange braucht das Licht von der Sonne zu Erde? (Sm1), Wie schnell ist das Licht? (Sw2).

Bei der Konkretisierung der Forschungsfrage (zweite Ebene) ändert sich dieser Anspruch. Die SchülerInnen benötigen vor dem Arbeitsbeginn die Zustimmung der LehrerInnen zu ihrem Thema. Eine Schwierigkeit dabei war es, dass den SchülerInnen die vorgestellten Kriterien für produktive/unproduktive Fragen nicht bekannt waren (vgl. Kap. 7). Dieser Kriterienkatalog wurde erst nach der beforschten Lernwerkstatt in Zusammenarbeit mit Dr. Simone Abels erarbeitet. Den SchülerInnen der Gruppen 1-3

gelang es dennoch recht schnell, eine geeignete Frage auszuwählen. Manchen SchülerInnen, so auch der Schüler von Gruppe 4, hatten jedoch Schwierigkeiten. Sm3 wollte mit einem Laser arbeiten oder einen Laser bauen, was von den LehrerInnen abgelehnt wurde. Dabei wurde die Ablehnung nicht ausreichend begründet oder war für den Schüler nicht nachvollziehbar. Für Sm3 hatte dies zur Folge, dass er sich in seinem persönlichen Interesse abgelehnt fühlte und außerdem sozial von den anderen Gruppen abgegrenzt war. Nachdem er auf seinem Interesse pochte, war es für den Schüler schwierig, das Interesse und die Motivation für eine andere Fragestellung aufzubringen. Dass er wie in Kapitel 10 bei der Fragenfindung umherschlendert, mit Schuhen schleudert und sich auch sonst leicht ablenken lässt, ist nicht ungewöhnlich:

[...] die Verhaltensweisen beim Entdecken entsprechen so gar nicht dem, was man unter einer „vernünftigen Arbeitshaltung“ versteht: Entdecker starren häufig Löcher in die Luft oder laufen ziellos in der Gegend umher, weil sie einen bestimmten Gedanken noch nicht fassen können. (Ernst, 1988, S.3)

Prinzipiell begünstigt der persönliche Bezug der SchülerInnen zu ihrem Arbeitsthema das Lernen in der Lernwerkstatt (siehe Kap. 7). Ausschlaggebend dafür ist, dass die Forschungsfrage von einer persönlichen Motivation begleitet wird (vierte Frageebene bei Zocher (2001)). Diese war wohl bei Sm3 zunächst nicht ausreichend vorhanden. Womöglich war es für ihn besonders schwierig, einen persönlichen Zugang zur Thematik „Licht und Farbe“ zu finden (vgl. Edelson et al., 1999). Schließlich gelingt es ihm, zusammen mit der Lernbegleitung eine Frage zu finden.

Durch Offenheit gegenüber dem Schüler sowie durch Nachfragen zu seinen Ideen war dies möglich (vgl. Zocher, 2001). Hilfreich war zusätzlich das Bedürfnis des Schülers, nicht vollständig von dem Projekt ausgeschlossen zu werden. Von der Lernbegleiterin wurde er dazu angehalten, sich nochmals mit den Gegenständen in der Lernwerkstatt zu beschäftigen. Weitere Impulse und Ideen wurden ihm jedoch erst gegeben, als er sich bereits eine Frage überlegt hatte. Hier wäre es möglicherweise sinnvoll, bereits früher mögliche Zugänge zur Thematik vorzuschlagen oder Hilfestellung durch die gesamte Lerngruppe (etwa in einer Forscherkonferenz) zu nutzen (vgl. Zocher, 2001). So könnte auch die Diversität als Ideen- und Interessensvielfalt genutzt werden (vgl. Lee et al., 2007).

Am Ende des zweiten Fragenfindungsschrittes hatten schließlich alle Gruppen eine Forschungsfrage²⁵ gewählt. Zwar entsprechen alle Fragen den Kriterien für produktive Forschungsfragen (vgl. Tabelle 4), enthalten aber teilweise auch unproduktive Anteile (vgl. Tabelle. 8)

Unproduktive Fragen:

• zu weitschweifende Fragen.	(1)
• Fragen, deren Beantwortung vieler Worte bedarf anstatt Handlungen.	2
• Fragen, die kein Problemlösen erzeugen.	2, 3
• Fragen, auf die die Antworten schon existieren.	2, 3
• Fragen, die das Gefühl vermitteln: Es gibt nur eine richtige Antwort.	2, 3

Tabelle 8: Zuordnung der SchülerInnenfragen zu den Kriterien unproduktiver Fragen, vgl. Minnerop-Haeler, 2015, S.40-41 im verwendeten pdf)

Vor allem die Gruppen 2 und 3 stellten also Fragen, die für eine Lernwerkstatt zu offensichtlich beantwortbar sind und nicht genügend Forschergeist wecken. Daraus ergeben sich Folgen für die weitere Arbeit im Forschungszyklus, etwa eine unausgeprägte Planungsphase.

Die bei Zocher (2001) und Ernst (1996) beschriebene dritte Frageebene, also jene Fragen, die sich erst im Laufe des Arbeitsprozesses ergeben, erwähnt nur Gruppe 1 explizit im Interview. Diese Gruppe erinnert sich, das Thema bereits auf das Erzeugen von Strom eingegrenzt zu haben, weitere Fragen aber erst in der Recherche oder anhand von Gegenständen aufgefunden zu haben.

Die vierte Fragenebene der persönlichen Motivation dürfte im Laufe der Arbeit bei allen Gruppen entsprechend des erfolgreichen Abschlusses ihrer Projekte ausreichend vorhanden gewesen sein. Dabei spielen neben der Motivation zur Klärung der Forschungsfrage wohl auch extrinsische Motivationsfaktoren wie Ansporn in der Gruppe oder Hinterlassen eines positiven Eindruckes bei der Präsentation eine Rolle.

Zusammenfassend ist es allen untersuchten SchülerInnen trotz erster Schwierigkeiten mit dem Thema Licht und Farbe gelungen, den Fragenfindungsprozess erfolgreich abzuschließen. Weitgehend haben sie die Kompetenz bewiesen, eine angemessene und produktive Fragestellung auszuwählen (vgl. Minnerop-Haeler, 2015). Außerdem zeigt sich zwischen Phase 1 und Phase 2 eine klare Unterscheidung zwischen beantwortbaren und nicht beantwortbaren Fragen (vgl. Bifie, 2011).

²⁵ Gruppe 1: Wie kann man natürlich Strom erzeugen, Gruppe 2: Was ist ein Regenbogen, Gruppe 3: Wie baut man einen Kaleidoskopwürfel, Gruppe 4: ...

Die Lernlandschaft der beforschten Lernwerkstatt (siehe Beschreibung in Kapitel 8) hatte einen wichtigen Anteil daran, Lerngelegenheit für die Fragenfindung und Konkretisierung zu bieten. Sie hielt für alle Gruppen Gegenstände und Materialien bereit, die den Anstoß zum Forschen gaben (vgl. Hagstedt, 2004; Puddu et al., 2014).

Für einen reibungsloseren Ablauf bezüglich des zweiten Schritts des Fragenstellens, der Festlegung einer Forschungsfrage, wäre es wichtig gewesen, die Kriterien diesbezüglich explizit zu machen. Dies ermöglicht den SchülerInnen, selbst ihre Fragestellungen zu prüfen, und beugt etwaigen Enttäuschungen wie etwa bei Sm3 vor. Diese Verbesserungsmöglichkeit wurde nach der beforschten Lernwerkstatt durch die Entwicklung des Kriterienkataloges bereits ergriffen. Für eine Erleichterung der Fragenfindung sollte ein derartiger Kriterienkatalog unbedingt mit den SchülerInnen besprochen werden. Außerdem sollte über die Unterscheidung wissenschaftliche/nicht wissenschaftliche Fragen reflektiert werden. Dies kann etwa dadurch erfolgen, dass die SchülerInnen im Plenum gemeinsam besprechen, warum bestimmte Fragen ungeeignet sind.

Auch wenn manche der Fragen einige Schwächen aufweisen, zeigen die SchülerInnen eine prinzipielle Bereitschaft für Forschendes Lernen auf Level 3, wo sie selbst Fragen stellen und beantworten können.

Die **Planung und Durchführung (D2)** ist ein wichtiger Schritt im Forschungszyklus (vgl. Abels et al., 2014) sowie in der Lernwerkstatt. Die Kompetenz zur Planung wird vom Bifie (2011, S. 2) so beschrieben: „E3 zu Fragenstellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen [...]“. Entscheidend ist die Zielgerichtetheit der Planung, welche letztlich zur Klärung der Forschungsfrage dienen soll. Dies wird auch im folgenden Zitat betont:

They plan ways to verify, extend, or discard ideas. (Ash & Kuger-Bell, 2010, S. 80).

Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S. & Ploetzner, R. (2010) unterscheiden in zwei Planungsebenen. Die erste ist dabei sehr explizit auf naturwissenschaftliches Experimentieren bezogen und enthält das Entwerfen eines Experiments sowie die Auswahl geeigneter Materialien und Instrumente. Die zweite Ebene umfasst einen weiteren Sinn der Planungsphase: Arbeitsorganisation, Selbstkontrolle und Strategien zur Selbsteinschätzung – also Management-Fähigkeiten, die es ermöglichen, eine Untersuchung

unabhängig von den LehrerInnen durchzuführen. Banchi & Bell (2008) erklären weiters, dass auf Level 3 eine explizite Versuchsplanung inklusive Erstellen eines Ablaufplanes der Untersuchung hilfreich ist.

Die Gruppen 2-4 beschreiben ihre Planungsphase im Interview wenig eingehend. Auch während der Lernwerkstattarbeit hat sie für diese Gruppen eher eine untergeordnete Rolle gespielt. Gruppe 2 hat vor allem Literaturrecherche betrieben, um die Forschungsfrage²⁶ zu beantworten. Wie bereits dargestellt, hat diese Fragestellung das Problem, dass die Antwort darauf bereits existiert und nicht unbedingt eine praktische Aktivität erfordert. Daher planen die Schülerinnen keine Tätigkeit, sondern ziehen sich sofort in die Bibliothek zur Recherche zurück. Sie führen Planung eher auf der zweiten von Bell et al. (2010) beschriebenen Planungsebene durch und managen ihr Projekt. Die SchülerInnen nutzen zum einen ihre Fähigkeit zur Arbeitsorganisation, zum zweiten die Kompetenz, aus Medien und Quellen fachspezifische Informationen zu entnehmen (W2, Bifie, 2011). Es kann jedoch nicht von einer Planung im Sinne der anschließenden Durchführung und Datenerhebung zur Klärung der Forschungsfrage gesprochen werden. Eine Lerngelegenheit dazu hätte sich in einer Umformulierung der Forschungsfrage, etwa „Wie erzeugt man einen Regenbogen?“ geboten.

Gruppe 3 beschreibt im Interview die Planung als Analyse des fertigen, in der Lernlandschaft ausgestellten Modellobjektes. Es finden hier also die Schritte Beobachtung und Planung gleichzeitig statt. Die Zielgerichtetheit der Planung, also das Nachbauen eines solchen Würfels, ist in diesem Falle gegeben. Außerdem haben die SchülerInnen benötigte Materialien ausgewählt und einen Bauplan festgelegt. Damit haben sie einen Teil der ersten Fragenebene nach Bell et al. (2010) umgesetzt. Auch die zweite Fragenebene wurde genutzt, etwa um Aufgaben in der Gruppe zu verteilen oder die Zeit für den Bau des Würfels einzuplanen. Aufgrund der (teils unproduktiven) Fragestellung dieser Gruppe²⁷ entfällt jedoch der entscheidende Charakter naturwissenschaftlicher Planung, dass diese dem Erkenntnisgewinn dient. Durch den bloßen Nachbau eines Objekts war es nicht nötig, ein Experiment oder eine Tätigkeit zu planen, welche/s zu neuen Informationen führt. Auch hier hätte die Frage anders formuliert werden können, beispielsweise: „Wie funktioniert ein Kaleidoskop?“

Gruppe 4 beschreibt die Planung im Interview gar nicht. Den Videos ist zu entnehmen, dass er sein erstes Experiment selbst geplant hat. Seine Idee zur Klärung der Frage,

²⁶ Was ist ein Regenbogen

²⁷ Wie baut man einen Kaleidoskopwürfel?

woraus die Farbe Grün besteht, war das Mischen verschiedener Farben. Bei diesem Experiment hat er also, wenn auch auf einem einfach Niveau, naturwissenschaftliche Planung im engeren Sinne durchgeführt. Der zweite Versuch, der eigentlich im Zentrum der Arbeit dieses Schülers stand, war die Papierchromatographie. Dieses Experiment hat der Schüler nicht selbst geplant, sondern es wurde ihm von den LehrerInnen vorgegeben. Hier haben die LehrerInnen sehr explizit in die Arbeit des Schülers eingegriffen. Der Schüler hat also nicht mehr auf Level 3 gearbeitet, sondern auf 0-1 (vgl. Kapitel 4). Nachdem der Schüler generell Schwierigkeiten hatte, sich in die Lernwerkstatt einzufügen und konzentriert zu arbeiten, haben die LehrerInnen vermutlich eingegriffen, um ihm den Lernprozess zu erleichtern. Wie bereits in Kapitel 4 beschrieben, sollte das Level entsprechend der Fähigkeiten der SchülerInnen ausgewählt werden und nach dem Modell Vygotsky (vgl. Abb. 4) in der proximalen Entwicklungszone stattfinden. Daher ist es durchaus sinnvoll, innerhalb der Lernwerkstatt eine Binnendifferenzierung vorzunehmen und für einzelne SchülerInnen auf andere Level zurückzugehen.

Insgesamt hat die Planung der Gruppe 2-4 nur in Ansätzen Gemeinsamkeiten mit einer wissenschaftlichen und somit auch im Forschenden Lernen vorgesehenen Planung.

Eine weitaus intensivere Versuchsplanung finden wir bei Gruppe 1. Diese Gruppe ist ein Beispiel dafür, wie sich die Planung durch den gesamten Forschungsprozess zieht und immer wieder mit anderen Schritten abwechselt (vgl. Nicht-Linearität des Forschungszyklus in Kap. 3.2.). Zur Planung nutzt Gruppe 1 mehr Kompetenzen (Bifie, 2011, S.2) als die anderen Gruppen: Neben W2 (aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen) wurden auch E2 (zu Vorgängen und Phänomenen in der Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen) sowie E3 (zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen [...]) angewendet. Betrachtet man die durchgeführten Experimente (Antreiben des Propellers mit heißer Luft, Erhitzen von Wasser im geschlossenen Behälter, Papierverbrennen mit Lupe), so wurden diese mit dem klaren Ziel geplant, Erkenntnisse daraus zu gewinnen. Die Versuche dienen dazu, entsprechend dem obigen Zitat von Ash und Kuger-Bell (2000) um ihre Idee zu verifizieren oder zu überarbeiten. Im weiteren Sinne kann man also bei dieser Gruppe auch von dem Sammeln von Daten sprechen (während alle anderen Gruppen keine Daten aus Experimenten gesammelt haben!).

Damit es allen Gruppen gelingen kann, eine umfassende Planung durchzuführen, wäre es hilfreich gewesen, die Planungsphase als klaren Arbeitsschritt zu implementieren. Banchi & Bell (2008) schlagen dazu etwa vor, eine explizite, schriftliche Planung der Gruppen zu verlangen. Bei jüngeren SchülerInnen sollte es außerdem eine Voraussetzung sein, dass diese ihren Versuchsplan zunächst absegnen lassen, bevor sie zu arbeiten beginnen. Die Umsetzung solcher oder ähnlicher Vorschläge würde in der Lernwerkstatt helfen, dem Planungsvorgang mehr Gewicht zu verleihen.

Um die Durchführung der praktischen Arbeiten durch die SchülerInnen besser beurteilen zu können, wird auf einen Teil von Millars Analysetool Practical Activities Analysis Instrument (PAAI) für praktisches Arbeiten im Unterricht zurückgegriffen (Millar, 2009). Anhand der Erzählungen der SchülerInnen, der Videos und der Beobachtungen in der Lernwerkstatt wurden für die vier Gruppen die Abschnitte „What students have to do with objects“ und „What students have to do with materials“ ausgefüllt. Nachstehende Tabelle 9 zeigt das Ergebnis, die Gruppen wurden mit 1-4 abgekürzt:

What Students have to do with objects and materials

Use an observing or measuring instrument	3 (Lineal)
Follow a standard practical procedure	2 (Experimente aus der Literatur), 4 (Chromatographie)
Present or display an object or material	3 (Kaleidoskopwürfel), 4 (Chromatogramme)
Make an object	3 (Kaleidoskopwürfel), 4 (Chromatogramme)
Make a sample of a material or substance	3 (Kaleidoskopwürfel), 4 (Chromatogramme)
Make an event happen (produce a phenomenon)	1 (Rotation durch Wasserdampf), 2 (Regenbogen), 4 (Chromatographie, Farbmischung)
Observe an aspect or property of an object, material, or event	2 (Farbenabfolge des Regenbogens) 3 (Aufbau des Kaleidoskopes),4 (Farbtrennungen)
Measure a quantity	

What students have to do with ideas

Report observations using scientific terminology	1 (kondensieren) 2 (Prisma, Spektralfarben) 4 (Chromatographie, stationäre/mobile Phase)
Identify a similarity or difference (between objects, or materials, or events)	1 (verschiedene Modellvarianten) , 2 (verschiedene Arten, Regenbögen zu erzeugen), 3 (verschiedene Innenleben für den Kaleidoskopwürfel), 4 (verschiedene Grüntöne und Farbmischungen)

Explore the effect on an outcome of a specific change (e.g. of using a different object, or material, or procedure)	1 (Veränderungen am Modell, etwa hinsichtlich der Schlauchpositionen), 2 (künstl. /nat. Licht), 4 (versch. Farbmischungen)
Explore how an outcome variable changes with time	
Explore how an outcome variable changes when the value of a continuous independent variable changes	
Explore how an outcome variable changes when each of two (or more) independent variables changes	
Design a measurement or observation procedure	1 (Experimente mit Lupe bzw. Erhitzen von Wasser), 4 (Farben mischen, Chromatographie)
Obtain a value of a derived quantity (i.e. one that cannot be directly measured)	
Make and/or test a prediction	1 (Funktionsweise und Vor/Nachteile des Modells)
Decide if a given explanation applies to the particular situation observed	
Decide which of two (or more) given explanations best fits the data	
Suggest a possible explanation for data	4 (reine/unreine Farben)

Tabelle 9: Zuordnung der SchülerInnenarbeiten zu Millars (2009, S. 13-14) Kriterien im Umgang mit Materialien und Ideen.

Gruppe 1 hat vor allem auf der Ideenebene gearbeitet und kann diese Arbeitsschritte auch im Interview weitgehend darstellen. Die Schüler haben verschiedene Varianten ihres Modelles entworfen und Veränderungen verglichen. Außerdem haben sie eine Vorhersage hinsichtlich der Funktionsweise sowie Vor- und Nachteilen erstellen. Wie sie dabei vorgegangen sind, können sie auch im Interview noch beschreiben. Es sei an dieser Stelle auf Abbildung 3 in Kapitel 3.2. verwiesen, wo Millars Kriterien für Effektivität dargelegt wurden. Dabei unterscheidet er nicht nur zwischen materiellen Handlungen oder Ideen sondern auch zwei Ebenen der Effektivität: Effektivität während der Durchführung und Effektivität nach der Durchführung (im Sinne der Reproduktionsfähigkeit der durchgeführten Tätigkeiten; vgl. Millar, 2009). Für Gruppe 1 ist im Bereich des „what students have to do with ideas“ Effektivität auf beiden zeitlichen Ebenen gegeben, da sie Überlegungen im Interview detailliert wiedergeben.

Auf der materiellen Ebene hat Gruppe 1 Phänomene erzeugt, die der Problemlösung und Konkretisierung ihrer Überlegungen dienten. Die praktische Arbeit ist bei dieser Gruppe eng mit der Planung und dem Herstellen von Zusammenhängen verwoben. Im Interview gehen sie auf ihre durchgeführten Experimente kaum ein. Daher beschränkt sich die Effektivität der materiellen Arbeit auf die erste zeitliche Ebene.

Gruppe 2 hat im Experiment ein Phänomen (Erzeugen eines Regenbogens) reproduziert. Dazu haben sie eine Vorgabe aus der Literatur verwendet, also quasi auf ein Standardverfahren zurückgegriffen. Weiters haben sie verschiedene Varianten (natürliches/künstliches Licht) probiert und Unterschiede festgestellt. Im Interview beschreiben sie die Durchführung des Experimentes sowie ihre Ideen dazu kaum. Für diese Gruppe war die praktische Tätigkeit also primär auf der ersten zeitlichen Ebene (direkt in der Lernwerkstatt) effektiv. Dabei haben sie zu gleichen Teilen mit materiellen Dingen und mit Ideen gearbeitet.

Gruppe 3 hat in der Planung zunächst den ausgestellten Kaleidoskopwürfel analysiert und daran Beobachtungen wie den Aufbau des Innenlebens gemacht. Außerdem haben die Schülerinnen ein ähnliches Objekt hergestellt und bei der Präsentation gezeigt. Diese Durchführungsschritte geben die SchülerInnen im Interview kaum wieder, die Effektivität auf der Reproduktionsebene ist daher weniger gegeben. Im Ideen-Bereich haben sie verschieden Innengestaltungen zu ihrem Würfel ausprobiert und verglichen, was sie auch in der Präsentation beschreiben. Im Interview kommen sie darauf nicht zu sprechen.

Gruppe 4 hat besonders auf der materiellen Ebene zahlreiche Schritte durchgeführt. Es wurden die Phänomene der Farbmischung und Farbtrennung produziert und dadurch auch verschiedene Proben der Farbe Grün und ihrer Mischungen hergestellt. Außerdem wurde das Standardverfahren der Chromatographie verwendet, um Beobachtungen zu tätigen. Dieses wurde auch bei der Präsentation vorgezeigt. Hinsichtlich der Ideenebene hat der Schüler verschiedene Grüntöne und Farbmischungen verglichen und somit Ähnlichkeiten oder Unterschiede erkennen können. Im Interview wird keiner dieser Aspekte angesprochen. Die praktische Aktivität, die sich besonders auf das materielle Arbeiten bezieht, war somit nur auf erster zeitlicher Ebene effektiv. Zusammenfassend haben alle Gruppen bei ihrer Durchführung auf verschiedene Arten mit materiellen Dingen gearbeitet. Obwohl die SchülerInnen unterschiedliche Experimente durchgeführt und Objekte oder Phänomene erzeugt haben, sprechen sie diese im Interview jedoch kaum an. Dies hat den Nachteil, dass durch mangelnde Erinnerung von den durchgeführten Arbeitsschritten nur wenig im späteren Unterricht reflektiert oder genutzt werden kann.

Auf der Ideenebene haben die SchülerInnen generell weniger gearbeitet, nur Gruppe 1 geht darauf in Interview ein. Dabei zeigt sich die Herausforderung des Forschenden

Lernens auf Level 3, die materielle Tätigkeit mit einem kognitiven Prozess zu verbinden. Die SchülerInnen waren im Rahmen ihrer Durchführung wenig angehalten, verschiedene Hintergrundüberlegungen zu tätigen. Dies liegt mitunter auch an den gewählten Fragestellungen, die kaum quantitative Inhalte hatten. Möchte man diesbezüglich die Fähigkeiten der SchülerInnen mehr fordern und fördern, könnte ein anderes Thema gewählt oder die Fragen entsprechend konkretisiert werden. Bereits in der Planungsphase könnte außerdem besprochen werden, wo Vergleiche zu ziehen sind oder Variablen verändert werden können. Dies würde in weiterer Folge auch dazu dienen, dass die SchülerInnen die Durchführung mit ihren Überlegungen bewusster machen würden.

Die Durchführung von Experimenten ist immer eng mit **Beobachtungen (D3)** verknüpft, welche die SchülerInnen im Interview geschildert haben. Die beschriebenen sprachlichen Schwierigkeiten zeigen eine unzureichende Kompetenz im Bereich des Benennens und Beschreibens von Beobachtungen (vgl. Bifie, 2011). An den Äußerungen der SchülerInnen wird sichtbar, welche sprachlichen Herausforderungen die Naturwissenschaften beinhalten. Vor allem die Exaktheit der naturwissenschaftlichen Sprache, aber auch Fachbegriffe fallen den SchülerInnen schwer (vgl. Merzyn, 1998). Dies gilt sowohl für jene SchülerInnen mit Deutsch als Muttersprache als auch für jene mit anderen Erstsprachen. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass die SchülerInnen in der Lernwerkstatt oder allgemein im Unterricht nicht zur sprachlichen Explikation von Beobachtungen angehalten werden. Sie kommunizieren über Beobachtungen vor allem untereinander und kommen dabei mit Umgangssprache aus. Im Forschungstagebuch müssen sie zwar ihre Arbeit dokumentieren, dabei wird aber keine (wissenschaftliche) Protokollführung zu den Experimenten und Beobachtungen verlangt. Für die Lernwerkstatt ist es üblich, die Form der Notation freizustellen, solange sie prinzipiell gemacht wird (vgl. Hagstedt, 2004). Millar (2009) hingegen beschreibt auch die Form der Notation als relevant für den Lernprozess. Daher sollte die Versprachlichung von Beobachtungen schriftlich und mündlich vermehrt eingefordert werden.

Zum Schlusspunkt der Lernwerkstatt, der **Präsentation (D4)**, haben sich die SchülerInnen in den Interviews wenig geäußert. Dies ist besonders interessant, wenn man sich die Beschreibungen der Arbeiten der SchülerInnen ansieht: Ab dem zweiten Lern-

werkstatttag haben alle Gruppen auf ihre Präsentationen hingearbeitet, Gruppe 2 sogar ausschließlich. Als Ablaufpunkt hat die Präsentation einen hohen Stellenwert (vgl. Kategorie A1), weil sich die SchülerInnen dort als kompetent erleben können. Innerhalb der Klasse war die Aufmerksamkeit während der Präsentationen jedoch eher niedrig. Dadurch gelingt es nicht, die unterschiedlichen Arbeiten der Gruppen für alle SchülerInnen zugänglich zu machen und damit Diversität sinnvoll zu nutzen. Außerdem scheinen die SchülerInnen (excl. Gruppe 1) kein Bewusstsein für die Präsentation als Teil des Forschungszyklus im Sinne einer Kommunikation und Argumentation von Ergebnissen zu haben. Es sollte daher vermehrt darauf geachtet werden, den Stellenwert der Ergebnispräsentation im Forschungszyklus zu forcieren. Auch das gemeinsame Lernen und die Aufmerksamkeit könnten gefördert werden, indem die SchülerInnen am Ende aktive Experimente anderer Gruppen durchführen können oder sich gegenseitig Fragen stellen.

Im **Umgang mit Medien (D5)** bestätigen die SchülerInnen das folgende Zitat von Karin Ernst:

Nur selten brauchen sie schnelle Antworten oder Bücher. (Ernst, 1996, o.S.) Die Gruppen 1, 3 und 4 haben in der Lernwerkstatt keine Bücher verwendet und haben auch kein Problem mit dem Internetverbot. Diese Gruppen haben aber mit hoher Wahrscheinlichkeit nachmittags nach der Schule im Internet nach Informationen gesucht. Dabei kann es passieren, dass das eigene, selbstständige Arbeiten und die Ideen verloren gehen oder verkürzt werden. Andererseits ist es auch als Kompetenz zu sehen, wenn SchülerInnen aus Medien geeignete Informationen entnehmen können (vgl. Bifie, 2011). Außerdem ist den SchülerInnen hoch anzurechnen, dass sie sich außerhalb der Schulzeit mit ihrem Forschungsprojekt beschäftigen. Darin wird deutlich, dass ihre Motivation und persönliche Verbindung mit der Arbeit gegeben sind. Gruppe 2 kritisiert als einzige das Internetverbot, da den Schülerinnen eine Internetnutzung für ihre Recherchetätigkeit sehr entgegengekommen wäre. Ob sie damit andere oder bessere Ergebnisse erzielt hätten, ist fraglich. Wie beschrieben ist bei dieser Gruppe die Gleichsetzung von recherchieren und forschen problematisch. Der Mediengebrauch scheint der Eigenständigkeit der SchülerInnen eher entgegenzustehen und Fehlkonzepte hinsichtlich des „to learn about inquiry“ zu vermitteln. Obwohl die Nutzung von Medien in der Lernwerkstatt wichtig und sinnvoll ist (vgl. Millar, 2009; Bifie, 2011, Hagstedt, 2004), machen diese Nachteile ein Internetverbot verständlich.

In der Lernwerkstatt sind daher zwei Alternativen denkbar: einerseits die explizitere Reflexion über den Umgang mit Medien beim Forschenden Lernen, andererseits die Integration von sinnvollen Medien in die Lernlandschaft (vgl. Hagstedt, 2004). Mittlerweile ist in der beforschten Schule während der Lernwerkstatt die Nutzung des Internets erlaubt. Auch wenn sie Gefahren bietet, eröffnet sie bei sinnvoller Anwendung neue Möglichkeiten. Durch die Nutzung von Tablets ist eine vermehrte Integration neuer Medien in das Forschende Lernen entstanden.

Das **Arbeiten in der Gruppe (D5)** beschreiben die SchülerInnen als beeinflussend, aber nicht ausschlaggebend bei der Themenwahl. Während der Lernwerkstatt war allerdings durchaus zu beobachten, dass sich zuerst die Gruppen formieren und erst später das Thema gewählt wird. Dass die SchülerInnen dies im Interview anders darstellen, könnte daran liegen, dass sie den Erwartungen der LehrerInnen gerecht werden wollen. Diese erklären den SchülerInnen, dass das Interesse für das Thema wichtiger als die Gruppe sein sollte. Eventuell versuchen die SchülerInnen daher im Interview, ihre Darstellung entsprechend zu formulieren.

Für den Arbeitsfortschritt beschreiben sie die Gruppenzusammenarbeit weitgehend als bereichernd. Dies entspricht der Idee des Forschenden Lernens als kommunikative Lernform (vgl. Zocher, 2001). Es bestätigt sich, dass auch die SchülerInnen in der Lage sind, Diversität positiv wahrzunehmen. Sie lernen außerdem, Individuen wertzuschätzen und unterschiedliche Herangehensweisen zu akzeptieren (vgl. Ash & Kuger Bell, 2000).

Mit der **Lernbegleitung (D7)** gehen die SchülerInnen in der Lernwerkstatt generell eher positiv und offen um, Gruppe 1 äußert sich im Interview wertschätzend darüber. Die beiden Schüler dieser Gruppe scheinen auch ein Bewusstsein dafür zu haben, dass die Rolle der Lernbegleitung beim Forschenden Lernen (besonders auf Level 3) eine andere ist als im Regelunterricht. Sie schreiben der Lernbegleitung vor allem eine richtungsweisende Rolle zu, die für die Ideen der SchülerInnen offen ist. Auch der Schüler Sm3, der besondere Unterstützung durch die Lernbegleitung benötigte, erkennt die Hilfe bei der Fragenfindung im Interview an. Der Schüler ist zwar im Gespräch mit den LernbegleiterInnen zunächst abweisend, später zurückhaltend aber aufmerksam und dankbar für Hilfe.

Insgesamt scheint es der Lernbegleitung gelungen zu sein, alle SchülerInnen durch den Lernprozess zu führen.

Zusammenfassend bestätigen sich die Einflussfaktoren Lernbegleitung, Umgang mit Medien und Arbeiten in der Gruppe als wichtig für das „to do inquiry“. Sie werden von den verschiedenen SchülerInnen unterschiedlich wahrgenommen und bieten verschiedene Herangehensweisen. Teilweise zeigt sich, dass die SchülerInnen selbst auch einen positiven Umgang mit Diversität in der Gruppe und mit der Lernbegleitung zeigen. In der praktischen Durchführung haben sich einige vermutete Herausforderungen (Fragestellung finden, Untersuchung planen) bestätigt. Auch haben die SchülerInnen nicht alle Schritte des Forschungszyklus durchlaufen (z.B. Sammeln von Daten, Interpretieren/Auswerten, Erkennen, was offen geblieben ist). Die Effektivität der praktischen Tätigkeit auf der zweiten (reproduktiven) Ebene war bei vielen nicht gegeben. Trotzdem gelingt es den SchülerInnen im „to do inquiry“ für sie angemessene Schwerpunkte zu setzen und je nach Interesse und Fähigkeiten zu profitieren. Einige aufgezeigte Verbesserungsmöglichkeiten würden allerdings zusätzliche Lerngelegenheiten ermöglichen.

12.3. To learn scientific content

12.3.1. Zusammenfassung

Der Wissenserwerb im Forschenden Lernen soll hier auf drei verschiedenen Ebenen dargestellt werden: Herstellen von Zusammenhängen, Umgang mit Modellen und Faktenwissen. Wiederum geht es primär darum, wie die SchülerInnen diesen Bereich in den Interviews beschreiben. Außerdem wird mittels Videos und Beobachtungen die Datenlage ergänzt.

Zunächst zur Kategorie **Herstellen von Zusammenhängen (S1)**: Nur bei Gruppe 1 werden im Interview hergestellte Zusammenhänge expliziert. Die Schüler erklären etwa, dass durch Spiegelung des Lichtes (auf einen bestimmten Punkt) diese Stelle heißer wird. Dabei nehmen sie Bezug auf ihr Experiment, mit einer Lupe Papier zum Brennen zu bringen sowie auf offensichtliches Vorwissen zur Lichtreflexion. Während der Lernwerkstatt überlegt Gruppe 1, wie die Spiegel dazu angeordnet sein müssen. Sm1 erklärt, dass eine Dach-artige Anordnung mit den Spiegelflächen nach außen

nicht sinnvoll ist. Sm2 schließt daraus, dass die Spiegel in Verlängerung des Rohres nach oben zeigen müssen, damit die Sonne hineinscheinen kann.

Weiters beschreiben sie den hergestellten Zusammenhang zwischen dem Aufsteigen heißer Luft und der daraus möglichen Drehbewegung eines Propellers:

Sm2: Ja das haben wir eigentlich schon gewusst, weil wir haben gewusst, dass Wärme aufsteigt und wenn man das so schräg macht dann dreht sich das ja, weil wenn das so ist dann (zeigt es mit den Händen waagrecht) (I1, 79)

Hier wenden sie Vorwissen (heiße Luft steigt auf²⁸) an. Auch bezüglich der Rückführung des Kondenswassers in den Kreislauf greifen sie auf dieses zurück. Hier geht es um die Position eines Schlauches:

Sm2: Ja eh, das sind wir zuerst einmal drauf gekommen, wenn wir da unten den Schlauch haben, dass das gar nicht geht, weil der Dampf steigt ja auf, weil die Wärme steigt immer auf. (...) (I1, 251)

Nun differenzieren die Schüler doch zwischen heißer Luft und Wasserdampf, allerdings nicht trennscharf, nachdem sofort wieder von Wärme allgemein die Rede ist. Insgesamt gelingt es der Gruppe, verschiedene Informationen heranzuziehen und im Herstellen von Zusammenhängen Probleme zu lösen. Diesen Prozess stellen sie auch im Interview nachvollziehbar dar.

Die anderen Gruppen beschreiben im Interview keine Zusammenhänge, allerdings gibt es von Gruppe 2 eine Videoszene dazu (G3 Panasonic 00055). In dieser geht es im Gespräch mit der L1 um das Erzeugen eines Regenbogens. Die SchülerInnen beschreiben, dass dies sowohl mit natürlichem als auch mit künstlichem Licht möglich ist. Hier werden zwei Zusammenhänge sichtbar: Für das Erzeugen eines Regenbogens wird Licht benötigt und im Falle des Nicht-Vorhandenseins von Sonnenlicht ist es möglich, einen Regenbogen mit künstlichem Licht zu erzeugen. Wie das funktioniert und wieso es möglich ist, beschreiben die SchülerInnen jedoch nicht näher.

Den **Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen (S2)** hat in der Lernwerkstatt nur Gruppe 1 gezeigt. Die Schüler verwendeten dazu entweder Skizzen oder Gegenstände, etwa eine Röhre, eine Flasche oder einen Propeller als Modell für den Turm. Anhand der Skizze diskutierten sie im Beisein von zwei LernbegleiterInnen die geeignete Position eines Schlauches zum Auffangen von Kondenswasser. Dabei nutzten sie

²⁸ Wobei heiße Luft und Wasserdampf eigentlich nicht gleichgesetzt werden dürften, der hergestellte Zusammenhang also teilweise falsch ist, vgl. Kapitel 10

die Skizze, um ihre Ideen zu veranschaulichen. Diese hilft ihnen, Dinge auszudrücken, die sie sprachlich nur schwer umsetzen können:

Sm1: (zu L1) Äh wir müssen den Dampf da einfangen, weil wenn wir sagen zum Beispiel, wir machen hier eine Röhre hin (nun wieder zu Ass1, weil L1 mit wem anderen spricht) dann machen wir hier (zeigt auf den oberen Teil der Skizze) und dann geht raus (unterer Teil der Skizze) und das Wasser kommt wieder runter. So. (G1 Canon MOV002, 10)

Die Idee des Schülers wird durch sein Zeigen auf die Skizze verständlicher. Auch im Dialog untereinander greifen die Schüler auf Modelle und ihre Hände als Zeigehilfen zurück. So etwa, wenn sie über die Position der Spiegel zur Fokussierung des Lichtes auf den Turm diskutieren:

Sm1: Wenn es so ist (zeigt mit der flachen Hand in Verlängerung der Röhre giebelartig nach innen) dann ist es schon weg. So (zeigt nun im stumpfen Winkel nach außen) kanns auch nicht sein. (G3 Canon HD 003, 9)

Der Schüler versucht mittels des Modells seinem Partner seine Idee zu erklären. Im Interview benennt Gruppe 1 implizit auch die Funktion von Modellen:

Sm2: [...] Und wenn wir's erforschen wollten, haben wir eine Flasche genommen, weil's auch so wie ein Turm ist. (I1, 75)

Sie sehen also die Ähnlichkeit zwischen zwei Objekten in ihrer wichtigen Eigenschaft (zylindrisch) und können somit das entsprechende Modell wählen. Außerdem erkennen sie die didaktische Nutzungsmöglichkeit von Modellen:

Sm2: [...] Damit wir zeigen können, dass sich das mit Wärme dreht, damit sie sich vorstellen können dass (-) wir haben nicht gewusst, ob das jeder weiß, dass sich das Zahnrad dreht einfach so. (I1, 77)

Ein Modell kann also zur Veranschaulichung für die anderen SchülerInnen verwendet werden kann²⁹. Es zeigt sich bei dieser Gruppe ein komplexer Umgang mit Modellen verschiedener Art (vgl. Graf, 2002) sowie der Ansatz einer Reflexion zur Modellverwendung (vgl. Pöpping, 2002).

Abschließend wird das **Faktenwissen (S3)**, das die SchülerInnen in der Lernwerkstatt erworben haben, dargestellt. Dieser Punkt war nicht Hauptbestandteil der Untersuchung, ist aber ein Ziel des Forschenden Lernens. Daher dient die nachfolgende Beschreibung über das gewonnene Wissen der SchülerInnen der Vervollständigung des

²⁹ Wurde bei der Präsentation aber dann nicht verwendet.

Gesamteindruckes. Wie in Kapitel 9.3. erklärt, werden dazu die Videos der Präsentationen der SchülerInnen herangezogen. In den Interviews fand sich bei keiner der vier Gruppen eine reine Reproduktion von Faktenwissen (allerdings bei Gruppe 1 das Heranziehen von Wissen, um Zusammenhänge herzustellen).

Im Falle von Gruppe 1 ist es schwierig, zwischen Vorwissen, gezogenen Schlüssen und in der Lernwerkstatt neu gewonnenem Wissen zu unterscheiden. Prinzipiell gehen die Schüler im Rahmen ihrer Arbeit von einigen Grundannahmen aus³⁰: verschiedene mögliche Aggregatzustände von Wasser, Energie in Lichtstrahlung, Fokussierbarkeit von Lichtstrahlung und ihrer Energie, Funktion von Spiegeln, schwarze Oberflächen werden besonders heiß³¹, Wärme steigt auf, Äquator als heißestes Gebiet der Erdoberfläche, reichliches Vorhandensein von Salzwasser im Gegensatz zu Süßwasser. Im Interview implizieren sie, dass es sich bei diesen Wissensgebieten um Vorwissen handelt (vgl. etwa I1, 82) Viele der Wissensgebiete von Gruppe 1 sind bereits in der Kategorie S1 Herstellen von Zusammenhängen sichtbar geworden. Isolierte Nennungen von Faktenwissen macht diese Gruppe auch während der Präsentation kaum:

Sm1: [...] Außen ist alles schwarz weil es muss ja, da drin ist ja Wasser, und es muss geheizt werden. Und da oben ist es alles zu das heißt da oben ist alles dicht und das heißt wenn es dicht ist erwärmt es auch schneller. So alle Strahlen kommen hier und es fängt an zu erwärmen. Und wenn der Druck ziemlich hoch ist da öffnet sich hier die Öffnung und dann fangen an die Turbinen zu drehen und so wird dann der Generator und dann kann man Strom erzeugen. Wie sie bemerken dass der Dampf immer steigt, steigt und wenn er da oben ist flüssig und kommt wieder ins Wasser halt so auf der Seite und wird immer wieder so verwendet. (G1 Panasonic 003, 03)

Dies zeigt einerseits die Fähigkeit der Schüler, ihr Wissen anzuwenden, macht es aber andererseits in diesem Rahmen unmöglich zu ergründen, wie fundiert das Wissen ist. Daher kann der Großteil des (vermutlich) vorhandenen Faktenwissens dieser Gruppe nur sehr allgemein anhand der oben stehenden Punkte beschrieben werden.

Einzelne reine Faktennennungen sind trotzdem vorhanden, etwa zur Verwendung von Kochsalz:

Sm2: Es verwenden auch viele Sportler weil es hilft dem Muskelaufbau und Nerven und Blutdruck (-)

³⁰ Zusammengefasst aus allen vorhandenen Daten

³¹ Der Grund (vollständige Absorption der Strahlung) ist ihnen vermutlich nicht bewusst.

Sm1: Man kann das aber auch zum Beispiel kochen.

Sm2: Und es wird auch Medikamente (Panasonic HD 00058. Min. 10:18)

Dabei handelt es sich nicht um Vorwissen, sondern durch Recherche (Quelle unbekannt) während der Lernwerkstatt gewonnenes Wissen. Die wiedergegebenen Informationen sind allerdings sehr allgemein und ungenau. Etwa ist in Frage zu stellen, inwiefern Kochsalz dem Blutdruck „hilft“, da es als blutdrucksteigernd gilt.

Zwei weitere konkrete Faktennennungen, diesmal auf Basis von Vorwissen, sind hingegen weitgehend korrekt:

Sm2: Naja die Sonne ist eigentlich schon immer an einem Punkt. Die Erde dreht sich eigentlich um ihre eigene Achse 365 Mal im Jahr (Canon001, Min. 14:48)

Sm1: [...] 97³² Prozent besteht aus Meer, Salzwasser also haben wir genügend (G1 Panasonic 003, 13)

Die Schüler von Gruppe 1 haben zusammenfassend einiges an Vorwissen in der Lernwerkstatt einbringen und nutzen können, sowie einige Wissensbereiche mit neuem Faktenwissen ergänzt.

Gruppe 2 beschreibt bei der Präsentation das Aussehen eines Regenbogens in seinen verschiedenen Farben und kann erklären, unter welchen Bedingungen er zu sehen ist:

Sw1: [...] Regenbogen taucht auf wenn es regnet und die Sonne scheint [...] (G2 Panasonic 00061, 6)

Die Schülerinnen erklären, dass der Regenbogen durch ein Prisma erzeugt wird, welches das Licht in Spektralfarben spaltet (vgl. G2 Panasonic 00061, 7). Außerdem erzählen sie, dass die Aborigines den Regenbogen als Regenbogenschlange bezeichnet haben und dieser laut Bibel von Gott erschaffen wurde. Wie bereits dargestellt hat diese Gruppe ihr Faktenwissen primär durch Literaturrecherche erlangt und gibt diese im Rahmen der Präsentation prägnant und korrekt wieder. Im Interview werden nur die Aborigines und ihr Vorstellung von der Regenbogenschlange kurz erwähnt.

Im Fall von Gruppe 3 war es nicht möglich, Faktenwissen aus Videos oder dem Interview zu isolieren. Bei der Präsentation und im Interview beschreiben sie den Aufbau des Würfels, in der Lernwerkstatt haben sie sich nicht mit Theorie oder Hintergründen zum Kaleidoskop beschäftigt. Der Begriff der Reflexion von Licht wird im Interview und

³² Korrekt wäre: 71%

in der Präsentation einmal genannt, jedoch nicht genauer beschrieben. Die Schülerinnen wissen, dass Spiegel Licht reflektieren (Vorwissen), haben dieses Vorwissen in der Lernwerkstatt aber nicht vertieft:

I: Habt ihr eine Idee, wieso das so ist? Sw3 [lacht]

Sw4: Weil die Spiegel und die Spiegel (---)

Sw3: Reflektieren und dann kommt irgendwie das Muster zustande.

I: Genau ja die reflektieren immer in bestimmten Winkeln. Wisst ihr, in welchem Winkel?

Sw3: Im Rechten?

I: Nein.

Sw3: Im gestreckten? Im gespitzten? (I3, 131-137)

Die Schülerinnen haben sich für ihr Projekt Faktenwissen nicht unbedingt benötigt und von der Lernbegleitung nicht aufgefordert, welches einzuholen. Daher haben sie diesbezüglich keine weitere Recherche betrieben und sich auf die praktische Tätigkeit konzentriert.

Gruppe 4 gibt in der Präsentation einige Fakten wieder, die während der Lernwerkstatt recherchiert wurden. Der Schüler hat sich Hintergrundwissen zur Methode der Chromatographie angeeignet und über die Wortherkunft informiert³³:

Sm3: [...] Ja also das heißt Chromo Chromatographie kommt aus dem Griechischen und heißt Farbenschreiben [...] (G4 Panasonic 0001, 1)

Er erklärt, dass es sich um ein Verfahren zur Stofftrennung handelt und stellt das allgemeine Prinzip dar:

Sm3: [...] Man braucht dazu eine stationäre Phase und eine mobile Phase. Also die stationäre Phase ist das was fest ist also das Papier und die mobile Phase ist das Wasser was nicht fest ist (G4 Panasonic 0001, 1)

Der Schüler hat sich also Wissen über den von ihm durchgeführten Versuch angeeignet und kann ein analytisches Verfahren beschreiben. Außerdem erklärt er, dass dieses Experiment die Reinheit beziehungsweise Mischung von Farbe sichtbar macht. Während der Präsentation liest der Schüler diese Informationen dabei weitgehend von seinen Notizen ab. Im Interview erzählt der Schüler nichts von seinem gewonnenen Faktenwissen und nennt auch keinen der in der Präsentation erwähnten Begriffe. Nachdem die vorhandenen Daten nun zusammengefasst wurden, folgt die Interpretation des „to learn scientific content“.

³³ Mittels Versuchsanleitung bzw. durch Erklärung von Ass2.

12.3.2. Interpretation

Der fachliche Inhalt, der in der Lernwerkstatt erlernt werden kann, steht auf Level 3 nicht unbedingt im Vordergrund (vgl. Abrams et al., 2008). Dennoch wurde bereits in Kapitel 3.3. dargestellt, dass das Forschende Lernen gute lerntheoretische Voraussetzungen für den Wissenserwerb hat (vgl. Ernst, 1988). Inwieweit die beforschten SchülerInnen das Ziel „to learn scientific content“ erreicht haben und welche Besonderheiten sich dabei darstellen, soll nun anhand der vorliegenden Daten analysiert werden.

Nur Gruppe 1 gibt im Interview **hergestellte Zusammenhänge (S1)** wieder. Dabei zeigen die Schüler nochmals den zyklischen, repetitiven Ablauf des Forschungszyklus. Fragestellung, (Vor-)Wissen, Beobachtungen und das Herstellen von Zusammenhängen wechseln einander immer wieder ab. Außerdem wird die kognitive Funktionsweise des Lernens sichtbar: Die SchülerInnen spannen in ihren Erzählungen das Netz aus Vorwissen und Erfahrungen auf, in das sie neu gewonnene Wissensaspekte der Lernwerkstatt einbauen (vgl. Ernst, 1996). Das Herstellen von Zusammenhängen ist ein wichtiger Bestandteil des Lernens und gleichzeitig Indikator für den Wissenserwerb, da es die Kontextualisierung von Wissen (vgl. Ernst, 1996) sichtbar macht. Indem die SchülerInnen ihr Wissen mit ihrem Projekt und dessen technischem Aufbau verbinden, wird den Lerninhalten Bedeutung beigemessen. Voraussetzung dafür ist die persönliche Relevanz der Forschungsfrage für die Schüler, die Sm1 und Sm2 auch selbst mehrfach betonen.

Diese Schülergruppe zeigt, wie anspruchsvoll Forschendes Lernen sein kann. Wie im Theorieteil (Kap. 4) beschrieben, wird häufig ein großes Maß an abstraktem Denken und Verständnis für Zusammenhänge verlangt (vgl. Colburn, 2000). Gruppe 1 operiert vorwiegend auf der abstrakten Ebene des modellhaften Denkens. Für ihr Projekt war es erforderlich, Konzepte wie das Aufsteigen von Wärme oder die Umwandlung von Licht- in Wärmeenergie zu verstehen und anwenden zu können. Diese Phänomene sind nicht leicht fassbar und erfordern somit ein abstraktes Vorstellungsvermögen, insbesondere, wenn man aus ihnen Zusammenhänge herstellt, die letztendlich die Stromgewinnung ermöglichen sollen. Dabei entstehen manchmal Fehlkonzepte (vgl. auch Kapitel 11), die womöglich durch die Bereitstellung zusätzlicher Informationen verhindert werden könnten. Trotzdem kann Gruppe 1 das Forschende Lernen auf Level 3 insgesamt entsprechend ihrer fortgeschrittenen kognitiven Fähigkeiten nutzen.

Die Gruppen 2-4 haben nicht über Zusammenhänge gesprochen haben, die zum Erkenntnisgewinn führten. Das bedeutet keineswegs, dass generell keine Zusammenhänge hergestellt wurden – wie beschrieben hat Gruppe 2 erkannt, dass neben dem Sonnenlicht auch künstliches Licht verwendet werden kann, um einen Regenbogen herzustellen. Ob die SchülerInnen daraus weiters geschlossen haben, dass natürliches und künstliches Licht denselben Spektralbereich umfassen, bleibt offen. Generell ist davon auszugehen, dass das Herstellen von Zusammenhängen als wichtiger Bestandteil des Forschungszyklus in irgendeiner Form bei jeder Gruppe stattgefunden hat. Beispielsweise hat die Gruppe 3 aus einem fertigen Kaleidoskopwürfel auf den Aufbau schließen müssen, um diesen nachbauen zu können. Die Schülerinnen haben dabei vermutlich Zusammenhänge hinsichtlich des Aufbaus und Innenlebens hergestellt. Damit diese Gruppen ihre hergestellten Zusammenhänge bewusster wahrnehmen und wiedergeben können, sollte der Schritt des Herstellens von Zusammenhängen explizit als Bestandteil von Forschung besprochen werden. So können die SchülerInnen ihr Wissen besser vernetzen, länger speichern und generell lernen, wie das Herstellen von Zusammenhängen funktioniert.

Wie in Kapitel 3.3. dargestellt, beinhaltet der **Umgang mit Modellen (S2)** zwei Herausforderungen beziehungsweise Lerngelegenheiten: die Nutzung und das Verständnis für Modelle sowie das theoretische Wissen bezüglich der Natur von Modellen. In den Fächern Biologie, Physik und Chemie ist modellhaftes Denken unerlässlich und kommt auch explizit im Kompetenzmodell (Bifie, 2011) vor, etwa beim Teilchenmodell in der Physik und Chemie.

In der Lernwerkstatt zeigt Gruppe 1 einige Fähigkeiten im Umgang mit Modellen. Die Schüler entwickeln im Rahmen ihres Projektes ein komplexes eindimensionales Anschauungsmodell in Form einer schematischen Aufbauskitze ihres Heizturmes. Ihnen gelingt es dabei, die nötigen Merkmale für die Darstellung auszuwählen. Außerdem verwenden sie ihr Modell auch als Gedankenmodell und um anhand des Modells neues Wissen zu generieren. Weiters verwenden sie dreidimensionale Modelle, etwa wenn sie eine Flasche mit einem Turm vergleichen. Modelle können auch als Ersatz für fehlende sprachliche Mittel dienen:

Sm1: Wenn es so ist (zeigt mit der flachen Hand in Verlängerung der Röhre giebelartig nach innen) dann ist es schon weg. So (zeigt nun im stumpfen Winkel

nach außen) kanns auch nicht sein. (Stellt die Röhre hin und setzt sich) (G1 Canon HD 003, 7)

Modelle erleichtern die Artikulation und besonders im Kontext sprachlicher Diversität auch das Verständnis untereinander. Der Schüler Sm1, der leichte Schwierigkeiten mit der deutschen Sprache hat, kann sich so mit umgangssprachlichen Mitteln ausreichend ausdrücken.

Die Schüler von Gruppe 1 zeigen weiters ein Bewusstsein für die Natur von Modellen, wenn sie überlegen, wie sie ihr Projekt bei der Präsentation adressatengerecht vorstellen können. Sie wissen, dass Modelle durch Verkürzung der Realität das Verständnis erleichtern sollen. Es zeigt sich, dass die Lernwerkstatt sich gut für eine solche Reflexion über die Eigenschaften und Verwendung von Modellen eignet. Damit die SchülerInnen Modelle in der Lernwerkstatt selbst schaffen und verwenden können, müssen sie bereits über ein entsprechendes Vorwissen verfügen. Eine Möglichkeit im Sinne der Nutzung von Diversität wäre es, aus der Arbeit dieser Gruppe eine Lerngelegenheit für alle SchülerInnen zu schaffen. Das von Gruppe 1 geschaffene Modell hätte im Plenum hinsichtlich seiner Entstehung und Charakteristik diskutiert werden können. Außerdem hätte es als Impuls zur Debatte der Natur von Modellen dienen können. Dadurch hätte ein Lerninhalt aus der Lernwerkstatt nachhaltig genutzt werden können.

Um **das Faktenwissen (S3)** der SchülerInnen zu analysieren, kann man den Gruppen zunächst verschiedene Kompetenzen aus der Inhaltsdimension des Kompetenzmodells zuordnen (vgl. Bifie, 2011, S. 4f):

Gruppe	Inhaltsdimension Physik (P) und Chemie (C)	
1	P3	Zustandsformen „fest“, „flüssig“ und „gasförmig“ und deren Übergänge am Beispiel Wasser, Umwandlung innerer Energie in andere Energieformen
	P4	grundlegende physikalische Begriffe und Größen (Spiegelung/Reflexion, Brechung, Lichtgeschwindigkeit), Ausbreitung von Licht und Entstehung von Schatten [...]
2	P4	Zerlegung von Licht: sichtbare, infrarote und ultraviolette Strahlung
3		/
4	C2	unterschiedliche Eigenschaften von Gemengen und Reinstoffen, physikalische Trennverfahren und deren Anwendung

Tabelle 10: Zuordnung der SchülerInnenarbeiten zu den Inhaltsdimensionen des Bifie-Kompetenzmodells (Bifie, 2011, S.4f)

Die Gruppen 1 und 2 haben sich also vorwiegend mit physikalischen Fragestellungen beschäftigt aus den Gebieten Wärmelehre (P3, vgl. Kompetenzenmodell Bifie, 2011)

sowie Optik (P4) beschäftigt. Das inhaltliche Wissen der Gruppe 4 ist der Chemie zuzuordnen, konkret Einteilung und Eigenschaften von Stoffen (C2). Für Gruppe 3 kann Faktenwissen in den Interviews oder Videos nicht festgestellt werden, hier lag der Fokus eindeutig auf der praktischen Arbeitsaktivität. Denkbar wäre bei dieser Gruppe eine inhaltliche Beschäftigung mit physikalischen Konzepten (etwa P4 grundlegende physikalische Begriffe und Größen: Spiegelung/Reflexion, Brechung, Lichtgeschwindigkeit (Bifie, 2011, S. 5) gewesen.

Wie beschrieben nennt Gruppe 1 sowohl in den Interviews als auch in den Videos selten explizites Faktenwissen, sondern baut es in Planung und Zusammenhänge ein. Bei den Gruppen 2 und 4 gibt es hingegen eine auffällig Diskrepanz zwischen Faktenwissen in den Interviews und bei der aufgezeichneten Präsentation in der Lernwerkstatt. Sie bringen im Interview kein Faktenwissen ein, haben aber bei ihrer Präsentation hauptsächlich Fakten (aus der Recherche) wiedergegeben. Gruppe 2 erklärt das Entstehen eines Regenbogens, Gruppe 4 die Technik der Chromatographie. Dabei haben die SchülerInnen Fachbegriffe verwendet und durchwegs korrekte Inhalte wiedergegeben. Allerdings wurden die Fakten eher aufzählend dargestellt und im Gegensatz zu Gruppe 1 wenig mit dem Experiment oder der Lebenswelt kontextualisiert. Eine tiefere Vernetzung von Faktenwissen hat nicht stattgefunden. Dies ist womöglich der Grund dafür, warum die beiden Gruppen im Interview einige Monate nach der Lernwerkstatt kein Faktenwissen mehr benennen konnten. Damit wird nochmals die Wichtigkeit der Bedeutsamkeit von Wissensvernetzung deutlich. Obwohl die Lernwerkstatt als Forschendes Lernen auf Level 3 die lerntheoretischen Voraussetzungen erfüllt, damit die SchülerInnen Wissen erwerben und langfristig behalten, muss dies nicht notwendigerweise gelingen. Auch die Motivation der SchülerInnen und ihre persönlichen Interessen oder Erfahrungen mit den Naturwissenschaften spielen natürlich eine Rolle. Vor allem der Schüler von Gruppe 4, der in der Lernwerkstatt Schwierigkeiten mit Motivation und Disziplin hatte, fiel im Interview durch mangelnde Erinnerung (und keine Nennung von Faktenwissen) an die Lernwerkstatt auf. Gruppe 2 hatte zwar keine Schwierigkeiten während der Arbeit, die Mädchen sahen aber ihre Interessensgebiete eher in anderen Bereichen als bei „Licht und Farbe“. Außerdem könnte ihre Herangehensweise und ihr Verständnis für wissenschaftliches Arbeiten, wie in den vorigen Kapiteln beschrieben, auch den Lernerfolg beeinflusst haben. Schließlich haben sie sich in der Lernwerkstatt vor allem Faktenwissen mittels Büchern angeeignet, dieses aber nur wenig mit praktischen Umsetzungen oder eigenen Ideen vernetzt.

Zusammenfassend lässt sich für den Bereich „to learn scientific content“ sagen, dass es vor allem Gruppe 1, welche hohe Motivation und persönliches Interesse gezeigt hat, gelingt, im Bereich „to learn scientific content“ Wissen und Kompetenzen zu erwerben. Diese Gruppe zeigt in ihrem Herstellen von Zusammenhängen und Umgang mit Modellen, wie es mit Forschendem Lernen gelingen kann, nachhaltiges Wissen zu erwerben. Obwohl das Faktenwissen bei dieser Gruppe nicht besonders explizit wird und mit dem selbstständigen Generieren von Wissen einige Fehlvorstellungen einhergehen, hat Gruppe 1 im Bereich „scientific content“ nachhaltig profitiert. Die anderen Gruppen haben sich zwar teilweise Faktenwissen angeeignet, aber die wichtigen Schritte des Herstellens von Zusammenhängen und Umgehens mit Modellen kaum oder gar nicht durchgeführt. Dadurch blieb die entscheidende Kontextualisierung des Wissens aus und das Faktenwissen war bis zu den Interviews wieder in Vergessenheit geraten. Dies zeigt, dass in der Lernwerkstatt das Ziel „to learn scientific content“ nicht zu sehr in den Vordergrund gestellt werden sollte. Vor allem eine spezifische, dem Lehrplan entsprechende Lernerwartung sollten die LehrerInnen vermeiden. Es wird deutlich, dass das selbstständige Erwerben von Wissen durch Forschung eine große Herausforderung darstellt. Vor allem jene Gruppen, deren Bild von Forschung wenig auf den Erkenntnisgewinn ausgerichtet war oder deren Interessen eher in anderen Bereich lagen, haben hier wenig profitiert. Um eine höhere Verarbeitungstiefe zu erreichen, sollten im Regelunterricht Inhalte aus der Lernwerkstatt aufgegriffen und mit Fachwissen kontextualisiert werden. Dies wäre auch im Sinne des gemeinsamen Profits von Diversität (im Sinne verschiedenster Wissenskonzepte und Lernwege) sinnvoll. Bisher wurden die erhobenen Daten zu den SchülerInnen zusammenfassend dargestellt und innerhalb der Kategorien interpretiert. Es wurde dabei immer wieder auf die in Kapitel 7 dargestellten Lerngelegenheiten verwiesen. Abschließend soll nun dargestellt werden, wie sich diese in der Praxis bei der Umsetzung gezeigt haben.

13. Abschlussbetrachtung der SchülerInnengruppen

Im Folgenden werden die Arbeitsweisen, Interessen, Fähigkeiten, Erfolge, Hürden und möglichen Lerngelegenheiten zu den vier Gruppen resümiert. Dazu wurde für jede Gruppe ein Grafik in Anlehnung an jene von Abrams et al. (2008, Abb. 6) erstellt. Diese Grafiken zeigen schematisch den Umfang der erreichten Ziele, vorhandene Einflüsse (schwarz) sowie potentiell zu schaffende Lerngelegenheiten (grün).

13.1. Gruppe 1

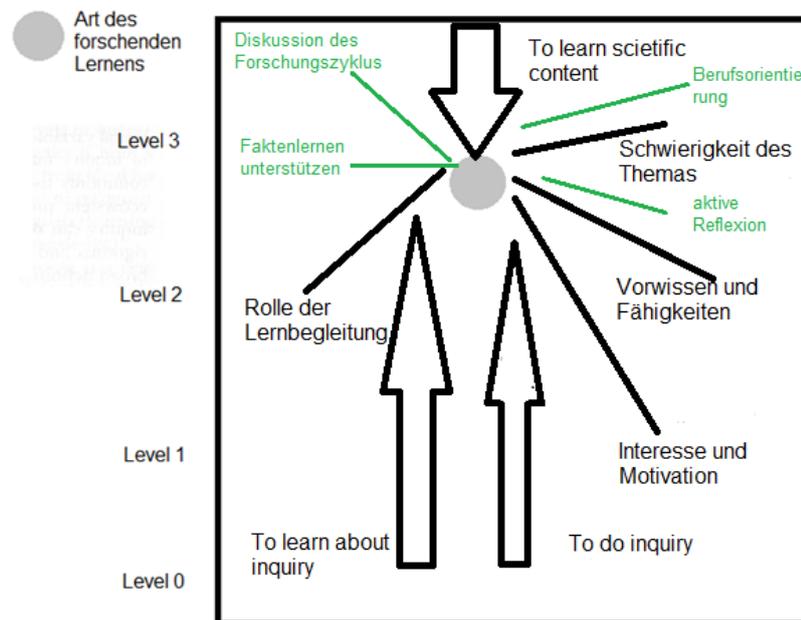


Abbildung 17: Ziele, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 1

Bei Gruppe 1 bestätigte sich das hohe Interesse und die Motivation der Schüler im naturwissenschaftlichen Bereich allgemein sowie speziell für die Lernwerkstatt. Dies zeigte sich unter anderem in ihrer hohen Kommunikationsbereitschaft im Interview und in der Lernwerkstatt. Dabei hat die Zusammenarbeit in der Gruppe zum Lernerfolg beigetragen und zeigt, wie wichtig der Diskurs im Forschenden Lernen ist. Die Schüler hatten aufgrund ihres Interesses und dem ausreichend vorhandenen Vorwissen eine relativ anspruchsvolle Forschungsfrage ausgewählt. Sie haben die kognitiven und praktischen Fähigkeiten mitgebracht, um selbstständig und reflexiv zu denken, viele Schritte des Forschungszyklus zu durchlaufen, Wissensbereich zu vertiefen und zu vernetzen. Damit entsprechen bei dieser Gruppe die erreichten Zielbereiche³⁴ (vgl.

³⁴ „to learn about inquiry“, „to do inquiry“, „to learn scientific content“

Abb. 17) weitgehend den Erwartungen nach Abrams et al. (2008, vgl. Abb. 6). Bezüglich des „to learn about inquiry“ zeigen die Schüler ein recht fortgeschrittenes Verständnis für naturwissenschaftliche Forschung und können dies klar von Alltag und Schule abgrenzen. Auch den Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung können sie nachvollziehen und mit ihrer eigenen Arbeit in Verbindung bringen. Zusätzlich sticht diese Gruppe durch ihre Reflexionsfähigkeit, etwa bezüglich der Bewertung von Folgen naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse, hervor. Dabei spielt die Lernbegleitung eine wichtige Rolle, die die Schüler wiederholt zur Kommunikation auffordert und somit Reflexionsprozesse initiiert. Eine zusätzliche Lerngelegenheit hätte sich hier in einer expliziten Diskussion zu „Nature of Science“ angeboten. Im Zuge dessen könnte eine Berufsorientierungsphase anschließen, um Bildungswege vorzustellen, mit denen man selbst in die naturwissenschaftliche Forschung einsteigen kann.

Hinsichtlich des „to do inquiry“ zeigte Gruppe 1 in den meisten Bereichen zahlreiche Fähigkeiten. Insbesondere die ausführliche Planungsphase der Gruppe, die weitgehend wissenschaftlichen Charakter hat, sticht hervor. Die Bedeutung von Experimenten – auch als kleine, der Problemlösung dienende Versuche, wie sie die Gruppe durchgeführt hat – könnte noch expliziter hervorgehoben werden. Dazu könnte parallel zum „to learn about inquiry“ der Forschungszyklus mit den vielen, sich abwechselnden Teilschritten besprochen und jedem Teilschritt seine entsprechende Bedeutung beigegeben werden.

Am Beispiel vom Sm1 wird deutlich, dass SchülerInnen mit sprachlicher Diversität in der Lernwerkstatt ihre Schwierigkeiten mit der Unterrichtssprache gut überbrücken können. Zwar fällt auf, dass Sm1 häufig Probleme hat, Dinge in Worte zu fassen oder zu erklären. Nachdem alle SchülerInnen im Interview sprachliche Schwierigkeiten beim Beschreiben von Beobachtungen oder Experimenten haben, sticht Sm1 aber nicht besonders hervor. Da die Forschungstätigkeit Alternativen zur Sprache (Modelle, Gestik) bietet, kann er trotzdem sein gesamtes Potential entfalten.

Beim Ziel „to learn scientific content“, welches auf Level 3 des Forschenden Lernens eher eine untergeordnete Rolle spielt, gehen die Fähigkeiten der Schüler von Gruppe 1 sogar über die Erwartungen hinaus. Die Schüler schaffen eine Vernetzung ihres Wissens durch das Herstellen von Zusammenhängen und im Umgang mit Modellen. Zwar haben sie vorwiegend Vorwissen angewandt und kaum neues Faktenwissen generiert, dafür aber bereits vorhandenes Wissen vertieft. Um den Aspekt des Faktenlernens bei

dieser Gruppe zu forcieren, wäre es möglich gewesen, sie zur Recherche nach fachlichen Informationen anzuhalten. Auch Fehlkonzepten (etwa die Gleichsetzung von heißer Luft mit Wasserdampf oder das Vermischen von Erzeugen bzw. Umwandeln von Energie) hätte durch Recherchegelegenheiten vorgebeugt werden können. Dabei könnte man die Schüler zur Überprüfung solcher Vermutungen mittels Literaturrecherche anhalten. Nachdem die Schüler ohnehin sehr interessiert waren, das Beste aus ihrer Idee herauszuholen, hätten sie sicherlich die Bereitschaft gezeigt, Faktenwissen (das gut vernetzbar gewesen wäre) zu erwerben und anzuwenden.

Zusammenfassend ist Gruppe 1 ein gelungenes Beispiel dafür, wie Motivation und Interesse im Forschenden Lernen zum Lernerfolg beitragen. Der Grundstein war mit entsprechendem Vorwissen und Fähigkeiten sowie einer positiven Einstellung vorhanden war. Durch Faktoren wie Lernbegleitung, Gruppenarbeit und Gestaltung der Lernwerkstatt ist es dieser Gruppe gelungen, in allen Zielbereichen des Forschenden Lernens zu profitieren.

13.2. Gruppe 2

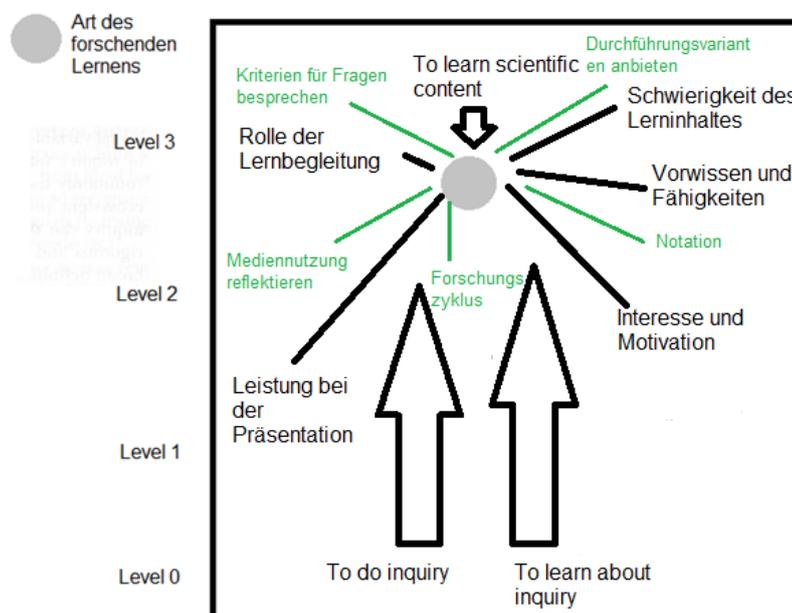


Abbildung 18: Zielen, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 2

Die Gruppe fiel in der Lernwerkstatt durch konzentriertes Arbeiten, aber auch durch einen Fokus auf die Recherche und auf das Hinterlassen eines guten Eindrucks bei der Präsentation auf. Dieser Eindruck bestätigte sich in der Analyse und hat auch Folgen für das Erreichen der Ziele des Forschenden Lernens (vgl. Abb. 18). Die Schülerinnen haben im „to learn about inquiry“ die Forschung in der Schule nur teilweise von

Forschungsrealität abgegrenzt und aufgrund der Fokussierung auf Reproduktion und Recherche ein eher einseitiges Bild von Forschung. Die Schritte des Forschungszyklus können sie aber weitgehend nachvollziehen und mit ihrer eigenen Arbeit verknüpfen können. Wenig Bewusstsein zeigen sie dafür, dass Forschung am Gewinn neuer Erkenntnisse interessiert ist. Auch bei ihrer eigenen Fragestellung ging es nicht unbedingt darum, was womöglich an (Fehl-)Vorstellungen, Interessen oder der Motivation (die sich eher auf die gute Präsentationsleistung bezog) lag. Hier wäre es sinnvoll gewesen, die SchülerInnen expliziter zu ermutigen, ihren eigenen Weg zu gehen. Darauf hätte bereits bei der Auswahl der Forschungsfrage (Diskussion der Kriterien für Forschungsfragen) geachtet werden können.

Im Bereich des „to do inquiry“ fällt Gruppe 2 in der Lernwerkstatt durch das zügige und zielgerichtete Arbeiten auf. Die Fragenfindung verläuft unauffällig, eine Planungsphase im naturwissenschaftlichen Sinne findet nicht statt. Die Effektivität der Tätigkeit lässt sich im Sinne Millars (2009) in Frage stellen, da im Interview Beobachtung und Durchführung kaum beschrieben werden können. Die Schülerinnen haben in der Lernwerkstatt selbstständig gearbeitet und Hilfe durch die Lernbegleitung kaum angenommen. Dabei wirkt es, als würden sie die Hilfe der Lernbegleitung eher ablehnen, obwohl sie sich im Interview positiv darüber äußern. Kritik üben die Schülerinnen daran, dass sie kein Internet verwenden durften – hier hätte sich die Gelegenheit geboten, über die Nutzung (neuer) Medien zu reflektieren und die Bedeutung der praktischen Arbeit und des Erkenntnisgewinnes in den Vordergrund zu stellen. Die Schülerinnen zeigten in der Lernwerkstatt die Fähigkeit, ein Experiment aus der Literatur zu reproduzieren. Um Level 3 des Forschenden Lernens mehr zu entsprechen, könnten sie hier dazu angehalten werden, Parameter zu verändern und deren Auswirkung zu beobachten (vgl. Millar, 2009). So hätten sie Daten gesammelt und neue Erkenntnisse gewonnen. Die Notation des Arbeitsprozesses sollte dabei unterstützend und vertiefend wirken.

Damit könnte auch bezüglich des „to learn scientific content“ ungenutztes Potential ausgeschöpft werden könnte. Das in der Lernwerkstatt gewonnene Faktenwissen wurde nicht im Sinne von Zusammenhängen oder im Umgang mit Modellen vernetzt und konnte somit im Interview nicht mehr wiedergegeben werden.

Insgesamt zeigt Gruppe 2 prinzipiell die nötige Motivation und die Interessen, selbstständig an einem Projekt zu arbeiten. Auch einige Fähigkeiten – etwa die Möglichkeit zur Informationsbeschaffung oder selbstständigen Durchführung von Experimenten –

waren bereits vorhanden. Die Ziele des Forschenden Lernens wurden aber nur teilweise erreicht, da die Fragestellung und das Bild der Schülerinnen von Forschung Folgen für den gesamten Arbeitsprozess hatten. Eine vorangehende Klärung zum Charakter naturwissenschaftlicher Forschung und den Anforderungen an eine Forschungsfrage wäre hier der Schaffung weiterer Lerngelegenheiten dienlich.

13.3. Gruppe 3

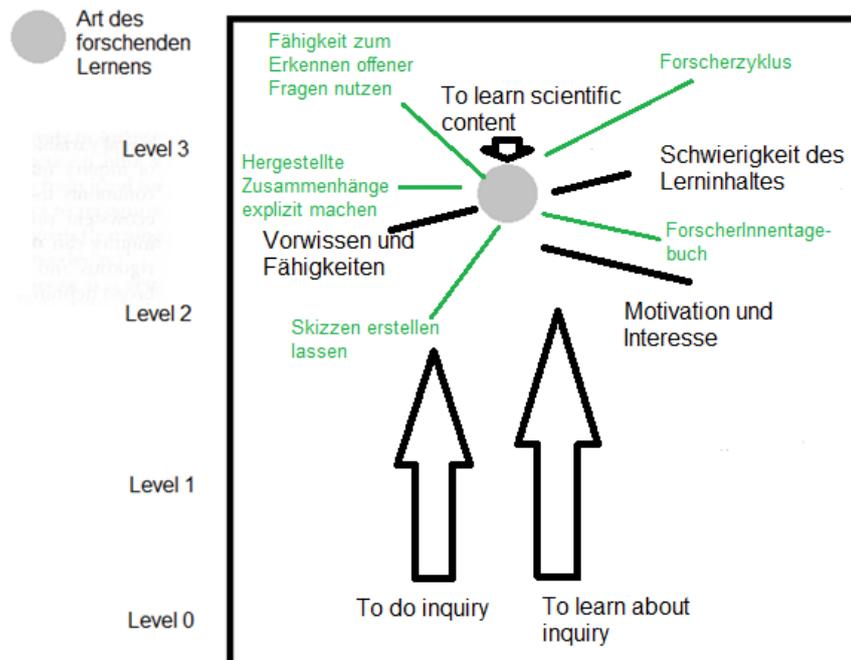


Abbildung 19: Ziele, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 3

Diese Gruppe fiel neben der Integration von Sw5, welche sonderpädagogischen Förderbedarf hatte, durch intensives handwerkliches Arbeiten aber wenig kognitiven Lerninhalt auf. Sie wählten eine Forschungsfrage, die aufgrund ihres reproduktiven Charakters keine besondere Schwierigkeit darstellte. Dabei scheinen Vorwissen und vorhandene Fähigkeiten, sowie Motivation und Interesse eine Rolle gespielt zu haben. In den Zielbereichen des Forschenden Lernens bleiben sie teilweise unter den Erwartungen für Level 3 (vgl. Abb. 19 mit Abb. 6).

Im Bereich „to learn about inquiry“ zeigen sie ein teilweise entwickeltes Bild von naturwissenschaftlicher Arbeit. Sie erkennen die Zielgerichtetheit von Forschung, können einige Schritte des Forschungszyklus ihrer eigenen Arbeit sinnvoll zuordnen und erkennen, was offen geblieben ist. Für ihre eigene Arbeit haben sie damit ein recht gutes Bewusstsein, das genutzt werden könnte, um das generelle Bild von Nature of Science

zu schärfen. Wie bei den anderen Gruppen auch bietet sich dazu die Diskussion des Forschungszyklus auf praktischer und reflektorischer Ebene an.

Hinsichtlich des „to do inquiry“ haben die SchülerInnen ihre Fähigkeiten im Umgang mit Materialien vertieft. Ihre soziale Kompetenz zeigen Sw3 und Sw4 in der Einbindung von Sw5, die sie immer wieder zur Teilnahme am Arbeitsprozess auffordern. Die Arbeit in der Gruppe ist also auch in sozialer Hinsicht wichtig für die Lernwerkstatt als inklusiven Unterrichtsansatz. Kognitive Prozesse, etwa bezüglich Planung oder Beobachtungen, spielen eine geringere Rolle. Es scheint, als würden die SchülerInnen ihre eigene Tätigkeit vor allem als Bastelarbeit wahrnehmen und übersehen, dass sie dabei durchaus Schritte naturwissenschaftlichen Arbeitens durchführen. Hier könnte durch das intensivere Führen eines Forschungstagebuches ein vermehrtes Bewusstsein geschaffen werden.

Obwohl das Thema „Kaleidoskop“ fachlich zu physikalischen Fragestellungen passt, haben die SchülerInnen im Bereich des „scientific content“ kaum Aktivität gezeigt. Der Kaleidoskopwürfel könnte später im Unterricht genutzt werden, um das Phänomen der Lichtreflexion zu besprechen. Außerdem könnte der Erwerb von Faktenwissen vermehrt eingefordert werden. Das Herstellen von Zusammenhängen könnte durch das Erstellen von Skizzen (was gleichzeitig dem Umgang mit Modellen dienlich wäre) gefördert werden. Die Fähigkeit der Schülerinnen, offene Fragen zu erkennen, hätte direkt in der Lernwerkstatt genutzt werden können.

Zusammenfassend zeigt sich Gruppe 3 in den Bereichen „to do inquiry“ und „to learn about inquiry“ motiviert und lernfähig. Einige Fähigkeiten haben sich in der Lernwerkstatt verbessert, andere Lerngelegenheiten hätten noch geschaffen werden können. Sm5, die sich im Interview sehr zurückhaltend zeigte, konnte sozial in die Gruppe integriert und zur Mitarbeit angeregt werden. Trotz der generellen Arbeitsbereitschaft und des Interesses, hätten die SchülerInnen insbesondere im Bereich „to learn scientific content“ noch Hilfestellung benötigt.

13.4. Gruppe 4

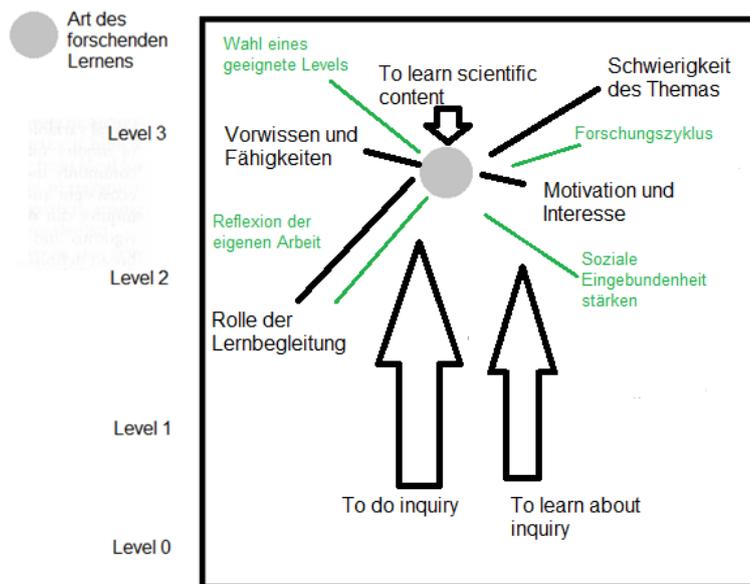


Abbildung 20: Ziele, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 4

Der Schüler Sm3 fiel sowohl in der Lernwerkstatt als auch im Interview durch anfänglichen Unwillen auf. Er schien insgesamt über geringere fachliche Voraussetzungen und Motivation zu verfügen, als die anderen SchülerInnen. Auch das selbstständige Arbeiten in der Lernwerkstatt fiel ihm schwer, wodurch er besonders auf die Lernbegleitung angewiesen war. Trotzdem zeigten sich auch Probleme im Umgang mit der Lernbegleitung, aufgrund mangelnder Berücksichtigung seiner persönlichen Interessen und mangelnder sozialer Eingebundenheit. Das gewählte Thema war mittlerer Schwierigkeit und wurde dem Schüler durch eine teilweise Rückholung auf Level 0 bzw. 1 erleichtert. So konnte er in der Lernwerkstatt gut teilnehmen, die Zielbereiche aber kaum nachhaltig erreichen (vgl. Abb. 20).

Im Bereich „to learn about inquiry“ fällt dem Schüler das Nachdenken über den Charakter von Forschung sichtlich schwer. Selbst durchgeführte Schritte kann er dem Forschungszyklus zuordnen. Ein weiterreichendes Bild vom Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung hat er nicht, wobei er aufgrund des mangelnden Interesses zu keiner Reflexion gelangt. Für den gesamten Erfolg seiner Arbeit in der Lernwerkstatt wäre eine bessere soziale Eingebundenheit hilfreich gewesen. In einer Gruppe mit SchülerInnen, die entsprechendes Vorwissen, Interesse und Motivation mitbringen, hätte er davon profitieren und selbst Kompetenzen vertiefen können.

Im „to do inquiry“ dominieren die Schwierigkeiten des Schülers bei der Fragenfindung und die damit verbundene fehlende Motivation sowie persönliche Bedeutung des Forschungsinhaltes. Obwohl der Schüler angeleitet in der Durchführung seiner Experimente und Beantwortung der Fragestellung erfolgreich war, ist die Effektivität des Arbeitens aufgrund seiner fehlenden Erinnerung und des fehlenden Bewusstseins dafür kaum gegeben. Dabei ist schade, dass es trotz der prinzipiell wertschätzenden Haltung der Lehrerinnen nicht gelungen ist, dem Schüler nach den anfänglichen Schwierigkeiten zu vermitteln, dass seine Arbeit im weiteren Verlauf gut gelungen ist.

Im Bereich „to learn scientific content“ fand keine Vernetzung des gesammelten Faktenwissens statt. Die hergestellten Zusammenhänge blieben dem Schüler mangels Interesse nicht in Erinnerung.

Insgesamt scheint es, als wäre es für diesen Schüler besser gewesen, von Anfang an ein niedrigeres Level des Forschenden Lernens auszuwählen. Wäre ihm die Fragestellung (in Anlehnung an seine Interessen vom Brainstorming) vorgegeben worden, hätte man ihm die Schwierigkeiten der Themenwahl und die damit verbundene Verweigerungshaltung erspart. Womöglich wäre es dann gelungen, sein Interesse und seine Motivation zu erhalten oder sogar zu stärken. Dann wäre es vielleicht gelungen, durch eine positive Arbeitseinstellung eine breitere Vernetzung des Wissens und eine längere Speicherung der durchgeführten Tätigkeiten zu ermöglichen.

14. Methodenreflexion

In der vorhandenen Arbeit war es wichtig, die Lerninhalte, Fähigkeiten und Sichtweisen der SchülerInnen auf Forschendes Lernen/die Lernwerkstatt darzustellen. Im Abgleich aus Aussagen der SchülerInnen (Interviews, Videos) und Beobachtungen sollte es möglich werden, verschiedene Zugänge und Arbeitsweisen in der Lernwerkstatt zu zeigen. Daraus sollte für die unterschiedlichen SchülerInnengruppen gezeigt werden, welche Lerngelegenheiten sich geboten haben, welche wahrgenommen wurden und wo es Verbesserungsmöglichkeiten gibt. Wie in den vorangegangenen Kapiteln ersichtlich, war es anhand der umfassenden Datenmenge möglich, diese Aspekte entsprechend der Forschungsfragen abzubilden.

Eine Herausforderung dabei war, die Unterschiede zwischen den SchülerInnengruppen nicht nur aufzuzeigen, sondern auch mit entsprechenden Informationen über die SchülerInnen zu begründen. Die Auswahl der SchülerInnen erfolgte, wie in Kapitel 9.1. dargestellt, nach den gemachten Beobachtungen in der Lernwerkstatt. Diese beobachtbaren Diversitätskriterien hätten später noch durch Hintergrundinformationen über die SchülerInnen (Muttersprache, schulische Leistungen etc.) ergänzt werden sollen. Die Lehrerinnen, die als Informationsquelle diesbezüglich angedacht waren, durften jedoch derartige Daten nicht herausgeben. Da das erst nach der Datenerhebung bekannt wurde, gab es keine Möglichkeit, eine Auskunft direkt von den SchülerInnen zu bekommen. Daher mussten die beobachteten Diversitätsmerkmale und die unterschiedlichen Arbeitsweisen der SchülerInnen ausreichen. In diesem Sinne sollte die Arbeit zeigen, inwieweit diese Diversitätsmerkmale den Ablauf und die Arbeit der SchülerInnen beeinflussen. Um andere Diversitätsmerkmale miteinzubeziehen oder weitreichendere Folgen von Diversität zu betrachten, wäre eine andere Datenlage (etwa mittels Fragebogen) erforderlich gewesen.

Bei der Interviewführung war es mitunter schwierig, einen leeren Raum zu finden und Störungen zu entgehen. Dies hatte den Nachteil, dass die SchülerInnen womöglich nicht völlig unbefangen waren. Außerdem ist das Führen der Interviews eine Herausforderung gewesen, da es trotz Leitfaden und Gruppensituation häufig schwierig war, ein flüssiges Gespräch entstehen zu lassen. Dadurch sind die Redezeiten der interviewenden Autorin häufig länger als jene der SchülerInnen. Mangels Interviewerfahrung entstanden dabei teilweise auch Ja/Nein-Fragen oder Suggestivfragen, etwa:

I: Genau. Also wie könnte ich das eigentlich noch auflegen? Wenn ich nachher wieder nach oben muss? (I4, 118)

Außerdem fand in den Fragestellungen teilweise kein angemessener Gendergebrauch statt:

I: Also ungefähr so arbeiten, wie ein richtiger Forscher? (I3, 83)

Auch die SchülerInnen haben in ihren Antworten oft nicht gegendert, was insbesondere in Aussagen wie der folgenden interessant ist:

I: Was ist der Unterschied von einem Forscher zu euch, wenn ihr da jetzt in der Klasse sitzt und dem Lehrer zuhört?

Sw3: Dass der keinen Lehrer hat, der muss selber erforschen. (I3, 85-86)

Hier ist die Frage, ob die SchülerInnen aus Unachtsamkeit, wegen der nicht gegenderten Fragestellung oder wegen einem stereotypen Bild des männlichen Forschers so antworten. Dieser Frage hätte womöglich im Interview noch nachgegangen werden sollen. Generell erfordert eine gelungene Interviewführung vor allem Geschick und Erfahrung, wobei sich das Führen eines Probeinterviews (vgl. Kapitel 9.1.) als hilfreich erwies.

Die Videoanalyse stellte eine sinnvolle Ergänzung dar, war aber nicht unproblematisch da die Videos nicht spezifisch für diese Forschungsarbeit³⁵ entstanden sind. Außerdem wurden die Fragestellung dieser Arbeit sowie die Auswahl der SchülerInnengruppen erst nach Abschluss der videographischen Datenerhebung gemacht. Damit ist das Datenmaterial sehr umfangreich und nicht explizit auf die beforschten vier SchülerInnengruppen ausgelegt. Für einige der Gruppen, die in anderen Räumen der Schule waren oder außerhalb des Sichtfeldes arbeiteten, war daher nur wenig verwertbares Datenmaterial vorhanden. Auch Videoabschnitte, in denen die Gruppen gut sichtbar sind, waren teilweise aufgrund der Hintergrundgeräusche oder zu geringen Lautstärke nicht zu transkribieren. Trotzdem haben sich die beiden Datensätze aus Interviews und Videosequenzen insgesamt gut ergänzt.

Die Auswertungsmethode der qualitativen Inhaltsanalyse war sehr geeignet, um die Aussagen der SchülerInnen zu strukturieren und hinsichtlich des Forschungsinteresses zu interpretieren. Dabei konnten anhand der unterschiedlichen SchülerInnengruppen viele Aspekte des Forschenden Lernens mit seinen Möglichkeiten aber auch Herausforderungen gezeigt werden. Die insgesamt acht beforschten SchülerInnen erlauben vor allem aus SchülerInnensicht Einblicke in das Konzept Forschendes Lernen. Sie sollen beispielhaft für verschiedene Zugänge, Chancen und Hürden des Forschenden Lernens auf Level 3 stehen. Trotzdem kann die Auswahl und Analyse von acht

³⁵ Sondern für die Forschungsarbeit von Dr. Simone Abels (vgl. Abels, 2015)

SchülerInnen keineswegs als repräsentative Stichzahl im Sinne einer allgemein gültigen Aussage gesehen werden. Vielmehr sollen mögliche Optionen aufgezeigt, Schwierigkeiten dargestellt und Möglichkeiten eröffnet werden. Aufgrund der Arbeit der SchülerInnen in der Lernwerkstatt dominiert auf der inhaltlichen Ebene die Physik gegenüber der Chemie oder Biologie. Generell haben kaum SchülerInnen in der Lernwerkstatt chemische Fragestellungen bearbeitet. Womöglich vermuten sie darin einen höheren Schwierigkeitsgrad. Somit konnte auf das Forschende Lernen im Chemieunterricht nur allgemein eingegangen werden. Nachdem das Konzept der Lernwerkstatt generell fachunabhängig ist, sind die dargestellten Ergebnisse aber ebenso weitgehend fachunabhängig nutzbar.

Die Ergebnisse bieten damit einerseits LehrerInnen einen Blick auf die Praxis des Forschenden Lernens im Abgleich mit theoretischen Zielen und Voraussetzungen. Andererseits sind sie in der Lage, gewisse Ziel- oder Herausforderungsbereiche aufzuzeigen, um weitere gezielte Forschung zu ermöglichen. Im folgenden Ausblick soll dargestellt werden, welche Fragestellungen sich aus der vorliegenden Arbeit noch auftun und was sich für die Praxis der Lernwerkstatt ein Jahr nach der Datenerhebung bereits verändert hat.

15. Zusammenfassung und Ausblick

Das Konzept des Forschenden Lernens als vielfältige Unterrichtsidee soll den naturwissenschaftlichen Unterricht weg von deduktivem Faktenlernen hin zu induktiven Verstehen und Vernetzen von Wissen führen. Es bietet mit seinen drei Zielbereichen „to do inquiry“, „to learn about inquiry“ und „to learn scientific content“ die Möglichkeit, den SchülerInnen zahlreiche Kompetenzen und Fähigkeiten zu vermitteln. Weiters ist es dafür geeignet, in einem diversitätsbewussten Unterricht zur Inklusion aller SchülerInnen zu führen. Ein Konzept für die Praxis ist dazu die Lernwerkstatt, die dem Forschergeist der SchülerInnen durch eine Öffnung (räumlich, zeitlich, inhaltlich ect.) entgegenkommt. Auf Level 3 des Forschenden Lernens, welches besonders schülerInnen-zentriert ist, können die SchülerInnen dabei auf verschiedene Arten und mit verschiedenen Lerninhalten an Themenstellungen herangehen. Damit jede/r SchülerIn dabei ihre Fähigkeiten einsetzen und verbessern kann, müssen entsprechende Lerngelegenheiten geboten werden.

Die beforschten SchülerInnen haben gezeigt, dass sie entsprechend ihrer individuellen Fähigkeiten, Wissensstände und Motivationen ganz unterschiedliche Zugänge zur Lernwerkstatt haben und verschiedene Dinge daraus mitnehmen. Es bestätigt sich der Hinweis, dass Forschendes Lernen einerseits Interesse wecken kann, andererseits aber auch die Bereitschaft und Motivation der SchülerInnen erfordert (vgl. Edelson, 2007). In der Lernwerkstatt ist es in den drei Zielbereichen des Forschenden Lernens „to do inquiry“, „to learn about inquiry“ und „to learn scientific content“ gelungen, allen SchülerInnen Bereiche zu eröffnen, in denen sie verschiedene Kompetenzen und Fähigkeiten nutzen konnten. Je nach Gruppe variierten dabei die Ausprägungen der verschiedenen Ziele, die Herangehensweisen und Überlegungen der SchülerInnen dazu, sowie die Einflüsse auf ihre Arbeit. In den vorangehenden Kapiteln wurden neben den Arbeiten der SchülerInnen und dem damit verbundenen Lernerfolg auch Schwierigkeiten und Hindernisse aufgezeigt. Wo die Potentiale nicht ausgenutzt wurden, wurde versucht, mögliche Lerngelegenheiten aufzuzeigen. Nachdem die beforschte Lernwerkstatt seit September/Oktober 2013 mittlerweile weitere Male stattgefunden hat, konnten bereits einige Verbesserungen umgesetzt werden. In Zusammenarbeit mit Fr. Dr. Abels von der Universität Wien werden etwa wie bereits erwähnt die Schritte des Forschungszyklus mittlerweile aktiv mit den SchülerInnen besprochen. Das Forschertagebuch wird expliziter in den Arbeitsablauf eingebunden. Ebenso wird der Prozess

der Fragenfindung anders strukturiert: In einer Liste kreuzen die SchülerInnen an, welche Beobachtungen sie in der Lernlandschaft gemacht haben. Die gesammelten Fragen werden nicht mehr von den LehrerInnen, sondern von den SchülerInnen größeren Themenbereichen zugeordnet. Außerdem werden die in Kapitel 7 beschriebenen Kriterien für produktive/unproduktive Fragen offengelegt und besprochen, sowie die gewünschte Gruppengröße zu Beginn bekanntgegeben. Das „to learn about inquiry“ findet expliziter in Gesprächen statt und während der Durchführung gibt es vermehrte Hilfestellungen durch Forscherkonferenzen.

Durch die Zusammenarbeit der Universität mit der beforschten Schule bietet sich also die Gelegenheit, Theorie und Praxis einander spiegeln und ergänzen zu lassen. Für künftige Forschung wird es relevant sein, wieweit die vorgenommenen Änderungen Einfluss auf das Arbeiten in der Lernwerkstatt haben. Konkret ließe sich etwa die Frage stellen, inwiefern das Durchnehmen des Forschungszyklus das Bild von Forschung sowie den durchgeführten Ablauf in der Lernwerkstatt beeinflusst. Nachdem das Thema Licht und Farbe kaum zu chemischen Fragestellungen anregte, könnte untersucht werden, ob die Chemie in der Lernwerkstatt generell schwieriger empfunden wird. Außerdem wären Untersuchungen zu speziell auf die Chemie ausgerichteten Lernwerkstätten interessant. Dabei ließe sich kontrastieren, ob eine andere Themenstellung die hier dargestellten allgemeinen Faktoren und Ziele des Forschenden Lernens maßgeblich beeinflusst.

Eine große Herausforderung in der Lernwerkstatt scheint es zu sein, den SchülerInnen „scientific content“ zu vermitteln. Dieser Zielbereich ist auch laut Literatur jener, der bei der Auswahl von Level 3 nicht im Vordergrund stehen sollte (vgl. Abrams et al., 2008). Trotzdem wäre es wichtig das Lernen von „scientific content“ systematisch anzustreben. Daher wäre es in der weiteren Forschung interessant, wie „scientific content“ in kleinem, aber sinnvollen Rahmen auf Level 3 vermittelt werden kann.

Weiters scheint Level 3 zwar zum einen geeignet, die SchülerInnen zum Nachdenken über Nature of Science anzuregen, allerdings teilweise auch Fehlkonzepte zu fördern. Daher könnten die Hintergründe dazu betrachtet und Verbesserungsmöglichkeiten analysiert werden. Generell erscheint es sinnvoll, das Forschende Lernen und die Lernwerkstatt nicht als isoliert von Regelunterricht zu betrachten. Vielmehr sollte es gerade die Idee des Ansatzes sein, dort gewonnene Kompetenzen im gesamten Schulalltag sowie im Leben anwenden zu können. Daher macht es im Rahmen größer

angelegter Forschungsprojekte durchaus Sinn, diesbezügliche Möglichkeiten und Erfolge aufzuzeigen.

Das Potential des Forschenden Lernens in Bezug auf den Umgang mit Diversität konnte in der vorliegenden Arbeit überblicksartig dargestellt werden. Hier ging es vor allem um die Folgen, die (sichtbare) Diversitätsdimensionen auf die Arbeit von SchülerInnen in der Lernwerkstatt haben. In weiterer Folge stellt sich die Frage, wie individuell die Lerngelegenheiten in der Lernwerkstatt gestaltet werden können. Außerdem können auch eine Reihe weiterer Diversitätskategorien eine Rolle spielen. Besonders der Aspekt der Sprache als Herausforderung in den Naturwissenschaften wäre für die Forschung interessant. Auch auf mögliche Geschlechterunterschiede, die in dieser Arbeit nicht gezielt analysiert wurden, könnte hinsichtlich des Einflusses auf Arbeit und Lernerfolg in der Lernwerkstatt eingegangen werden.

Insgesamt ist das Forschungsgebiet, welches das Forschende Lernen und die Lernwerkstatt eröffnen, ebenso mannigfaltig, wie der Ansatz an sich. Bisherige Ergebnisse zeigen die Berechtigung des Forschenden Lernens als moderne Unterrichtsidee in weiten Gebieten. Sie verdeutlichen gleichzeitig den zusätzlichen Forschungsbedarf, um theoretische Annahmen zu hinterfragen und die praktische Umsetzung zu verbessern. Je mehr theoretisches Wissen und praktische Erfahrung zum Forschenden Lernen gesammelt werden können, desto mehr wird dieses Konzept seinen Weg in die Praxis finden.

Literaturverzeichnis

- Abd-El-Khalick, F. (2004). Over and over and over again: College students' views of nature of science. In: L.B. Flick & N.G. Lederman (Hg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (S. 389–425). Dordrecht: Springer.
- Abels, S. (2012). Including Students with Special Needs in Inquiry-based Science Education – What Can We Learn from Special Needs Education? In S. Markic, I. Eilks, D. di Fuccia & B. Ralle (Hg.), *Issues of Heterogeneity and Cultural Diversity in Science Education and Science Education Research. A collection of invited papers inspired by the 21st symposium on chemical and science education held at the University of Dortmund, May 17-19, 2012* (S. 163-174). Aachen: Shaker.
- Abels, S. (2015). Scaffolding Inquiry-based Science and Chemistry Education in Inclusive Classrooms. In: N.L. Yates (Hg.), *New Developments in Science Education Research* (S. 77-96), New York: Nova Science Publishers.
- Abels, S., Lautner, G. & Lembens, A. (2014). Mit „Mysterien“ zu Forschendem Lernen im Chemieunterricht. *Chemie & Schule*, 29(3), 20-21.
- Abels, S. & Lembens, A. (2015). Mysterien als Einstieg ins Forschende Lernen im Chemieunterricht. *Chemie und Schule*, (1b/2015), 3-6.
- Abrams, E., Southerland, S. A. & Evans, C. (2008). Introduction. Inquiry in the classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In: E. Abrams, S.A. Southerland & P. Silva (Hg.), *Inquiry in the classroom. Realities and Opportunities* (S. xi-xlii). Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Altrichter, H., Trautmann, M., Wischer, B., Sommerauer, S. & Doppler, B. (2009). Unterrichten in heterogenen Gruppen: Das Qualitätspotenzial von Individualisierung, Differenzierung und Klassenschülerzahl. In: W. Specht (Hg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009. Band 2: Fokussierte Analyse bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (S. 341-360). Graz: Leykamp.
- Ash, D. & Kuger-Bell, B. (2000): Identifying Inquiry in the K-5 Classroom. In: National Science Foundation (Hg.), *Foundations. A monograph for professionals in science, mathematics, and technology education. Inquiry. Thoughts, Views and Strategies for the K-5 Classroom* (S. 79-86). Arlington: National Science Foundation.
- Banchi, H. & Bell, R. (2008). The many levels of Inquiry. *Science and Children*, (10), 26-29.

- Baumert, J., Stanat, P. & Demmrich, A. (2001). Pisa 2000. Untersuchungsgegenstand, theoretische Grundlagen und Durchführung der Studie. In: J. Baumert et al. (Hg), *Pisa 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 15-86), Opladen: Leske und Budrich.
- BCSC (2005). Doing Science. The process of scientific inquiry. Colorado Springs. Zugriff Online: https://science.education.nih.gov/supplements/nih6/inquiry/guide/nih_doing-science.pdf (14.8.2015)
- Becker, H.J. & Hildebrandt, H. (2003). Unanschauliches veranschaulicht. *Praxis der Naturwissenschaften/Chemie in der Schule*, 2(52), 26-29.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S. & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning. Models, tools and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- Bifie (2011): Kompetenzmodell Naturwissenschaften. 8. Schulstufe. 2011. Zugriff auf: <https://www.Bifie.at/node/1472> (5.4.2015)
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability? A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Calvert, K. & Jakobi, R. (2010) (Hg.). Praxishandbuch forschendes Lernen. Haben Kakteen auch Berührungspunkte? Hamburg: Schule im Fluss.
- Capacity Building Service (2013). Inquiry-Based Learning. Zugriff online: [https://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/CAPACITY BUILDING SERVICE_InquiryBased.pdf](https://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/CAPACITY_BUILDING_SERVICE_InquiryBased.pdf) (16.8.2015)
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23(6), S. 42-44.
- Darling-Hammond, L. & Baron, B. (2008). Teaching for Meaningful Learning: A Review of Research on Inquiry-Based and Cooperative Learning. Excerpt. Zugriff online: <http://eric.ed.gov/?id=ED539399> (25.7.2015)
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). Young people's images of science. ERIC.
- Duvinage, B. (2003). Vorwort. *Praxis der Naturwissenschaften/Chemie in der Schule*, 2(52), 1.
- Edelson, D.C., Douglas, N.G. & Roy, D.P. (1999). Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design. *The Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450.

- Ernst, K. (1988). Frag die Bohne – Sie hat immer Recht. Anmerkungen zum Entdeckenden Lernen im Offenen Unterricht. In: *Grundschultreffen Entdeckendes Lernen*, Lernwerkstatt Berlin 1988 (S. 46-50). Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/praxis/bohne.htm> (24.7.2015)
- Ernst, K. (1996). Den Fragen der Kinder Raum geben. Auszüge aus einem Interview mit Lillian Weber im April 1993. Gekürzt in: *Die Grundschulzeitschrift*, (86), 40-45. Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/theorie/lillianraum.htm> (24.7.2015)
- Ernst, K. (1996). Den Fragen der Kinder Raum geben. Auszüge aus einem Interview mit Lillian Weber im April 1993. *Die Grundschulzeitschrift* (86), S. 40-45. Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/theorie/lillianraum.htm> (4.8.2015)
- Ernst, K. (1997). Farben entdecken. Lernen entdecken. Geschrieben für die Dokumentation der Fachtagung „Die ganze Welt begreifen – Wie lernen Kinder?“ des Amtes für Kindertagesstätten der Evangelischen Kirche in Berlin und Brandenburg im September 1997. Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/lerngeschichten/Farben.pdf> (11.7.2015)
- Ernst, K. (1998). Lernen mit Sinn und Verstand. Neue Erkenntnisse zum Entdeckenden Lernen. In: A. Bolland, et al. (Hg.), *Lernwege zum Thema Balance*, Dokumentation der 10. Bundesweiten Fachtagung der Lernwerkstätten, 22.-26.9.1997 in Bredbeck bei Bremen (S.116-131), Bremen: Universität Bremen und Pädagogik-Kooperative. Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/theorie/Sinn.pdf> (11.7.2015)
- Ernst, K.(1996). Den Fragen der Kinder nachgehen. *Die Grundschulzeitschrift*, (98), 6-11. Überarbeitete Fassung. Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/theorie/fragenderkinder.htm> (12.7.2015)
- Ertl, D. (2010). Nature of Science. Das Wesen/die Natur der Naturwissenschaften. *Plus Lucis*, (1-2), S. 5-7.
- Europäische Kommission. (2007). Naturwissenschaftliche Erziehung jetzt: eine erneuerte Pädagogik für die Zukunft Europas. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. Zugriff online: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_de.pdf (7.7.2015)

- Flick, L. (2006): Developing Understanding of Scientific Inquiry in Secondary Students. In: L.B. Flick & N.G. Lederman, N.G. (Hg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (S. 157-172), New York: Springer.
- Fuchs, M. (2007): Diversity und Differenz. Konzeptionelle Überlegungen. In: G. Krell, B. Riedmüller, B. Sieben & D. Vinz (Hg.), *Diversity Studies. Grundlagen und disziplinäre Ansätze* (S.17-34), Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Graf, E. (2002). Modelle im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie. Modelle*, (67), 10-13.
- Hagstedt, H. (2004). Fordernde Lernorte. Lernwerkstätten. *Die Grundschulzeitschrift*, 171(18), 48-50. Zugriff online: <http://www.forschendes-lernen.net/index.php/andere.html> (14.7.2015)
- Harlen, W. & Symington, D. (1985). Kindern helfen zu beobachten. Übersetzt von Ernst, K. (1996) In: *Begegnung. Dokumentation der 8. bundesweiten Fachtagung der Lernwerkstätten 1995* (S. 138-150). Wolfsburg: Immen-Verlag. Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/praxis/harlen.htm> (2.8.2015)
- Herzog-Punzerberger, B. & Unterwurzacher, A. (2009). Migration – Interkulturalität – Mehrsprachigkeit. Erste Befunde für das österreichische Bildungswesen. In: W. Specht (Hg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009. Band 2: Fokussierte Analyse bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (S. 161-182), Graz: Leykamp.
- Kaiser, H. (2004): Die proximale Entwicklungszone. Zugriff online: http://www.hrkl.ch/typo/fileadmin/Kursunterlagen/Zollikofen/Sprachfoerderung/Proximale_Zone.pdf (26.8.2015)
- Köhne, B. (2009). Kinder brauchen Lernbegleiter. Auf die Haltung kommt es an. Zugriff online: http://www.forschendes-lernen.net/files/eightytwenty/materialien/weiterlesen/primarforscher_Kinder-brauchen-Lernbegleiter.pdf (14.8.2015)
- Krainer, K. & Benke G. (2009). Mathematik – Naturwissenschaften – Informationstechnologie. Neue Wege in Unterricht und Schule?! In: W. Specht (Hg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009. Band 2: Fokussierte Analyse bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (S. 223-246), Graz: Leykamp.
- Krell, G., Riedmüller, B., Sieben, B. & Vinz, D. (2007). Einleitung - Diversity Studies als integrierende Forschungsrichtung. In: G. Krell, B. Riedmüller, B. Sieben & D. Vinz (Hg.), *Diversity Studies. Grundlagen und disziplinäre Ansätze* (S.7-16), Frankfurt a. M., New York: Campus.

- Lee, O., Buxton, C., Lewis, S. & LeRoy, K. (2006). Science Inquiry and Student Diversity: Enhanced Abilities and Continuing Difficulties After an Instructional Intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 607-636.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim und Basel: Beltz.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. Überarbeitet nach der Vorlage von W.F. McComas in: *The Nature of Science in Science Education* (S. 53-70), Niederlande: Kluwer Academic Publishers. Zugriff online: http://earthweb.ess.washington.edu/roe/Knowability_590/Week2/Myths%20of%20Science.pdf (4.8.2015)
- Merzyn, G. (1998). Fachbestimmte Lernwege zur Förderung der Sprachkompetenz. *Physik in der Schule*, (36), 284-287. Zugriff online: <http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/unterricht/unterrichtsentwicklung/lesecurriculum/lesen-im-unterricht/lesen-in-allen-faechern/lesen-naturwissenschaften/?L=0> (14.7.2015)
- Millar, R. (2009). Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: The Practical Activity Analysis Inventory (PAAI). Heslington, York: Center for Innovation and Research in Science Education, Department of Educational Studies, University of York.
- Minnerop-Haeler, E. (2013). Die Lernwerkstatt Donaustadt. Ein Beispiel für gelebte Inklusion. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie. Diversität und Heterogenität*, 135 (24), 36-39.
- Minnerop-Haeler, E. (2015). Lernwerkstatt. Eigene Fragen finden und bearbeiten. Zugriff online: https://www.imst.ac.at/files/projekte/1500/berichte/1500_Langfassung_Minnerop-Haeler.pdf (20.8.2015)
- National Research Council. (1998). National science education standards. Zugriff online: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=20 (05.07.2014)
- Pöpping, W. (2002): Modellarbeit als Methodentraining und Unterrichtsinhalt. *Unterricht Chemie. Modelle*, (67), 10-13.
- Puddu, S., Keller, E. & Lembens, A. (2012). Potentials of Lernwerkstatt (Open Inquiry) for Pre-Service Teachers' Professional Development. In A. T. C. Bruguière, *Ebook Proceedings of the ESERA 2011 Conference. Science Learning and Citizenship. Part 12: Pre-Service science teacher Education* (S. 149-155), Lyon: France.

- Sawada, D. & Piburn, M. (2008). Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP). Reference Manual. Zugriff online: https://mathed.asu.edu/instruments/rtop/RTOP_Reference_Manual.pdf (12.8.2015)
- Scruggs T, Mastropieri, M & Boon, R. (1998). Science Education for Students with Disabilities: A Review of Recent Research. *Studies in Science Education*, (32), 21-44.
- Settlage, J. & Southerland, S. (2007). Teaching Science to Every Child. Using Culture as a starting point. New York: Taylor & Francis.
- Sliwka, A. (2010). From homogeneity to diversity in German education. In: OECD (Hg.), *Educating Teachers for Diversity: Meeting the Challenge* (S. 205-217), Paris: OECD Publishing
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. MA: Harvard University Press.
- Weber, L. (2002). Wasser und Sand. Über den Umgang mit natürlichen Materialien im Klassenraum. *päd.extra & demokratische erziehung*, (5), 20-24. Zugriff online (2002 überarbeitete Fassung): <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/praxis/materials.htm> (11.7.2015)
- Woolman, M. (2000). Ways of knowing: An introduction to theory of knowledge (for use with international baccalaureate). Victoria: IBID Press.
- Zoher, U. (2001). Lernen entdecken - vom Entdeckenden Lernen und der Bedeutung der eigenen Frage. Readerbeitrag zur Tagung "Subjektsein in der Schule - eine Auseinandersetzung mit dem Lernbegriff Klaus Holzkamps". In: E. H. Funke & T. Rihm (Hg.), *Subjektsein in der Schule?* Bad Heilbrunn: Klinkhardt. Zugriff online: <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/theorie/subjektsein.htm> (3.7.2015)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kompetenzdimensionen Bifie, 2011, S. 1.....	7
Abbildung 2: Forschungszyklus - Schritte Forschenden Lernens (Abels et al., 2014, S.20; Zeichnung © Reinhart Sellner)	13
Abbildung 3: Effektivität praktischen Arbeitens (Millar, 2009, S. 5)	15
Abbildung 4: Zonen der Entwicklung nach Vygotsky (Kaiser, 2004, S.1).....	27
Abbildung 5: Sichtbarkeit von Diversitätskategorien.....	33
Abbildung 6: Ziele und Einflüsse auf Level 3 des Forschenden Lernens (übersetzt nach Abrams et al., 2008, S. xxxiii)	39
Abbildung 7: Forschungszyklus (Abels et al., 2014, S.20; Zeichnung © Reinhart Sellner)	46
Abbildung 8: Lernlandschaft	54
Abbildung 9: Benutzbare Räume in der Lernwerkstatt	55
Abbildung 10: Forschungsablauf laut Gruppe 1 (1. Version).....	91
Abbildung 11: Forschungsablauf laut Gruppe 1 (2. Version).....	92
Abbildung 12: Forschungsablauf laut Gruppe 2 (1. Version).....	93
Abbildung 13: Forschungsablauf laut Gruppe 2 (2. Version).....	94
Abbildung 14: Forschungsablauf laut Gruppe 3 (1. Version).....	95
Abbildung 15: Forschungsablauf laut Gruppe 3 (2. Version).....	96
Abbildung 16: Forschungsablauf laut Gruppe 4	97
Abbildung 17: Ziele, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 1	143
Abbildung 18: Zielen, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 2.....	145
Abbildung 19: Ziele, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 3.....	147
Abbildung 20: Ziele, Einflüsse und mögliche Lerngelegenheiten für Gruppe 4.....	149

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kompetenzen im Forschungszyklus	14
Tabelle 2: Umgang mit Materialien und Ideen im praktischen Unterricht. (Millar, 2009, S. 13-14)	16
Tabelle 3: Level des Forschenden Lernens (übersetzt nach Abrams et al., 2008, S. xx).....	22
Tabelle 4: Kriterien für Forschungsfragen (Minnerop-Haeler, 2015, S. 40-41 im verwendeten pdf) ..	47
Tabelle 5: Erste Version des Kategoriensystems.....	68
Tabelle 6: Finales Kategoriensystem	74
Tabelle 7: Ablauf der Lernwerkstatt in Korrelation mit den Beschreibungen der SchülerInnen	102
Tabelle 8: Zuordnung der SchülerInnenfragen zu den Kriterien unproduktiver Fragen, vgl. Minnerop-Haeler, 2015, S.40-41 im verwendeten pdf).....	122
Tabelle 9: Zuordnung der SchülerInnenarbeiten zu Millars (2009, S. 13-14) Kriterien im Umgang mit Materialien und Ideen.....	127
Tabelle 10: Zuordnung der SchülerInnenarbeiten zu den Inhaltsdimensionen des Bifie-Kompetenzmodells (Bifie, 2011, S.4f).....	140

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Anhang

A1) Lebenslauf – Tanja Radinger

Ausbildung:

1997-2001: Volksschule Bendagasse, 1230 Wien

2001-2007: Bundesgymnasium/Bundesrealgymnasium Wenzgasse 7, 1130 Wien

2007-2009: Bundesgymnasium XVIII Klostergasse, 1180 Wien

WiSem 2009 – SoSem 2011: Bachelor-Studium Chemie an der Universität Wien

Ab WiSem 2011: Lehramtstudium Chemie/Deutsch an der Universität Wien

Berufserfahrung:

Schuljahr 2013/14: Sondervertragslehrerin Chemie am Brg 10 Pichelmayergasse, 1100 Wien.

Seit Schuljahr 2014/2015: Lehrerin Chemie/Deutsch am Brg Wienerwaldgymnasium Tullnerbach, 3013 Tullnerbach

Sprachkenntnisse:

Deutsch (Muttersprache)

Englisch (ausgezeichnete Kenntnisse) Französisch (Gute Kenntnisse)

Latein (Gute Kenntnisse)

Spanisch (Grundkenntnisse)

Praktika:

2009: 1 Monat Praktikum am Institut für Ökologie, Technik und Innovation (ÖTI)

2011: Mitarbeit bei pferdegestützter Kindertherapie

2012 & 2013: Mitarbeit als Gruppenbetreuerin bei den „Perchtoldsdorfer Forschertagen“

2014 & 2015: Gruppenleiterin bei den „Perchtoldsdorfer Forschertagen“

A2) Zusammenfassung

Das Forschende Lernen gilt als moderner Unterrichtsansatz in den Naturwissenschaften. Es soll weg von faktenzentriertem Auswendiglernen hin zu einem induktiven und nachhaltigen Unterricht führen (vgl. Abrams et al., 2008; Europäische Kommission, 2007). Die mannigfaltige Idee des Forschenden Lernens vereint drei Hauptziele: to do inquiry, to learn about inquiry und to learn scientific content (vgl. Abrams et al., 2008). Diese Ziele erfordern und fördern verschiedene Ziele und Kompetenzen, die sich im österreichischen Kompetenzmodell für Naturwissenschaften in der 8. Schulstufe (vgl. BIFIE, 2011) wiederfinden lassen. Die SchülerInnen können zur Reflexion über ihre eigene Arbeit sowie über Nature of Science gebracht werden (vgl. Abd-El-Khalick, 2004). Sie nehmen am Forschungsprozess auf vielen Arten teil (vgl. Abels et al., 2014) und arbeiten mit Materialien, Objekten und Ideen (vgl. Millar, 2009). Weiters können sie Wissen in speziellen Fachgebieten sowie allgemein durch das Herstellen von Zusammenhängen und im Umgang mit Modellen erwerben und vertiefen (vgl. Abrams et al., 2008). In der Literatur werden vier Level zur Umsetzung des Forschenden Lernens vorgeschlagen (vgl. Colburn, 2000; Abrams et al, 2008; Blanchard et al, 2010). Von den Leveln 0-3 nimmt die Offenheit und SchülerInnenzentriertheit des Settings stetig zu (vgl. Colburn, 2000). Mit dieser Vielfalt an Zugangsmöglichkeiten wird das Forschende Lernen als sinnvoll im Umgang mit Diversität dargestellt (vgl. Europäische Kommission, 2007). Es kann SchülerInnen verschiedener Herkunft, Interessen, Fähigkeiten, Lernmotivation ect. ansprechen und einbinden (vgl. Abels, 2012; Sliwka, 2010). Das Konzept „Lernwerkstatt“ verbindet eine Offenheit für Diversität mit offener Raum-, Inhalts-, Sozial- und Zeitgestaltung und Forschendem Lernen auf Level 3 (vgl. Ernst, 1998; Zocher, 2001).

Diese Arbeit beschreibt die hier erwähnte Begrifflichkeiten im Detail und zeigt theoretische Ziele, Lerngelegenheiten und Herausforderungen des Forschenden Lernens auf. An den theoretischen Abriss schließt eine empirische Untersuchung an, die die Arbeit von vier SchülerInnengruppen in einer Lernwerkstatt analysiert. Im Rahmen von Dr. Simone Abels Projekt (vgl. Abels, 2015) wurden die vierten Klassen der Neuen Mittelschule Donaustadt in ihrem dreitägigen Lernwerkstattprojekt begleitet. Anschließend wurden Interviews durchgeführt und transkribiert. Gemeinsam mit den Beobachtungen aus der Lernwerkstatt sowie transkribierten Videoausschnitten wurden diese

Daten nach der inhaltlich-strukturierenden Inhaltsanalyse (Mayring, 2010) ausgewertet. Durch die Analyse werden die theoretisch dargestellten Ziele, erwerbbarere Kompetenzen und mögliche Herausforderungen mit der Umsetzung in der Praxis abgeglichen werden. Dadurch wird dargestellt, wie unterschiedliche SchülerInnen in einer Lernwerkstatt arbeiten, welche Fähigkeiten sie dabei vertiefen können und wo noch Raum für Lerngelegenheiten ist. Im Abgleich zwischen Theorie und Praxis soll die Vielfältigkeit und Anwendbarkeit des Forschenden Lernens sichtbar werden.

A3) Abstract

Inquiry-based Learning as a modern concept for teaching science relies on inductive and networked knowledge instead of mesmerizing facts. It is a multifactorial idea with three main goals: to do inquiry, to learn about inquiry and to learn scientific content (cf. Abrams et al., 2008). These goals require and enable the procurement of various skills and competences. Students can be lead to a reflection on their own work as well as the nature of science (cf. Abd-El-Khalick, 2004). They participate actively in many steps of the inquiry cycle (cf. Abels et al., 2014) and work with different objects and ideas (cf. Millar, 2009). Furthermore, knowledge in different fields of science or about general scientific concepts, such as scientific models, is acquirable. As there are multiple possibilities considering the cognitive challenge in such tasks, four levels of Inquiry-based Learning are proposed (cf. Colburn, 2000, Abrams et al., 2008, Blanchard et al., 2010). From Level 0 to 3, the classroom setting becomes more open and student-centered (cf. Colburn, 2000). With its variable approaches, Inquiry-based Learning is recommended in context of student diversity (cf. Sliwka, 2010, Europäische Kommission, 2007, Abels, 2012). It can include students with different backgrounds, learning histories, interests and motivation, as it raises interest and allows setting an individual focus (cf. Abels, 2012, Sliwka, 2010). The teaching concept "Lernwerkstatt" combines openness for diversity, space and time with Inquiry-based Learning on Level 3 (cf. Ernst, 1988, Zocher, 2001). This paper shows theoretical terms and conditions for its success, as well as the possible learning outcome. The theoretical outline is followed by an empirical research, analysing the work of 4 groups of students in a "Lernwerkstatt". In the framework of Dr. Simone Abels Project (cf. Abels, 2015), the fourth grade of "Neue Mittelschule Donaustadt" was visited during their "Lernwerkstatt" in September/October 2013. It was a Level 3 Inquiry setting with the topic "light and colour", which span over 3 days for each class. Afterwards, two groups from each class (8 students in total) were chosen for interviews. The interviews were transcribed alongside with chosen video clips recorded during the "Lernwerkstatt". This data is supported by on spot observations. The transcripts were analysed according to Mayrings (2010) method of "inhaltlich-strukturierende Inhaltsanalyse" (content-structuring content-analysis). This method combines the openness of qualitative analysis with the structure of quantitative analysis. The goal of the analysis is a view into the students' perspectives on the "Lernwerkstatt" and Inquiry-based Learning. On the one hand, the

chosen approaches, used skills and reached goals shall be described. On the other hand, difficulties and room for improvement shall be discussed. In the summary, the theoretical aspects of Inquiry-based Learning shall be compared with possible realization in the classroom. The examples of different students with various ideas and working concepts show the plurality of Inquiry-based Learning.

A4) Kategoriensystem zur Datenauswertung

Va-ri-able	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Kodierregeln
Einschätzungsdimension To learn scientific content				
S1	Herstellen von Zusammenhängen	Die SchülerInnen beschreiben hergestellte Zusammenhänge aus (Vor-)wissen oder Beobachtungen (vgl. Abels et al., 2014)	Sm2: Ja eh, das sind wir zuerst einmal drauf gekommen, wenn wir da unten den Schlauch haben, dass das gar nicht geht, weil der Dampf steigt ja auf, weil die Wärme steigt immer auf. (I1, 251)	
S2	Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen	Die SchülerInnen beschreiben naturwissenschaftliche Modelle und/oder ihre Anwendung. Sie tätigen Aussagen, aus denen sich auf das grundsätzliche Verständnis modellhaften Denkens schließen lässt. (vgl. Millar 2009, Graf, 2002, Pöpping, 2002)	Sm2: [...] Und wenn wir's erforschen wollten, haben wir Eine Flasche genommen, weil's auch so wie ein Turm ist. (I1, 75)	
S3	Reproduktion von Fakten	Die SchülerInnen reproduzieren Fachwissen, das sie in der LWS aus ihren Versuchen/Recherchen/Ergebnissen gewonnen haben. (vgl. Millar 2009, Bifie, 2011)	Sw2: Und also beim Regenbogen ist es so, wenn der Lichtstrahl auf einen Regenbogen trifft, der zum Beispiel in der Luft oder am Boden ist, das ist egal. Und der Regentropfen funktioniert so wie ein Prisma, und in diesem Licht sind Spektralfarben und durch diesen Art Prisma kommt dann die Art Farbe, also Rot, Orange, Gelb zum Vorschein und da entsteht halt ein Regenbogen. (G2 Panasonic 00061, 7)	

Einschätzungsdimension To do inquiry				
D1	Fragenfindung	Die SchülerInnen beschreiben Prozesse/Teilschritte, die sie zu ihrer Forschungsfrage geführt haben. (vgl. Millar 2009, Zocher, 2001)	Sm1: Ja irgendwie Strom wollten wir machen, irgendwas mit Strom erzeugen. Und dann hab ich überlegt wie wir das machen könnten. Halt wir wollten natürlich machen, halt wir wollten alles natürlich machen, nicht (G1, 53)	
D2	Planung und Durchführung	Die SchülerInnen beschreiben ihre Versuchsplanung (vgl. Abels et al., 2014, Bianchi & Bell, 2008, Ash & Kuger-Bell, 2010) Außerdem beschreiben sie Aspekte der Durchführung von Experimenten (vgl. Millar, 2009, Abel et al., 2014)	Sm1: Erst war Box und dann haben wir gesagt, nein, wir müssen einen spitzen Turm, damit Wasser wieder zurückrinnt, weil wenn wir Box machen, dann rinnt das Wasser halt wieder so zurück [...](I1, 113)	
D3	Beobachtungen	Die SchülerInnen beschreiben Beobachtungen, die sie während der Lernwerkstatt gemacht haben Diese können sich auf Experimente oder Gegenstände beziehen. (vgl. Abels et al., 2014)	Sw4: das spiegelt sich dann und das sieht dann so aus als würde es in der Mitte sozusagen stehen. (I3, 20)	
D4	Präsentation	Die SchülerInnen erklären, wie/mit welcher Methode sie ihre Ergebnisse präsentiert haben. Sie sprechen über die Vorbereitungen/Überlegungen für die Präsentation. (vgl. Abels et al., 2014, Abrams et al., 2008)	Sm2: Wir haben das als ein Interview gezeigt, da hat einer von uns interviewt und der andere hat erklärt. Ja dann hatten wir ein Whiteboard und da haben wir das gezeichnet wie wir uns das Vorstellen. (I1, 47)	Beschreibung der Präsentation, nur Nennung fällt unter A1 Ablauf der LWS.
D5	Umgang mit Medien	Die SchülerInnen beschreiben den Umgang mit Medien (Büchern, Zeitschriften usw.) in der Lernwerkstatt allgemein und im Rahmen ihrer Forschung. (vgl. Millar, 2009)	Sm2: Ja und dann haben wir gegoogelt, wie diese Solariumzellen (Solarzellen) das in Strom umwandeln. (I1, 55)	

D6	Arbeiten in der Gruppe	Die SchülerInnen gehen auf die Sozialform ein, in der sie in der sie in der Lernwerkstatt gearbeitet haben. Sie beschreiben, inwiefern diese bezüglich der Themenwahl und Arbeitsweise von Bedeutung war. (vgl. Zocher, 2001, Edelson et al., 2008)	Sm1: Nein eigentlich nicht, weil wenn wir in diesen vier Jahren was gemacht haben, habe ich immer mit ihm gearbeitet, immer arbeite ich mit ihm und immer wenn wir zusammen was machen, sind wir zufrieden mit unserer Arbeit, wir wollen da nicht sagen// (G1, 137)	
D7	Rolle der Lernbegleitung	Die SchülerInnen sprechen über die Lernbegleitung in der Lernwerkstatt. (vgl. Puddu et al., 2012, Zocher, 2001)	Sm1: Ja das heißt da gibt's (-) Und ich finde auch gut, dass wir immer Studenten kriegen und das ist sehr spannend mit denen zu arbeiten, das finde ich auch sehr gut (I1, 298)	

Einschätzungsdimension To learn about inquiry				
A1	Ablauf der LWS	Die SchülerInnen beschreiben den allgemeinen Ablauf der Lernwerkstatt in der LWS Donaustadt 2013 zum Thema „Licht und Farbe“.	Sw4: Ja wir werden in Gruppen auf geteilt und wir dürfen uns Themen aussuchen, also ein großes Thema. Und wir hatten so viele kleine Themen und die sammeln wir alle. (I3, 4)	
A2	Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung	Die SchülerInnen reproduzieren, welche Schritte für den Ablauf eines naturwissenschaftlichen Forschungsprojektes notwendig sind und erklären, welche dieser Schritte sie in welcher Reihenfolge durchgeführt haben (vgl. Millar 2009). Sie können (mit Hilfestellung) darauf schließen, dass es sich um einen Forschungskreislauf handelt. (vgl. Abels et al., 2014) Außerdem machen sie Aussagen zu ihrem Bild über naturwissenschaftliche Forschung (vgl. Abrams et al., 2008)	Sw3: Ok, das Ergebnisse präsentieren gehört am Schluss. Eindeutig. (I3, 90)	Diese Kategorie wird durch Fotos unterstützt, welche von den Kärtchen des Forschungszyklus wie die SchülerInnen sie aufgelegt haben gemacht wurden.
A3	Reflexion zur eigenen Forschung	Die SchülerInnen beschreiben ihre Zufriedenheit mit ihrer Forschungsarbeit. Außerdem reflektieren sie kritisch über diese, beschreiben Probleme (vgl. Sawada & Piburn, 2008), erkennen, was noch offen geblieben ist (vgl. Abels et al., 2014)	Sm1: Ja, nein leichter nicht, aber wir wollten das Modell echt darstellen. Sm2: Ja, aber das ging nicht, aber das hätte ja dann durchsichtig sein müssen und das Wasser hätte auf eine bestimmte Temperatur erwärmt werden müssen und das kriegen wir irgendwie nicht zam. (I1, 121-123)	Konkret auf die eigene Arbeit bezogen, nicht LWS allgemein (siehe A4)

A4	Einstellung und Reflexion zur Lernwerkstatt	Die SchülerInnen gehen individuell auf positive/negative Aspekte der LWS und ihres Ablaufes ein und begründen diese gegebenenfalls (vgl. Ernst, 1988). Sie zeigen ein Bewusstsein für den Sinn des Forschens. (vgl. Sawada & Piburn, 2000, Woolman, 2002)	Sm3: Dass es ein offenes Lernen ist. I: Was bedeutet das für dich? Sm3: Man kann frei herum gehen. Man kann alles machen. (I4, 79-81)	Auch bezüglich des Themas „Licht und Farbe“
A5	Bewertung von Sachverhalten	Die SchülerInnen können ihre Forschung mit ihrer Lebenswelt, Alltag und Umwelt vernetzen und die Bedeutung/Anwendung/Risiken benennen. (vgl. Abrams et al., 2008, Bifie, 2011)	Sm2: Aber man kanns ja nicht einfach bauen, halt es müsste zuerst vom Staat so genehmigt werden, dass es überhaupt // (I1, 260)	
A6	Interesse an naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen/Themen	Die SchülerInnen geben Auskunft über ihre Interessen im naturwissenschaftlichen Bereich (vgl. Edelson et al., 1999, Europäische Kommission, 2007)	Sm3: Weil man (-) da sitzt man jetzt dort und will irgendwas forschen. Und schon das Forschen macht mir wenig Spaß. Ich hab das nur gemacht, weil man das ja muss in der Schule. (I4, 131)	

A5) Interviewleitfaden

Danke, dass du mit mir dieses Interview führst! Alles was du sagst wird nur für meine Forschungsarbeit verwendet, ohne deinen Namen zu nennen. Deine LehrerInnen erfahren nichts von dem, was du sagst. Ich möchte das Interview gerne aufnehmen, damit ich es besser auswerten kann – bist du damit einverstanden? Hast du Fragen, bevor wir anfangen?

Vielleicht erinnerst du dich noch an mich, ich war dieses Jahr bei euch in der Lernwerkstatt dabei. Woran erinnerst du dich denn noch aus der Lernwerkstatt?

- Was hast du in der Lernwerkstatt gemacht?
- Was weißt du noch zu dem Thema, an dem du gearbeitet hast?

Wie hat dir das Thema „Licht und Farbe“ allgemein gefallen?

Wie bist du auf deine Frage gekommen?

- War es schwierig, ein Thema zu finden?
- War es schwierig, eine Gruppe zu finden?
- Ev. hättest du lieber an einem anderen Thema/mit jemand anderem gearbeitet und warum?
- Wenn es nun nochmal eine Lernwerkstatt gäbe, was würdest du machen?
- Was wäre anders gewesen, wenn euch die LehrerInnen das Thema einfach selbst erklärt hätten?

Warum glaubst du machen die Lehrerinnen mit euch eine Lernwerkstatt?

- Die Lehrerinnen sagen, sie wollen, dass ihr in der Lernwerkstatt forscht – weißt du, was sie mit Forschen meinen?
- Weißt du, wie ein/e ForscherIn arbeitet?
- (Forschungszyklus) Nimm dir doch mal die Karten, die du in der Lernwerkstatt durchgeführt hast.
- Bring doch jetzt mal die Karten in die Reihenfolge, in der ihr gearbeitet habt. Was habt ihr als erstes gemacht? Und dann? Kamen manche Sachen auch mehrfach vor?
- Was passiert am Ende der Arbeit? Hören Forscher dann einfach auf zu forschen? Wie hättest du weitergemacht? Was würde dich an dem Thema noch interessieren? Was würdest du an deiner Forschung noch verändern?

Hättest du gerne öfter Lernwerkstatt und wenn ja warum? Was ist in der Lernwerkstatt anders als im normalen Unterricht?

Danke, dass du mir bei meiner Forschung geholfen hast! Möchtest du noch etwas sagen oder fragen?

A6) Transkriptionsregeln

LehrerInnen mit L abkürzen und durchnummerieren, z.B. L1

SchülerInnen mit S abkürzen, männlich m oder weiblich w kennzeichnen und jeweils durchnummerieren, z.B. S_f1 oder S_m1

Den Schulassistenten mit Ass. Abkürzen

KlassenlehrerInnen mit KL abkürzen

Die Zeichensetzung erfolgt nach der Intonation des Sprechers. Stimme hoch: Fragezeichen, Stimme runter: Punkt.

Die Kommasetzung folgt weitestgehend nach rhetorischen Gesichtspunkten zur Markierung von beim Sprechen entstehenden Pausen, der grammatische Verwendungszweck ist dem untergeordnet.

Nicht verständliche Aussagen werden durch drei Fragezeichen in Klammern gekennzeichnet. (???) Vermuteter Wortlaut wird zwischen zwei Fragezeichen in Klammern notiert.

(?XYZ?)

Auslassungen, wenn nicht relevante Aspekte zu hören sind, z.B. das Abspielen eines Videos, werden durch drei Punkte in eckigen Klammern gekennzeichnet. [...]

Es wird lautsprachlich transkribiert, also so wie gesprochen wird. Mundartlicher Einschlag wird mit transkribiert.

Alle Angaben, die den Rückschluss auf eine befragte Person erlauben, werden anonymisiert. Betonte Wörter werden durch Unterstreichung gekennzeichnet.

Laute Äußerungen werden in Großbuchstaben notiert, auch Silbenweise, z.B. AkZENT.

Dehnungen werden durch Doppelpunkte angezeigt, z.B. u:::nd

Lautäußerungen (z.B. lachen oder seufzen) werden in Klammern notiert, auch Sprechweisen, z.B. (ironisch), oder Tätigkeiten der Personen, wie z.B. (schreibt an Tafel).

Füllwörter werden mitgeschrieben, z.B. äh, mhm (Zustimmung), hm (Verneinung)

Jeder Sprecherwechsel wird durch zweimaliges Drücken der Enter-Taste deutlich gemacht.

Die so entstehende Leerzeile zwischen den Sprechern erhöht die Lesbarkeit deutlich.

Pausen werden durch Bindestriche in Klammern angezeigt. Ein Bindestrich entspricht ca. einer Sekunde Pause. (--)

Doppelschrägstriche zeigen gleichzeitiges Sprechen oder ins Wort fallen an. //

Nach der Transkription Korrekturlesen mit Abhören des Bandes!

Literatur

Kuckartz, U./ Dresing, Th./ Rädiker, S./ Stefer, C. (2007): Qualitative Evaluation – Der Einstieg in die Praxis; Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

<http://www.ph-ludwigsburg.de/uploads/media/transkriptionsregeln.pdf> [31.01.2014]

A7) Transkripte

I1

- 1 I: Danke dass ihr das Interview mit mir macht.
- 2 Sm1: Bitte.
- 3 I: Ihr erinnert euch vielleicht noch an mich, ich war ja 2 Tage bei euch in der Lernwerkstatt. Woran erinnert ihr euch noch aus der Lernwerkstatt? Erzählt mir das Ganze mal so, als wäre ich gar nicht da gewesen.
- 4 Sm2: Also wir haben am Anfang, ähm, geredet, zu welchem Thema wir arbeiten dürfen, das war in dem Fall Licht und Farbe. Ähm, ja dann hat jeder ein Thema ausgesucht. Ja (-)
- 5 Sm1: Nein wir sind zuerst durch die Lernwerkstatt gegangen //
- 6 Sm2: // Lernlandschaft
- 7 Sm1: Ja Lernlandschaft halt, da haben wir das halt nur angeschaut, da kriegen wir so 15 Minuten immer, da schauen wir uns nur an //
- 8 Sm2: //was man da machen könnte//
- 9 Sm1: Ja und dann nehm'ma halt Zettln, rauf, da gibt's also bunte Zettel, da schreiben wir Fragen drauf, also alles was uns einfällt schreiben wir da drauf. Ja dazu haben wir 15 Minuten Zeit. Schaut man einfach alles an, dann schreibt man alles auf, egal es muss keine Frage sein, halt Stichwort geht auch und wir sammeln es. Und dann gehen wir wieder in den Mehrzweckraum, dieser Raum wo wir halt Lernkreis haben, sitzen dort. Und dann muss jeder vorne kommen oder sitzen bleiben und erzählen was er halt geschrieben hat. Und das picken wir auf eine Wand, halt mit Nadeln, ja (-) dann sammeln wir so Gruppen, weil es gibt ja (-) manche haben dieselbe Frage, dann bilden wir so Gruppen zum Beispiel Farben//
- 10 Sm2:// Überbegriffe.
- 11 Sm1: Alles was mit Farben zu tun hat und dann geben wir die Begriffe als große Überschrift, das picken wir alles auf. Ja und dann ist halt schon zwei Stunden vorbei und dann machen wir halt Pause und dann 3. Stunde ist schon//
- 12 Sm2: //Da sollte dann jeder schon ein Thema haben.
- 13 Sm1: Und den Partner, mit der er arbeiten will.
- 14 Sm2: Oder alleine.
- 15 Sm1: Ja oder alleine, und das ist aber selten, die versuchen immer, halt die Lehrerinnen sagen immer versuchs zu zweit zu machen, ist viel leichter. Ja und dann//
- 16 Sm2: //Dann wurde jedem sozusagen ein Lehrer zugeteilt, der was ihm hilft.
- 17 Sm1: Student oder Lehrer, oft waren es Studenten.
- 18 Sm2: Ja oder Zivildienstler.
- 19 Sm1: Ja.
- 20 I: Ja ein Gruppenbetreuer.
- 21 Sm1: // Ja.
- 22 Sm2: //Ja.
- 23 Sm1: Und die helfen dann und dann arbeiten wir an dem Thema und dann haben halt, dieses Jahr haben sie uns , halt wir haben, in der ersten haben wir Mind-Map gelernt, Mind-Map wie man das macht, auch in diesen Gruppen, dann haben wir gelernt wie man Powerpoint macht, da haben wir halt//
- 24 Sm2: //Verschiedene Präsentationsarten.
- 25 Sm1: Ja verschiedene, wie man halt das machen kann.
- 26 Sm2: Da haben wir einen Zettel bekommen, da standen sehr viele drauf, Schauspiel oder (-) Schattenspiel.
- 27 Sm1: Ja das heißt, da gibt's verschiedene Möglichkeiten, das heißt man sollte nicht dasselbe haben, nicht jeder sollte dasselbe präsentieren.
- 28 Sm2: Ja weil 15 Plakate ist fad.
- 29 Sm1: //sind fad. Ja nur Plakate oder nur irgendwas für ein Projekt Powerpoint zu machen ist einfach. (-)Und ja wir hatten das Thema durch Licht Energie zu erzeugen.
- 30 Sm2: Ja.

- 31 Sm1: Nicht durch Solarium, sondern anders, etwas Natürliches. Ja und dann haben wir das halt als Modell dargezeichnet und dann halt präsentiert.
- 32 I: Was genau war da eure Idee, wie kann man denn aus Licht Energie erzeugen?
- 33 Sm2: Wir hatte so ein (-)//
- 34 Sm1: //Halt wir hatten so eine (-)Turm.
- 35 Sm2: Ja einen Turm, da drin ist Wasser.
- 36 Sm1: Salzwasser.
- 37 Sm2: Also irgendein Wasser, das nicht mehr verwendet ist. Verwendbar ist. Und wenn das dunstet, dann hat das oben diese Zahnräder betätigt und die wurden dann weiter zu Strom verarbeitet.
- 38 Sm1: Und der Wasser dunstet so mit Licht, dass es so einen Dings da, so ein Turm ist in Sarah (Sahara), also Sonnenschein und mit dem können wir das Wasser erhitzen, da entsteht Dampf.
- 39 Sm2: Und das Wasser bleibt immer wieder drinnen, weil der Dampf geht ja wieder, wenn er kalt ist, wird er wieder zu Wasser.
- 40 Sm1: Das heißt es wird immer wieder so weiter.
- 41 I: Als Kreislauf?
- 42 Sm1: Ja als Kreislauf.
- 43 Sm2: Ja.
- 44 Sm1: Das heißt, wir lassen den Dampf nicht los, wir fangen in wieder, wird wieder gekältet in Wasser und immer so weiter.
- 45 I: Ja ich kann mich erinnern, ihr hattet da ganz tolle Ideen wie man das bauen kann.
- 46 Sm1: Ja .
- 47 Sm2: Wir haben das als ein Interview gezeigt, da hat einer von uns interviewt und der andere hat erklärt. Ja dann hatten wir ein Whiteboard und da haben wir das gezeichnet wie wir uns das vorstellen.
- 48 I: Und wie seid ihr überhaupt darauf gekommen, auf die Idee sowas zu machen?
- 49 Sm1: Naja ich glaub (-) na wird sind einfach nur gesessen, wir wollten eigentlich irgendwas ganz anders machen.
- 50 I: Was denn?
- 51 Sm1: Ich weiß nicht, wir wollten irgendwas anderes machen und dann auf einmal ist mir irgendwie (-) ich glaub uns beiden gleichzeitig gekommen, das wir das mit Wasser//
- 52 Sm2: //Ja wir wollten irgendwie Strom machen.
- 53 Sm1: Ja irgendwie Strom wollten wir machen, irgendwas mit Strom erzeugen. Und dann hab i überlegt, wie wir das machen könnten. Halt wir wollten natürlich machen, halt wir wollten alles natürlich machen.
- 54 Sm2: Ja dann haben wir schon probiert wie//
- 55 Sm1: //Wie Solarium, nicht so Solarium, ich meinte diese Zellen da.
- 56 I: Sonnenkollektoren?
- 57 Sm2: Ja und dann haben wir gegoogelt, wie diese Solariumzelle (Solarzelle) das in Strom umwandeln.
- 58 Sm1: Ja.
- 59 Sm2: Das konnten wir aber nicht wirklich machen, weil das war zu kompliziert.
- 60 I: Ja das zu bauen ist wahrscheinlich schwierig.
- 61 Sm1: Und wir wollten irgendwie was einfach und//
- 62 Sm2: //Was natürliches.//
- 63 Sm1: Und billig auch noch.
- 64 Sm2: Und dann haben wir auch noch probiert wie, ähm, heiß die Sonne werden kann mit einer Lupe, aber das hat auch nicht wirklich funktioniert, das Blatt hat nur begonnen zu glühen, nicht zu brennen, also da müsste man auf einen heißeren Ort gehen.
- 65 Sm1: Ja, das heißt, ja da haben wir halt um diesen Turm haben wir halt (-) Idee war uns, dass es Spiegeln sind, dass diese Spiegeln genau unteren Teil von diesem Turm erhitzen, das ganze Turm ist schwarz.
- 66 Sm2: Ja weil wenn das spiegelt, dann wird's ja theoretisch heißer, weil das ist so ein Spiegellupenglas.

- 67 I: Also sowohl Spiegel als auch irgendwie//
- 68 Sm2: //Lupe.
- 69 I: Das Licht fokussieren.
- 70 Sm1: Ja Licht fokussieren, das heißt um den, da ist der halt, Turm und um den ist da halt Spiegelglas, das heißt, immer wenn die Sonne scheint, egal welche Richtung, dass es auf die Richtung geht.
- 71 I: Okay. Und wie (-) ihr habt ja dann so ein Modell gehabt, so ein Drehrad.
- 72 Sm1: Ich kann, glaub ich, ich hab eh noch das Modell (sucht es im Bankfach)
- 73 I: Das habt ihr aber nicht selbst gebaut oder?
- 74 Sm1: Nein, wir haben's nicht selbst gebaut, wir habens nur (Sm1 und Sm2 meinen etwas anderes als ich)
- 75 Sm2: Gezeichnet. Und wenn wir's erforschen wollten, haben wir eine Flasche genommen, weil's auch so wie ein Turm ist. Aber gebaut haben wir's nicht, weil irgendwie wir hatten nicht (--)
- 76 I: Aber ihr hattet ja irgendwas mit Kerzen mit?
- 77 Sm2: Ja da wollten wir zeigen, dass (-) nein, das haben wir nicht mit, das hatte ich schon davor, da wollten wir zeigen, dass wenn, ähm, heiße Luft aufsteigt und man die Zahnräder (er meint die Rotationsblätter/Windräder) so schräg macht, weil dann steigt das ja auf und dann dreht sich das so. Damit wir zeigen können, dass sich das mit Wärme dreht, damit sie sich vorstellen können dass (-) wir haben nicht gewusst, ob das jeder weiß, dass sich das Zahnrad dreht einfach so.
- 78 I: Und das habt ihr schon davor gewusst oder das habt ihr durch das Experiment rausgefunden?
- 79 Sm2: Ja das haben wir eigentlich schon gewusst, weil wir haben gewusst, dass Wärme aufsteigt und wenn man das so schräg machts dann dreht sich das ja, weil wenn das so ist dann (zeigt es mit den Händen waagrecht)
- 80 I: Dann rutscht das so ab.
- 81 Sm2: (zeigt es nun schräg) Dann (-) ähm rutscht es da so weiter und dann dreht es sich.
- 82 Sm1: Weil wir sind auf die Idee gekommen mit Zahnrädern, wir haben in Physik ein Experiment mit Kerze gemacht, da haben wir gesehen, dass die heiße Luft aufsteigt, dass wusste ich da noch nicht, da war ich in der ersten Klasse, zweiten Klasse da war ich noch jung. Und da haben wir auch dieses Experiment gemacht, da haben wir eine Kerze gelegt und oben hatten wir so ein//
- 83 Sm2://Ja da haben wir das gehalten.//
- 84 Sm1: Da hatten wir so einen Ventilator
- 85 Sm2: Nein, das haben wir in der zweiten (Klasse) gemacht bei dem, bei der Lernwerkstatt.
- 86 Sm1: Ja ok und da haben wir gesehen, dass es da gedreht hat und auf die Idee sind wir dann wieder gekommen und der Dampf steigt ja, dann haben wir gesagt ok wir müssen irgendwas ja Salzwasser, weil wir eh so viel Salzwasser haben.
- 87 Sm2: Ja das haben wir noch vom letzten Jahr, da haben wir gehört dass es, also wir haben herausgefunden, dass es zu wenig Süßwasser gibt. Dann sind wir jetzt auf die Idee gekommen, dass man da das Salzwasser verwendet.
- 88 Sm1: Und wir haben auch geforscht was man da mit dem //
- 89 Sm2: // Mit dem übrigen//
- 90 Sm1: Weil wenn das Wasser dampft, dann bleibt ja Salz über//
- 91 Sm2: //Was wir mit dem übrigen Salz machen.//
- 92 Sm1: Das übrige Salz können wir ja verwenden, das heißt mit dem könn'ma//
- 93 Sm2: //Mit dem kann man eigentlich viel machen, mit dem werden//
- 94 Sm1: //Medikamenten//
- 95 Sm2: // Medikamente gemacht zum Beispiel und Duschgel und so.
- 96 Sm1: Das heißt, wir können das Salz wieder verwenden, das heißt, dass wird nicht wieder weggewehaut, sondern es wird immer was Gutes hergestellt. Und drum haben wir uns gedacht, als wenn der dampft, dann bleibt immer was über am Ende, also Salz.
- 97 Sm2: Ja, weil dieses Salzwasser, was da überbleibt, das kann man nicht einmal trinken, weil da fehlen die Mineralien und so.
- 98 Sm1: Und es ist sehr salzig.
- 99 I: Und wo kommt das Salzwasser her?

100 Sm1 Das haben wir auch schon, da halt zum Beispiel so Rohre vom Meer, Verbindung, das heißt, irgendwo, wo es Meerzugang hat, das heißt wir müssen nicht irgendwo von mehrere tausend (--)

101 I: Also nicht mitten in der Wüste?

102 Sm1: Nein, nicht mitten in der Wüste, weil da müssten wir den ganzen (Transport?), und das kostet auch sehr viel.

103 Sm2: Ja Meerwasser mit Tank überbringen geht auch.

104 Sm1: Ja, aber irgendwie müssen wir versuchen, auf dem Äquator zu bleiben, weil Äquator wärmste Stelle ist auf der Erde, das heißt, irgendwo auf der Äquatorlinie, versuchen dort.

105 Sm2: Ja Südamerika ist eh auch gleich Meerzugang.

106 I: Ihr habt euch ja wirklich viel überlegt und viel mit eurem Vorwissen gearbeitet.

107 Sm2: Ja.

108 I: Und ist euch das leicht gefallen, das Thema zu bearbeiten?

109 Sm1: Nein.

110 Sm2: Also es war schon ziemlich //

111 Sm1: //So leicht wars nicht.//

112 Sm2: Schwer, weil wir hatten immer andere Ideen, zuerst wars eine Box, mit der oben Zahnräder gedreht werden.

113 Sm1: Erst war Box und dann haben wir gesagt, nein, wir müssen einen spitzen Turm, damit Wasser wieder zurückrinnt, weil wenn wir Box machen, dann rinnt das Wasser halt wieder so zurück (er meint ins ursprüngliche Becken), das heißt, wir müssen oben spitz machen, weil es von Seite weg soll, nicht von oben nach unten. Das heißt und immer halt, wir, wenn wir halt haben, er hat halt das andere Thema als ich, das heißt, da gibt's schon am Anfang Streitereien.

114 Sm2: Ja, weil //

115 Sm1:// Er will was anderes machen, als ich, aber am Ende geht das eh.

116 Sm2: Und das Modell dann auch, weil er hat ein anderes gemacht als ich aber am Ende (-)

117 I: Aber das ist ja gar nicht so schlecht.

118 Sm2: Da haben wir dann (-) Der (Ass1) war ja auch dabei, seine Flasche, die war eigentlich so die Inspiration, der hat das so am Tisch gestellt und dann irgendwie.

119 Sm1: Aber (Ass1) hat auch geholfen, weil er ist ein Vegan (Veganer) und er ist einer, wie sagt man (-), er will auch immer so die Welt ändern. Er will irgendwas natürliches, isst kein Fleisch, er ist halt so, wie sagt man, strikt halt, er ist auf diesem Weg da und er hat auch geholfen hat, er hat gesagt, wie es auch sehr gute Idee ist.

120 I: Und hättet ihr irgendetwas brauchen können, an Material oder so, wodurch es euch leichter gefallen wäre?

121 Sm1: Ja, nein leichter nicht, aber wir wollten das Modell echt darstellen.

122 Sm2: Ja, aber das ging nicht, aber das hätte ja dann durchsichtig sein müssen und das Wasser hätte auf eine bestimmte Temperatur erwärmt werden müssen und das kriegen wir irgendwie nicht zam.

123 I: Wär's gegangen, wenn ihr mehr Zeit gehabt hättet?

124 Sm1: Ja und die richtigen Materialien

125 Sm2: Aber das Wetter hätte auch mitspielen müssen.

126 Sm1: Ja richtigen Materialien.

127 I: Ja und wenn ihr jetzt das bis zum Sommer bauen würdet, würde es wahrscheinlich funktionieren?

128 Sm1: Ja.

129 Sm2: Ja.

130 Sm1: Wir bräuchten die richtigen Material und wenn wir mehr Zeit hätten, würd's gehen schon.

131 Sm2: Wir bräuchten so abgerundetes Glas, damit man das rundherum stellen könnte.

132 I: Und hättet ihr es gerne gebaut?

133 Sm2: Ja schon.

134 Sm1: Ja schon, wenn es funktioniert hätte.

135 Sm2: Aber so haben wir's aufgezeichnet.

- 136 I: Ja klar, in der Zeit wäre das Bauen nicht möglich gewesen. Und wenn ihr etwas ganz anderes machen hättet können, hättet ihr was ganz anderes gemacht?
- 137 Sm1: Nein, ich eigentlich nicht, weil wenn wir in diesen vier Jahren was gemacht haben, habe ich immer mit ihm gearbeitet, immer arbeite ich mit ihm und immer, wenn wir zusammen was machen, sind wir zufrieden mit unserer Arbeit, wir wollen da nicht sagen//
- 138 Sm2: //Ja in der Mitte der Gruppe wollte man's irgendwie aufgeben.
- 139 Sm1: Ja, halt wir geben nie auf, am Anfang gibt's so, ja, ok ich will das machen, er was anderes, aber am Ende, wenn wir fertig sind mit ganzer Arbeit und das berichtet haben, sind wir eigentlich schon stolz auf unsere eigene Arbeit.
- 140 I: Das heißt ihr arbeitet einfach so gerne zusammen, dass ihr euch versucht zu einigen auf ein Thema.
- 141 Sm1:// Ja.
- 142 Sm2: // Ja.
- 143 Sm1: Ja nicht nur in Lernwerkstatt, so allgemein, zum Beispiel auch in Mathe.
- 144 Sm2: Ja wir sind auch ein gutes Team, finden wir.
- 145 Sm1: Ja in Mathe sind wir auch immer zusammen, halt in Biologie, wir arbeiten halt immer zusammen.
- 146 I: Denkt nochmal an den ersten Eindruck, den ihr in der Lernlandschaft hattet, also ihr seid in die Lernlandschaft hineingegangen, was war euer erster Gedanke zu Licht und Farbe, hat euch das interessiert?
- 147 Sm2: Na, also mein erster Gedanke war, was soll ich da machen.
- 148 Sm1: Nein, es hat mich gar nicht interessiert, ich dachte so das wird die schlechteste Lernwerkstatt aller Zeiten. Licht und Farbe interessieren mich einfach nicht, haben mich noch nie interessiert. Man hat nicht viel zu forschen bei Farben.
- 149 Sm2: Ja. Was wartet in der Lernlandschaft überhaupt auf uns, weil zu dem Thema kann man ja nichts machen.
- 150 Sm1: Am Anfang der Eindruck, den ich hatte, war sehr schlecht, ich dachte die Lernwerkstatt wird wirklich gar nix, die wird so schlecht sein, wie aller Zeiten. Aber am Ende.
- 151 I: Warum kann man sich da so wenig drunter vorstellen.
- 152 Sm1: Keine Ahnung, halt man beschäftigt sich (-)
- 153 Sm2: Keine Ahnung, halt unter Licht und Farbe was soll man sich da vorstellen. Man denkt da immer nur ähm Sonnenlicht oder gelb, rot blau grün und was soll man da machen.
- 154 Sm1: Ja und halt wir denken nicht so halt.
- 155 Sm2: Aber wenn man dann länger Zeit hat, dann merkt man ja. Also in der ersten und zweiten wars ja leicht, da hatten wir Insekten und Vögel da denkt man sich gleich was drunter//
- 156 Sm1: //Oder Wasser und in der dritten hatten wir Wasser//
- 157 I: Ja das ist greifbarer, nicht? Aber ihr habt ja dann doch ein Thema gefunden.
- 158 Sm2: Ja es sind sehr viele gute Ideen gekommen, weil zum Beispiel Regenbogen, da muss man auch erstmal drauf kommen, dass es mit Licht auch zu tun hat.
- 159 I: Vom Überthema war es dann doch ok?
- 160 Sm2: Nein es war eh ok.
- 161 Sm1: In der Lernwerkstatt gibt's eigentlich nie ein Thema, das uns nicht gefallen hat. Am Ende gibt's immer etwas.
- 162 Sm2: Am Anfang glaubt man immer, das ist ur fad oder so aber.
- 163 Sm1: Oder man fällt keine Ideen ein oder so aber am Ende ist es ziemlich toll.
- 164 I: Ok, wenn es noch eine Lernwerkstatt gäbe, was würdet ihr dann machen wollen?
- 165 Sm1: Das würden wir gern haben, aber das haben wir nur einmal im Jahr, das finde ich eigentlich schade.
- 166 I: Ich weiß, aber stellt es euch einfach mal vor.
- 167 Sm1: Welches Thema, meinen Sie (--)
- 168 Sm2: (überlegt) Welches Thema (---)
- 169 Sm1: Pfff (---) äh (--)

170I: Oder sagen wir, ihr habt im Sommer eine tolle Möglichkeit, eine Forschungsstelle auf der Uni zu kriegen und ihr könnt dort irgendetwas forschen was euch interessiert.

171 Sm2: Hm

172 Sm1: Ich weiß nicht. Man muss mir nur ein Thema vorschlagen und dann arbeite ich daran.

173I: Aber aus welchem Fach zum Beispiel?

174 Sm1: Physik.

175 Sm2: Ja ich würd auch eher Physik nehmen.

176 Sm1: Physik nehmen, weil Physik interessiert mich sehr viel.

177 Sm2: Physik, Chemie, so.

178 Sm1: Physik und Chemie in die Richtung immer.

179I: Ok, warum glaubt ihr machen die Lehrerinnen mit euch die Lernwerkstatt?

180 Sm1: Weil ich, zum Beispiel, wenn ich etwas mit Händen machen und daran bleibe, lerne ich besser, als wenn ich in der Klasse sitze, Büchervorschläge oder Tafel schauen muss.

181 Sm2: Ja, auf jeden Fall, man lernt besser, wenn man es selbst herausfinden muss oder Sachen nachbaut. Also das probieren wir auch immer in Chemie, weil wir könnten genauso aus den Büchern abschreiben, wie das funktioniert, aber sie will uns zeigen, wie das geht, damit man sich das besser vorstellen kann und auf jeden Fall, ähm, es ist auf jeden Fall, äh, sie wollen uns zeigen wie weit man eigentlich auch alleine kommt, dass man nicht immer überall nachschauen kann, wir dürfen in der Lernwerkstatt eigentlich nicht Internet schauen, sondern nur Bücher, da wollen sie uns glaub ich zeigen, wie weit man auch ohne dem ganzen Zeug kommt, wenn man nur ausprobert. Und Zusammenarbeit.

182I: Stört es, dass das man kein Internet verwenden darf?

183 Sm1: Nein, stört nicht mir, egal, am Anfang halt, erste Klasse, haben wir geglaubt, oh mein Gott, das wird jetzt nicht gehen, wir wissen gar nichts, aber es geht eh.

184 Sm2: Man muss einfach nur experimentieren, so ein bestimmtes Insekt fangen und schauen, was das den ganzen Tag macht.

185 Sm1: Ja wir haben Ameisen gesammelt und geschaut, was die für ein Haus bauen.

186 Sm2: Wir haben geschaut, was die für ein Haus bauen, in einer Erde. Und was sie fressen,

187 Sm1: Das heißt wir haben so ein Glas//

188 Sm2: //Das war so (zeigt mit den Händen: rechteckig, schmal)//

189 Sm1: Ja, da haben wir Ameisen gegeben und da haben die wirklich Löcher gebaut, Tunnel da drinnen.

190I: Das ist auch cool, ja. Die Lehrerinnen sagen ja immer, dass ihr forschen sollt in der Lernwerkstatt. Was heißt denn das, das Wort?

191 Sm2: Ja. (-) Ähm, herausfinden, was das alles macht, also ja//

192 Sm1: //Selber herausfinden, weil es gibt zum Beispiel, wir wollten mit Licht und Farbe den Albert Einstein nehmen, weil der das Geschwindigkeit von Licht machen//

193 Sm2: //Aber da hat die Lehrerin gesagt, sie wollen das nicht, weil er hat das schon gemacht.

194 Sm1: Sie wollten, das wir das herausforschen, weil er hat schon, sie wollte, dass wir ganz was anderes erforschen, nichts was es schon gibt. Nicht nachmachen oder nachbauen, wir sollten unseren eigenen Weg gehen.

195 Sm2: Wir wollten's zeigen. Aber sie hat uns auch gesagt, wie sollen wir herausfinden jetzt, wie sollen wir das herausfinden, weil wir mit 13, 14 Jahren hätten das nie geschafft, herausgefunden (-) glaub ich.

196I: Naja, das vielleicht schon, aber was wäre denn das Problem gewesen, da in der Schule?

197 Sm2: Das gabs eigentlich schon, das wäre so gut wie eine Nachmache.

198I: Aber was wäre denn noch schwierig gewesen? Was braucht man dazu wahrscheinlich?

199 Sm1: Ein Messgerät.

200I: Genau.

201 Sm2: Wie schnell das Licht ist.

202I: Also ihr hättet das schon nachmachen können, man macht natürlich auch ganz oft Sachen nach, die andere schon gemacht haben, um sie zu überprüfen aber natürlich ist es schwierig, das ohne Messgeräte zu machen, das ist oft eher das Problem an der Sache.

203 Sm2: Ja.

204 I: Ich hab da mal so schöne Kärtchen mitgebracht, vielleicht lest ihr die einfach mal durch, da stehen verschiedene Sachen drauf, die man als Forscher so machen kann und ich hätt gern, dass ihr euch anschaut, welches davon habt ihr gemacht in der Lernwerkstatt und vielleicht auch in welcher Reihenfolge. Wenn ihr irgendwas nicht versteht könnt ihr mich gern fragen.

205 (Lesen und legen Kärtchen)

206 Sm2: Das kommt auf jeden Fall als letzter, präsentieren.

207 Sm1: Ich würd das als erster geben, Fragen stellen. Ideen für... Ah das kommt als erster beobachten, beschreiben, Daten sammeln, dann kommt Fragen stellen.

208 Sm2: Daten. Theorien Zusammenhänge herstellen. Haben wir auf Theorien anderer zurückgegriffen?

209 Sm1: Ja, das haben wir hier am Anfang gemacht? (bei Fragen stellen)

210 Sm2: Stimmt, wir wollten eigentlich das von Einstein, da haben wir zurückgegriffen auf eine Idee. Daten auswerten, interpretieren, Zusammenhänge herstellen.

211 Sm1: Ja und das da (-) ich würd erst das da auf ein Thema und dann erst die Fragen.

212 Sm2: Ja wir machen immer zuerst ein Thema und dann erst ne Frage. (-) Also das ist so glaub ich.

213 Sm1: Ja jetzt haben wir' (-) finde ich es.

214 Sm2: Soll ich vorlesen?

215 I: Ok, passt schon. Das mit dem Fragen stellen, das habt ihr erst als 3., glaubt ihr das ein Forscher immer das Thema vorgegeben kriegt?

216 Sm2: Beobachten überhaupt (-)

217 I: Also es heißt jetzt nicht, dass das irgendwie verkehrt ist aber denkt ihr dass es immer so ist?

218 Sm2: Beobachten tut man erst, wenn man die Frage hat. Frage stellen //

219 Sm1: //Wennst du nicht einmal beobachtest, wirst du nichtmal eine Frage kriegen.

220 I: Ok, du meinst man muss zuerst irgendwas sehen und kann dann eine Frage stellen.

221 Sm1: Ich kann nicht irgendeine Frage stellen und dann beobachten, ich muss zuerst was beobachten.

222 I: Das heißt, es wechselt sich eigentlich immer ab oder?

223 Sm2: Das ist eigentlich auf einer Stelle.

224 I: Ok.

225 Sm1: Ja.

226 I: Stimmt ich muss zuerst beobachten, dann stelle ich die Frage und dann beobachte ich wieder was anderes.

227 Sm1: So seh ichs jetzt.

228 I: Und das mit den Theorien, ihr habt jetzt gesagt den Einstein, aber ihr habt ja zum Beispiel auch auf Sachen zurückgegriffen, die ihr selber schon erforscht habt.

229 Sm1: Ja.

230 I: Zählt das auch?

231 Sm2: Schon auch, weil das, haben wir in Chemie gelernt, weil da haben wir auch immer gelernt, wer das herausgefunden hat.

232 Sm1: Ja schon. Wieso sollte immer (-) wieso sollte immer was von neu anfangen, weil wir wussten das Wasser verdunstet und wir wussten wenn es verdampft geht//

233 Sm2: //Man muss immer auf alte Ideen zurückgreifen.

234 I: Genau ja. Man muss ja nicht das Rad neu erfinden.

235 Sm1: Das heißt man muss immer(-)viele Forscher machen das auch, die nehmen paar so kleine Sachen Dinge zusammen und machen was Großes daraus, so paar kleine. Und das haben wir gemacht, das wir so paar kleine Sachen.

236 Sm2: Ja, das haben wir jetzt auch in Mathematik gelernt, dass wir jetzt auch in der ersten Klasse lernt man plus und minus Rechnen, das verwendet man heute auch noch zum Beispiel im Kürzen, man verwendet's dort auch, das heißt dort tut man auch auf alte Sachen zurückgreifen.

237 Sm1: Das heißt, es gibt immer wieder so kleine Sachen und wir haben halt nur so diese kleinen Sachen zusammen und das (--)

238 I: Was ist gemeint mit erkennen was noch offengeblieben ist?

239 Sm2: Wenn jetzt, wir haben jetzt zum Beispiel ein Ding, also das Modell und wenn (-) wir müssen immer uns auf Fragen vorbereiten, die Fragen gestellt kommen, wenn wir das jetzt erklären, wenn jetzt andere eine Frage haben wir müssen auf die theoretisch gefasst sein und entweder man macht so dass man –

240 Sm1: Zum Beispiel was wir mit Salz machen können //

241 Sm2: //Ja eh.//

242 Sm1: Keiner von uns beiden wusste, was man mit Salz machen kann, ich wusste nicht //

243 Sm2: // Ja wir haben alle gedacht, nur zum Kochen, aber das man in Medikamenten drin ist.

244 Sm1: Das Salzwasser haben wir gesagt (-) Ja dafür haben wir geforscht, oder halt nicht, geforscht nachgeschaut, was man halt machen kann. Und Salzwasser was aus dem Meer halt kommt, Duschgel, Creme oder Medikamente, das ist immer was Gutes, das wir wollten immer versuchen, Sachen immer, halt es soll nichts am Ende überbleiben bei dem Ganzen. Wir haben versucht, zum Beispiel am Anfang haben wir so eine Box gehabt und am Anfang wollten wir den Dampf sogar weglassen, dann haben wir gesagt, wieso fangen wir den Dampf nicht wieder ein//

245 Sm2: //Weil sonst wäre das Wasserverschwendung.

246 Sm1: Ja sonst wärs Wasserverschwendung.

247 Sm2: Und dann ging das nicht mit der Box, weil dann wär's da oben und dann wärs wieder runter gekommen//

248 Sm1: Oder wir wollten zwei Boxen machen, wo einmal das Wasser gedampft wird//

249 Sm2: //Ja das kommt da rauf und dann wird's wieder kälter und dann kommt das so rüber, aber das ging irgendwie nicht.

250 Sm1: Ja wir wollten einen wo's gehitzt wird und dann weitergeleitet wird und dann haben wir überlegt, wo das geleitet wird, wird das so kälter.

251 Sm2: Ja eh, das sind wir zuerst einmal drauf gekommen, wenn wir da unten den Schlauch haben, dass das gar nicht geht, weil der Dampf steigt ja auf, weil die Wärme steigt immer auf. Dann haben wir's anders gemacht, dass der Schlauch so ging, aber dann müssten wir das Wasser so leiten und dann kann's passieren, dass das Wasser von da da rüber geht und das//

252 Sm1: //Das heißt da haben wir gesagt ok ein Box mit ein Schlauch, wo Wasser rein kommt, dann wir die zugemacht, wird dann gedampft also gewärmt und dann halt Dampf kommt und dann wird halt das Salzwasser, also das Salz, was über bleibt, wird gereinigt halt und ja das wird dann weiterverwendet.

253 I: Aber ihr habt, das ja noch gar nicht gebaut, das heißt wenn ihr das bauen würdet, würden sich wahrscheinlich wieder neue Fragen ergeben oder?

254 Sm2: Ja, weil es wahrscheinlich auch nicht ganz geht, weil wir haben neben dieser Box auch noch zwei solche kleine Behälter daneben gestellt wo der Strom erzeugt wird durch weitere Zahnräder aber wahrscheinlich, wenn wir das jetzt bauen würden würds wahrscheinlich nicht gehen, entweder es ist zu klein oder irgendwas funktioniert sicher nicht oder//

255 Sm1: //Ja. (-) Aber wenn die End (-)

256 Sm2: Aber das war nicht unser (-) wir wollten nur die Idee haben, wir wollten es nicht genau schaffen, Strom zu erzeugen wir wollten nur die Idee.

257 I: Jaja, das ist klar.

258 Sm1: Aber ich glaub schon, dass es funktioniert wird. Halt, ich glaub, wenn man's so richtig professionell (-) richtig professionell.

259 I: Ja, man müsste es einfach ausprobieren.

260 Sm2: Aber man kanns ja nicht einfach bauen, halt es müsste zuerst vom Staat so genehmigt werden, dass es überhaupt //

261 Sm1: Nein, aber ich meinte jetzt irgendeine Organisation, die wirklich Geld dafür gibt werden und richtig das machen werden, das wird schon, halt wie wir's gesehen haben, halt wie wir's gemacht haben, das funktioniert schon. Wenn irgendein Staat jetzt sagt, ok wir machen dieses Projekt, jetzt wir bauen das auf, dann würd das schon funktionieren.

262 I: Also ihr habt jetzt schon etwas ganz Wichtiges gesagt, dass dann immer neue Fragen entstehen.

263 Sm1: Ja das heißt es ist immer, das ist immer bei Forschen so, es gibt's kein Punkt es gibt kein Ziel halt, wo man sagt ok ich hör auf jetzt.

264 I: Das stimmt, wie müsste man dann die Kärtchen eigentlich hinlegen?

265 Sm1: Ja ich würde sie eigentlich (-)

266 Sm2: Im Teufelskreis sozusagen, immer von neu dann, das wieder dann so, in so einem Domino.

267 I: Genau, also eigentlich als Kreislauf.

268 Sm1: Ja das ist ein Kreislauf.

269 I: Also ich seh schon, ihr habt schon ganz viel Ahnung von Forschung, sehr gut. Ok, dann komm ich eigentlich schon zu letzten Frage, oder zur vorletzten, was ist denn an der Lernwerkstatt anders als am normalen Unterricht. Oder lernt man da mehr? Warum?

270 Sm1: Ich lerne eher so, wenn ich Lernwerkstatt mach, vergiss ich nie egal, ob es ein Jahr her ist oder zwei, ich weiß was ich gemacht hab.

271 Sm2: Man ist selber auf die Sachen draufgekommen, das merkt man sich einfach, nicht einfach nur abschreiben oder von einem Protokoll lesen, was man machen muss, also da kommt man selber drauf und da ist man sozusagen stolz auf sich selber und da merkt man sich das.

272 Sm1: Oder zum Beispiel, wir hatten in der zweiten Klasse Ameisen gehabt, in der zweiten Klasse und ich kann immer noch erinnern was ich gemacht hab genau. Ich kann Ihnen sagen, in der zweiten was wir im Unterricht hatten, weiß ich nimmer, ich weiß nicht, was ich in zweiten gemacht, hab, so genau nicht, ich kann Ihnen schon sagen, was wir gemacht haben, aber so genau nicht.

273 Sm2: Ja wir wissen, was wir für Themen gemacht haben, wir wissen nicht aber, was wir genau im Unterricht gemacht haben.

274 Sm1: Unterricht ja, aber Lernwerkstatt zweiten Klassen wissen wir, ok wir haben zuerst Ameisensand mit diese Kiste genommen, hab ich die reingegeben.

275 Sm2: Dann hat jeder als Hausaufgabe noch ein paar Ameisen mitgebracht und dann hat uns die Fr. (L1) gesagt, dass das eigentlich keinen Sinn ergibt, sondern wir müssen einen Ameisenbau finden, das ist am Gescheitesten.

276 Sm1: Also so haben wir dann (--). Und halt man lernt einfach nur mehr halt und es macht viel Spaß, als nur im Unterricht da zu sitzen.

277 Sm2: Ja.

278 Sm1: Weil ich forsche, wir lieben es halt in der Lernwerkstatt zu sein. Zum Beispiel gestern in Physik ist auch so genau, wie in Lernwerkstatt, ich hab eine Kiste, halt wir haben (-) Elektronik gemacht. Wir müssen einen Magnet bauen mit //

279 Sm2: // Ein Magnetfeld.//

280 Sm1: Ja ein Magnet mit Feld und das haben wir (-). Und dann hat die Lehrerin uns nur gezeigt, ich weiß nicht nur ein, es war ein Däne (-)

281 Sm2: Nur aufgezeigt, sie hat nur aufgezeigt, wie sein Ding ausgeschaut hat, aber auch nicht beschriftet, was was ist.

282 Sm1: Und dann hat sie uns nichts mehr gesagt, dann hat sie uns gar nichts mehr gesagt. Sie wollte, dass wir selber einen negativen, positiven (-) halt ein Dings da einsetzten, einen Draht drüber und dann den Kompass hinlegen, dass der Kompass, weil da der Draht durchfließt.

283 Sm2: Ja weil der, damit zeigt man ja, dass es magnetisch ist, wenn der Kompass, weil der geht ja auch mit dem Magneten.

284 Sm1: Dann haben wir einen Nägel mit einem Draht überwickelt und dann haben wir geschaut, ob der Magnet auch funktioniert und ja. Es macht einfach nur Spaß. Und da lernt man einfach nur mehr Sachen und da lernt man viel intensiver.

285 Sm2: Man hat das auch nicht immer, in anderen Schulen gibt's es nicht, in weiterführenden Schulen gibt's es sicher auch nicht mehr.

286 Sm1: Wenn ich meinen Freunden erzähl, dass ich sowas hab, sind sie wirklich überrascht, weil die sagen ich bin der einzige Freund, der sowas machen kann. Es gibt Leute, die machen nicht mal Physik, also in Physik Experimente.

287 I: Ja nur Theorie.

288 Sm1: Ja nur Theorie und das ist richtig fad.

289 Sm2: Ja und dann lernt man nichts.

290 Sm1: Da lernt man einfach nicht.

291 Sm2: Weil manche Kinder, die können sich das nicht vorstellen, wenn sie das nicht sehen und angreifen können. Und die können sich das einfach besser erforschen und man kann es denen besser erklären wenn das //

292 Sm1: //Vor denen ist und das funktioniert.

293 Sm2: Wenn die Fr. (L1) das jetzt nur aufzeichnen muss, dann verstehen das manche Kinder nicht, wenn sie's besser sehen und sehen wo der Stromzufluss ist und wo's wieder raus geht, dass die Lampe beginnt zu leuchten (-) Und ja (-) die können sich das einfach besser merken.

294 Sm1: Ich finde es soll halt (-) weil früher hat nicht jede Klasse das gemacht, jetzt ist es Regel, dass jede Klasse das macht. Finde ich auch sehr gut, hat mich eigentlich ziemlich überrascht und fand ich auch ziemlich gut, dass jede Klasse das macht, weil jede Klasse soll diese Möglichkeit haben, dass zu machen weil das ist das Beste in der Schule, was man machen kann. Und was ich brauch halt, dass ich alles nehmen kann, was ich brauch und forschen kann und da sagt mir keine Lehrerin ja jetzt mach das, nicht diese Thema passt zu dir nicht, oder du schaffst das nicht, oder sowas, die sagen nur das funktioniert nicht, weil wir das nicht haben, nur das da, mehr wird sie uns nicht sagen weil (-) wie zum Beispiel Albert Einstein. sie hat uns nicht gesagt, ok nimmts das nicht jetzt, sie hat uns nur gesagt, ok das wird irgendwie nicht funktionieren, weil wir diese Sachen nicht dazu haben weil sie (-) und da (-) ich glaube eine Lehrerin hat noch nie jemandem gesagt//

295 Sm2: //Die dürfen das nicht machen.

296 Sm1: Ja du machst das jetzt nicht weil. Ich weiß nicht (-) Zum Beispiel es gibt auch Gruppen, die letztes Jahr richtig schlecht waren, und die haben dieses Jahr wieder zusammen gearbeitet, die waren letztes Jahr richtig schlecht.

297 Sm2: //wieder zusammen arbeiten lassen. Und dieses Mal wurde das nicht schlecht.

298 Sm1: Ja das heißt da gibt's (-) Und ich finde auch gut, dass wir immer Studenten kriegen und das ist sehr spannend mit denen zu arbeiten, das finde ich auch sehr gut

299 Sm2: Ja und es ist auch immer so, wenn mehrere in einer Gruppe sind, weil es ist dumm wenn man alleine ist, man hat nur seine Meinung, aber wenn jetzt mehrere in einer Gruppe sind gibt's verschiedene Meinungen und dann merkt man es ist noch eine Frage offen. Also wenn zwei eine verschiedene Meinung haben, dann kann man sicher gehen, dass die aus der Klasse auch noch eine andere Meinung haben, also muss man das so überbringen, also in dem Fall ich und der Abdul müssen das so überbringen, dass alle diese Meinung haben, also so wie eine Werbung, nicht, dass jetzt andere sagen, das ist schlecht oder so. Man muss es immer so überbringen also ja.

300 I: Ja einerseits das und andererseits muss man ja aber auch um das Ganze zu verbessern sich die Meinungen anhören.

301 Sm2: Ja wenn nur ich sag, dass es stimmt, dann ist es nicht so, das ist auch in Mathe so, man sieht ob's richtig ist, wenn zwei auf's gleiche Ergebnis kommen, ist es auf jeden, also.

302 I: Eher richtig.

303 Sm2: Ja eher richtig, als wenn nur einer drauf kommt.

304 I: Ich hör schon die Lernwerkstatt macht euch viel Spaß.

305 Sm2: Ja.

306 I: Meine letzte Frage wäre jetzt gewesen, ob ihr sie gerne öfter gehabt hättet?

307 Sm1: Ja.

308 Sm2: Auf jeden Fall.

309 Sm1: Auf jeden Fall. Weil (-) in jedem Semester einmal mindestens.

310 I: Ok, Was macht ihr nach diesem Schuljahr?

311 Sm1: HTL

312 Sm2: Rosensteingasse, Chemiefachschule

313 I: Super. Ich glaube das ist das Richtige für euch.

314 Sm1: Ja (-) na ich wollt eigentlich (-) weil am Anfang wurde ich auch in einer HTL nicht aufgenommen, dann hab ich in anderer, dann hab ich überlegt, ob ich auch in seine Schulen gehen soll, weil Forschen macht ja Spaß und das macht man dort, aber ja dann hab ich doch in einer HTL aufgenommen und ja ich mach doch dann die HTL.

315 I: Na super! Dann danke ich euch für das Interview und wünsche euch noch viel Erfolg.

316 Sm2: Danke.

317 Sm1: Danke.

318 I: Das klingt ganz toll, was ihr für Ideen habt.

319 Sm1: Danke.

I2

- 1 I: Also Ihr wisst ja, ich war bei der Lernwerkstatt dabei, also zumindest zwei Tage, und nun hätte ich trotzdem gerne, dass ihr mir das so erzählt, als wäre ich nicht dabei gewesen. Also was habt ihr eigentlich in der Lernwerkstatt gemacht, woran erinnert ihr euch noch?
- 2 Sw2: Also ähm, es ist ein Projekt gewesen, von Montag bis Freitag und wir haben mit so mit der Frau (L2) immer so im Werkzeugraum eine Stunde gemacht, wo wir darüber reden und da planen wir einfach was wir so machen und dann sind wir in die Werkstatt gegangen. Da waren halt so Kärtchen und über das Thema war ur viel aufgebaut. Wir mussten dazu viele Fragen auf ein Kärtchen schreiben und am Ende hängen wir es einfach auf eine Pinnwand und dann finden wir Themen dazu.
- 3 Sw1: (-) Und die Themen suchen wir uns dann aus, was wir machen und recherchieren wollen. Wir haben einen Regenbogen genommen und am Ende musste man eine Präsentation machen wo auch manchmal die Direktorin kommt und ja. (-)
- 4 I: Und was habt ihr genau zu eurem Thema gearbeitet, wie ist das abgelaufen?
- 5 Sw2: Ähm (-) Also wir haben Regenbogen gehabt und wir haben gesucht bei Büchern, was es alles gibt und über diese amerikanischen Ureinwohner und alles Mögliche, da gibt es so viele Geschichten – zum Regenbogen. Und wir haben auch//
- 6 I:// Zum Regenbogen?//
- 7 Sw2: Ja. Das ist so eine Regenbogenschlange, haben sie (die Ureinwohner) das immer gesagt.
- 8 I: Ah ok.
- 9 Sw2: Und wir haben auch selbst versucht Regenbogen zu machen.
- 10 I: Wisst ihr noch wie?
- 11 Sw1: Mit einem Spiegel, einem weißen Papier//
- 12 Sw2: //und Wasser//
- 13 Sw1: //und Wasser//
- 14 I: Ok, und hat das funktioniert?
- 15 Sw1: //Ja//
- 16 Sw2: //Ja// Aber an dem Tag ist halt grad die Sonne nicht geschienen, das war doof.
- 17 I:Ok, ich kann mich noch erinnern, ihr habt das dann mit dem Overheadprojektor gemacht. Und das hat auch funktioniert?
- 18 Sw2: Ja.
- 19 I: Welches Gefühl habt ihr, was habt ihr dabei gelernt über den Regenbogen? Was wisst ihr noch darüber oder habt ihr davor vielleicht nicht gewusst?
- 20 Sw1: Ich hab jetzt nichts Neues gelernt, außer über diese Ureinwohner, über diese Regenbogenschlange, so.
- 21 I: Und von den Versuchen her?
- 22 Sw2: Also ich habe nicht gewusst wie man Regenbögen macht! (lacht)
- 23 I: Und jetzt weißt du es? Könntest du es auch nochmals wiederholen?
- 24 W: Ja schon!
- 25 I: Ok. Was hättet ihr denn vielleicht noch gebraucht in der Lernwerkstatt? Um, ich weiß nicht, besser arbeiten zu können, etwas anderes herausfinden zu können oder so?
- 26 Sw1: Vielleicht, dass wir auch im Internet recherchieren hätten dürfen.
- 27 Sw2: Aber wir dürfen nie, weil sie finden ja es gibt Bücher und (-)
- 28 Sw1: Ja aber da stand halt nicht so viel.
- 29 Frage: Was wäre denn besser am Internet gewesen?
- 30 Sw2: Also im Internet findet man schon sehr, sehr viel.
- 31 Sw1: Und es gab nur so zwei Bücher über Regenbogen.
- 32 Sw2: Ja und da stand aber nie richtig was Gutes drin.
- 33 I: Wäre mit dem Internet das recherchieren nur leichter gewesen oder hättet ihr auch Sachen rausgefunden die ihr jetzt so nicht rausgefunden habt?
- 34 Sw2: Die wir sonst nicht rausgefunden haben.
- 35 Sw1: Ja, glaub ich auch.

- 36 I: Und sonst, von den Versuchen her, hättet ihr da noch etwas gebraucht?
- 37 Sw2: Mehr Licht (lacht)
- 38 Sw1: Ja.
- 39 I: Denkt mal an euren ersten Eindruck von der Lernwerkstatt. Also ihr seid in diese Lernlandschaft rein gegangen. Was hat euch sofort interessiert? Also ich meine Regenbogen war dort ja keiner.
- 40 Sw1: Mhm (lacht).
- 41 I: Aber wie seid ihr auf eure Frage, beziehungsweise auf die Idee gekommen?
- 42 Sw2: Also zuerst halt diese bunten Farben. Da war ein Stand und da waren diese bunten Farben darauf und dann haben wir uns einfach gedacht ja Licht und bunte Farben, das ergibt irgendwie einen Regenbogen. Ja (-)
- 43 I: Also findet ihr das Thema schon spannend?
- 44 Sw2://Ja//
- 45 Sw1://Ja//
- 46 I: Und generell das Thema Licht und Farben hat euch interessiert oder hättet ihr euch auch noch etwas anderes gefunden außer Regenbogen?
- 47 Sw1: Ich glaub schon.
- 48 Sw2: Ja schon. Aber das hatten die anderen auch schon.
- 49 I: Und ihr wolltet gerne zusammenarbeiten oder eher weil ihr euch für das gleiche Thema interessiert habt?
- 50 Sw2: Nein beides.
- 51 Sw1: Beides irgendwie.
- 52 I: Ok, hat sich gut ergeben. Was hättet ihr noch für ein Thema gerne gemacht? Auch gar nicht unbedingt mit Licht und Farben, was würdet ihr machen wenn ihr einfach so irgendeinen Versuch oder irgendein Projekt was ihr machen könntet. Das kann auch jeder einzeln beantworten.
- 53 Sw2: Das ist so schwierig. (--)
- 54 Sw1: Ich würde irgendetwas mit Chemie machen. (-) Also irgendwie wenn man irgendetwas zusammen mischt und dann ergibt es das oder so.
- 55 Sw2: Ja, oder Explosionen oder sowas.
- 56 I: Also etwas chemisches, also war Licht und Farbe für euch zu wenig chemisch?
- 57 Sw1: Es war jetzt nicht spannend, aber langweilig war es auch nicht also halt nur so normal.
- 58 Sw2: Ja
- 59 I: Hättet ihr lieber gerne etwas Praktisches gemacht?
- 60 Sw1: Mhm, ja.
- 61 I: Und chemisch, in welche Richtung? Ihr habt ja Chemie?
- 62 Sw1: Ja also aber dort machen wir auch keine Versuche so.
- 63 Sw2: Ja, dort machen wir alles Mögliche, aber nicht so Experimente mit Flüssigkeiten mischen oder so.
- 64 I: Also ihr würdet gerne selbst etwas Handwerkliches machen?
- 65 Sw2: Ja. Das wäre cool.
- 66 I: Ja. Interessiert euch Chemie, oder welches Fach habt ihr gerne?
- 67 Sw1: Jetzt so generell?
- 68 I: Ja.
- 69 Sw1: Englisch.
- 70 Sw2: Englisch.
- 71 I: Ähm, was wäre bezüglich Regenbogen, anders gewesen, wenn ihr das nicht selbst gemacht hättet, sondern die Lehrer euch einfach erklärt hätten?
- 72 Sw1: Man kann nicht selbst erforschen.
- 73 Sw2: Ja.
- 74 Sw1: Und es macht irgendwie weniger Spaß, wenn die Lehrer vorgeben was es darüber zu erzählen gibt, als wenn wir selber es herausfinden.
- 75 Sw2: Ja.
- 76 I: Du hast nun gesagt man kann nicht selbst erforschen, was heißt denn dieses selbst erforschen für euch?

- 77 Sw1: Naja man kann selber in Büchern bestimmte Dinge selbst heraus lesen oder etwas Neues lernen selber. Wenn die Lehrer es erklären //
- 78 Sw2: //dann lernt man das auch nicht alles.//
- 79 Sw1: //Dann kann man nicht sagen, ja ich hab selber herausgefunden, wenn die Lehrer es erzählen.
- 80 I: Warum glaubt ihr denn, machen die Lehrerinnen mit euch diese Lernwerkstatt?
- 81 Sw2: Weil sie genau das wollen, dass wir selbstständig was machen.
- 82 I: Genau also sie sagen auch immer sie wollen dass ihr was forschet.
- 83 Sw1: Mhm.
- 84 I: Was glaubt ihr wie funktioniert forschen? Habt ihr eine Idee? Also ihr habt ja selber schon geforscht, funktioniert das im richtigen Leben unter Anführungsstrichen auch so?
- 85 Sw1: Kommt auf die Themen an.
- 86 Sw2: Also es ist nicht so im richtigen Leben, dass du zuhause bist und es wird dir irgendwas aufgebaut für dich.
- 87 I: Das ist richtig, ja.
- 88 Sw2: Aber, ja, man kann durch Internet alles Mögliche forschen. Da gibt es so viele komische Webseiten wo man so komische Sachen findet.
- 89 Sw1: Oder man geht in die Bibliothek.
- 90 Sw2: Ja (-) Oder man fragt irgendwelche Menschen, die sich damit auskennen.
- 91 I: Genau, oder man macht Experimente so wie ihr es gerne gemacht hättet.
- 92 Sw2: Ja.
- 93 I: Ich hab mal was mitgebracht ich hab so ein paar Kärtchen wo verschiedene Sachen drauf stehen, vielleicht schaut ihr euch die einfach mal an, wenn ihr was nicht versteht, fragt ihr einfach. Und überlegt was davon habt ihr gemacht und eventuell in welcher Reihenfolge.
- 94 (---)
- 95 Sw2: Nummer 1 (Fragen stellen)
- 96 (--)
- 97 (W. legt Kärtchen „Daten sammeln, beobachten“)
- 98 I: Was davon am ehesten?
- 99 Sw2: Daten sammeln
- 100 I: Ja ihr habt viel in Büchern recherchiert.
- 101 (---)
- 102 (S. legt Kärtchen mit „Präsentation“)
- 103 I: genau, das auf jeden Fall.
- 104 (---)
- 105 Sw1: Ja ich würds so lassen.
- 106 I: Welche Zusammenhänge habt ihr herstellen können (ad Kärtchen Zusammenhänge herstellen)?
- 107 Sw2: Ja zum Beispiel das mit diesen Ureinwohnern und Regenbogen. Alles Mögliche.
- 108 I: Das heißt ihr habt das ganze quasi ein bisschen geschichtlich aufgerollt.
- 109 Sw1: Ja.
- 110 Sw2: Ja.
- 111 I: Was ist mit dem (Kärtchen „Auf Theorien anderer zurückgreifen“). Was heißt denn auf Theorien anderer zurückgreifen?
- 112 Sw2: Von irgendwelchen Leuten zum Beispiel wenn die irgendwas gesagt haben.
- 113 I: Ja, genau. Habt ihr das gemacht?
- 114 Sw2: Also wir haben die Experimente gemacht von irgendwelchen Leuten wahrscheinlich.
- 115 I: Genau also wenn ihr die Experimente aus Büchern hattet habt ihr das sicher auch gemacht.
- 116 (S. legen das Kärtchen dazu)
- 117 I: Erkennen was noch offen ist. Was ist damit gemeint?
- 118 (--)
- 119 I: Also in der Forschung wenn man fertig ist, wenn man weiß die Ureinwohner haben das Regenbogenschlange genannt, hört man einfach auf?

120 Sw2: Nein.

121 I: Nein also meistens//

122 Sw1: //sucht man weiter//

123 I: //Oder fast immer// sucht man noch irgendwie weiter deswegen gibt es ja zu machen Sachen ganz viele Theorien. Und wenn es mit dem (S. legen „Was offen geblieben ist vor die Präsentation), also mit einem von den beiden (Präsentation, Erkennen was noch offen ist) aufhört, hört es dann wirklich auf?

124 Sw1: Also nach der Präsentation hab ich jetzt da nicht weiter recherchiert also würde ich schon sagen dass es da aufhört. //für mich persönlich//.

125 I: //Ok für euch hat es da aufgehört.//

126 Sw1: Ja.

127 I: Wenn ihr jetzt aber (-) sagen wir ihr geht auf die Universität und ihr macht ein ganz großes Projekt zum Regenbogen.

128 Sw2: Dann hörts nicht auf.

129 I: Genau, wo geht es denn dann wieder weiter?

130 Sw2: Ich glaub da (Kärtchen was noch offen ist). Also es wird immer wieder noch etwas geben was du herausfinden willst.

131 I: Und dann komme ich wieder wohin? Wenn ich dann weiß dass noch etwas offen ist?

132 Sw1: Zum Anfang wieder.

133 I: Genau dann muss ich wieder von vorne anfangen.

134 Sw2: Achso.

135 I: Also ist das Ganze eigentlich//

136 Sw2://Ein Kreislauf.//

137 Sw1://Ein Kreislauf//

138 I: Ein Kreislauf, mhm. Jetzt habt ihr gesagt für euch war euer Thema in sich jetzt abgeschlossen. Könntet ihr euch irgendwas anderes überlegen, zum Beispiel im Bereich der Chemie wo sich aus einer Frage wieder ganz viele ergeben.

139 Sw1: Ja schon. (-) Wenn man zum Beispiel etwas Bestimmtes mischt und dann kommt das raus aber wenn man dann was anderes dazu mischt kommt wieder was anderes raus. Und somit immer wieder eine neue Frage.

140 I: Genau zum Beispiel. Also man sieht schon es gibt dann ganz viele Aspekte. Was hättet ihr, sagen wir ihr hättet noch andere Materialien gehabt, etwas verändert an eurem Projekt, am Ablauf oder an der Präsentation?

141 (--)

142 Sw1: Ich fands ganz ok.

143 Sw2: Ja.

144 I: Mhm wart ihr zufrieden?

145 Sw1: //Ja//

146 Sw2: //Ja//

147 I: Ok. Jetzt sind wir eigentlich schon bei der letzten Frage. Oder bei der vorletzten. Was ist an der Lernwerkstatt anders als am normalen Unterricht. Wir haben eh schon das kurz angesprochen.

148 Sw2: Also dass wir selbst forschen.

149 Sw1: Einfach dieses selbstständig sein. Weil sonst beim normalen Unterricht schreibt man irgendwas von der Tafel ab oder.

150 Sw2: Arbeitsblätter und alles Mögliche.

151 Sw1: Ja und so kann man sich einteilen wie schnell man arbeiten will, also das Tempo und auf welcher Art.

152 I: Lernt man dabei mehr?

153 Sw1: Schon, weil es einem mehr Spaß macht als abschreiben oder Arbeitsblätter lesen.

154 Sw2: Ja.

155 I: Ich hab letztens mit dem Mario gesprochen, der meinte er kann sich noch an die Lernwerkstatt aus der ersten Klasse erinnern. Könnt ihr euch auch noch erinnern?

156 (--)

157 Sw2: Irgendwann weiß ich, dass wir irgendwas mit //Wasserschlangen gemacht haben//
158 Sw1: //Mit Wasser.//
159 I: Also es bleibt euch schon länger im Kopf. Und hättet ihr gerne öfter Lernwerkstatt?
160 Sw1: Schon.
161 Sw2: Mh:::m.
162 I: Glaubt ihr, man kann sich damit auch auf Schularbeiten und so vorbereiten?
163 Sw2: Ja also
164 Sw1: Naja in Mathe glaub ich nicht //aber in anderen Fächern so Deutsch, Geschichte schon.//
165 Sw2: //Ja in Mathe nicht//
166 I: Also es wäre in anderen Fächern auch interessant, nicht nur in naturwissenschaftlichen?
167 Sw1: Schon ja.
I: Ok, gut. Wollt ihr sonst noch etwas hinzufügen?
168 Sw2: Nein.
169 Sw1: Nein.
170 I: Dann danke ich euch für eure Zeit.

I3

- 1 I: Es geht um die Lernwerkstatt, ihr wisst ja vielleicht ich war einen Tag von eurer Lernwerkstatt dabei, vielleicht erzählts ihrs mir trotzdem mal so als wäre ich nicht dabei gewesen, was habt ihr in der Lernwerkstatt gemacht, wie funktioniert die Lernwerkstatt?
- 2 (---)
- 3 I: Ihr habt es ja alle gemacht, ihr wisst ja wie es geht.
- 4 Sw4: Ja wir werden in Gruppen auf geteilt und wir dürfen uns Themen aussuchen, also ein großes Thema. Und wir hatten so viele kleine Themen und die sammeln wir alle.
- 5 Sw3: Also mit vielen verschiedenen Fragen.
- 6 Sw4: Ja und dann sucht man sich die Freunde zum Beispiel zusammen und sagen ja machen wir dieses Thema oder dieses Thema und dann bearbeiten wir halt immer dieses Thema.
- 7 Sw3: Und experimentieren dazu.
- 8 I: Und war das Überthema dieses Jahr, wisst ihr das noch?
- 9 Sw3: Ach du Scheiße.
- 10 Sw4: Licht und Farbe.
- 11 I: Und was habt ihr gemacht? Welches war dann euer Thema?
- 12 Sw4: Wir hatten diesen Würfel //
- 13 Sw3: Wir haben den Würfel gemacht.
- 14 I: Welchen Würfel?
- 15 Sw4: Kaleidoskopwürfel
- 16 Sw3: Kolei (-) Kaleidoskop
- 17 I: Was macht dieser Würfel oder was kann dieser Würfel?
- 18 Sw4: Also das ist ein Würfel und da drinnen also es gibt auch solche Röhren wo man so dreht und dann sind da immer solche Muster und die bewegen sich dann und bei den Würfel ist eine Ecke abgeschnitten und da sieht man so rein und das spiegelt dann so.
- 19 Sw3: Da muss man auch Muster und das alles rein machen und mit so einer bunten Folie bekleben und//
- 20 Sw4: das spiegelt sich dann und das sieht dann so aus als würde es in der Mitte sozusagen stehen.
Sw3: Wir habens mitm Karton gemacht und es geht auch mit einem Spiegel.
- 21 I: Sieht man da auch verschiedene Farben drinnen?
- 22 Sw3: Ja
- 23 Sw4: Ja weil man gibt ja//
- 24 Sw3: Aber ganz leicht.
- 25 I: Und wie funktioniert das mit dem Licht?
- 26 Sw4: Das Licht von außen strahlt sozusagen auf den Würfel drauf und dann spiegelt sich das.
- 27 Sw3: Aber man muss innendrin noch so eine Alufolie oder so reingeben.
- 28 I: OK also das spiegelt sich dann im Würfel drinnen. Verstehe. Und ihr habt das aus Karton gebaut.
- 29 Sw3: Mhm (zustimmend).
- 30 Sw4: Ja
- 31 I: Wie wusstet ihr, wie man das bauen muss?
- 32 Sw4: Also unsere Lehrer hatten so einen Spiegel (-) Spiegelwürfel und dann haben wir halt gesagt ja wir machens aus Karton und ja dann haben wir (-) also wir habens so nachgebaut, wies die Lehrerinnen halt zusammengebaut haben.
- 33 Sw5: Ja mit Tixo auch, hamma das halt so zamklebt.
- 34 I: Und durftet ihr das Modell von den Lehrern zerlegen oder musstet ihr euch das selber überlegen wie das geht?
Sw3: Nein selber überlegen.
- 35 I: War das schwierig?
- 36 Sw3: Nein, für mich nicht. Ich fands nicht schwierig.
- 37 I: Denkt einmal daran so an den ersten Moment, wo ihr in diese Lernwerkstatt, also Lernlandschaft reingekommen seid, am ersten Tag, wo das noch alles aufgebaut war mit den Materialien.

- Hat euch das gleich interessiert, war da dieser Würfel irgendwo oder hat euch irgendwas anderes interessiert?
- 38 Sw4: Nein.
- 39 Sw3: Bei mir wars gleich der Würfel, ich hab den gesehen und hab mir gleich gedacht, ich mag den machen.
- 40 I: Ok und bei euch beiden?
- 41 Sw4: Also ich bin so rein gekommen und dachte ok, was mach ich. (-) Also ich hatte glaub ich zwei Themen, das eine Thema weiß ich nicht, das andere war der Würfel, das andere weiß ich halt nicht aber, ja.
- 42 I: Das heißt, ihr habt dann gleich das Thema gehabt. Und wie seid ihr auf die Gruppe gekommen?
- 43 Sw4: Naja also wir zwei machen eigentlich immer was zusammen und die Alex hatte dann keinen und dann sind wir dann (-) //
- 44 Sw3: Und sie mag auch so kreative Sachen, die Alex.
- 45 I: Das heißt, es war dann für dich auch ok da mitzumachen [Alex]?
- 46 Sw5: Ja einen Würfel basteln. Ist eh super.
- 47 I: Hat euch irgendwas an Material gefehlt oder so? Hättet ihr noch irgendwas gebraucht für eure Arbeit, damit es besser funktioniert hätte?
- 48 Sw3: Nein, ich glaub es war alles dabei von Spaß bis Ernst.
- 49 I: Und wenn ihr noch eine Lernwerkstatt hättet, oder bei der Lernwerkstatt etwas ganz anderes machen hättet können, also auch nicht unbedingt Licht und Farbe, hätte euch etwas anderes auch interessiert? Vielleicht aus irgendeinem Fach.
- 50 Sw3: Ich glaub nicht. Ich hab gar nicht daran gedacht, an irgendein anderes Thema, weil ich mich so rein vertieft hab in das.
- 51 Sw4: Ich auch nicht.
- 52 I: Also fällt euch sonst kein Thema ein?
- 53 Sw3: Nein ich fands gut.
- 54 I: Ok und ihr ward auch mit eurem Ergebnis zufrieden?
- 55 Sw3: Ja.
- 56 I: Habt ihr die Würfel noch?
- 57 Sw4: Ja.
- 58 Sw3: Sie (Sw4) hat ihn zuhause, sie hat ihn kaputt gemacht, ich habs gesehen.
- 59 Sw4: Er hat leider den Weg nach Hause nicht geschafft. Ich hab ihn irgendwie probiert zusammenzukleben aber er ist jetzt nochmal zusammengefliegen und ich weiß nicht wo er jetzt liegt.
- 60 Sw3: Aufm Kastl.
- 61 Sw4: Nein nicht mehr, ich hab jetzt umgebaut.
- 62 I: Ok. Wie fandet ihr das Licht und Farbe allgemein, war das ein Thema, wo man sich gleich was drunter vorstellen konnte, oder war es zuerst schwierig?
- 63 Sw5: Für mich war es schwierig. Ich hab mir zuerst gedacht, Licht und Farbe was mach ich damit das sind zwei verschiedene Sachen. Dann hab ich aber den Würfel gesehen, wie das so ausschaut und dann hab ich gedacht, ok es ist doch nicht so schwierig.
- 64 I: Ok , für euch?
- 65 Sw4: Das war auch am Anfang sehr schwierig, als ich den Würfel gesehen hab, das war dann leicht.
- 66 I: Warum war das so schwierig, also ich hab gehört, ihr habt davor Wasser gemacht, war das einfacher?
- 67 Sw4: Naja nicht wirklich.
- 68 Sw3: Nicht wirklich.
- 69 Sw4: Weil da hatten wir so komische Insekten drin im Wasser.
- 70 I: Aber kann man sich unter Wasser leichter was vorstellen als unter Licht und Farbe oder auch nicht?
- 71 Sw4: Also ich glaub dass eher Licht und Farbe. (--)
- 72 Sw3: Ich glaub, beide sind gleich. Das kann man irgendwie nicht so unterscheiden.
- 73 I: Ok also man muss erstmal was sehen, dass man sich was vorstellen kann drunter?

- 74 Sw3: Ja.
- 75 I: Warum glaubt ihr machen die Lehrerinnen mit euch überhaupt die Lernwerkstatt?
- 76 Sw4: Dass wir die Natur (--) also halt (---)
- 77 Sw3: Etwas forschen.
- 78 Sw4: Das wir etwas forschen. Ja.
- 79 I: Genau also das sagen sie ja auch immer, dass sie mit euch was forschen wollen, was heißt denn dieses forschen?
- 80 Sw3: Mal reinschnuppern, wie das so ist oder selber was ausprobieren (-).
- 81 I: Also ungefähr so arbeiten, wie ein richtiger Forscher?
- 82 Sw3: Ja.
- 83 I: Wie arbeitet ein richtiger Forscher?
- 84 Sw3: Konzentriert, gezielt, ordentlich. Äh (bricht ab).
- 85 I: Was ist der Unterschied von einem Forscher zu euch, wenn ihr da jetzt in der Klasse sitzt und dem Lehrer zuhört?
- 86 Sw3: Dass der keinen Lehrer hat, der muss selber erforschen.
- 87 I: Ok ich hab da mal so ein paar Kärtchen mitgebracht. Vielleicht lest ihr euch die mal durch. Ich leg sie jetzt mal da in die Mitte, da stehen verschiedene Sachen drauf, die Forscher vielleicht machen, überlegt euch mal was davon ihr gemacht hab und vielleicht auch in welcher Reihenfolge ihr es gemacht habt.
- 88 Sw3: Uffff (angestrengt).
- 89 I: Wenn ihr was nicht versteht, dann fragt mich wegen den Begriffen.
- 90 Sw3: Ok, das Ergebnisse präsentieren gehört am Schluss. Eindeutig.
- 91 Sw4: Ideen erklären gehört am Anfang.
- 92 Sw3: Dann gehört das glaub ich (beobachten).
- 93 I: Es gibt keine fixe Reihenfolge, also so wie ihr es gemacht habt, legt es mal hin, es gibt kein Richtig oder Falsch.
- 94 Sw4: Was heißt das?
- 95 I: Alternativen finden.
- 96 Sw3: Ich glaub, das war dann da oder (als 3.)?
- 97 Sw4: Das gehört eher am Schluss (legt es vor Präsentieren) was noch fehlt.
- 98 Sw3: Aso voll (-) oh mein Gott. Verwirrt bin I a scho.
- 99 I: Ok, Fragen stellen ist mal klar. Beobachten, beschreiben, Daten sammeln, wie habt ihr das gemacht bei eurem Thema?
- 100 Sw3: Also wir haben uns zuerst zusammengeschrieben was wir eigentlich brauchen, von Schere bis zum Karton haben wir alles aufgeschrieben.
- 101 I: Woher wusstet ihr was ihr braucht?
- 102 Sw3: Wir haben einfach den Würfel ordentlich, also halt gscheit, beobachtet, also halt angeschaut was wir halt brauchen.
- 103 I: Ist auch beobachten.
- 104 Sw3: Und ja (-) dann haben wir ja (-) halt auch geschaut, wie der Würfel hat zusammengebaut worden ist und (--) ja.
- 105 I: Daten sammeln, habt ihr irgendwelche Daten gesammelt? Irgendwelche Werte, die man nachher auswerten musste?
- 106 (Kopfschütteln)
- 107 I: Nicht wirklich?
- 108 Sw3: Naja außer das man halt abmessen muss, wie lange die Seite ist oder die Seite. Das schon.
- 109 I: Auch das ist eine Form von Daten sammeln, ja. Theorien anderer, was ist denn damit gemeint?
- 110 Sw3: Naja wenn das nicht klappt, dass man so eine Alternative findet, also (--)
- 111 I: Genau ja, oder eben dass ich mir einen fertigen Würfel anschau.
- 112 Sw3: Ja das haben wir auch gemacht.
- 113 Sw4: Erkennen was noch offen ist, Alternativen finde. (-) Also am Schluss haben wir halt noch geschaut, fehlt noch was bei dem Würfel, haben wir noch was vergessen und wie machen wir jetzt die Präsentation.

114 I: Und was wären zum Beispiel Alternativen für den Würfel, irgendwas was man noch weiter forschen könnte an dem Thema?
 Sw4: Warum das so ist.

115 I: Mhm, zum Beispiel. Oder ich kann noch was machen?

116 Sw3: Ein Rad bauen.

117 I: Wie macht denn das ein Forscher? Also ihr habt das hier so der Reihe nach aufgelegt, es endet mit der Präsentation. Aber wenn ihr sagt, da entsteht ja wieder Frage, oder, wenn du sagst, wie das denn funktioniert. Wo muss man denn dann wieder hin?

118 Sw4: Nach vor.

119 I: Ja an den Anfang wieder.

120 Sw3: Na toll! (ernüchtert)

121 I: Also eigentlich ist das ein //

122 Sw4: Kreis.

123 [kurze Unterbrechung L1]

124 Sw3: Dann ist das so ein Kreis so ein //

125 Sw4: So ein Mischmasch.

126 Sw3: Es wiederholt sich.

127 I: Genau also man muss immer wechseln zwischen den verschiedenen Schritten, das habt ihr ja eigentlich auch gemacht, wenn ihr geschaut habt, wie das funktioniert. Hätte es euch interessiert an eurem Thema weiter zu forschen?

128 Sw3: Ja

129 I: Was genau?

130 Sw3: Ja wieso das eigentlich ist und (-).

131 I: Habt ihr eine Idee, wieso das so ist?

132 Sw3: [lacht]
 Sw4: Weil die Spiegel und die Spiegel (---)

133 Sw3: Reflektieren und dann kommt irgendwie das Muster zustande.

134 I: Genau ja die reflektieren immer in bestimmten Winkeln. Wisst ihr, in welchem Winkel?

135 Sw3: Im Rechten?

136 I: Nein.

137 Sw3: Im gestreckten? Im gespitzen?

138 I: Nein es kommt drauf an, wie das Licht auf den Spiegel fällt, im selben Winkel kommts wieder raus.

139 Sw3: Ah ok!

140 I: Und deswegen, je nachdem wie ich die Spiegel hinstell, kommt ein Muster raus. (-) Was ist denn an der Lernwerkstatt anders als im normalen Unterricht?

141 Sw3: Man darf frei arbeiten. Man arbeitet in Gruppen, ok, aber //

142 Sw4: Man darf reden.

143 I: Ok das darf man sonst nicht?

144 Sw4: Naja in der Stunde darf man nicht so viel reden, weil wir ja aufpassen müssen, aber in der Lernwerkstatt können wir untereinander reden.

145 Sw3: Man darf alles ausprobieren.

146 Sw4: Ja man darf Sachen auch sich selbst nehmen, man braucht nicht dauernd zum Lehrer gehen und sagen, ja darf ich das haben.

147 Sw3: Und wenn man Fragen hat einfach fragen.

148 I: Lernt man dadurch mehr?

149 Sw3: Ich glaub schon.

150 I: Was glaubt ihr, ihr hättet so einen Würfel im Unterricht gebaut?

151 Sw4: Nein.

152 I: Wie wäre es gewesen, wenn euch die Lehrerin, so wie ich euch grade gesagt habe, das Licht fällt in dem Winkel aus wie es einfällt, erklärt hätte. Wäre es dann anders gewesen?

153 Sw4: Ich glaub schon.

154 I: Anders und auch interessant?

155 Sw4: Ich glaub auch interessant.

156 I: Das heißt durch den Würfel habt ihr jetzt mehr den praktischen Aspekt gelernt.

157 (Störung weil die S. in die Klasse kommen)

158 I: Ok wir sind eh schon bei der letzten Frage. Hättet ihr gern öfter Lernwerkstatt?

159 Sw3: //Ja!//

160 Sw4: //Ja//

161 Sw5: //Ja!//

162 Sw4: Weil es Spaß macht und(-) ja weil es Spaß macht.

163 Sw3: Es ist auch spannend.

164 I: Ok danke, wollt ihr noch irgendetwas sagen?

165 Sw3: Nein.

166 I: Gut dann danke ich euch für eure Zeit.

14

- 1 I: Also wie gesagt es soll ja um die Lernwerkstatt gehen. An was erinnerst du dich denn noch aus der Lernwerkstatt dieses Jahr?
- 2 Sm3: Nix!
- 3 I: Nix, ok. (lacht)
- 4 Sm3: Naja Projekte, weiß ich nicht. Eher nicht mehr so viel.
- 5 I: Na erzähl mir mal, stell dir vor, ich wär gar nicht dabei gewesen. Ich war ja auch nur einen Tag dabei. Stell dir vor, ich wär gar nicht dabei gewesen und du erzählst jetzt wem Fremden, was da passiert, wenn sich der nicht auskennt.
- 6 Sm3: Ähm, also als erstes sind wir im Kreis gesessen. Da haben wir dann so Projekte, also so Überschriften gesammelt, ähm, zu Themen, dann haben wir so Gruppen eingeteilt zu diesen Themen und ja dann durften wir schon loslegen.
- 7 I: Ok und welches Thema hattest du?
- 8 Sm3: Das weiß ich nimmer, habs vergessen.
- 9 I: Gar keine Ahnung mehr?
- 10 Sm3: Nein.
- 11 I: Was war denn das Überthema dieses Jahr?
- 12 Sm3: Von der Lernwerkstatt? Äh (--) Farben! Licht und Farben ja!
- 13 I: Genau Licht und Farben. Und du hast keine Idee mehr, was du gemacht hast?
- 14 Sm3: Doch ich (--) irgendwas mit reinen Farben und unreinen Farben. Das konnte man dann mit einem Teebeutel irgendwie so machen.
- 15 I: Ok, und hast du allein gearbeitet oder mit wem zusammen?
- 16 Sm3: Alleine.
- 17 I: Und weißt du, wie du auf dein Thema gekommen bist?
- 18 Sm3: Das war eher so ein Blick (--) Gedankenblitz.
- 19 I: Also es funktioniert ja so, bevor ihr diese Themen sammelt, geht ihr ja mal in diese Lernlandschaft. Hat es da irgendwas gegeben, was dich gleich angesprochen hat?
- 20 Sm3: Ja da gabs (-) also da gabs schon sowas, ein Teebeutel. Und dann hab ich gedacht, wie macht man das und dann wurde ich neugierig und habs versucht.
- 21 I: Was gab es denn da mit dem Teebeutel? Ich weiß es nämlich auch nicht mehr.
- 22 Sm3: Ich weiß nicht, wie das ging, aber dass die Farbe da so raus irgendwie (--) ich weiß es nicht mehr.
- 23 I: Was hast du selber gemacht mit dem Teebeutel?
- 24 Sm3: (---) Ah ich hab ihn zusammengefallen, dann hab ich ein Loch gemacht, dann ins Wasser und dann ist die Farbe so (-) also am Rand ins Wasser. Und dann konnte man erkennen was eine reine Farbe und was eine unreine Farbe ist.
- 25 I: Ok also du hast quasi den leeren Teebeutel //
- 26 Sm3: //Mit der Farbe.
- 27 I: Aber es war kein Tee drin im Teebeutel?
- 28 Sm3: Nein.
- 29 I: Ok dann versteh ich schon. Und diesen Teebeutel hast du in der Lernlandschaft gesehen?
Sm3: Ja.
- 30 I: Haben dich andere Sachen auch interessiert oder gleich das?
- 31 Sm3: Gleich das.
- 32 I: Ja?
- 33 Sm3: Die anderen waren eher fad.
- 34 I: War es dann schwierig deine konkrete Frage zu finden?
- 35 Sm3: Ja, es war schwer die Frage zu stellen, weil das irgendwie (--) ich kam nicht gleich drauf, weil was ist eine reine Farbe? Die Frage kam nicht gleich, da musste ich ein bisschen nachdenken.
- 36 I: Und was hast du dann gemacht, um auf die Frage zu kommen? Hat dir wer geholfen?
- 37 Sm3: Ja die Frau Lehrerin dort. Weiß nicht mehr, wie die heißt.
- 38 I: Die Frau (L1) oder? Oder die Frau (L2)?

- 39 Sm3: Nein die (-) ja die Frau (L2).
- 40 I: Hat dir das Thema dann gefallen?
- 41 Sm3: Ja war schon gut.
- 42 I: Würdest du, wenn du jetzt nochmal eine Lernwerkstatt hättest, dasselbe machen, oder würdest du was anderes probieren?
- 43 Sm3: Na ich würde was anderes probieren.
- 44 I: Zum Beispiel was? Fällt dir was ein? Wenn du dir irgendwas aussuchen dürftest, nicht unbedingt nur Farben, sondern irgendwas, was du gerne forschen würdest.
- 45 Sm3: Ja mit Explosionen.
- 46 I: Ok, was würdest du denn explodieren lassen?
- 47 Sm3: Ich würde (-) ich würde überlegen, wie so ein Knaller funktioniert.
- 48 I: Du meinst die Sylvesterkracher?
- 49 Sm3: Ja.
- 50 I: Ok, hast du ne Idee?
- 51 Sm3: Ja Zündschnur (-) das Schwarzpulver ist ja nur dazu da, dass es eine Flamme kurz gibt, das explodiert ja nicht gleich. Und dadurch dass das Schwarzpulver drin ist, erzeugt das einen Druck und dann explodiert.
- 52 I: Klingt spannend! Warum hast du eigentlich alleine gearbeitet? Weil nur dich das Thema interessiert hat?
- 53 Sm3: Alle anderen hatten schon Partner.
- 54 I: War das für dich ein Problem, dass du allein arbeiten musstest oder wars ok?
- 55 Sm3: Nein. Ich war dann ur nervös bei der Präsentation.
- 56 I: Das glaub ich. Aber warst du mit deinem Ergebnis zufrieden?
- 57 Sm3: Ja.
- 58 I: Hättest du noch irgendwas gebraucht, vielleicht an Material?
- 59 Sm3: War alles da.
- 60 I: Ok. Wie fandest du das Thema Licht und Farbe ganz allgemein. Du hast dir jetzt am Anfang ganz schwer getan, dich daran zu erinnern. Lag das daran, dass das Thema nicht so spannend war?
- 61 Sm3: Ja das kann sein. Es ist nicht so mein Thema, es ist eher so ein fades Thema.
- 62 I: Ok warum kommt es dir fad vor?
- 63 Sm3: Ich weiß es nicht, ich befass mich nicht so mit Licht und Farbe.
- 64 I: Meinst du, man kann sich schlecht was vorstellen drunter?
- 65 Sm3: Ja
- 66 I: Ihr habt ja auch schon eine Lernwerkstatt zu Wasser gemacht hab ich gehört. Kannst du dich da noch eher erinnern, war das irgendwie leichter?
- 67 Sm3: Das war auch nicht so leicht.
- 68 I: Warum glaubst du macht ihr eigentlich die Lernwerkstatt?
- 69 (----)
- 70 I: Warum machen die Lehrerinnen das mit euch? Warum machen sie nicht einfach normalen Unterricht und erklären euch, was eine Farbe ist?
- 71 Sm3: Ich weiß es glaub ich nicht. Die machens einfach so, ich dachte eher dass sie (-) dass ihnen der Stundenplan ausgegangen ist oder so.
- 72 I: Also sie sagen ja, sie machen das, weil sie wollen, dass ihr forschst.
- 73 Sm3: Ah (-) ja.
- 74 I: Was heißt denn das, forschen?
- 75 Sm3: Darüber nachdenken (-) also ins Detail gehen.
- 76 I: Ins Detail wovon?
- 77 Sm3: Von dem Projekt.
- 78 I: Ok und was ist der Unterschied, ob ihr das jetzt im normalen Unterricht macht oder in der Lernwerkstatt?
- 79 Sm3: Dass es ein offenes Lernen ist.
- 80 I: Was bedeutet das für dich?

- 81 Sm3: Man kann frei herum gehen. Man kann alles machen.
- 82 I: Glaubst du, dass man dadurch mehr lernt? Oder ist es anders vom Lernen her, wenn ja inwiefern.
- 83 Sm3: Es ist anders vom Lernen her. Weils jetzt (-) weils jetzt einfach(-) äh. Es ist anders. Man sitzt nicht eine Stunde lang im Klassenzimmer und schaut auf ein Buch, man kann frei rum gehen, kann sich die Sachen holen selber.
- 84 I: Das heißt, für dich ist auch das Bewegen ganz wichtig.
- 85 Sm3: Ja.
- 86 I: Ich hab jetzt ein paar Kärtchen mitgebracht, da steht drauf, was Forscher so machen, also auch was ihr in der Lernwerkstatt gemacht hab. Lies dir das mal durch, wenn du was nicht verstehst, kannst mich gern fragen, und leg mal die auf, wo du glaubst, das hast du gemacht in der Lernwerkstatt. Und vielleicht auch in der Reihenfolge in der du sie gemacht hast.
- 87 Sm3: Ok also zuerst einmal das (beobachten) (--) dann das (Fragen stellen) (--) dann das (--)
- 88 I: Ok warum hast denn jetzt das Kärtchen als erstes gelegt?
- 89 Sm3: Weil wir am Anfang durch die Lernlandschaft gegangen sind, hab ich zuerst mal beobachtet.
- 90 I: Also das war für dich das Beobachten.
- 91 Sm3: Dann mussten wir Fragen stellen.
- 92 I: Macht man das Beobachten später auch nochmal?
- 93 Sm3: Ja.
- 94 I: Wann?
- 95 Sm3: Wenn Ergebnis da ist. Das was man sieht.
- 96 I: Genau wenn du einen Versuch durchgeführt hast. Also es stimmt, du hast am Anfang auch beobachtet, aber es gibt mehrere Möglichkeiten, das hinzulegen. Ok, dann hast du Fragen gestellt. Was heißt denn das Wort Hypothese?
- 97 Sm3: Das weiß ich nicht.
- 98 I: Also wenn man eine Vermutung hat zu irgendwas. Hattest du schon eine Vermutung zu deinem Versuch?
- 99 Sm3: Nein, ich hab nur das wegen dem Fragen stellen hingegeben.
- 100 I: Gut, dann hast du deinen Versuch geplant und gemacht. Hast du auch irgendwelche Daten ausgewertet?
- 101 Sm3: Nein ich hab nur Zusammenhänge hergestellt.
- 102 I: Welche Zusammenhänge hast du herstellen können?
- 103 Sm3: Von dem Teebeutel zu dem Wasser und der Farbe.
- 104 I: Also du meinst welche Farben//
- 105 Sm3: Ja welche Farben rauskommen, wenn das und das (--)
- 106 I: (Kärtchen auf Theorien zurückgreifen – Sm3 sichtlich verwirrt) Also im Prinzip heißt das, man greift auf Theorien von anderen zurück, von anderen Wissenschaftlern.
- 107 Sm3: Na, ich hab jetzt nicht auf Theorien von andern Wissenschaftlern zurückgegriffen, aber von den anderen (Mitschüler) halt auch mal geschaut, was die machen.
- 108 I: Aha, ok. Dann Ergebnisse präsentieren und erkennen was noch offen geblieben ist. Hast du irgendwas, was noch offen geblieben ist, an deinem Versuch?
- 109 Sm3: Nein (-) das war eigentlich unnötig (Das Kärtchen).
- 110 I: Gibt's irgendwas, was man da noch weiterforschen könnte?
- 111 (----)
- 112 I: Was für Farben hast denn du verwendet? Wahrscheinlich Wasserfarben oder so?
- 113 Sm3: Nein Filzstifte.
- 114 I: Also könnte man auch noch andere Farben verwenden, oder?
- 115 Sm3: Könnte man (-) aber die hatten nicht so viele Farben.
- 116 I: Aber wenn du sagst, könnte man, hast du erkannt was noch offen geblieben ist. Also es ist schon ok, dass das Kärtchen da liegt. Wie ist denn das, wenn ich jetzt erkenne was noch offen geblieben ist, wo muss ich dann wieder hin?
- 117 Sm3: Nach oben.

118 I: Genau. Also wie könnte ich das eigentlich noch auflegen? Wenn ich nachher wieder nach oben muss?

119 Sm3: Das passt aber eigentlich (-) wenn ich zuerst beobachte, dann stell ich die Frage (-) na das geht ja gar nicht (-) (verunsichert).

120 I: Also wenn ich dir einen Vorschlag machen darf. (legt es im Kreis)

121 Sm3: Ja so geht das auch. Einverstanden.

122 I: Also in Wahrheit ist das ein Kreis. Wenn ich da erkenne was noch offen ist, muss ich da wieder rauf gehen.

123 Sm3: Ja.

124 I: Und glaubst du, man macht das als Forscher, zum Beispiel wenn man irgendwas studiert, auch so?

125 Sm3: Ja macht man so.

126 I: Könntest du dir vorstellen, mal Forscher zu werden?

127 Sm3: Nein.

128 I: Wieso nicht?

129 Sm3: Also ich finde diesen Beruf total fad.

130 I: Wieso das?

131 Sm3: Weil man (-) da sitzt man jetzt dort und will irgendwas forschen. Und schon das Forschen macht mir wenig Spaß. Ich hab das nur gemacht, weil man das ja muss in der Schule.

132 I: Warum macht dir das keinen Spaß?

133 Sm3: Ist einfach fad. Dann sitzt man dort und überlegt und überlegt.

134 I: Also ist es eigentlich anstrengend?

135 Sm3: Fad und anstrengend.

136 I: Das heißt dir ist es lieber, dir legt einfach wer das Ergebnis hin?

137 Sm3: Ja.

138 I: Wäre das nichts für dich, auf Fragen drauf kommen?

139 Sm3: Nein. Zu anstrengend.

140 I: Ok. (-) Meine letzte Frage wäre eigentlich, ob du gern öfter Lernwerkstatt hättest?

141 Sm3: Sag ma mal so, es ist sehr abwechslungsreich, aber mir würde der normale Stundenplan besser gefallen.

142 I: Nachdem dir das Forschen weniger Spaß macht, verstehe ich das. Kannst du dir vorstellen, dass man irgendwas an der Lernwerkstatt verändern kann, sodass es dir mehr Spaß macht?

143 Sm3: Bessere Themen.

144 I: Was wäre zum Beispiel ein besseres Thema?

145 Sm3: Explosionen (-) oder irgendsowas.

146 I: Aber auch da müsstest du dich hinsetzen und eine Frage finden und so weiter.

147 Sm3: Aber da ist mehr Action drin, das klingt ja schon besser.

148 I: Also ist das Forschen ansich doch nicht so schlecht, nur das Thema war blöd?

149 Sm3: Ja das Thema. Forschen ist ok.

150 I: Also wenn du ein Forscher wärst, der Bomben erforscht, wäre das schon gut?

151 Sm3: Das wäre richtig gut!

152 I: Na siehst du. Es kommt wohl eher aufs Thema an. Dann danke ich dir, möchtest du noch etwas dazu fügen?

153 Sm3: Nein passt alles.

154 I: Ok dann danke für deine Zeit.

G1 Canon HD 003

- 1 (Sm2 sitzt am Tisch und bastelt etwas, neben ihm liegt eine Metallröhre, die als Modell für den Turm dient. Sm1 kommt herein und nimmt sich die Röhre)
- 2 Sm1: Wie können wir die Strahlen fangen dass die da rein gehen? (Hat die flache Hand am oberen Ende der Röhre angelegt, will mögliche Position des Spiegels zeigen)
- 3 (Sm2 noch mit dem Basteln beschäftigt)
- 4 Sm1: Wie können wir die Strahlen so fangen, dass die da rein schauen? (zeigt in die Röhre)
- 5 (Sm2 schaut ihn an, L1 scheinbar in der Nähe aber im Bild nicht sichtbar)
- 6 L1: Das ist die Frage
- 7 Sm1: Wenn es so ist (zeigt mit der flachen Hand in Verlängerung der Röhre giebelartig nach innen) dann ist es schon weg. So (zeigt nun im stumpfen Winkel nach außen) kanns auch nicht sein. (Stellt die Röhre hin und setzt sich)
- 8 (...) (schwer verständlicher Abschnitt, aber Sm1 erklärt Sm2 die Problematik, dass die Sonnenstrahlen ins Gefäß zeigen sollen)
- 9 Sm1: Du kannst es ja nicht so hinlegen (kippt die Röhre), der steht ja (stellt sie wieder auf den Tisch). Wir müssen jetzt die Sonnenstrahlen fangen und da rein leuchten (entsprechende Gestik). Spiegeln. Wie? So? (zeigt wieder den Giebel, rhetorische Frage, er weiß dass es so nicht geht) So zu machen? Du bist dumm!
- 10 Sm2: Und was ist so? (senkrecht in der Verlängerung des Rohres) Schau, wenn da jetzt die Sonne kommt, und so scheint, dann geht das so rein (L1 steht vor der Kamera)
- 11 Sm1: Ja wenn da kommt, da kommt und da kommt (-) Die Sonne scheint ja nicht die ganze Zeit so.
- 12 Sm2: ich weiß
- 13 Sm1: Ja (lächelt)
- 14 Sm2: Die Erde dreht sich.
- 15 Sm1: Ja.
- 16 Sm2: (kurzer unverständliche Teil) Du kennst ja auch Gegenstände, oder auch (-)
- 17 Sm1: Das ist voll rundherum.
- 18 Sm2: (-) was sich immer zur Sonne drehen (zeigt das mit der Hand).

G1 Canon MOV002

- 1 (Sm1, Sm2, L1, Ass1 an einem Tisch. Es geht um die Präsentation, Ass1 hat vorgeschlagen, die Skizze für eine Powerpoint-Präsentation einzuscannen, Sm1 und Sm2 möchten aber mit der Tafel präsentieren)
- 2 Sm1: Ja wir machens auf der Tafel frei Hand.
- 3 Sm2: Ja wir machens - wir machens so wie die Realität eher ist, er ist so ein Wissenschaftlicher (sic!), ich bin ein normaler Bürger. Wir debattieren über das, ich sag das ist unnötig, wir haben Erdölenergie und so//
- 4 Sm1: //Kohle und so//
- 5 Sm2: Er will mir beweisen dass es so geht und dann am Ende, ja, zeichnen wir das und dann können alle sehen, dass es funktioniert, nur aus (-) Wärme, dass die aufsteigt. Und dann (-)
- 6 L1: Ist ein open End. Kann sein dass du überzeugt bist, oder auch nicht. Okay!
- 7 Sm1: (eher in Richtung Ass1) Ähm, wir müssen den Dampf ja fangen.
- 8 Sm2: (????) wie ein Wissenschaftler (?YXZ?)
- 9 Sm1: (nun zu L1) Äh wir müssen den Dampf da einfangen, weil wenn wir sagen zum Beispiel, wir machen hier eine Röhre hin (nun wieder zu M, weil G mit wem anderen spricht) dann machen wir hier (zeigt auf den oberen Teil der Skizze) und dann geht raus (unterer Teil der Skizze) und das Wasser kommt wieder runter. So.
- 10 Ass1: So (zeigt was auf der Skizze).

- 11 Sm2: Da oben eine Röhre machen so wie wir das letzte Mal hatten und da unten das Wasser auffangen.
- 12 Sm1: Hier Röhre (zeigt wieder oben).
- 13 Sm2: Ja (drängend).
- 14 Sm1: Der gleichen Röhre (????) wird dann der Dampf (???)
- 15 Sm2: Ein paar Tropfen ja.
- 16 Sm1: Nicht nur paar Tropfen, gleich mehr sondern.
- 17 Ass1: Also//
- 18 Sm2: //Wenn ma das// schau wenn ma das oben so zumacht, da oben dann so eine Röhre wo
- 19 Ass1: Also die absolute technische Lösung könnt's ihr nicht machen //aber die Idee//
- 20 Sm2: //Oja, das ist absurd//
- 21 Ass1: Dass man sagt, es hat keine Sinn jedes Mal wieder frisches Wasser dazu zu geben.
- 22 Sm1: Ja.
- 23 Sm2: Sondern das alte.
- 24 Ass1: Das wieder auffangen (?)
- 25 Sm1: Ja Dampf wieder auffangen.
- 26 Sm2: (deutlich) Ja eh! Das mein ich ja schau! (nimmt sich einen Papierpropeller) Schau wenn das jetzt (Propellerende) oben ist, das geht dann da rüber und dann drüben haben wir dann noch eine Röhre //da//
- 27 Sm1: //und wir müssen//
- 28 Sm2: Das leitet dann da wieder zu dem (zeigt wieder auf die Skizze).
- 29 L1: Also das kondensierte (-) (schaut sich die Skizze an, die Milli hochhält)
- 30 Sm2: Wollen wir wiederverwenden.
- 31 L1: (schaut sich 2 Sek. Die Skizze an) Okay.
- 32 Sm2: Das wollen wir dann wieder verwenden.
- 33 Sm1: Das ist, da unten ist es schwarz gemacht.
- 34 L1: Ja
- 35 Sm1: wegen der schwarzen (-) wegen dem, ja ist eh klar. Und dann kommen auf der Seite so Spiegel, die Sonne das macht (zeigt eine Art Raute mit den Händen, also den geänderten Lauf der Sonnenstrahlen durch den Spiegel, auf den Wasservorrat hin), damit der Wasserdampf (-)
Sm2: Das hitzt dann durch diese Turbinen entsteht dann Strom, keine Ahnung wir sind keine Wissenschaftler wir können das nicht wissen, nur das Prinzip. Und da oben wollen wir dann das Wasser nochmal einfangen, also am besten bei der Röhre und die dann mit dem da unten (Wasserzufluss auf der Skizze) verbinden. Aber da ist die Frage (.) //
- 36 Sm1: // Egal
- 37 Sm2: Ob das nicht da (nicht ganz oben) schon wieder anfängt zu tropfen und dann wieder da runter. Und ob das schlecht ist (zu L1).
- 38 (Danach wird es durch Hintergrundgeräusche sehr unverständlich)

G1 Panasonic 0003

- 1 (Tafelbild wird vorbereitet, Sm1 steht daneben. Sm2 kommt von der Seite dazu)
- 2 Sm2: Was ist das?
- 3 Sm1: Ahm (-) das ist unser neuer Projekt. Das ist unser neuer Erfindung. Ja wie sie da sehen können wir haben versucht Energie zu erzeugen ah so natürlich wie möglich. Wir haben versucht also Umwege zu gehen und einfach. Also wie sie da sehen da ist die Sonne und da unten sind die Spiegel. Und die Strahlen gehen auf die Spiegel, also genau in dem Bereich da (zeigt es auf der Tafel) und außen ist alles schwarz. Warum außen alles schwarz ist, weil es müssen (-) (L1 deutet ihm, er soll sich wieder seinem Interviewpartner Sm2 zuwenden). Außen ist alles schwarz weil es muss ja, da drin ist ja Wasser, und es muss geheizt werden. Und da oben ist es alles zu das heißt da oben ist alles dicht und das heißt wenn es dicht ist erwärmt es auch schneller. So alle Strahlen kommen hier und es fängt an zu erwärmen. Und wenn der Druck ziemlich hoch ist da öffnet sich hier die Öffnung und dann fangen an die Turbinen zu drehen und so wird dann der Generator und

dann kann man Strom erzeugen. Wie sie bemerken dass der Dampf immer steigt, steigt und wenn er da oben ist flüssig und kommt wieder ins Wasser halt so auf der Seite und wird immer wieder so verwendet.

- 4 Sm2: Ja ok, aber wie schaffen sie es, dass der Dampf nicht hier schon wieder anfängt Wasser zu werden? (im oberen Drittel)
- 5 Sm1: Ok wir haben überlegt dass wir das halt alles trennen weil man ziemlich viel erwärmen muss. Und ja wir erwärmen genau diesen Bereich da (untere 2/3) und ja. Wenn der hier ziemlich heiß ist wird ganz oben kommen.
- 6 Sm2: Und ist das eigentlich Trinkwasser?
- 7 Sm1: Nein das ist nicht Trinkwasser das ist eigentlich Salzwasser. Und wenn das Salzwasser verdunst (sic) wird ja am Ende Salz (-) bleibt übrig sagen wir. Und das Salz wird immer als Salz verwendet also am Ende bleibt immer positive Wirkung es wird ja. Am Ende wird immer das Salz verwendet, nicht Trinkwasser sondern Salzwasser und das Salz wird in Medikamenten zum Beispiel so (-) also das wird's verwendet.
- 8 Sm2: Und diese Spiegel, wenn die Sonne jetzt weiter unten steht dann wird der Schatten größer und dann bringt sich der ja gar nicht.
- 9 Sm1: Der Spiegel halt das hab ich hier nur so gezeichnet das hab ich hier nur. Halt wir haben ausgerechnet der Schatten vom Schatten aus weit weg dass der Spiegel dort ist. Und die Spiegel sind rundherum den Turm ja.
- 10 Sm2: Und was bedeutet der Name da?
- 11 Sm1: Ahm da sind wir halt einfach nur so gesehen und dann wollt ich immer schon einen englischen Namen haben und ja dann haben wir einfach nur alle Anfangsbuchstaben zusammen der Sachen die wir hier sehen. Also S für Sonne, W für Wasser, E für Energie und T für Turm und wenn man die zusammen nimmt kommt SWET raus und swet in Englisch heißt Schweiß. Und da drinnen weil man auch Schweiß macht, der Dampf ist ja auch eine Art Schweiß wenn er halt, verstehst, das ist auch so.
- 12 Sm2: Ok und wie viel, und warum macht man das eigentlich wir haben genug Atomkraftwerke und Wasserkraftwerke mit denen man genauso Strom erzeugt.
- 13 Sm1: Atomkraftwerke sind eigentlich nicht so umweltschutzfreundlich wie das da ist. Ersten ist das billig, da brauchen sie nur Aluminium, Meerwasser da haben wir eh genug von dem (alle lachen) Hammas ja. 97% besteht aus Meer, Salzwasser also haben wir genügend. Und ja
- 14 Sm2: Und wie viel Strom erzeugt dieses Ding in etwa?
- 15 Sm1: Also das haben wir gesagt also wir planen das ja circa in 2020 da haben wir schon ziemlich gut (???) den Generator also ja.

G2 Panasonic 00055

- 1 [Mädchen malen ein Regenbogenbild, L1 kommt herein]
- 2 L1: Ich bin sehr neugierig auf eures!
- 3 Sw1: Das (Bild vom Regenbogen) ist so einklappbar.
- 4 Sw2: Wir malen da und da noch was her.
- 5 L1: Wie ein Regenbogen entsteht habts ihr euch auch schon (-)?
- 6 Sw1: Ja. Und wir machen auch einen mit dem Sonnenlicht und einen künstlichen.
- 7 L1: Cool.
- 8 Sw2: Wir habens drauf! (lacht)
- 9 L1: Ok, das heißt ihr erklärt genau wie ein Regen//
Sw1: //Ja
- 10 L1: Wie seit's ihr da drauf (-) wissts ihr das oder seits ihr da drauf gekommen?
- 11 Sw1: Wir haben aus der Bibliothek haben wir Bücher gelesen.
- 12 L1: Ah ok, also (-) Literaturstudie.
- 13 Sw1: Ja.
- 14 L1: Wunderbar. Okay, Super. Und erzeugt's einen, da herinnen?
- 15 Sw1: //Ja
- 16 Sw2: //Ja
- 17 L1: Cool.
- 18 Sw1: Also wenn die Sonne scheint.
- 19 L1: Und was mach ma wenn die Sonne nicht scheint?
- 20 Sw1: Künstlichen.
- 21 Sw2: Künstlichen.
- 22 L1: Ok. Und das funktioniert?
- 23 Sw1: Ja. //Haben wir schon ausprobiert.//
L1: //Habt's schon ausprobiert?// (Zeigt beide Daumen hoch) Supi! (geht aus dem Raum)
- 24 Sw2: Wie macht ma das? Spiegel?
- 25 Sw1: Spiegel und Wasser.
- 26 Sw2: Aso den künstlichen.

G2 Panasonic 00061

- 1 (Sw1 und Sw2 hängen ihr Plakat an die Pinnwand auf der linken Seite des Raumes)
- 2 Sw2: Also wir haben das Thema Regenbogen aufgehängt (?XYZ). Und (-) ja.
- 3 Sw1: Ok der Regenbogen der hat keinen Anfang und kein Ende, denn er geht so um die Sonne herum. Und also. Wie bitte?
- 4 (...)(Fragen der anderen Schüler)
- 5 L1: Wir wollen jetzt keine Zwischenfragen hören, ok? Danke.
- 6 Sw1: Der Regenbogen taucht auf wenn es regnet und die Sonne scheint. Und sie (Sw2) erklärt dann, warum er auftaucht. Und er geht wieder, wenn die Wolken vor die Sonne kommen, dass die Sonne nicht mehr fallen kann. Die Regenbogenfarben haben immer die gleiche Reihenfolge, also Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, also das ist auch so ein blauer Ton, und Lila. Aber es gab keine Lila deshalb haben wir jetzt Rosa genommen. Die Farben sind meistens gleich, außer es kommt ein zweiter, der kommt dann drüber den stärkeren Regenbogen, der ist dann leichter. Da sind die Farben dann umgekehrt, also das Rot ist dann oben und das Lila ist dann unten, also ist dann umgekehrt.
- 7 Sw2: Und also beim Regenbogen ist es so, wenn der Lichtstrahl auf einen Regenbogen trifft, der zum Beispiel in der Luft oder am Boden ist, das ist egal. Und der Regentropfen funktioniert so wie ein Prisma, und in diesem Licht sind Spektralfarben und durch diesen Art Prisma kommt dann die Art Farbe, also Rot, Orange, Gelb zum Vorschein und da entsteht halt ein Regenbogen. Und die Aborigines, die Ureinwohner von Australien glaubten, dass der Regenbogen ein Geist ist und sie nannten ihn Regenbogenschlange. Aber in der Bibel steht dass Gott den Regenbogen erschaffen

hat, weil, also zum Besiegeln von dem Bündnis zwischen ihm und Noah, das ist der mit dem Schiff (lächelt). Und ja (-) und dann könn' wir euch auch einen Regenbogen zeigen.

8 (gehen zum Overhead-Projektor, drehen ihn auf)

9 Sw1: Da oben seht ihr ihn. (Zeigt an die Decke, am OH über der Linse ist ein Schälchen mit Wasser, es bilden sich an der Decke kreisförmige Regenbögen)

10 Sw2: Zwei!

11 Sw1: Das ist halt eben deswegen weil in diesem Licht die Spektralfarben sind, und wenn alle Farben zusammen kommen ergibt das Weiß aber da sieht man halt die Farben auch.

12 (Lächeln, drehen OH wieder ab, Applaus)

G3 Panasonic 0002

- 1 (Sm3 gibt zwei Kaleidoskopwürfel durch zum Ansehen für die Klasse)
- 2 Sw3: Also wir haben so ein Ding gebastelt und es war nicht so leicht wies ausgesehen hat. Also da schauts eigentlich ur leicht aus aber es nicht so einfach. Und die Niki hat euch die von den Lehrer also die zeigt sie euch. (geben es durch, zeigen wo man reinschauen muss) Ihr müsst da rein schauen. Also da ist ein Spiegel drinnen (in der Vorlage) und da sind solche also da ist so eine Spiegelfolie drinnen. In den zweien sind Spiegelfolien in dem einen ist ein Spiegel. (Sie gehen zum Beamer und zeigen Bilder ihres Arbeitsvorganges)
- 3 Sw5: Also das sind wir da arbeiten wir. Und war die Steffi und die Niki die haben da den Karton geschnitten und ich hab da den die Muster geschnitzt.
- 4 L1: Das heißt du hast aus der Folie die Figuren herausgeschnitten.
- 5 Sw5: Ja
- 6 L1: Ok
- 7 Schüler: Ich hab eine Frage. Welche sind jetzt von euch.
- 8 Sw3: Der ist von uns (den sie in der Hand hat) Also da sind man die Wand, also das ist jetzt ein Fisch.
- 9 L1: Also das ist jetzt die eine? Das ist schon hinein fotografiert?
- 10 Sw3: Dass ist jetzt die eine Seite ja.
- 11 L1: Du hast innen in deinen Würfel hinein?
- 12 Sw3(nickt): Also wir habens versucht halt nachzubauen es war jetzt nicht so einfach aber ja. Also da ist ein Fisch (Foto), da ist dann so ein Planet (Foto) das sollte ein Planet sein mit Sternen und dann sind noch solche Punkte. Dann haben wir noch, also die (Sw5) hat, bevor wir noch die Motive gemacht haben hat die (Sw5) probiert welche zu machen, also das da (an der Pinnwand gezeichnet) und dass da das. Das haben wir dann nicht genommen. Und dann haben wir überlegt wie wir das gestalten und dann haben wir halt da so ein Netz aufgebaut und dann so eine Skizze halt gezeichnet und dann haben wir das halt einfach nur ganz normal aufgezeichnet.
- 13 L1: Da heißt ihr habts die Quadrate vorher fertiggestellt und dann?
- 14 Sw3: Ja eben aus dem Karton so Vierecke halt aufgezeichnet und dann ausgeschnitten jedes einzelne und bei mir war sozusagen.//
- 15 L1: Habts es auch geändert die Zusammenstellung der einzelnen Quadrate oder habts es einfach so irgendwie zamfixiert?
- 16 Sw3: Ja also wenn der Karton da so ist dann haben wir die so zamgelegt und dann auf einen nur.
- 17 L1: Ja ich wollt wissen ob ihr die Ordnung der Ornamente dann versucht habts zu ändern.
- 18 Sw3: Ja also es war dann nicht so einfach also das war dann immer verkehrt und da muss man schauen und das immer richtig stellen.

G3 Canon MOV002

- 1 (Sw3, Sw4, Sw5 sitzen am Tisch und basteln, Sw3 zeigt auf und L2 kommt.)
- 2 Sw3: Wie sollen wir das jetzt mit den Folien machen?
- 3 L1: Habt ihr die schon aufgeklebt?
- 4 Sw4: Nein das noch nicht (wachtelt mit einigen Folien beklebten Kartonstücken herum)
- 5 L1: Und wo ist das Problem?
- 6 Sw4: Wie wir jetzt die Folien drauf geben sollen.
- 7 Sw3: Weil da (Modell) haben sie ja auch Folien drauf (außen)
- 8 Sw4: (nimmt S das Modell weg) Die gehören dann außen! (klopft mit dem Finger auf den Würfel) Oder (zu G)?
- 9 L1: (nimmt eines der beklebten Kartonstücke und zeigt auf die Folie) Was ist denn hier?
- 10 Sw3: (???) Die gehören rein dann oder?
- 11 L1: (?erklärt es wäre gut, einen Rahmen zu bauen?)

12 (Arbeiten weiter, Sm5 sitzt die meiste Zeit untätig daneben)

G3 Canon MOV003

- 1 (Sw3, Sw4, Sw5 sitzen am Tisch und arbeiten an ihrem Würfel. Sw3 und Sw4 schneiden und kleben, Sw5 sitzt daneben und sieht zu. Ass2 kommt dazu.)
- 2 Ass2: Ah jetzt wird das schon richtig ein Würfel.
- 3 Sw3: Ja
- 4 Ass2: Super! (..) Ist echt genial dass ihr das so selber so cool nachbauen könnt.
- 5 Sw4: ich find das auch. Ich find das gar nicht so leicht.
- 6 Ass2: Ne überhaupt nicht sieht auch echt nicht leicht aus.
- 7 (Sw3 und Sw4 helfen und halten sich gegenseitig beim Kleben.)
- 8 Sw3: Aber gehört da nicht irgendwas rein?
- 9 Sw4: (zögerlich, sieht nochmal in die Vorlage) Ne passt.
- 10 Ass2: Schreibt ihr das eigentlich auch mit in eurem Forschertagebuch was ihr da macht?
- 11 (S, N lachen)
- 12 Sw3: Neee!
- 13 Sw4: Wir sind so drin vertieft das wir da gar nicht dazu kommen.
- 14 Ass2: Ja das merk ich schon. Aber (Sw5) vielleicht kannst du daweil schon etwas notieren? Im Moment siehst so aus als hättest du noch keine richtige Aufgabe.
- 15 A: Ich muss zuschaun. Wie die das machen.
- 16 Ass2: Mhm. Vielleicht kannst du aber ein bisschen mitprotokollieren, was sie machen. Ich glaub das ist sehr wichtig für eure Präsentation dass ihr einen Ablauf habt, was ihr so gemacht habt. Das wär denk ich sehr wichtig das das protokolliert ist.
- 17 (Sw3, Sw4 haben inzwischen mit Tixo Spiegelfolie geklebt und dabei ist was schief gegangen)
- 18 Sw4: Das (der Fehler) ist nicht wichtig, das ist genau das.
- 19 Sw3: Ok passt.
- 20 Ass2: So die ganze Feinarbeit, die ganzen kleinen Schritte die man machen muss. Was muss man alles bedenken wenn man das baut. Ist ja viel viel schwerer als es äh (-)
- 21 Sw3: Ausieht?
- 22 Ass2: Als es aussieht wenn man so nen fertigen Würfel sieht ne. Wenn man den fertig sieht (nimmt ihn, sieht hinein) sieht man dann so gleich durch, kann ich auch mal.
- 23 Sw3: Ja weils eh logisch ist.
- 24 Ass2: Aber dann. Genau aber was da alles dazu gehört ist find ich auch ganz wichtig dass ihr das auch morgen präsentiert.
- 25 Sw3: Ja. Naja morgen können wir keine Würfel machen das geht sich nicht aus. Aber den auf jeden Fall zeigen.
- 26 Ass2: Ihr könnt ja so ein bisschen erzählen oder? Wie die einzelnen Schritte waren, die ihr so gemacht habt.
- 27 Sw3: Ja das machen wir schon. Also (-) morgen das erzählen. Wir werden das noch probieren mit dem Spiegel mit dem da. Schauen wir ob sichs ausgeht, aber ich glaub bis morgen (???)
- 28 Ass2: Eben, genau genau. Deshalb wärs so wichtig dass ihr das jetzt schon protokolliert eure einzelnen Schritte. Dass ihr das morgen dann habt (wendet sich ab und geht)
- 29 Sw3: Ja.
- 30 (Mädchen basteln fast wortlos einige Minuten weiter, Sw5 sieht weiterhin in die Luft, dann wird sie aufgefordert, Papierschnipsel vom Tisch aufzusammeln und wegzuräumen, was sie auch tut. Sw3 und Sw4 schauen sich nochmal das Kaleidoskop genau an)
- 31 Sw4: Vielleicht können wir aber da noch irgendwas rein geben, so eine Schablone oder irgendwas Durchsichtiges oder sowas. (stehen auf und gehen was suchen.)

G4 Canon MOV004

- 1 (In der Lernwerkstatt, kurz nach der Fragenfindung im Mehrzweckraum. L1 und 2 Assistenten mit Patrick vor einem Tisch mit verschiedenen Leinwandfarben und einer Leinwand, die Sm3 anstarrt. Die L/Ass werfen einander zweifelnde/entnervte Blicke zu. Sm3 spielt mit seinen Händen, Pulloverärmeln, nervös.)
- 2 Sm3: (unhörbar)
- 3 L1: WAS?
- 4 Sm3: (kaum hörbar) ich will Farbe (?grün?) machen.
- 5 L1: Du willst jetzt ausprobieren welche Farben grün ergeben? (wiederholend)
- 6 Sm3: (???) wie viele.
- 7 L1: Wie viele Farben brauchst du um grün zu bekommen? (wiederholend)
- 8 Sm3: (???) (-- verschiedene Arten (???)
- 9 L1: Was alles in grün drin ist? (wiederholend) (überlegt kurz, ev. sagt Sm3 etwas, aber unhörbar) Formuliert deine Frage noch einmal?
- 10 Sm3: (???)
- 11 L1: Auf welche Arten kannst du grün herstellen? (wiederholend) Und was stellst dir da vor?
- 12 Sm3: (keine Antwort, schaut zu Boden, trommelt mit den Händen)
- 13 L1: Also ich hätt jetzt da schon ungefähr 5 Möglichkeiten. Ist eine gute Farbe. Gute Frage! Die Farbe gut (grinst). Guat.
- 14 Sm3: (???) erstmal die Farben nehmen (meint die Acrylfarben am Tisch)
- 15 L1: Also die willst du einmal mischen zuerst. Das ist eine Möglichkeit. Wie könnt ma noch? Also das wär die Farbe als so Farbe. Dann gibt's die Farbe grün als Licht wie kann man die darstellen? Das wäre ein Unterpunkt, ok? Dann zu Beispiel kann man da schauen, wie da zum Beispiel. Da habts einen Filzstift der zwar grün ausschaut, aber ist der wirklich grün? Was wär die nächste Möglichkeit?
- 16 (L1 nimmt Sm3 an der Hand und geht im etwas zeigen, außerhalb des Kamerasichtfeldes)

G4 Panasonic 00001

- 1 Sm3: Also ich hatte das Thema auf wie viel Arten man grün herstellen kann und da ist mir einen eingefallen, also nicht mir, mir wurde geholfen, und das Ding war die Chromota, wah Chromatographie bei der Chroma, wah Chromatographie weiß man wie viel Farben in dem Filzstift drin sind zum Beispiel. Da gibt es reine Farben da stellt sich heraus dass nur eine Farbe in dem Filzstift ist dann gibt's Mischfarben so wie grün, da sind mehrere Farben drin. Und ja, mehrere. Und jetzt stell ich eins als mach ich eins für euch. Dazu nehm ich das Papier so schneid ich ein Stück ab ich mach eine Zigarre, also ich mach einen Kreis und dann eine Zigarre, ja eine Zigarre (rollt das Papier ein). Dann steck ich das da rein. Ja also das heißt Chromo, Chromatographie kommt aus dem Griechischen und heißt Farbenschreiben. Chromatographie ist ein Verfahren aus der Chemie. Das Ziel ist es den Stoff chemisch zu trennen. Man will die einzelnen Bestandteile erzeugen. Man braucht dazu eine stationäre Phase und eine mobile Phase. Also die stationäre Phase ist das was fest ist also das Papier und die mobile Phase ist das Wasser was nicht fest ist.
- 2 L1: Und das Wasser was macht das jetzt da?
- 3 Sm3: Das saugt das also das Kaffeefilter saugt es auf und dann geht die Farbe so und dann sieht man wie viel Farbe in den Farben sind.
- 4 L2: Hattest du nicht eine Frage an das Publikum?
- 5 Sm3: Ah ja, was schätzts ihr was raus kommt?
- 6 L1: Du hast einen schwarzen Filzstift genommen?
- 7 Sm3: Ja.
- 8 (Meldungen des Publikums: Grau, rot könnt dabei sein, alle Farben. Chromatographie ist noch nicht fertig, sie beschließen, nach der nächsten Präsentation zu schauen)

G4 Panasonic 00069

- 1 (Sm3, L1 und ein weiterer Schüler im Raum, L1 ist zunächst mit dem anderen Schüler auf Fragensuche)
- 2 (Sm3 geht herum, schaut auf die Fragen oder spielt mit einem Hausschuh)
- 3 L1: So Patrick, was könnten wir noch machen?
- 4 (P schaut auf die Fragekärtchen an, geht weiter umher)
- 5 Ass3: Hat er schon was gefunden oder no ned?
- 6 L1: Er ist der einzige, der noch nichts hat. Der (andere Schüler) hat eine tolle Idee.
- 7 (Geht weiter umher)
- 8 L1: Du kannst dich jetzt entscheiden, suchen wir weiter eine Frage oder arbeitest du in einer anderen Klasse? (Keine Reaktion) (-- Du kannst auch in eine andere Klasse. (Keine Reaktion, schlendert weiter vor den Fragekärtchen umher). (-- Ich muss mich den anderen Leuten auch noch widmen (Sm3), ich hab nicht mehr viel Zeit. (Keine Antwort, weiter Spiel mit dem Schuh, herumgehen vor der Fragenwand) Willst du überhaupt da arbeiten?
- 9 Sm3: (leise) Was?
- 10 L1: WILLST du da drüben arbeiten in der Lernwerkstatt, oder willst du eh nicht? (Sm3 zuckt mit den Schultern) Also das ist einmal die erste Frage die ich von dir beantwortet haben will. Weil wenn du sagst ja ich möchte dort arbeiten, und ich möchte forschen, dann such ich mit dir vielleicht eine Frage. Aber wenn du sagst na mir ist eh wurscht dann brauch ich mir keine Mühe machen, weißt du? Hm, (Sm3)?
- 11 Sm3: Ja ich will. (sieht sie nur halb an)
- 12 L1: Bist du davon überzeugt?
- 13 Sm3: (-) Ja schon
- 14 L1: Ok dann geh ma noch einmal in der Lernlandschaft, komm.

A8) Beobachtungsbogen für die Lernwerkstatt: Verlaufsbeobachtung (Idee nach Göbel, 2007)

BeobachterIn:	Nr:	Schule:
LehrerInnen:	Klasse:	Fach:
Datum:	Zeit:	Raum:
Fehlende / verspätete Personen:		
Thema der UE:		
Thema der Stunde:		
Stundenziel bzw. Schwerpunktlernziel:		
weitere Kompetenzen: (fachlich) Die SchülerInnen können ...		(prozessbezogen) Die SchülerInnen können ...
Zusätzliches Datenmaterial erhoben:		

Phase/ Zeit	Lehreraktivität/ Impulse	Schüleraktivität	Didaktisch-methodischer Kommentar	Differenzierung/ schülerbez. Kommentar	Sozialform/ Medien

Göbel, K (2007). Qualität im interkulturellen Englischunterricht. Eine Videostudie. Münster: Waxmann.