



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Was SchülerInnen über naturwissenschaftliche  
Erkenntnisgewinnung denken.  
Ergebnisse einer Untersuchung an drei Wiener  
Schulen und methodologische Überlegungen“

Verfasserin

Elisabeth Köberl

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 445 299

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramt Biologie und Psychologie Philosophie

Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Günther Pass



## ***Vorwort***

Ich möchte mich bei all jenen bedanken, die mir bei der Entstehung dieser Arbeit zur Seite gestanden sind.

Mein besonderer Dank gilt Mag. Manfred Bardy-Durchhalter der mich von Beginn an mit Rat und Tat, Rückmeldungen und motivierenden Worten unterstützt hat. Seine Begeisterung, sein Wissen und seine Geduld waren während des Entstehungsprozesses unerlässlich und seine sowohl förderlichen als auch aufbauenden Rückmeldungen haben wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

Weiters möchte ich mich bei Herrn Mag. Dr. Franz Radits für seine Unterstützung und konstruktiven Rückmeldungen und bei Herrn Ao. Univ.-Prof. Dr. Günther Pass bedanken.

Zuletzt möchte ich noch meinen Eltern, Karl und Veronika Köberl, meiner Schwester Helena Köberl und meinen Freunden für ihre Unterstützung danken.



## Zusammenfassung

### Deutsch

Neben dem Wissen *im* Fachbereich wird auch ein Wissen *über* einen Fachbereich als essenziell erachtet. Im internationalen Diskurs spricht man hier vom Wesen der Naturwissenschaften (*Nature of Science*). Das Verständnis über *Nature of Science* nimmt eine zentrale Position in der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik ein (Allchin 2011; Abd-El-Khalick 2012b) und die meisten Nationen befürworten die Entwicklung von Vorstellungen zu *Nature of Science* als ein beständiges Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Deng, Chen et al. 2011). Als Indikatoren für dieses Bildungsziel gelten in der fachdidaktischen Forschung Vorstellungen oder *images of science*. Diese theoretischen Konzepte umfassen naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden, naturwissenschaftliches Wissen und Wissenschaft als soziales Unternehmen (Ryder, Leach et al. 1999; van Eijck, Hsu et al. 2009b).

Die vorliegende Arbeit erhebt das Wissenschaftsverständnis von SchülerInnen unterschiedlichen Alters in drei Schulklassen an Wiener Gymnasien.

Meine Untersuchung gründet auf der Verwendung und dem Vergleich von zwei qualitativen Erhebungsinstrumenten, nämlich des VNOS-C-Fragebogens und der Gruppendiskussion.

Diese trianguläre Herangehensweise verfolgt zwei Ziele: (1) Erhebung des Wissenschaftsverständnisses anhand der Konzepte über Wissenschaft und Vergleich mit den anerkannten Aspekten von *Nature of Science*, und (2) Vergleich der beiden Erhebungsinstrumente.

Die Daten wurden mit dem Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Gropengießer (2005; vgl. Mayring 2007) ausgewertet.

Die induktiv gewonnen und aus der Literatur gezogenen deduktiven Konzepte können in folgende drei Bereiche gegliedert werden (vgl. Osborne et al. 2003): (1) Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens, (2) Bilder über Methoden der Wissenschaft und (3) Institutionen und soziale Handhabung.

Forschung hat nach Ansicht der SchülerInnen zwei Aufgaben, sie hilft die Welt zu verstehen und Probleme im Alltag der Menschen zu lösen. Das Experimentieren gilt als Parademethode für wissenschaftliches Arbeiten und dient der Veranschaulichung und dem Beweisen von Hypothesen. Die Rolle der *scientific community* wird insofern als wichtig eingeschätzt, als dass die SchülerInnen oftmals die Bedeutung von demokratischen Mehrheitsentscheidungen hinsichtlich sogenannter *socio-scientific issues* und das Prinzip der Zeugenschaft erwähnen.

Die beiden qualitativen Erhebungsinstrumente sprechen unterschiedliche Bereiche an und erzeugen daher unterschiedliche Konzepte. Anders als beim Fragebogen wird im sozialen Kontext der Gruppendiskussion verstärkt über soziale Themen, wie beispielsweise das Treffen von Entscheidungen, Verantwortung, Einschätzung der Glaubwürdigkeit, negative Aspekte von Wissenschaft, Macht und politischen Einfluss gesprochen.

## Englisch

The knowledge *in* the special field is just as essential as the knowledge *about* this special field. In the international discourse this is referred to as the *nature of science*.

The understanding of *nature of science* occupies a central position (Allchin 2011; Abd-El-Khalick 2012b) and most nations favor the development of the students' ideas of NOS as a consistent aim of the natural scientific education (Deng, Chen et al. 2011).

So-called *images of science* are considered as indicators for this educational goal in technical didactic research. These theoretical constructs include natural scientific methods of work, natural scientific knowledge and science as social undertaking (Ryder, Leach et al. 1999; van Eijck, Hsu et al. 2009b).

The thesis aims at showing the ideas of students of different age (being part of three classes in Austrian secondary schools) about central areas of *Nature of Science*.

My research is based on using two different qualitative instruments of evaluation: the VNOS-C-questionnaire and group discussions.

The triangular approach has two aims: (1) elevation of the scientific understanding by means of the ideas about science and the comparison of the recognized aspects of *Nature of Science*, and (2) comparison of both these research tools.

The data has been evaluated with the help of the evaluation program MaxQDA (VERBI GMBH 2010) according to the qualitative content analysis by Gropengießer (2005; vgl. Mayring 2007). The inductively and deductively gained concepts can be classified into three areas (Osborne et al. 2003): (1) images of the *Nature of Scientific Knowledge*, (2) images of *methods of science* and (2) *Institutions and Social Practices in Science*.

Research has two tasks according to students: it helps to understand the world and, furthermore, to solve problems in the daily lives of humans, where new findings lead to progress in different domains. Experimenting is seen as first class example for academic work and serves the illustration and the proving of hypotheses. The role of the *scientific community* is perceived as essential as well because students often mention the importance of majority decisions and the principal of second-hand testimony.

Both qualitative research tools address different areas and thus create different concepts. In the social context of the group discussion, as in contrast to the questionnaire, the social area of "institutions and social practices" is more often emphasized and the students lead debates about socio-scientific issues, as for example taking decisions, responsibility, estimation of credibility, negative aspects of science, power and political influence.

## **Inhaltsverzeichnis**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Vorwort</i> .....  | 3   |
| <i>Zusammenfassung</i> .....  | 5   |
| Deutsch .....   | 5   |
| Englisch .....  | 6   |
| <i>Inhaltsverzeichnis</i> .....   | 7   |
| 1. <i>Einleitung: Bedeutung naturwissenschaftlicher Bildung</i> .....   | 9   |
| 2. <i>Wissenschaftsverständnis im Kompetenzdiskurs und als Dimension der österreichischen Bildungsstandards</i> ..... | 13  |
| 3. <i>Was ist Nature of Science und was nicht</i> .....   | 21  |
| 3.1. <i>Lernbereich Nature of Science - Was SchülerInnen wissen sollten</i> .....                                     | 25  |
| 4. <i>SchülerInnen-Vorstellungen zu NOS</i> .....   | 36  |
| 4.1. <i>Lerntheoretische Konzepte und Kritik an den Images of Science</i> .....                                       | 37  |
| 4.2. <i>Geschichte und Methodologie der Erforschung der SchülerInnen-Vorstellungen zu NOS</i> .....                   | 41  |
| 4.3. <i>Alltagsvorstellungen über die Natur der Naturwissenschaft</i> .....   | 42  |
| 4.4. <i>Entstehung der Alltagsvorstellungen</i> .....   | 57  |
| 5. <i>Fragestellung der vorliegenden Arbeit</i> .....   | 60  |
| 6. <i>Methodologie</i> .....  | 61  |
| 6.1. <i>Fragebogen</i> .....  | 62  |
| 6.2. <i>Gruppendiskussion</i> .....   | 68  |
| 6.3. <i>Triangulation</i> .....   | 75  |
| 7. <i>Analysemethoden und Aufbereitung des Datenmaterials</i> .....   | 85  |
| 8. <i>Ergebnisse der Erforschung der NOS-Vorstellungen</i> .....  | 88  |
| 8.1. <i>Ergebnisse der Gruppendiskussionen und Fragebögen</i> .....   | 88  |
| 8.2. <i>Vergleich der Datenerhebungsmethoden: Gegenüberstellung Gruppendiskussionen und Fragebögen</i> .....          | 105 |
| 9. <i>Diskussion</i> .....  | 113 |
| 9.1. <i>Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens</i> .....   | 113 |
| 9.2. <i>Bilder über Methoden der Wissenschaft</i> .....   | 118 |
| 9.3. <i>Institutionen und soziale Handhabung</i> .....  | 122 |
| 9.4. <i>Person des Wissenschaftlers und seine Arbeitsweise</i> .....  | 124 |
| 9.5. <i>Vergleich der Instrumente</i> .....   | 125 |
| 9.6. <i>Resümee: Überlegungen für den Unterricht im Hinblick auf Scientific Literacy und NOS</i> .....                | 129 |
| 10. <i>Literaturverzeichnis</i> .....   | 131 |
| 11. <i>Abbildungsverzeichnis</i> .....  | 136 |
| 12. <i>Tabellenverzeichnis</i> .....  | 136 |
| 13. <i>Abkürzungsverzeichnis</i> .....  | 137 |
| <i>Anhang</i> .....   | 139 |
| <i>Exemplarische Transkripte</i> .....  | 139 |
| <i>Fragebogen</i> .....   | 173 |
| <i>Lebenslauf</i> .....   | 177 |





## **1. Einleitung: Bedeutung naturwissenschaftlicher Bildung**

In der heutigen von biologisch-naturwissenschaftlichem Wissen durchdrungenen Gesellschaft ist ein angemessenes Verständnis über deren Wesen essentiell. Das Wissen über einen Fachbereich und die Epistemologie und Soziologie von Wissenschaft wird für jedes Individuum einer demokratischen Gesellschaft als wichtig erachtet. Erst durch die Ausbildung eines Wissenschaftsverständnisses, wird das Lesen der Welt möglich und wir haben die Gelegenheit uns an entsprechenden Diskursen zu beteiligen (Driver, Leach et al. 1996).

Naturwissenschaftliches Arbeiten beinhaltet mehr als bloß das systematische Durchführen eines Forschungsprozesses. Die SchülerInnen sollten auch über Grundannahmen und Wertvorstellungen, auf denen naturwissenschaftliches Wissen und Arbeiten beruhen, Bescheid wissen, da dieses Verständnis als Schlüssel für die Teilhabe an der Gesellschaft angesehen wird (Ryder, Leach et al. 1999; Duschl and Grandy 2008; Lembens, Weiglhofer et al. 2009). Ein angemessenes Verständnis über das Wesen der Naturwissenschaft birgt viele Vorteile für jeden einzelnen und in weiterer Folge auch für die Gesellschaft. Menschen brauchen eine naturwissenschaftliche Allgemeinbildung um an Diskursen über naturwissenschaftsbezogene Themen teilzunehmen, und weiters um für unsere Gesellschaft und für sich selbst Entscheidungen treffen zu können (Driver, Leach et al. 1996). Wir leben in einer aufgeklärten Gesellschaft und deshalb „*ist das Verstehen naturwissenschaftlich-aufklärerischer Ideen unabdingbarer Bestandteil der individuellen Entwicklung zu einem modernen Lebensstil*“ (Gräber and Nentwig 2002a, S.8).

Thomas und Durant (1987, nach Driver, Leach et al. 1996, S.11; vgl. Millar 1996, nach Gräber and Nentwig 2002a) nennen Argumente, welche die Förderung eines allgemeinen naturwissenschaftlichen Verständnisses befürworten. (1) Eine Gesellschaft benötigt ausreichend qualifizierte WissenschaftlerInnen um industrielle Entwicklungen voranzutreiben um in weiterer Folge den Wohlstand aufrechtzuerhalten (*the economic argument*). (2) Naturwissenschaftliche Bildung ist für jeden Menschen in alltäglichen Kontexten hilfreich und nützlich, beispielsweise im Umgang mit technischen Geräten (*the utilitarian argument*) und (3) sie wird in einer Demokratie für die Entscheidung und die Teilnahme an öffentlichen Debatten über strittige, naturwissenschaftsbezogene Themen benötigt (*the democratic argument*). (4) Des weiteren sind die Naturwissenschaften wesentliche Errungenschaften unserer Kultur (*the cultural argument*) und (5) die wissenschaftliche Arbeit verkörpert Normen und Verpflichtungen (*the moral argument*).

Auch für den Einzelnen ist eine naturwissenschaftliche Allgemeinbildung nutzbringend. Driver, Leach et al. (1996) haben die Wichtigkeit von *Nature of Science* (NOS) hervorgehoben und fünf Vorteile für das Individuum formuliert die mit fortgeschrittenen (*sophisticated*) Vorstellungen zu NOS einhergehen. Sachkundige Vorstellungen von *Nature of Science* helfen den SchülerInnen (1) wissenschaftliche Prozesse zu verstehen, (2) Entscheidungen hinsichtlich soziowissenschaftlicher Themen zu treffen, (3) Wissenschaft als zentrales Element der gegenwärtigen Kultur zu würdigen, (4) sich über die Bedeutung der *scientific community* im Klaren sein (5) und wissenschaftliche Inhalte tiefgehend zu lernen.

Um die Rolle als Individuum und Konsument in der Gesellschaft effektiv nutzen zu können und um an Diskussionen und demokratischen Entscheidungsprozessen teilzunehmen, benötigen die Menschen grundlegendes Wissen über Wissenschaft und Technik (Driver, Leach et al. 1996; Gräber and Nentwig 2002a). Vorstellungen über die Genese von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen werden als Voraussetzung für das Zurechtfinden in einer modernen Wissenschaftsgesellschaft erachtet (Driver, Leach et al. 1996).

*„Education entails helping all learners and citizens develop the understandings, skills, attitudes, and habits of mind – with special attention to the development of a critical stance toward, and healthy skepticism about, science itself – that would allow them to make sense of and utilize science to lead more fulfilling lives, make informed decisions about science-related personal and social issues, pursue a host of science-related careers, and meaningfully participate in cultural discourse championing or disputing science“* (Abd-El-Khalick 2012, S.1043).

Konkrete Wissensinhalte (*content knowledge*) gelten als nicht ausreichend (Driver, Leach et al. 1996; Allchin 2011). Neben dem Wissen *im* Fachbereich wird auch das Wissen *über* einen Fachbereich als essenziell erachtet (Hofheinz 2008). Im Zusammenhang mit dieser Reflexion über Naturwissenschaft spricht man im internationalen Diskurs vom Wesen der Naturwissenschaften (*Nature of Science – NOS*) (Lederman 2007).

Die zentrale Position, die dieses Verständnis über die *Natur der Naturwissenschaft* (NOS) in der Wissenschaftserziehung einnimmt, ist nicht zu übersehen (Allchin 2011; Abd-El-Khalick 2012b) und die meisten Nationen befürworten die Entwicklung von SchülerInnen-Vorstellungen zu NOS als ein beständiges Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts (z.B. American Association for the Advancement of Science [AAAS] 1993; National Research Council [NRC] 1996) (Höttecke 2001a; Mayer 2007; Lembens, Weiglhofer et al. 2009; Deng, Chen et al. 2011).

SchülerInnen sollen darauf vorbereitet werden, als BürgerInnen in einer Gesellschaft, in der Wissenschaft und Technologie zunehmend wichtiger werden, verantwortungsvoll zu agieren (Driver, Leach et al. 1996; Allchin 2011). Das Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts wäre es, dass die SchülerInnen Fähigkeiten hinsichtlich des Bewertens und Treffens von Entscheidungen entwickeln (Driver, Leach et al. 1996; Allchin 2011; Deng, Chen et al. 2011; Höttecke 2012). Das gilt insbesondere für das Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde. Höttecke (2012; vgl. Driver, Leach et al. 1996; vgl. Allchin 2011) sieht die zentrale Bedeutung des Lernbereichs NOS im Blickfeld gesellschaftsrelevanter, naturwissenschaftlich informierter Entscheidungsprobleme (*socio-scientific issues*). Höttecke (2012) nennt als Beispiele für *socio-scientific issues* Themen wie Klimawandel, Recycling, Clonen, Energieversorgung, Pränatale Diagnostik, usw. Diese genannten Themen, beispielsweise im Bereich Technik, gehen oftmals mit Risikobewertung und Technikfolgenabschätzung einher (Höttecke 2012) und bekommen bevorzugt mediale Aufmerksamkeit (Driver, Leach et al. 1996).

Allchin (2011) erachtet ein Verständnis von *Nature of Science* als essentiell, um entscheiden zu können, welchem Expertenwissen man vertrauen kann, besonders wenn die WissenschaftlerInnen unterschiedlicher Meinung sind. Im wissenschaftlichen Bereich gibt es häufig mehrere Studien bzw. Hypothesen zu bestimmten Phänomenen und hier zeigt sich, dass wissenschaftliche Evidenz widersprüchlich sein kann (Allchin 2011; Höttecke 2012). Für

die Gesellschaft bedeutet das, dass sie Entscheidungen und Urteile unter Unsicherheitsbedingungen fällen muss (Driver, Leach et al. 1996). Hierbei kann naturwissenschaftliches Wissen sehr hilfreich sein, seine Funktion ist aber trotzdem begrenzt (Höttecke 2012).

„In other words, an understanding of the issues requires not just knowledge of science content, but also an understanding of the nature of science and scientific knowledge“ (Driver, Leach et al. 1996, S.18).

Unumstritten ist das Konstrukt *Nature of Science* (NOS) ein wichtiges Ziel für das Lernen über naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung (Höttecke 2001a; Osborne 2003; Lederman 2007) und NOS gilt wiederum als kritische Komponente von *scientific literacy* (Driver, Leach et al. 1996; Schwartz, Lederman et al. 2004; Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011). Daraus ergibt sich für *nature of biology* im Sinne einer *nature of science* eine enorme Bildungsrelevanz.

Im österreichischen Biologieunterricht soll, angetrieben durch die derzeit laufende Pilotierung der Bildungsstandards und durch die neue kompetenzorientierte Matura, der moderne Naturwissenschaftsunterricht nicht mehr bloß Fakten vermitteln, sondern er soll den SchülerInnen die Möglichkeit bieten, naturwissenschaftlich orientiert zu arbeiten, und Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung kennenzulernen (Hamman 2004; Weiglhofer and Venus-Wagner 2010).

Traditionelle Unterrichtsformen lassen, wie die PISA Studie zeigt (Schreiner, Breit et al. 2007), wenig Platz sich dieses Wissen über naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen anzueignen. Dem Wesen der Naturwissenschaft (NOS) wird im Biologieunterricht kaum Aufmerksamkeit geschenkt. Im Rahmen der fünfzigminütigen Unterrichtseinheit vermittelt der/die LehrerIn Fachwissen, das im Lehrplan für die jeweilige Schulstufe vorgegeben ist. Den SchülerInnen werden diese (fertigen) Daten, Fakten, Regeln, Formeln, Theorien und Gesetze als „Paket“ präsentiert (Shamos 2002). Wird das Curriculum geändert, was wohl in absehbarer Zeit aufgrund der Bildungsstandards und der neuen standardisierten, kompetenzorientierten Reifeprüfung der Fall sein wird, kann mehr Raum für *Nature of Science* geschaffen werden, welches als Hoffnungsträger, der unsere Kinder und Jugendlichen zu besseren Entscheidungsmachern formen sollte, gilt (Allchin 2011).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, welches Naturwissenschaftsverständnis Schülerinnen und Schüler aus drei Biologieklassen Wiener Gymnasien aufweisen und folgt kritisch der Frage nach deren methodologischer Erhebung. In der fachdidaktischen Forschung werden Vorstellungen (individuell konstruiert) oder sogenannte *images of science* (sozial konstruiert) von SchülerInnen bezüglich naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden, naturwissenschaftlichem Wissen und Wissenschaft als soziales Unternehmen erhoben (Ryder, Leach et al. 1999; van Eijck, Hsu et al. 2009b). Diese Vorstellungen oder Bilder sind persönliche Konstrukte der SchülerInnen und gelten in der fachdidaktischen Forschung als Hinweis ob das Bildungsziel *Nature of Science* erreicht ist. Diese theoretischen Konstrukte, die ich in meiner Arbeit als Konzepte (sowohl individuell als auch sozial konstruiert) bezeichne, haben einen signifikanten Einfluss darauf, wie und was eine Person über Wissenschaft spricht und denkt (Ryder, Leach et al. 1999).

Aufgrund der entscheidenden Aufgabe des Unterrichtsgegenstandes Biologie für die Vermittlung des Lernbereichs *Nature of Science* und der Rolle der SchülerInnen-Vorstellungen als Indikatoren für das Bildungsziel *Nature of Science*, widme ich den Schwerpunkt meiner Forschung den Konzepten von Jugendlichen über zentrale Bereiche von *Nature of Science* (NOS).

Zur Erhebung dieser Vorstellungen verwende ich Daten aus dem Forschungs-Bildungs-Kooperationsprojekt *Kids Participation in Research 2* (KiP<sup>2</sup>) – ein Projekt, das authentische Lernumgebungen zum Entwickeln von Wissenschaftsverständnis schafft (Radits, Bardy-Durchhalter et al. 2010).

Ich habe das Wissenschaftsverständnis zu *Nature of Science* von Jugendlichen im Alter zwischen dreizehn und siebzehn Jahren in drei Schulklassen an Wiener Gymnasien ermittelt. Meine Untersuchung gründet auf der Verwendung von zwei verschiedenen qualitativen Erhebungsinstrumenten, nämlich einer abgewandelten Form des VNOS-C-Fragebogens und der Gruppendiskussion, im Sinne einer Triangulation.

Der VNOS-C-Fragebogen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002) stellt das in der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik am meisten verwendete Instrument zur Vorstellungserhebung zu *Nature of Science* dar (Schwartz, Lederman et al. 2004; Allchin 2011). Dieser offene Fragebogen soll nach Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) in Verbindung mit Einzelinterviews angewendet werden. In meiner Untersuchung habe ich anstatt der Einzelinterviews als zweites Instrument die Gruppendiskussion, als spezielle Form des Gruppeninterviews, gewählt.

Durch diese trianguläre Herangehensweise ist, neben der Ermittlung des Wissenschaftsverständnisses, ein weiteres Ziel meiner Untersuchung der Vergleich der beiden Erhebungsmethoden (Gruppendiskussion und offener Fragebogen). Ich möchte damit das Potential der Gruppendiskussion als qualitative Methode, die soziale Konstrukte hervorbringt, im Vergleich zur bewährten Fragebogenmethode, welche eher individuelle Konstrukte liefert, im Bereich der Vorstellungserhebung klären.

Zu Beginn der Arbeit möchte ich die Bildungsrelevanz von *Scientific Literacy* (SL) und *Nature of Science* (NOS) erörtern und in diesem Zusammenhang auf die Bildungsstandards und Kompetenzen und die Rolle des naturwissenschaftlichen Unterrichts näher eingehen.

Anschließend wird der Forschungsgegenstand *Nature of Science* beschrieben und der derzeitige Forschungsstand über SchülerInnen-Vorstellungen dargelegt.

In den folgenden Kapiteln wird auf die beiden Erhebungsmethoden, Gruppendiskussion und offener Fragebogen, und die trianguläre Vorgehensweise Bezug genommen.

In Kapitel 7 wird die Analysemethode erörtert. Die Daten wurden mit dem Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) nach der qualitativen Inhaltsanalyse nach Gropengießer (2005; vgl. Mayring 2007) ausgewertet.

In den letzten Kapiteln befaße ich mich mit den Ergebnissen und der anschließenden Gegenüberstellung meiner Ergebnisse mit jenen der wissenschaftlichen Literatur.

## **2. Wissenschaftsverständnis im Kompetenzdiskurs und als Dimension der österreichischen Bildungsstandards**

Scientific Literacy als Bildungsziel des modernen naturwissenschaftlichen Unterrichts – ein Ziel über das sich die Naturwissenschaftsdidaktiker generell einig sind (Driver, Leach et al. 1996; Bybee 2002; Lederman 2007; van Eijck and Roth 2009a). Woher kommt diese gemeinsame Forderung nach *Scientific Literacy* (SL)?

Die Antwort ist schnell gegeben, hört oder liest man die Ergebnisse von diversen internationalen Schulleistungsuntersuchungen, wie PISA oder TIMSS (Gräber and Nentwig 2002a; Priemer 2006). Das Wissen, das die SchülerInnen in unseren Bildungseinrichtungen erwerben, ist unvollständig, das Interesse an naturwissenschaftlichen Schulfächern wird mit zunehmender Schulstufe weniger (Shamos 2002). Erkundet man die Einstellungen zu Naturwissenschaften, bietet sich uns ein negativ gefärbtes Bild (Gräber and Nentwig 2002a). Es herrscht trotzdem globale Einigkeit darüber, dass naturwissenschaftlich gebildete BürgerInnen unabdingbar für jede Gesellschaft sind (Driver, Leach et al. 1996; Ryder, Leach et al. 1999). Daraus leitet der Entwurf von *Scientific Literacy* die Formulierung nationaler naturwissenschaftlicher Kompetenzmodelle und Bildungsstandards ab (Lembens, Weiglhofer et al. 2009).

Naturwissenschaftliche Allgemeinbildung (SL) „(...) *embraces the knowledge, understanding, and skills young people need to develop in order to think and act appropriately on scientific matters which may affect their lives and the lives of other members of the local, national, and global communities of which they are a part*“ (Bennett, Hogarth et al. 2010, S.71).

Seit den späten 80ern hat der Terminus *Scientific Literacy* einen Fixplatz in Rahmen bildungspolitischer Diskussionen erhalten. Im deutschsprachigen Raum findet man oftmals die Übersetzung „naturwissenschaftliche Grundbildung“ (Lembens, Weiglhofer et al. 2009) oder „naturwissenschaftliche Allgemeinbildung“ (Bybee 2002).

Bybee (2002) zufolge schrieb bereits James Bryant Conant in seinem Vorwort zu *General Education in Science* im Jahre 1952 den Begriff „Scientific Literacy“ nieder. Detaillierte Definitionen des Terminus wurden beginnend in den 60er Jahren bis in die 90er Jahre vorgenommen (Bybee 2002). In den *National Science Education Standards* (NRC 1996) und *Benchmarks for Scientific Literacy* (AAAS 1993) wurden genaue Definitionen vorgelegt was man unter *Scientific Literacy* (SL) versteht (Bybee 2002). *Scientific Literacy* umfasst „*knowledge and understanding of scientific concepts and processes required for personal decision making, participation in civic and cultural affairs, and economic productivity. It also includes specific types of abilities*“ (NAP 1996, S. 22).

Die in den National Science Education Standards angeführten Inhalte gelten als Bereiche von Scientific Literacy und folglich als Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Bybee 2002). Zu diesen Bereichen zählen (Bybee 2002, S.23ff):

- *physical, life and earth science*
- *space science*
- *technology*
- *science as inquiry*

- *science in personal and social perspectives*
- *history and nature of science*
- *unifying concepts*
- *processes of science*

Nach Fischer (1998) zielt eine allgemeine naturwissenschaftliche Bildung *auf Scientific Literacy* ab (Gräber and Nentwig 2002a). Um global gesehen konkurrenzfähig zu bleiben, müssen Arbeitskräfte der Industriegesellschaften naturwissenschaftlich und technologisch gebildet sein (Driver, Leach et al. 1996). Die Förderung von Technik und Wissenschaft ist abhängig von der wirtschaftlichen Relevanz (Driver, Leach et al. 1996; Höttecke 2001b).

Außerdem darf auch der ökonomische Gedanke nicht außer Acht gelassen werden, denn die Produktivität einer Gesellschaft ist verknüpft mit den technologischen und wissenschaftlichen Fähigkeiten der Arbeitskräfte (Gräber and Nentwig 2002a).

Nach Bybee (2002) besteht *Scientific Literacy* „aus verschiedenen Niveaus naturwissenschaftlichen Verständnisses“ (Bybee 2002, S.25), ähnlich einem Kompetenzentwicklungsmodell (vgl. Hammann 2004). Dieses Stufenmodell „*Scientific Literacy*“ wird, wie jedes Kompetenzentwicklungsmodell, ein Leben lang weiter ausgebaut und jedes Individuum befindet sich bei den unterschiedlichen Bereichen von *Scientific Literacy* auf einem anderen Niveau bzw. auf einer anderen Stufe (Bybee 2002).

*„So kann z.B. ein einzelner gleichzeitig über umfangreiches Wissen in Geologie, einige Kenntnisse in Biologie, wenige in Physik, wenig Wissen über die historische Entwicklung jedoch mehr über soziale Bezüge und kann etwas über technische Anwendungen verfügen“* (Bybee 2002, S.25).

Jeder Mensch zeigt in unterschiedlichen Bereichen verschiedene Ausprägungen von *Scientific Literacy* (Bybee 2002). Sogenannte Kompetenzentwicklungsmodelle zeigen die Kompetenzverläufe an, also den Grad der Entwicklung von Fähigkeiten (Hammann 2004). Wissen, Verständnis und Fähigkeiten zu Naturwissenschaft werden fortwährend weiter entwickelt (Bybee 2002). Bybee (2002) differenziert die nominale *Scientific Literacy*, funktionale *Scientific Literacy*, konzeptionelle und prozedurale *Scientific Literacy* und multidimensionale *Scientific Literacy*.

Nominale *Scientific Literacy*: Die SchülerInnen verbinden Begriffe und Themenbereiche mit dem Bereich Naturwissenschaft. Diese Assoziationen und Vorstellungen beschreibt Bybee (2002) allerdings als fehlerhaft, naiv und unvollständig. Naturwissenschaftliche Phänomene werden unangemessen erklärt.

Funktionale *Scientific Literacy*: Die SchülerInnen können naturwissenschaftliche und technische Begriffe angemessen verwenden (Bybee 2002). Für den Unterricht bedeutet das, dass die SchülerInnen, differenziert nach Alter und Bildungsniveau, naturwissenschaftliche und technische Fachbegriffe lesen und schreiben können. Im naturwissenschaftlichen Unterricht herrscht oftmals eine Überbetonung von Vokabelwissen (Bybee 2002).

Konzeptionelle und prozedurale *Scientific Literacy*: Zu *Scientific Literacy* gehören mehr als Fachvokabular und Faktenwissen über Naturwissenschaft und Technik. Die SchülerInnen

verfügen über Wissen über die Verfahren und Prozesse, die naturwissenschaftlichem Wissen zugrunde liegen und können unterschiedliche Disziplinen der Forschung in Beziehung bringen (Bybee 2002). Sie verstehen die Konzepte und Prozesse der Naturwissenschaft (Bybee 2002). SchülerInnen sind fähig, naturwissenschaftliche Fragen zu stellen und Fragen zu verstehen (Bybee 2002). In den 60ern sprach man in diesem Zusammenhang von „Prozesse der Naturwissenschaft“ (Bybee 2002).

Multidimensionale Scientific Literacy: Auf diesem Niveau bzw. dieser Stufe besitzen die SchülerInnen ein Grundverständnis über das Wesen von Naturwissenschaft und Technik und darüber hinaus auch ihre Position im persönlichen und sozialen Leben. Sie begreifen Naturwissenschaft auch in einem sozialen Kontext (Bybee 2002). Naturwissenschaft existiert innerhalb der Gesellschaft und ist eng mit ihr verknüpft. Die SchülerInnen sollen in Bezug auf ihr persönliches Leben und auf die Gesellschaft die Möglichkeiten und die Grenzen der Naturwissenschaft kennen (Bybee 2002).

SchülerInnen sollen auch *„Perspektiven von Naturwissenschaft und Technik (...) entwickeln, die die Geschichte naturwissenschaftlicher Ideen, das Wesen von Naturwissenschaft und Technik sowie die Rolle von Naturwissenschaft und Technik im persönlichen Leben und der Gesellschaft einbeziehen“* (Bybee 2002, S.29ff).

Historisch gesehen wurden manche Disziplinen bzw. manche Stufen stark betont und wurden im Unterricht in den Vordergrund gestellt (Bybee 2002).

Um die Qualität des Unterrichts zu steigern, orientiert man sich zunehmend an Bildungsstandards, die vorgeben, welche Anforderungen die SchülerInnen in der jeweiligen Jahrgangsstufe erfüllen sollen (Hammann 2004). Es sollen Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung vermittelt werden – ein Anliegen, das in Deutschland seitens der Bildungsstandards explizit gefordert wird (Hammann 2004). Man wendet sich immer mehr von der Input-Orientierung ab und zur Output-Orientierung hin. Es werden nicht mehr konkrete Inhalte vorgegeben, sondern die Fähigkeiten und Kompetenzen, die es zu erwerben gilt, werden festgelegt. Bildungsstandards formulieren demnach *„Erwartungen über das, was in den naturwissenschaftlichen Fächern gelernt und gelehrt werden soll und fokussieren den Blick auf das Können der Lernenden“* (Hammann 2004, S.196).

Die nationalen Bildungsstandards und Kompetenzmodelle für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsgegenstände z.B. in Deutschland, Österreich oder USA, möchten die Ergebnisse und Erkenntnisse von PISA 2006 berücksichtigen (Hammann 2004) und eine *„normativ erfahrungsbasierte Weiterentwicklung der Lehrpläne und Unterrichtsziele“* (Lembens, Weiglhofer et al. 2009) erreichen. Anstoß dafür dürften auf der einen Seite die Ergebnisse diverser Vergleichsstudien, wie PISA oder TIMSS sein und auf der anderen Seite das Vorgehen der didaktischen Forschung im Ausland, speziell im angloamerikanischen Raum (Priemer 2006).

Vor dem Hintergrund der *National Science Education Standards* (1996) wird von den SchülerInnen erwartet, dass sie wissenschaftliche Fragen entwickeln und anschließend Versuchsdurchführungen entwickeln können um entsprechende Daten zu erlangen (Lederman and Lederman 2012).

Im Zusammenhang mit *Scientific Literacy* stößt man immer wieder auf den Begriff „Kompetenz“, denn die naturwissenschaftliche Bildung - die es zu erwerben gilt - wird durch diverse Kompetenzen festgelegt (Gräber, Nentwig et al. 2002b; Hammann 2004). Die Festlegung von Bildungsstandards erfordern die Formulierung von erwünschten naturwissenschaftlicher Kompetenzen, welche angemessene und sachkundige Ansichten über die Fachrichtung einschließen (Hammann 2004; Priemer 2006). Im Hinblick auf zahlreiche (internationale) Diskussionen wird klar, dass eine starke Tendenz vorliegt, *Scientific Literacy* als Bündel von Kompetenzen zu begreifen. Aus diesem Grund findet sich bei Gräber, Nentwig et al. (2002b) die Idee, *Scientific Literacy* als Schnittmenge verschiedener Kompetenzen darzustellen.

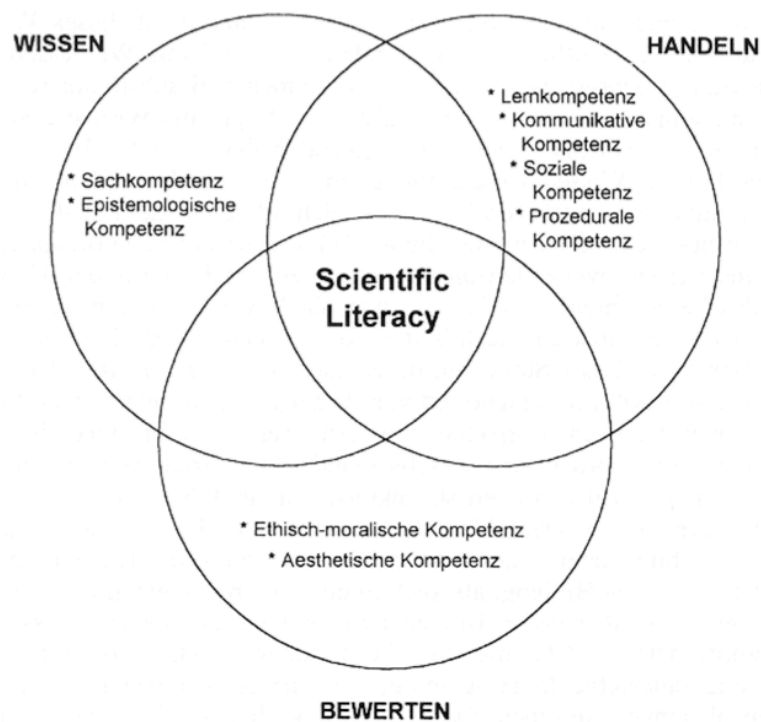


Abbildung 1: Scientific Literacy als Schnittmenge verschiedener Kompetenzen (Gräber, Nentwig et al. 2002b, S. 137).

Zu den Kompetenzen gehört neben einem Wissen *im* Fachbereich auch ein Wissen *über* einen Fachbereich (Gräber, Nentwig et al. 2002b; Hammann 2004; Lembens, Weiglhofer et al. 2009). Damit sind die Epistemologie und Soziologie von Wissenschaft (Priemer 2006) und wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen gemeint – also das Wesen der Naturwissenschaft (*Nature of Science* – NOS).

Nach Gräber und Nentwig (2002a) wird *Scientific Literacy* als naturwissenschaftsbezogener Anteil der Bildung eines Individuums gesehen, die als die Voraussetzung für menschliches Verhalten postuliert wird. Jedes Individuum braucht gewisse Handlungsfähigkeiten, Bewertungsmöglichkeiten und einen bestimmten Wissensstock, die in der oberen Grafik als Kompetenzen bezeichnet werden (Gräber, Nentwig et al. 2002b).

In der Naturwissenschaftsdidaktik herrscht wenig Einigkeit darüber ob Fakten wichtiger sind als die Frage, wie sie erlangt werden (Shamos 2002). Ohne Frage ist die Aneignung von Sachkompetenz unabdingbar (Gräber, Nentwig et al. 2002b; Duschl and Grandy 2008).



Darunter versteht man grundsätzlich den Erwerb von Fachvokabular, fundamentale Fakten und Größenordnungen und im weiteren Sinn ein konzeptuelles Verständnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge (Gräber, Nentwig et al. 2002b).

Das Verständnis über die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Fähigkeiten dieses Wissen zu entwickeln geht tiefer als das simple Lernen des begrifflichen Rahmens (Gräber, Nentwig et al. 2002b). Dieses Wissen *über* die Wissenschaft (*knowledge about science*) ist nicht zu verwechseln mit wissenschaftlichem Wissen selbst (*scientific knowledge*), also dem Wissen über die natürlichen Phänomene (Driver, Leach et al. 1996).

*„Neben dem Wissen um die Sache selbst gehört zur naturwissenschaftlichen Bildung die Kenntnis davon, wie dieses Wissen erzeugt wird, welche Fragen mit naturwissenschaftlichen Methoden bearbeitet werden können und welche nicht, und daß auch die vermeintliche Objektivität dieses Wissen durch außerwissenschaftliche Einflüsse relativiert sein kann“* (Gräber, Nentwig et al. 2002b, S.138).

Summa summarum ist von *wissenschaftstheoretischer Kompetenz* die Rede (Gräber, Nentwig et al. 2002b). Dazu wird auch die historische Betrachtung gezählt. Denn es ist nun mal so, dass menschliches Wissen und menschliches Handeln nicht voneinander zu trennen sind (Gräber, Nentwig et al. 2002b). Sie bedingen sich gegenseitig, und diese gegenseitige Verknüpfung muss auch in der Schule beim Wissenserwerb berücksichtigt werden (Bybee 2002).

SchülerInnen sollten in den Besitz dieser erwähnten Kompetenzen gelangen. Sie sollten naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen und für das Treffen von Entscheidungen wissenschaftliche Evidenz (wird von Experten generiert und kommuniziert) nutzen (Höttecke 2012). Eine Formulierung dazu findet sich in Österreich auch im Lehrplan des Unterrichtsfachs Biologie und Umweltkunde der AHS-Oberstufe:

*„Die Schülerinnen und Schüler sollen Wissen und Kompetenzen erwerben, die sie in Hinblick auf zukünftige Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungen qualifizieren. Werte und Normen, Fragen der Verantwortung (Bioethik) bei der Anwendung naturwissenschaftlicher bzw. biologischer Erkenntnisse sollen thematisiert werden“* (Lehrplan AHS-Oberstufe Biologie und Umweltkunde).

Von den Experten generiertes Wissen wird über die Medien kommuniziert. Die Aufgabe der Politik wäre es, Unsicherheiten zu Sicherheiten zu modifizieren (Höttecke 2012).

SchülerInnen sollen einschätzen können, welche Formen der Vermittlung wissenschaftlicher Entdeckungen als glaubhaft angesehen werden können (Allchin 2011). SchülerInnen sollen lernen: *„what, or whom, to trust“* (Allchin 2011, S.521; vgl. Driver, Leach et al. 1996). Die Fähigkeiten im Bewerten von Glaubwürdigkeit muss geschult werden (Allchin 2011; Höttecke 2012). In der modernen Gesellschaft, in der Wissen über hochspezialisierte Technologien auf wenige Experten verteilt ist, ist es wichtig, dass die Lernenden ein Gespür für die Bewertung und Glaubwürdigkeit von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen erlangen (Allchin 2011). In einem Vortrag gibt Höttecke (2012) ein anschauliches Beispiel, um die Rolle des Experten zu verdeutlichen. Er fragt, wie man als Laie naturwissenschaftliche Experten, beispielsweise im Zusammenhang mit Klimawandel, beurteilen kann. Der Laie kann die Klimamodelle des Potsdam-Institutes für Klimaforschung nicht nachrechnen, aber er kann einordnen, ob der Wissenschaftler oder die Wissenschaftlergruppe Zustimmung, Anerkennung und Glaubwürdigkeit genießt (Höttecke 2012).

Höttecke (2012) nennt einige Merkmale, die von Laien als Kennzeichen wissenschaftlicher Expertise erkennbar sind, wie z.B. das Verfügen über Forschungsmittel und weitere Ressourcen, Publikationen in bedeutenden wissenschaftlichen Journalen und Handbüchern, Anerkennung der Expertise durch andere WissenschaftlerInnen, häufiges Zitieren durch andere WissenschaftlerInnen, Preise und Auszeichnungen, guter Ruf innerhalb der Forschergemeinschaft (*scientific community*), wissenschaftssoziologische Kriterien und Zeugenschaft bewirkt Geltung.

Das Prinzip der Zeugenschaft findet bis heute Niederschlag, z.B. durch Publikationen in wissenschaftlichen Journalen und durch Darbringung in der *scientific community*.



Abbildung 2: Hans Christian Oersted demonstriert die Beziehung von Elektrizität und Magnetismus.

Wie bereits erwähnt wird die Rolle von *Nature of Science* (NOS) für die Bildung hoch eingeschätzt. Zum Erwerb von NOS werden verschiedene Lernumgebungen in der Literatur diskutiert. Es gibt unterschiedliche Ansätze, wie *Nature of Science* am besten im Unterricht vermittelt werden soll. Grundsätzlich wird die Meinung vertreten, dass implizite Ansätze wirkungslos sind. Nach meinem Literatur-Überblick sind (authentisches) forschendes Lernen und der historisch-philosophische Ansatz die beiden am häufigsten verwendeten Lernumgebungen.

Der philosophisch-historische Ansatz wird als effektiv erachtet (Höttecke, Henke et al. 2010; Höttecke and Silva 2011). Nach Höttecke (2001b) müsste ein Lernbereich zu NOS die „historischen, sozialen, gesellschaftspolitischen, ökonomischen und kulturellen Aspekte von Naturwissenschaften“ (Höttecke 2001b, S.19) anstreben. Nach Allchin (2011) helfen Methoden und Techniken, die historische Aspekte von Wissenschaftsverständnis beinhalten, die Vorstellungen zu NOS zu verbessern.

Schwartz, Lederman et al. (2004) und Sadler, Burgin et al. (2010) betonen die Relevanz von (authentischen) *inquiry* Erfahrungen für die Erlangung eigener Forschungskompetenz und eines angemessenen Verständnisses von NOS.

*„(...) There is much evidence that NOS is best taught within a context of scientific inquiry or activities that are reasonable facsimiles of inquiry“ (Lederman 2007, S.835).*

Authentische Lernumgebungen vermitteln ein realistischeres Bild von naturwissenschaftlicher Forschung. Werden SchülerInnen in wissenschaftliche Arbeitsprozesse in authentischen Lernumgebungen eingebunden fördert das das Lernen über das Wesen der Naturwissenschaft (Sadler, Burgin et al. 2010). Piaget behauptet, dass die kindlichen Vorstellungen von Dingen, von Raum und Zeit konstruiert sind durch Handlungen und Einwirkungen in der Welt, und die Verinnerlichung dieser Handlungen (Driver, Leach et al. 1996). Wissen wird aufgestellt in den Kontexten in denen Lernen und Einübung passiert (Sadler, Burgin et al. 2010).

*“Situated accounts of knowing and learning based on sociocultural theories suggest that knowledge tends to be highly contextualized and strongly associated with the situations in which it occurs. Science learned in highly structured classroom environments may become bound to those formal settings and exert very restricted influence on students’ experiences and thinking beyond the confines of schools“ (Sadler, Burgin et al. 2010, S. 235).*

Fest steht, dass im traditionellen naturwissenschaftlichen Unterricht wenig über NOS vermittelt wird.

Es fällt auf, dass in den unteren Klassen bei den Kindern große Begeisterung für naturwissenschaftliche Phänomene herrscht. In den höheren Klassen, die zum Teil von besser ausgebildeten LehrerInnen unterrichtet werden, ist von dieser Begeisterung nur mehr wenig zu spüren (Shamos 2002).

Shamos (2002) gibt für dieses Phänomen zwei Gründe an. Erstens: Die SchülerInnen, die erwachsen werden, bemerken durch ihr familiäres Umfeld, dass es nicht unbedingt nötig ist, naturwissenschaftlich gebildet zu sein, um etwas im Leben zu erreichen. Als zweiten Grund nennt er das naturwissenschaftliche Curriculum, das möglicherweise abschreckend wirkt.

Der im österreichischen Schulsystem vorherrschende Unterricht lässt wenig Platz sich Wissen über naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen anzueignen. Nach Heymann (1996) sollten Allgemeinbildende Schulen das Kerngeschäft des Unterrichtens auf eine „Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch“, die „Entfaltung von Verantwortungsbereitschaft“ oder eine „Stärkung des Schüler-Ichs“ lenken (Heymann 1996). Die „naturwissenschaftliche Geisteshaltung“ oder Denkweisen, die Dewey forderte, wird in den Schulen wenig gefördert.

Das österreichische Schulsystem verharret in traditionellen Unterrichtsformen (Stadler, Lembens et al. 2009), dem Wesen der Naturwissenschaft (NOS) wird üblicherweise im Unterricht kaum Aufmerksamkeit geschenkt. Im Rahmen der fünfzigminütigen Unterrichtseinheit wird die Akkumulation von Wissen gefördert. Noch immer herrscht die input-orientierte Vorgehensweise vor und der/die LehrerIn vermittelt Fachwissen, das im Lehrplan für die jeweilige Schulstufe vorgegeben ist (Lehrplan-AHS-Oberstufe 2008). Die SchülerInnen werden mit naturwissenschaftlichen Unterrichtsstoff konfrontiert, quasi mit den herkömmlichen Inhalten der Naturwissenschaften, wie Gesetzen und Theorien (Shamos 2002). Über die Prozesse, wie wir zu diesem Wissen kommen und gekommen sind, hören die

SchülerInnen im Unterricht wenig (Shamos 2002). Dem naturwissenschaftlichen Unterricht wird der Vorwurf der Faktenanhäufung unterstellt, und dass (vor allem im Physikunterricht) der Vielwisserei gegenüber dem Verstehen Vorschub geleistet wird (Höttecke 2001b). Nach Shamos (2002) sieht die Allgemeinheit die Naturwissenschaft als „hübsches Paket“ bestehend aus Fakten, Theorien und Gesetzen an. Biologie, Chemie und Physik werden in der Schule als Pakete vollgepackt mit Wissen dargebracht (Shamos 2002). Die Jugendlichen brauchen diese fertigen Pakete nur nehmen und aufmachen. Wissen erhält den Charakter einer Ware (vgl. Höttecke 2001b) und die SchülerInnen werden zu reflexionslosen Konsumenten degradiert (vgl. Pukies 1981, nach Höttecke 2001b). Dabei geht aber verloren: Was macht Naturwissenschaft, wie wird sie praktiziert und vor allem warum (Shamos 2002)? Shamos (2002) ist der Ansicht, dass besonders für Laien ein Verständnis des „wie“ in der Naturwissenschaft sinnvoller sein kann als detaillierte Fakten (vgl. Driver, Leach et al. 1996).

*„Das Erlernen fachsystematischer Inhalte und Methoden führt noch nicht zu einem Wissen über die Naturwissenschaften und ihrer Bedeutung in unserer naturwissenschaftsgeprägten und technisierten Lebenswelt“ (Höttecke 2001b, S.15).*

Diese Überbetonung von „Vokabelwissen“ im naturwissenschaftlichen Unterricht ist also noch immer vorherrschend (Bybee 2002). Die SchülerInnen müssen unzählige Fachbegriffe lernen, die Zusammenhänge, die die Naturwissenschaft eigentlich ausmacht, werden in den Hintergrund gedrängt. Höttecke schließt daraus, dass *„die Lernenden sich mit Inhalten auseinandersetzen müssen, die sie selbst nur schwer mit Sinn besetzen können“* (Höttecke 2001b, S.7).

Um das Interesse der SchülerInnen zurückzugewinnen, muss ein anderer Weg eingeschlagen werden. Wird das Curriculum geändert, könnte mehr Raum für das Konstrukt NOS geschaffen werden, das als Hoffnungsträger gilt, der unsere Kinder und Jugendlichen zu besseren Entscheidungsmachern formen sollte (Allchin 2011).

Dieser neue Ansatz könnte sich weniger mit den Inhalten, vermehrt aber auf den Prozess und die kulturellen Aspekte in den Naturwissenschaften fokussieren. Es sollte *Anerkennung für* oder *Bewusstsein von Naturwissenschaft* erreicht werden (Shamos 2002). Die Rede ist aber nicht von einer emotionalen Anerkennung, sondern von einer Wertschätzung auf einer alltäglichen, praktischen Ebene (Shamos 2002). Ein Bewusstsein von Prozessen der Naturwissenschaft in der Gesellschaft sollte angestrebt werden.

Der moderne Naturwissenschaftsunterricht soll nicht mehr bloß Fakten vermitteln, sondern er soll den SchülerInnen die Möglichkeit bieten, naturwissenschaftlich orientiert zu arbeiten und ein Verständnis über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen zu erlangen (vgl. Lehrplan AHS-Oberstufe Biologie und Umweltkunde).

*„Die Schülerinnen und Schüler sollen Einblicke in ausgewählte Forschungsschwerpunkte der modernen Biowissenschaften erhalten und damit auch Verständnis für biologische bzw. naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erwerben. Sie sollen – auch im Sinne einer Studienvorbereitung für naturwissenschaftliche Fachrichtungen – verstehen, welche Aussagekraft biologische bzw. naturwissenschaftliche Experimente besitzen und wo deren Grenzen liegen“* (Lehrplan AHS-Oberstufe Biologie und Umweltkunde).

### **3. Was ist Nature of Science und was nicht**

Unumstritten ist das Konstrukt Nature of Science (NOS) ein wichtiges Ziel für das Lernen über naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung (Höttecke 2001a; Osborne 2003; Lederman 2007) und NOS gilt wiederum als kritische Komponente von *scientific literacy* (Driver, Leach et al. 1996; Schwartz, Lederman et al. 2004; Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011).

*Nature of Science*, was ins Deutsche übersetzt so viel wie die *Natur* oder das *Wesen der Naturwissenschaft* bedeutet, bezeichnet die Kennzeichen naturwissenschaftlichen Wissens und charakteristische Merkmale der Erkenntnisgewinnung (Driver, Leach et al. 1996; Höttecke 2001b; Lederman et al. 2002; Osborne et al. 2003; Hofheinz 2008).

Es geht demnach beim Diskurs über Naturwissenschaften um

*„eine Reflexion über Methoden in Form einer Methodologie, die Wertvorstellungen der Forschergemeinschaft, die zur Entwicklung des wissenschaftlichen Wissens führen, ein Nachdenken über den epistemologischen Status naturwissenschaftlichen Wissens sowie kulturelle und gesellschaftliche Implikationen. Kurzum: Die Idee einer nature of science rekurriert auf erkenntnistheoretische, wissenschaftstheoretische, wissenschaftsethische sowie auf geltungstheoretische Aspekte und bezieht sich metasprachlich auf den Objektbereich der Naturwissenschaften“* (Hofheinz 2008, S.62ff).

Es werden auch die Werte und Überzeugungen, die naturwissenschaftlichem Wissen anhaften und die Entwicklung dieses Wissens zu NOS gezählt (Schwartz, Lederman et al. 2004; Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011). Grundsätzlich gehört zu NOS die Epistemologie und Soziologie von Wissenschaft (Priemer 2006), Wissenschaft quasi als „*a way of knowing*“ (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Duschl and Grandy 2008; Deng, Chen et al. 2011). Bei epistemologischen Überzeugungen geht es um subjektive Sichtweisen und Annahmen über *Genese, Ontologie, Bedeutung, Rechtfertigung* und *Gültigkeit* von Wissen (Priemer 2006, S.160). Epistemologische Überzeugungen sind die Grundauffassungen gegenüber Wissenschaft (Priemer 2006).

Anfang des 19.Jahrhunderts verstand man unter dem Wissen über die Naturwissenschaft dasselbe wie die wissenschaftliche Methode (Deng, Chen et al. 2011). Diese „traditionelle“ erkenntnisgewinnende Beschreibung wurde in den 70ern unter dem Einfluss von Thomas Kuhn erweitert, und es wurden auch soziale Bereiche, wie Werte und Überzeugungen dazugezählt. Seit den 70ern kamen demnach spezifische Eigenschaften von wissenschaftlichem Wissen, wie beispielsweise, dass es provisorisch, empirisch, ganzheitlich, usw. ist, dazu (Deng, Chen et al. 2011). Darüber hinaus wurden auch psychologische und soziokulturelle Faktoren, wie beispielsweise die Rolle des persönlichen Hintergrunds des Wissenschaftlers oder Kreativität und Phantasie, hinzugefügt (Deng, Chen et al. 2011).

Ursprünglich wurde in den 1960er Jahren die Bezeichnung „*nature of scientific knowledge*“ verwendet, in den 1980ern wurde sie dann durch „*nature of science*“ ersetzt (Lederman and Lederman 2012). Dieser Wandel hat zu einem Durcheinander der Bezeichnungen „*nature of scientific knowledge*“ und „*nature of science*“ und zur Verschmelzung von „*nature of science*“ und „*scientific inquiry*“ geführt (Lederman and Lederman 2012).

Die Fachdidaktiker sind sich uneinig darüber, ob *scientific inquiry* ein Bestandteil von NOS ist oder nicht (Deng, Chen et al. 2011). Beispielsweise nehmen Duschl und Grandy (2008) keine Unterscheidung vor. Beide Konstrukte, obwohl verschieden, stehen doch in enger Verbindung (siehe Abb. 3) (Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011). *Scientific inquiry* umfasst Methoden und wissenschaftliche Aktivitäten welche zur Hervorbringung von wissenschaftlichem Wissen führen (Schwartz, Lederman et al. 2004). Dazu gehören wissenschaftliche Tätigkeiten, wie das Aufstellen von Hypothesen, das Beobachten, das Sammeln, Interpretieren und Analysieren von Daten und das Ziehen von Schlüssen und Folgerungen (Schwartz, Lederman et al. 2004; Deng, Chen et al. 2011; Lederman and Lederman 2012). Das Konstrukt NOS hingegen bezieht sich auf die epistemologische Untermauerung dieser wissenschaftlichen Tätigkeiten (Deng, Chen et al. 2011).

Für die Unterscheidung von *scientific inquiry* und NOS denkt man bei ersterem an eine Reihe von Aktionen unternommen um grundlegende Probleme bezüglich der Theorie von der wissenschaftlichen Methode anzusprechen, welche durch das letztere (NOS) verursacht wurden (Abd-El-Khalick 2012b). Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) führen hier ein Beispiel an: Beobachten und Hypothesen aufstellen sind Angelegenheiten des Wissenschaftsprozesses (*scientific inquiry*). Das Verstehen, dass unser Wahrnehmungsapparat uns zu diesen Beobachtungen zwingt, dass die Generierung von Hypothesen Vorstellungskraft und Kreativität benötigt und dass beide Aktivitäten theoriebeladen sind, gehört dem Feld NOS an (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Wir wissen nämlich heute, dass das, was wir sehen und *wie* wir etwas betrachten, beeinflusst wird von dem, was wir bereits wissen (Duschl and Grandy 2008).

Trotz der Überlappung und Wechselwirkung von NOS und wissenschaftlichen Prozessen, muss man sie doch von einander unterscheiden (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Nach Deng, Chen et al. (2011) sehen viele ForscherInnen NOS und *scientific inquiry* als untrennbar ineinander greifend an. Sowohl NOS als auch *scientific inquiry* sind für SchülerInnen von Belang (Schwartz, Lederman et al. 2004). Das Verständnis von beiden Lehren gilt als Kern von *scientific literacy* (American Association for the Advancement of Science [AAAS] 1993; National Research Council [NRC] 1996).

*“In a basic form, the intercept of these domains of knowledge (NOS, scientific inquiry, traditional science subject matter), along with an understanding of the utility of that knowledge to the individual and society, represents the conceptual basis for a scientifically literate individual”* (Schwartz, Lederman et al. 2004, S.611).

Die beiden Konstrukte, *scientific inquiry* und *Nature of Science*, werden für die Entwicklung von Kompetenzmodellen miteinbezogen.

Obwohl die BildungswissenschaftlerInnen die Rolle von *Nature of Science* in der wissenschaftlichen Bildung hoch einschätzen (Allchin 2011; Lederman and Lederman 2012) herrscht aus naturwissenschaftsphilosophischer Sicht noch immer Uneinigkeit über die eindeutige Definition (Driver, Leach et al. 1996; Schwartz, Lederman et al. 2004; Deng, Chen et al. 2011; Lederman and Lederman 2012; Abd-El-Khalick 2012b) und die Bedeutung von *adequate* bzw. *sophisticated*<sup>1</sup> Vorstellungen zu NOS (Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011).

---

<sup>1</sup> Deng, Chen et al. (2011) und Sadler, Burgin et al. (2010) verwenden den Begriff „sophisticated“, Lederman (2007) spricht von „adequate“.

Es wurde versucht, die Kernaspekte von NOS zu definieren und das Resultat ist, dass es eine anerkannte Gültigkeit hinsichtlich nur einiger Aspekte von *Nature of Science* seitens der Naturwissenschaftsdidaktiker gibt (Schwartz, Lederman et al. 2004; Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011).

Allchin (2011) kritisiert diese Listen über die Kernaspekte von NOS, im Hinblick darauf, dass das Treffen von persönlichen und gesellschaftsbezogenen Entscheidungen kaum thematisiert wird. Ein anderer Hinweis kommt von Abd-El-Khalick (2012a, 2012b). Es gibt noch genügend umstrittene Aspekte von NOS, darauf weisen viele Kritiker häufig hin, und diese dürfen nicht stillgeschwiegen werden. Trotzdem plädiert Abd-El-Khalick (2012 a, 2012b) aufgrund des Mangels an Klarheit über das Wesen des Konstrukts NOS (Deng, Chen et al. 2011) für ein zusammenhängendes breites Gerüst. Solch ein Gerüst soll Diskurse, Uneinigkeiten und Zusammenarbeit von ForscherInnen erleichtern und erlaubt ihnen die Arbeit von anderen Kollegen zu analysieren, kritisieren und auch darauf aufzubauen (Abd-El-Khalick 2012b). Erst dieser derzeitige Rahmen, dieser zentrale Kern, der von sieben anerkannten *key aspects* gebildet wird, ermöglicht es, über NOS zu diskutieren. Abd-El-Khalick (2012 a, 2012b) weist darauf hin, dass wir diesen zentralen Kern brauchen.

Anders verhält es sich um spezielle Angelegenheiten NOS betreffend, hier weichen die Meinungen von Philosophen, Soziologen und Historikern zum Teil weit auseinander (Ryder, Leach et al. 1999; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Priemer 2006; Abd-El-Khalick 2012a; Abd-El-Khalick 2012b). Aus naturwissenschaftsphilosophischer Sicht existieren unterschiedliche Ansichten darüber, was das Wesen der Naturwissenschaften ausmacht. Innerhalb jeder akademischen Disziplin sind die Deutungen von Naturwissenschaft aufgegliedert und demnach auch das Verständnis von *Nature of Science* unterschiedlich (Höttecke 2001b; Priemer 2006).

Hinzu kommt, dass sich die Konstrukte von NOS analog zum naturwissenschaftlichen Wissen verhalten – beide sind provisorisch und dynamisch (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Schwartz, Lederman et al. 2004; Abd-El-Khalick 2012b). Die Vorstellungen zu NOS sind demnach ebenso provisorisch wie wissenschaftliches Wissen selbst (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Wissenschaftliches Wissen über Wissenschaft ändert sich und dadurch auch die Konstrukte zum Wesen des wissenschaftlichen Wissens (Schwartz, Lederman et al. 2004).

Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) sprechen immer von der Phrase „Nature of Science“, nie von *einem* „Nature of Science“. Diese Autoren und auch Deng, Chen et al. sind der Ansicht, dass es kein singuläres NOS und keine absolute Einigkeit darüber gibt, was diese Phrase eigentlich speziell meint (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Deng, Chen et al. 2011). Es gibt demnach keinen Konsens über „the“ *Nature of Science*. Das Idiom ist nicht konkret bestimmt (Höttecke 2001b; Priemer 2006) und das Konstrukt NOS erscheint äußerst heterogen (Höttecke 2001b).

Anfangs erscheint diese unkonkrete Bestimmung der Phrase möglicherweise mangelhaft, aber eigentlich ist es durchaus ein Vorteil, denn was „*Naturwissenschaft sei, wie sie arbeitet, welche Einflüsse eine Rolle spielen, und welche Parameter ihre Dynamik und Entwicklung beschreibbar machen, ist weder eindeutig festgelegt noch festlegbar*“ (Höttecke 2001b, S.19). Nach Höttecke (2001b) eignet sich der Begriff NOS deshalb besser dafür eine Richtung des Fragens zu bezeichnen, wobei er auch meint, dass sich die Frage nicht eindeutig

beantworten, sondern nur umkreisen lässt. Je nach Blickrichtung bzw. aus welcher akademischen Perspektive diskutiert wird, ergeben sich unterschiedliche Antworten (Höttecke 2001b).

Ebenso Hofheinz (2008). Er hat statt einer Definition, Fragen formuliert, welche kennzeichnend für Diskurse über *Nature of Science* sind (Hofheinz 2008, S.62):

- *Was unterscheidet Naturwissenschaften von anderen Disziplinen?*
- *In welchen Zusammenhängen stehen Naturwissenschaften, Technik und Gesellschaft?*
- *Welche Denk- und Arbeitsmethoden kennzeichnen Naturwissenschaften?*
- *Welchen epistemologischen Status hat naturwissenschaftliches Wissen?*
- *Welche Wege der Erkenntnisgewinnung werden in den Naturwissenschaften besprochen?*
- *Welchen Status haben naturwissenschaftliche Hypothesen, Gesetze, Theorien?*

Diese Fragenliste ist – ohne eine bestimmte wissenschaftstheoretische Stellung einzunehmen – kaum beantwortbar (Hofheinz 2008). Es zeigt sich, dass bezüglich der Idee von *Nature of Science* weniger eine in den Naturwissenschaften übliche Nominaldefinition, und viel mehr eine *Gebrauchsdefinition* (Hofheinz 2008) sinnvoll erscheint. Anders formuliert, eine genaue Definition tritt zugunsten einer Umschreibung in den Hintergrund (Smith et al. 1999, nach Höttecke 2001b).

Denen, die NOS erforschen und unterrichten, ist klar, dass NOS ein „moving target“ sein kann bzw. muss (Lederman 2007). Bei der herrschenden Uneinigkeit hinsichtlich NOS ist es schwierig für diejenigen, die dieses Bildungsziel vermitteln sollen, abzuwägen, was und wie sie es unterrichten sollen (Abd-El-Khalick 2012a). Wichtig ist trotzdem, dass die SchülerInnen die Belege für derzeitiges Wissen über natürliche Phänomene verstehen und genauso sollte es um NOS stehen. Sie sollen Bescheid wissen, wie es zu den derzeitigen Ansichten bezüglich NOS gekommen ist (Lederman 2007).

Es gibt Wissen über Inhalte und Methoden der Wissenschaft. Dieses Wissen enthält Gesetze, Theorien, Modelle, Ideen und experimentelle Techniken von WissenschaftlerInnen.

Es gibt auch Wissen darüber, wie WissenschaftlerInnen wissenschaftliches Wissen entwickeln und nutzen: wie entscheiden WissenschaftlerInnen welchen Fragen sie nachgehen, wie sammeln und interpretieren sie Daten. Dieses Wissen wird als Wissen über *Nature of Science* bezeichnet.

Individuen verbinden NOS oftmals mit wissenschaftlichen Prozessen. Sie sehen wissenschaftliche Prozesse als Aktivitäten verbunden mit der Sammlung und Interpretation von Daten und der Herleitung von Schlussfolgerungen an (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Mayer (2007) hat die wissenschaftlichen Prozesse mit *Nature of Science* und handwerklichen Aktivitäten in Beziehung gesetzt (Abb. 3). Wie man der Grafik von Mayer (2007) entnehmen kann, beschäftigt sich NOS mit den Werten und epistemologischen Vermutungen auf denen diese Aktivitäten basieren (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011). Bei NOS geht es um das Wissenschaftsverständnis (siehe Abb. 3).



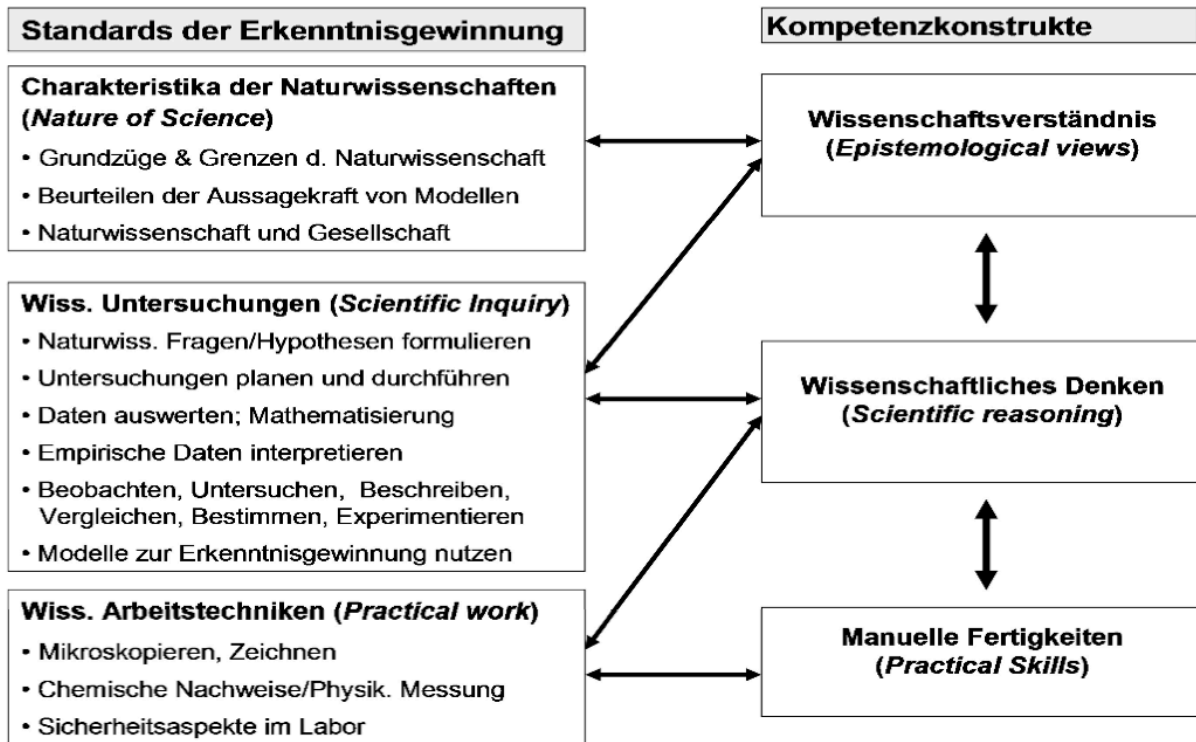


Abbildung 3: Rahmenkonzept wissenschaftlicher Kompetenzen (Mayer 2007, S.178).

### 3.1. Lernbereich Nature of Science - Was SchülerInnen wissen sollten

Es wurde bereits erwähnt, dass es keine Einigkeit über die genau Definition von NOS gibt (Driver, Leach et al. 1996; Schwartz, Lederman et al. 2004; Deng, Chen et al. 2011; Lederman and Lederman 2012; Abd-El-Khalick 2012b). Das Problem, das sich daraus ergibt, liegt bei den Benchmarks vom Verständnis von NOS, denn hier müssen die Charakteristika festgeschrieben sein, welche Vorstellungen von NOS als sachkundig, *adequate* oder *sophisticated*<sup>2</sup> gelten, und welches Verständnis von NOS als naiv und ungenau gilt (Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011; Abd-El-Khalick 2012b). Dieses Problem hat beträchtliche Auswirkungen auf die Erhebung und Beurteilung von Vorstellungen der SchülerInnen zu NOS und auf die Entwicklung von Curricula (Abd-El-Khalick 2012b).

Ein Lernbereich über das Wesen der Naturwissenschaften müsste die „*historischen, sozialen, gesellschaftspolitischen, ökonomischen und kulturellen Aspekte von Naturwissenschaften*“ (Höttecke 2001b, S.19) anstreben. Er müsste die Prozesshaftigkeit untermauern, wobei damit keinesfalls gemeint ist, dass das Erlernen von Fachinhalten dadurch ausgeschlossen wird (Höttecke 2001b; Duschl and Grandy 2008). Das Ziel wäre, den Prozess vor die Fachinhalte zu stellen. Vordergründig sind die Fragen nach dem wozu, warum, wie und für wen (Höttecke 2001b).

<sup>2</sup> Deng, Chen et al. (2011) und Sadler, Burgin et al. (2010) verwenden den Begriff „sophisticated“, Lederman (2007) spricht von „adequate“.

Die Frage nach den Benchmarks über das Verständnis von *Nature of Science* war bereits Thema zahlreicher Debatten von Historikern, Philosophen und Wissenschaftssoziologen (Abd-El-Khalick 2012a). *History, philosophy and sociology of science* (HPSS) werden als Hauptquelle für die Herleitung eines Verständnisses von NOS betrachtet (Abd-El-Khalick 2012a).

*“The nature of science is a fertile hybrid arena which blends aspects of various social studies of science including the history, sociology, and philosophy of science combined with research from the cognitive sciences such as psychology into a rich description of what science is, how it works, how scientists operate as a social group and how society itself both directs and reacts to scientific endeavors”* (McComas, Clough et al. 1998, S. 4).

Zwar gibt es aus naturwissenschaftsphilosophischer Sicht verschiedene Ansichten darüber, was die Natur der Naturwissenschaften ausmacht, doch die Naturwissenschaftsdidaktiker sind sich weitgehend einig hinsichtlich bestimmter Aspekte von NOS (Lederman, Mc Comas 1998, Osborne 2003).

Neben so viel herrschender Uneinigkeit, gibt es also doch eine anerkannte Gültigkeit, welche Aspekte von NOS in der Schule vermittelt werden sollten (Driver, Leach et al. 1996; Schwartz, Lederman et al. 2004; Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011). Einige Aspekte bzw. Grundzüge verhalten sich nicht kontrovers, sondern werden schon seit längerem als wichtig für die naturwissenschaftliche Bildung der SchülerInnen erachtet (AAAS 1993; Lederman 2002; Osborne et al. 2003). FachdidaktikerInnen sind sich hinsichtlich etlicher Aspekte einig, dass sie relevant für den Alltag und damit für die Gesellschaft sind. Sollen NaturwissenschaftsdidaktikerInnen Aspekte von NOS nennen, deren Vermittlung im naturwissenschaftlichen Unterricht bzw. für das Curriculum relevant wäre, dann kommt es zu auffallend ähnlichen Ergebnissen (Abd-El-Khalick 2012a). Egal ob man Experten-Befragungen durchführt (Osborne et al. 2003) oder empirisch identifizierte Punkte über die Übereinstimmung hinsichtlich Wissenschaftserziehung ermittelt (McComas and Olson 1998), die verschiedenen Listen überlappen sich (Abd-El-Khalick 2012a).

Expertengruppen im bildungswissenschaftlichen Bereich haben sich explizit auf acht bis zehn Aspekte geeinigt, welche für die SchülerInnen relevant sind und in der Schule vermittelt werden sollten (McComas et al. 1998; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Osborne et al. 2003).

- 11 Aspekte (McComas and Olson 1998)
- 9 Aspekte (Osborne et al. 2003)
- 7 Aspekte (Lederman 2002; 2007)

Diese Aspekte repräsentieren Arbeiten von Fachdidaktikern und verkörpern die Studie von Wissenschaft durch eine philosophische, eine historische und eine soziologische Linse (Abd-El-Khalick 2012b).

*„Teaching and learning about NOS in science classrooms entail internalizing understandings about science derived from this body of scholarship“* (Abd-El-Khalick 2012, S.1056).

Obwohl die Ergebnisse zahlenmäßig unterschiedlich sind, gibt es eine hohe inhaltliche Übereinstimmung. Verschiedene Autoren nennen verschiedene Varianten, was SchülerInnen über NOS wissen sollten.

Lederman (2002; 2007; vgl. Lederman and Lederman 2012) nennt folgende sieben anerkannte Aspekte (*key aspects*):

Naturwissenschaftliches Wissen ist provisorisch<sup>3</sup> (also veränderbar), empirisch basierend (erfahrungsgemäß; es wird hergeleitet von Beobachtungen aus der Natur), subjektiv und theoriebeladen (es bezieht den persönlichen Hintergrund der Forschenden mit ein), teilweise das Produkt menschlicher Schlussfolgerungen, Vorstellungskraft und Kreativität (es bezieht die Erfindung von Erklärungen mit ein) und ist sozial und kulturell eingebettet. Wichtig ist nach Lederman (2002; 2007; vgl. Lederman and Lederman 2012) weiters der Unterschied zwischen einer Beobachtung und einer Schlussfolgerung, das Fehlen eines universellen „Kochrezepts“ für wissenschaftliches Arbeiten und die Funktion von und Beziehung zwischen wissenschaftlichen Theorien und Gesetzen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Außerdem hebt er die Notwendigkeit einer Trennung von NOS von *scientific inquiry* hervor.

### **3.1.1. Kategorien von NOS nach Lederman (2002, 2007):**

Die folgenden Kernaspekte beschreiben, was SchülerInnen wissen sollen, und bilden von dem her den Inhaltsbereich eines Kompetenzmodells. Außerdem spielen die *key aspects* eine wichtige Rolle als Auswertungsschema für den VNOS-Fragebogen, mit dem Vorstellungen zu NOS erhoben werden. Die Kernaspekte bilden die Grundlage dieses Auswertungsschemas.

#### **1) Beobachtung, Schlussfolgerung und theoretische Gebilde in der Wissenschaft**

Es gibt einen entscheidenden Unterschied zwischen einer Beobachtung und einer Schlussfolgerung und SchülerInnen sollten diesen Unterschied kennen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Abd-El-Khalick 2012a).

Wissenschaft basiert zum Teil auf Beobachtungen in der Natur. Beobachtungen sind deskriptive Beschreibungen von natürlichen Phänomenen, welche unseren Sinnen (oder Erweiterungen unserer Sinne) direkt zugänglich sind und über die Beobachter relativ leicht einen Konsens finden (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Lederman and Lederman 2012; Abd-El-Khalick 2012a). Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) führen als Beispiel Objekte an, die man über Bodenhöhe los lässt und die dazu tendieren auf den Boden zu fallen.

Im Gegensatz dazu sind Schlussfolgerungen Erklärungen, von dem, was beobachtet wurde. Sie resultieren aus menschlicher Interpretation (Lederman 2007; Lederman and Lederman 2012). Hier führt Lederman an, dass Objekte aufgrund der Schwerkraft dazu tendieren auf den Boden zu fallen. Die Idee der Schwerkraft ist hier entscheidend. Das ist eine Folgerung und bedeutet, dass der Effekt zugeordnet werden kann.

Die Beobachtungen der Natur sind immer gefiltert durch unseren Wahrnehmungsapparat und/oder komplizierte Instrumentierung, interpretiert von einem gutdurchdachten theoretischen Rahmensystem, und fast immer vermittelt mit einer Menge an Vermutungen

---

<sup>3</sup> Lederman spricht von „tentative“ (Lederman 2007)

die der Funktionsweise der wissenschaftlichen Instrumente zugrunde liegt (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Abd-El-Khalick 2012a).

Das Verstehen der Unterscheidung zwischen einer Beobachtung und einer Schlussfolgerung ist ein Wegbereiter für das Verstehen einer Menge von folgernden und theoretischen Gebilden und Ausdrücken welche die Welt der Wissenschaft bewohnen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Lederman nennt als Beispiele für solche Gebilde Atome, Gene, Arten, Photonen, das Magnetfeld und die Gravitation.

## **2) Wissenschaftliche Theorien und Gesetze**

SchülerInnen sollten den Unterschied zwischen wissenschaftlichen Gesetzen und Theorien kennen. Sie nehmen bei der Unterscheidung von Theorien und Gesetzen oft einen simplifizierenden, hierarchischen Standpunkt ein, demzufolge Theorien zu Gesetzen werden können, abhängig von der Verfügbarkeit unterstützender Beweise (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Lederman and Lederman 2012). Darüber hinaus sind sie der Auffassung, dass Gesetze einen höheren Status einnehmen als wissenschaftliche Theorien (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Beide Vorstellungen sind unzutreffend, denn bei Theorien und Gesetzen handelt es sich um verschiedene Arten von Wissen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Die eine Form kann nicht zur anderen transformiert werden (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Theorien sind ebenso legitime wissenschaftliche Produkte wie Gesetze. Ergo formulieren WissenschaftlerInnen keine Theorien in der Hoffnung, dass sie einmal den Status eines Gesetzes erlangen.

Gesetze sind Beschreibungen von den Beziehungen beobachtbarer Phänomene (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Ein typisches Beispiel hierfür stellt das Boyle'sche Gesetz dar, welches den Druck eines Gases zu seinem Volumen bei konstanter Temperatur in Beziehung setzt (Lederman and Lederman 2012).

Im Unterschied dazu sind Theorien gefolgerte/abgeleitete Erklärungen (*inferred explanation*) von beobachtbaren Phänomene oder Regelmäßigkeiten solcher Phänomene (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Sie sind ein Produkt von wissenschaftlichen Gesetzen.

Beispielsweise versucht die kinetische Gastheorie das Boyle'sche Gesetz zu erklären.

Wissenschaftliche Theorien sind gut fundierte, begründete, in sich schlüssige Systeme von Erklärungen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

*„The rationality of science is founded in the ability to construct persuasive and convincing arguments that relate explanatory theories to observational data. Science requires the consideration of differing theoretical explanations for a given phenomena, deliberation about methods for conducting experiments, and the evaluation of interpretations of data“ (Duschl and Grandy 2008, S.34).*

Theorien bieten Erklärungen für Beobachtungen, die scheinbar in keiner Beziehung zueinander stehen, in mehr als einem Feld der Forschung.

Lederman nennt hier als Beispiel, dass die kinetische Gastheorie eine Erklärung anbietet für Phänomene in Bezug auf Veränderungen in der physikalischen Zustand einer Materie, die Häufigkeit von chemischen Reaktionen und andere Phänomene bezüglich Hitze und ihrem Übertritt (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Theorien sind wichtig bei der Erzeugung von Forschungsproblemen und beim Leiten von zukünftigen Untersuchungen. Wissenschaftliche Theorien basieren oftmals auf einer Menge von Vermutungen oder Axiomen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002) und postulieren das Bestehen von nichtbeobachtbaren Dingen. Theorien können also nicht direkt getestet werden. Lediglich indirekte Beweise können Theorien stützen und ihre Validität begründen. WissenschaftlerInnen leiten spezifische überprüfbare Vorhersagen von Theorien ab und überprüfen sie durch materielle Daten. Bei Übereinstimmung solcher Vorhersagen mit empirischen Beweisen wird das Vertrauen in die getestete Theorie zunehmen.

### **3) Das kreative und fantasievolle Wesen von wissenschaftlichem Wissen**

Wissenschaft ist empirisch und es ist nahe liegend, dass die Entwicklung von wissenschaftlichem Wissen bedeutet, Phänomene zu beobachten. Nichtsdestotrotz benötigt wissenschaftliches Wissen auch menschliche Vorstellungskraft und Kreativität (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Das Wissen, welches die ForscherInnen produzieren, geht nicht ausschließlich aus rationalen Kriterien hervor (Höttecke 2001b).

Die SchülerInnen sollen bedenken, dass wissenschaftliche Erkenntnisse, obwohl sie auf beobachtbaren Phänomenen der Natur basieren, auch Vorstellungskraft und Kreativität seitens der Wissenschaftler benötigen. Wissenschaft wird oftmals als leblose, rationale und systematische Aktivität angesehen (Lederman 2007). Wissenschaft bedarf der „Erfindung“ von Erklärungen und theoretischen Gebilden, was eine gehörige Portion an Kreativität seitens der WissenschaftlerInnen erfordert (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Nach Abd-El-Khalick (2011) ist Kreativität in allen Stadien wissenschaftlicher Forschung enthalten. Dazu zählt auch die Phase vor, während und nach dem Sammeln von Daten. Und besonders relevant wird Kreativität und Phantasie dann, wenn es darum geht, die Daten zu interpretieren und Schlüsse daraus zu ziehen (Abd-El-Khalick 2012a). Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) nennen als Beispiel für den unabdingbaren Einsatz von Kreativität, den Sprung von atomaren Spektrallinien zum Bohr'schen Atommodell.

### **4) Das theoriegeleitete Wesen des wissenschaftlichen Wissens**

Forschung und wissenschaftliches Wissen sind theoriegeleitet oder -beladen (*theory-laden*) und subjektiv, denn Einstellungen, bereits erworbenes Wissen, Wertvorstellungen, Erfahrungen und Erwartungshaltungen beeinflussen die Arbeit eines Wissenschaftlers (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Wissenschaftliche Theorien sind fixer, „*inextricably*“ Bestandteil beim Gestalten und Interpretieren von experimentellen Methoden (Duschl and Grandy 2008).

Überzeugungen, vorausgehendes Wissen, Ausbildung, Erfahrungen und Erwartungen beeinflussen das Werk von WissenschaftlerInnen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Alle diese Faktoren haben einen mehr oder weniger großen Einfluss darauf, wie WissenschaftlerInnen ihre Forschungen führen, was sie erforschen und beobachten und was nicht, und natürlich wie sie ihre Beobachtungen deuten (Lederman, Abd-El-Khalick et al.

2002; Abd-El-Khalick 2012a). Diese Individualität oder Denkweise<sup>4</sup> jedes einzelnen Wissenschaftlers erklärt die Rolle der Theorie in der Produktion von wissenschaftlichem Wissen. Gegensätzlich zur allgemein herrschenden Meinung, beginnt Wissenschaft nur in wenigen Fällen mit „*neutral observations*“ (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Lederman 2007).

*„(...) (T)he initial process of „observation“ (...) already involves many presuppositions about how the world works, that the choice of hypothesis will be guided, perhaps constrained, by the appropriate disciplinary matrix, that the deduction of consequences typically requires auxiliary assumptions, that the design of the experiment to make the subsequent observation possible depends on theoretical assumptions about intervening causes and the design and function of instruments, and finally that the evaluation of the fit between „observation“ and „prediction“ is less than clear-cut in many cases“ (Duschl and Grandy 2008, S.16).*

Wird dieser Aspekt der Theoriegeleitetheit (*theorie-laddenness*) bei jeder Beobachtung berücksichtigt, wird auch die empiristische Annahme, dass sicheres Wissen auf Erfahrung basiert, gestürzt (Driver, Leach et al. 1996).

In diesem Zusammenhang muss auch die Vielfalt und Heterogenität wissenschaftlicher Arbeitsweisen erwähnt werden, die sich aus den subjektiven Erfahrungen und Einstellungen ergeben. Es ist fixer Bestandteil des Wissens über *Nature of Science*, dass Wissenschaft nach keiner einheitlichen Methode arbeitet und dass „*wissenschaftsinterne und -externe Faktoren bei der Produktion von Wissen eine Rolle spielen*“ (Höttecke 2001b, S.67).

Eines der häufigsten Missverständnisse<sup>5</sup> bezüglich Wissenschaft ist das Vorhandensein von *der* wissenschaftlichen Methode schlechthin (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Abd-El-Khalick 2012a). Der Ausgangspunkt dieses Missverständnisses liegt wahrscheinlich bei Francis Bacons *Novum Organum* von 1620, wo die induktive Methode dargestellt wurde als Garantie für sicheres Wissen und als die wissenschaftliche Methode schlechthin (Driver, Leach et al. 1996; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Induktiv Vorgehen bedeutet, vom Einzelnen auf das Allgemeine schließen.

Wir können uns aber nie absolut sicher sein, dass eine induktive Generalisierung wahr ist (Driver, Leach et al. 1996). Sie könnte im nächsten Augenblick für falsch erklärt werden.

Der Mythos der wissenschaftlichen Methode hat sich im Glauben manifestiert, dass es ein kochrezeptartiges schrittweises Vorgehen gibt, das alle WissenschaftlerInnen befolgen, wenn sie wissenschaftlich arbeiten (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Man kann nicht von einer einheitlichen Methode der Wissenschaft sprechen (Höttecke 2001b). Es gibt keine einzige wissenschaftliche Methode, die die Entwicklung von unfehlbarem Wissen garantieren kann (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Abd-El-Khalick 2012a). Es muss um die vielfältigen Arbeitsweisen und ihre Heterogenität bedacht werden. Das wissenschaftliche Handwerk ist ein Wechselspiel aus Theorien, Daten und Beweisen (Duschl and Grandy 2008). WissenschaftlerInnen beobachten, vergleichen, messen, testen, spekulieren, stellen Hypothesen auf, entwerfen Ideen und konzeptionelle Werkzeuge, und konstruieren Theorien und Erklärungen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Aber es gibt keinen

---

<sup>4</sup> Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) sprechen von „mindset“.

<sup>5</sup> Lederman spricht hier von misconceptions.

einzigsten Punkt dieser Aktivitäten der sie unfehlbar zu validen Lösungen oder Antworten führen könnte.

*„(T)here is no guaranteed method (inductive, deductive, falsificationist, hypothetico-deductive, etc.) that would unerringly lead scientists to the development of valid claims about natural phenomena“* (Abd-El-Khalick 2012, S.1050).

Wie Höttecke (2001b) schreibt, beschreiben viele Autoren die Methode der physikalischen Forschung so, dass aus einer induktiven Semantik auf Wissen geschlossen werden kann. Die Basis der abgeleiteten Forschungserkenntnisse bilden demnach Beobachtungsaussagen und durch formal-logisches Abstrahieren gelangt man zu kompakten Theorien (Höttecke 2001b). Der naturwissenschaftliche Unterricht soll nicht eine rein induktive Methode vermitteln, trotzdem ist sie sicherlich noch am häufigsten vertreten (Höttecke 2001b). Bei der Anwendung induktiver Methoden wird davon ausgegangen, dass *„die Phänomene sich eindeutig, klar und unabhängig von Theorie, Verwertungszusammenhängen und Geschichte aus Experimenten heraus präparieren lassen“* (Höttecke 2001b, S.21). Diese Phänomene wären demnach unmittelbar gegeben.

Knoll (1978, nach Höttecke 2001b) glaubt, dass eine bestimmte Abfolge von Teilschritten eingehalten werden muss um zu Wissen zu gelangen. Die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung besteht immer aus den gleichen Komponenten. Im Prinzip wird der Kern der Tätigkeit innerhalb des Bereichs der Physik im Experimentieren und Theoretisieren gesehen (Höttecke 2001b).

### **5) Die soziale und kulturelle Einbettung von wissenschaftlichem Wissen**

Wissenschaftliches Wissen ist sozial konstruiert (Abd-El-Khalick 2012a). Der Prozess in dem eine wissenschaftliche Behauptung von einem einzelnen Wissenschaftler oder einer Wissenschaftlergruppe in wissenschaftliches Wissen übergeht, involviert die Überprüfung der *scientific community* (Driver, Leach et al. 1996). Eine wissenschaftliche Behauptung kann nur durch einen institutionalisierten und sozialen Prozess zu „Wissen“ werden (Driver, Leach et al. 1996).

*„Scientific knowledge is the product of a community, not of an individual. Findings reported by an individual must survive an institutional checking and testing mechanism, before being accepted as knowledge“* (Driver, Leach et al. 1996, S.44).

Kommunikation und Kritik sind zentrale Punkte in allen wissenschaftlichen Unternehmungen (Abd-El-Khalick 2012a), deshalb haben die *scientific community* und wissenschaftliche Journale eine entscheidende Rolle. Wissenschaftliches Wissen wurde durch die *scientific community* geprüft, sie ist *„die eigentliche Arena zur Festlegung von Geltungsansprüchen“* (Höttecke 2001b, S.68).

Wissenschaftliche Erkenntnisse können erst dann als anerkannt erachtet werden, wenn andere Experten, also die *scientific community*, diese als glaubwürdig betrachtet (Höttecke 2001b). Das heißt also, dass eine Theorie nicht durch Experimente verifiziert wird, sondern durch eine Expertengruppe (Ziman 1980). Subjektivität und individuelle Eigenarten müssen abgeschwächt werden und die Objektivität soll gesteigert werden (Abd-El-Khalick 2012a).

Da Wissenschaft aber ein Unternehmen von Menschen ist, darf der kulturelle Kontext nicht außer Acht gelassen werden. Wissenschaft wird beeinflusst von den verschiedenen kulturellen Elementen und Bereichen. Zu diesen Elementen zählen soziale Gefüge, Machtstrukturen, Politik, sozioökonomische Faktoren, Philosophie und Religion (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Abd-El-Khalick 2012a). Generell wird über externe Faktoren festgelegt, in welchen Bereichen Forschung ansetzt (Driver, Leach et al. 1996). Das gilt speziell in Bereichen, die das Militär oder die Industrie betreffen. Hier wird dann auch verstärkt Kapital investiert. Manche Teilgebiete in der Wissenschaft werden mehr gefördert und erweitert als andere (Driver, Leach et al. 1996). Daraus resultiert, dass der Korpus an Wissen und Erkenntnissen, eigentlich eine Konsequenz aus einer vorherrschenden sozialen Dringlichkeit ist (Driver, Leach et al. 1996). Unter anderen Umständen würden wir anderes Wissen besitzen.

Lederman schreibt, spricht man über die Geschichte der menschlichen Evolution, welche in der biosozialen Wissenschaft zentral ist, wird illustriert, wie soziale und kulturelle Faktoren wissenschaftliches Wissen beeinflussen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). WissenschaftlerInnen haben differenzierte „Geschichten“ dazu formuliert. Die Theorie vom männlichen Jäger und seine entscheidende Rolle in der menschlichen Evolution war bis vor kurzem führend (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Als Frauen in den Wissenschaften an Ansehen gewannen, änderten sich auch die Theorien zur menschlichen Evolution: Die Frauen als Sammlerinnen und ihre zentrale Rolle in der Evolution (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

### **6) Der provisorische Charakter von wissenschaftlichem Wissen**

Wissenschaftliches Wissen ist, obwohl es als zuverlässig und beständig gilt, niemals absolut sicher. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die uns vorliegen, sind „tentative“.

Fakten, Theorien und Gesetze sind veränderbare Dinge (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002), sie sind „subject to change“ (Abd-El-Khalick 2011, S.357; Lederman 2007, S.834). Wissenschaftliche Behauptungen ändern sich durch neue Beweise, die durch Fortschritte im Denken oder neue Technologien hervorgebracht wurden.

Neue Beweise führen zu neu interpretierten Ergebnissen und zur Überarbeitung von Theorien oder deren Verwerfung (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Das provisorische Wesen ergibt sich nicht nur durch die Tatsache, dass wissenschaftliches Wissen folgernd, kreativ und sozial und kulturell eingebettet ist.

Lederman (2002, 2007) und Abd-El-Khalick (2011) verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff „tentative“. Einige Kritiker sehen diesen Begriff als Bezeichnung für wissenschaftliches Wissen als Streitpunkt an, denn ihrer Ansicht nach impliziert dieses Wort, dass das Wissen dünn und nicht gut begründet sei. Nach Duschl und Grandy (2008) geht dem Begriff „tentative“ die Bedeutung einher, dass Behauptungen ohne wissenschaftliche Begründung oder Beweise unterstützt werden. Sie formulieren deshalb diesen Aspekt von NOS anders. Ihrer Auffassung nach, sind Wissenschaft und WissenschaftlerInnen reaktionsfähig („responsive“), also aufgeschlossen (Duschl and Grandy 2008).



Aber welchen Begriff auch immer man dafür verwenden mag, prinzipiell geht es darum, dass egal wie viele unterstützende Beweise es auch geben mag, naturwissenschaftliche Erkenntnisse nicht absolut sind und sich mit der Zeit verändern können. Wissenschaftliche Hypothesen, Theorien und Gesetze können niemals absolut bewiesen werden, unabhängig von der Menge an unterstützenden empirischen Beweisen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Beispielsweise sollte ein Gesetz, um bewiesen zu sein, über jeden Vorgang eines Phänomens welches es beschreibt, berichten können. Ein Gesetz kann niemals einen absolut bewiesenen Status erlangen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

### **7) Unterscheidung von *scientific inquiry* und NOS**

Dieser Punkt ist in der fachdidaktischen Community selbst umstritten, Lederman (2007) stellt ihn aber als wesentlich heraus:

Es sollte bedacht werden, dass NOS nicht dasselbe ist wie wissenschaftliche Prozesse oder Untersuchungen. Diese beiden Bereiche überschneiden sich zwar, müssen aber trotzdem unterschieden werden und unabhängig von einander betrachtet werden (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Wissenschaftliche Prozesse sind Aktivitäten um Daten zu sammeln, zu analysieren und Schlussfolgerungen zu erheben. Beobachtungen und Folgerungen zählen zu den wissenschaftlichen Prozessen. NOS bezieht sich auf die erkenntnistheoretische Untermauerung der wissenschaftlichen Aktivitäten.

### **3.1.2. Andere Aspekte von NOS**

Neben Lederman (2002; 2007; vgl. Lederman and Lederman 2012), welcher diese sieben Kernpunkte von NOS beschrieben hat, haben auch andere Fachdidaktiker Aspekte von NOS beschrieben, denn *Nature of Science* kann auch anders verstanden werden. Die sieben Aspekte von Lederman reichen oft nicht aus und fassen den Bereich NOS zu eng, weshalb einige andere Autoren andere Vorlagen liefern. Die unterschiedlichen Varianten ähneln sich aber trotzdem inhaltlich stark. Weitreichendere Aspekte, die akzeptiert sind, stammen u.a. von McComas et al. (1998), Osborne et al. (2003) und Deng, Chen et al. (2011).

### ***Konsensfähige Ansichten über Naturwissenschaften - McComas et al. (1998)***

Auch McComas et al. (1998; zitiert nach Priemer 2006, S.161) haben eine Auswahl an Inhalten zusammengestellt, die für das Wissenschaftsverständnis von Bedeutung wären. Sie führen elf zentrale Aspekte an.

Tabelle 1: Konsensfähige Ansichten über Naturwissenschaften (aus McComas et al. 1998, zitiert nach Priemer 2006, S.161).

|   |
|---|
| Wissen in den Naturwissenschaften ist, obwohl es zuverlässig ist, nicht unveränderlich. |
|---|

|  |
|--|
| Wissen in den Naturwissenschaften beruht stark, aber nicht vollständig, auf Beobachtungen, experimentellen Resultaten, rationalen Begründungen und einer gewissen Skepsis.                       |
| Es gibt nicht nur einen Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. (Deshalb gibt es auch keine universelle naturwissenschaftliche Methode, die Schritt für Schritt abgearbeitet wird.) |
| Naturwissenschaften verstehen sich als Ansatz, Phänomene der Natur zu erklären.  |
| Gesetze und Theorien dienen unterschiedlichen Zwecken, deshalb werden aus Theorien auch keine Gesetze, auch wenn zusätzliche Daten vorliegen.  |
| Menschen mit unterschiedlichen kulturellen Hintergründen tragen zu den Naturwissenschaften bei.  |
| Neue Erkenntnisse müssen klar und offen dargestellt werden.  |
| Naturwissenschaftliche Ergebnisse müssen nachvollziehbar dokumentiert sein, werden von Experten begutachtet und müssen replizierbar sein.  |
| Beobachtungen sind Theorie-geleitet.   |
| Naturwissenschaftler sind kreativ.   |
| Die Geschichte der Naturwissenschaften kennt evolutionäre und revolutionäre Entwicklungen.   |
| Naturwissenschaften sind Teile sozialer und kultureller Entwicklungen.   |
| Naturwissenschaften und Technik beeinflussen sich gegenseitig.   |
| Naturwissenschaftliche Ideen werden von sozialen und historischen Faktoren beeinflusst.  |

Hergeleitet wurde diese Auswahl aus acht naturwissenschaftsdidaktischen Publikationen. Es handelt sich bei dieser Liste also um Ansichten, die „von einer Vielzahl von Experten als adäquat bezeichnet werden“ (Priemer 2006, S.161).

### ***Interdisziplinärer Konsens durch Anwendung der Delphi-Studie - Osborne et al. (2003)***

Osborne et al. (2003) haben in einer Untersuchung Experten aus verschiedensten naturwissenschaftlichen Feldern über die Kompetenzen zur Natur der Naturwissenschaften befragt. Über die Anwendung einer Delphi-Studie wurde ein interdisziplinärer Konsens erzielt und es konnten neun Aspekte formuliert werden.

Bei den Probanden handelte es sich um Personen aus dem Bereich der Fachwissenschaft und Fachdidaktik, aus der Schulpraxis, sowie aus Philosophie, Geschichte und Soziologie (Osborne et al. 2003). Die Frage, die an die Probanden gerichtet wurde, war, welche Vorstellungen über *Nature of Science* im naturwissenschaftlichen Unterricht den SchülerInnen weitergegeben werden sollen. Die Naturwissenschaftsexperten wurden unabhängig voneinander im Zuge eines mehrstufigen Verfahrens befragt.

Aus den Ergebnissen dieser Delphi-Studie konnten Osborne et al. (2003) Dimensionen formulieren, welche sich auch mit den Ergebnissen von Lederman et al. (2002) annähernd konsensfähig verhalten. Die formulierten Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften haben Osborne et al. (2003) drei großen Bereichen zugewiesen: (1) Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens (*Nature of Scientific Knowledge*), (2) Bilder über die

Methoden der Wissenschaft (*Methods of Science*), (3) Bilder über Institutionen und soziale Handhabung (*Institutions and Social Practices in Science*).

Übereinstimmend mit Lederman et al. (2002) geht es in

(1) den Bildern über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens darum, dass naturwissenschaftliches Wissen vorläufig, provisorisch und veränderlich ist und einen empirischen Charakter besitzt.

(2) den Bildern über Methoden der Wissenschaft darum, dass Kreativität und Phantasie eine zentrale Rolle spielen und es keine universelle Methode in der Naturwissenschaft gibt.

(3) den Bildern über Institutionen und soziale Handhabung darum, dass soziale, historische und technologische Umstände die Naturwissenschaften beeinflussen.

An dieser Stelle müssen auch Driver, Leach et al. (1996) genannt werden, die es als essentiell erachten, Technologie und Wissenschaft unterscheiden zu können. Wissenschaft möchte Erklärungen für Phänomene in der Natur liefern, während Technologie sich damit beschäftigt, Lösungen für praktische Probleme zu finden. Technologie baut auf wissenschaftlichen Wissen auf, bezieht Wissenschaft mit ein um Lösungen zu finden und führt auch manchmal zur Entwicklung von neuen Erkenntnissen (Driver, Leach et al. 1996).

### ***Dimensionsreichweiten von empiristisch hin zu konstruktivistisch - Deng, Chen et al. (2011)***

Deng, Chen et al. (2011) haben 105 empirische Studien, die die SchülerInnen-Vorstellungen zu NOS erforschen, untersucht. Zwar wurden in den verschiedenen Studien unterschiedliche Dimensionen erforscht, aber am häufigsten wurden zehn *key aspects* von *Nature of Science* untersucht (Deng, Chen et al. 2011).

Deng, Chen et al. (2011, S.970ff) nennen folgende zehn Dimensionen:

- Die Ursprünge wissenschaftlichen Wissens reichen vom Wissen übermittelt durch autoritäre Objekte (z.B. Wissenschaftler, Schulbücher, Lehrer) bis hin zu von Individuen konstruiert.
- Das kreative und phantasievolle Wesen von Wissenschaft reicht von Wissen als frei von menschlicher Vorstellungskraft und Kreativität bis hin zu Wissen als Produkt von Kreativität und Phantasie.
- Das theoriebeladene Wesen von Wissenschaft reicht von Wissenschaft als unangetastet von persönlichen Hintergründen bis hin zu beeinflusst von Theorien und Vorwissen der WissenschaftlerInnen.
- Das empirische Wesen des wissenschaftlichen Wissens reicht von Wissen basiert auf Logik bis hin zu durch Beobachtung und Daten hergeleitet.
- Das Wesen der wissenschaftlichen Methode reicht von der Anerkennung einer universalen Schritt-für-Schritt Methode bis hin zur Würdigung mehrerer Methoden für das Lösen von wissenschaftlichen Problemen.
- Das Wesen und der Unterschied zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung reicht vom Unvermögen, Theorie und Beweis miteinander zu verknüpfen, bis zur Kenntnis vom Unterschied zwischen den beiden.
- Das Wesen von und die Beziehung zwischen Theorien und Gesetzen reicht von der Annahme einer hierarchischen Beziehung zwischen Theorie und Gesetz bis zur

Behandlung als zwei verschiedene Arten von Wissensrepräsentationen unabhängig voneinander.

- Das dynamische, wandelnde Wesen von wissenschaftlichem Wissen reicht von Wissen als unveränderbar bis zu provisorisch (aber relativ stabil).
- Das gegenwärtige Wesen von wissenschaftlichem Wissen reicht von Wissen als eine Ansammlung von isolierten „Wissensbrocken“ bis zu einem vereinigten System von, in Wechselbeziehung stehenden, Konzepten und Prinzipien.
- Das sozial und kulturell eingebettete Wesen von Wissenschaft reicht von unabhängig von sozialen und kulturellen Einflüssen bis zu beeinträchtigt von solchen Faktoren.

Jede dieser zehn Dimensionen kann als *continuum* gesehen werden, das von positivistischen/empiristischen bis hin zu konstruktivistischen/relativistischen Perspektiven reicht (Deng, Chen et al. 2011, S.970). Für gewöhnlich werden positivistische/empiristische Vorstellungen als naiv oder inadäquat bezeichnet, wohingegen man konstruktivistische/relativistische Ansichten als sachkundig oder adäquat tituliert (Deng, Chen et al. 2011).

#### **4. SchülerInnen-Vorstellungen zu NOS**

Im Zuge der konstruktivistischen Wende und seit man sich darüber einig ist, dass Lernen – in diesem Falle der Erwerb von epistemologischen Kompetenzen (NOS) als wesentlicher Teilbereich von *Scientific Literacy* – ein konstruktiver Prozess ist, sind die Vorstellungen über Naturwissenschaft und *Images of Science* von SchülerInnen zunehmend ins Zentrum von Untersuchungen und Curriculum-Entwicklung gewandert (Driver, Leach et al. 1996; Priemer 2006). Sie gelten in der fachdidaktischen Forschung als Indikatoren für das Bildungsziel NOS. Hinsichtlich dieser theoretischen Konstrukte werden von verschiedenen Autoren verschiedene Begriffe verwendet.

Ryder, Leach et al. (1999, S.201) bezeichnen die Vorstellungen der SchülerInnen über *Nature of Science (views about the nature of science)* als *Images of Science* (vgl. Van Eijck, Hsu et al. 2009b). Generell bezeichnet man die persönlichen Konstrukte zu NOS im deutschen Sprachraum als Vorstellungen. Diese gelten, im Unterschied zu den sogenannten *images of science*, als individuell konstruiert. *Images of science* werden sozial konstruiert.

Daneben spricht man in der fachdidaktischen Literatur auch oftmals von Konstrukten oder Konzepten. In meiner Arbeit verwende ich den Begriff Konzept, als Konstrukt, das sowohl individuell als auch sozial gebildet wird.

Bei Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften (NOS) handelt es sich um „mentale Repräsentationen“ zu verschiedenen Aspekten von wissenschaftlichem Vorgehen (Driver, Leach et al. 1996) bzw. „naturwissenschaftsspezifische epistemologische Überzeugungen“ (Priemer 2006, S.160).

Zu solchen Vorstellungen zählt, wie bereits erwähnt, die Einschätzung des Zwecks von Wissenschaft hinsichtlich der Suche nach Erklärungen für verschiedene Phänomene in der Natur, wie Wissenschaft als soziale Institution arbeitet, der Wechselwirkung mit Kulturen

und des Verständnisses über das Wesen und den Status von naturwissenschaftlichem Wissen (Driver, Leach et al. 1996).

FachdidaktikerInnen sind sich einig darüber, dass SchülerInnen sachkundige Vorstellungen zu *Nature of Science* besitzen sollten (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Höttecke 2001a).

Um das Wesen der Naturwissenschaften (NOS) in der Schule entsprechend vermitteln zu können, ist es wichtig herauszufinden, welches Vorverständnis SchülerInnen (und LehrerInnen) besitzen (Driver, Leach et al. 1996; Höttecke 2001b). Deshalb werden Untersuchungen zu den Vorstellungen zu NOS durchgeführt (Ryder, Leach et al. 1999).

US-amerikanische Studien besagen, ungeachtet der verschiedenen pädagogischen und lehrplantechnischen Schwerpunkte, gibt es Einigkeit bezüglich der großen Reformversuche in der Naturwissenschaftserziehung (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Den SchülerInnen zu helfen ein realitätsnahes, sachkundiges, „adäquates“ Verständnis über das Wesen der Naturwissenschaften zu erlangen ist ein Ziel das sich vom Kindergarten an durch jede Schulstufe zieht<sup>6</sup> (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Höttecke 2001a; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Deshalb ist NOS ein relevanter Forschungsbereich für die Fachdidaktiker der Naturwissenschaften (Höttecke 2001a) und die Untersuchungen zu SchülerInnenvorstellungen sind zunehmend in ihr Interesse gerückt (Driver, Leach et al. 1996; van Eijck, Hsu et al. 2009b). Man muss demnach zuerst einen Überblick über den Ist-Zustand bezüglich des NOS-Verständnisses erlangen, um die Curriculum-Entwicklung in die richtige Richtung voranzutreiben (Driver, Leach et al. 1996). Erst vor diesem Hintergrund kann dann versucht werden den Kenntnisstand über NOS seitens der SchülerInnen (und LehrerInnen) zu verbessern (Höttecke 2001b).

Naturwissenschaftsdidaktiker untersuchen die auf Naturwissenschaften bezogenen epistemologischen Vorstellungen und prüfen, ob sie konsistent und adäquat sind (Priemer 2006). Wie in zahlreichen Untersuchungen festgestellt wurde, sind Vorstellungen zum Wissenschaftsverständnis von SchülerInnen nicht einfach zu erfassen (Priemer 2006; van Eijck, Hsu et al. 2009b) und die Erhebungsinstrumente umstritten (Lederman 2007).

#### **4.1. Lerntheoretische Konzepte und Kritik an den *Images of Science***

Die konstruktivistische Sichtweise besagt, dass „*Lernende ihr Wissen in einem aktiven und selbstgesteuerten Prozess konstruieren*“ (Abb. 4) (Riemeier 2007, S.69). In den letzten 20 Jahren hat sich dieser Ansatz als Rahmen für die Lehr- und Lernforschung durchgesetzt (Riemeier 2007).

Der konstruktivistische Ansatz geht davon aus, dass Wissen, Werte, Intelligenz und Persönlichkeitscharakteristika nicht von außen vermittelt werden können, sondern von jedem Individuum aktiv errichtet werden (Riemeier 2007; Deng, Chen et al. 2011). Der Konstruktivismus zerstört die Vorstellung, dass Wissen ähnlich einer Ware von einer Person zur nächsten weitergegeben werden kann (Riemeier 2007). SchülerInnen nehmen die vermittelten Inhalte nicht einfach passiv von ihrer Umwelt auf (Deng, Chen et al. 2011),

---

<sup>6</sup> Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) sprechen von „kindergarten through Grade 12 (K – 12)“.

sondern sie konstruieren Bedeutungen basierend auf ihren bisherigen Vorstellungen (Riemeier 2007).

Darüber hinaus ist Lernen selbstdeterminiert, individuell, sozial und situiert (Abb. 4) (Riemeier 2007). Lernen wird nicht von außen gesteuert, die Lernumgebung kann das Lernen nur anregen. Weiters ist Lernen auch kontextgebunden, „d.h. das Wissen ist mit den inhaltlichen und sozialen Erfahrungen der Lernsituation verbunden“ (Riemeier 2007, S.71).

Lernprozesse hängen von der individuellen Motivation ab, aber auch soziale Interaktionen sind entscheidend.

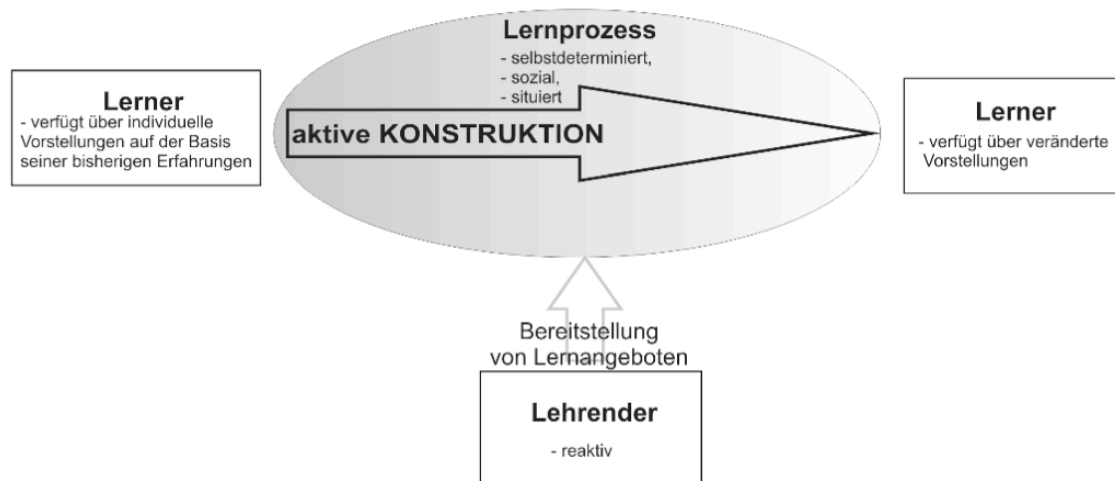


Abbildung 4: Elemente des konstruktivistischen Lernansatzes (Riemeier 2007, S.70).

Trotz der aktiven Rolle der Lernenden sollte die Lernumgebung in gewissem Maß instruiert werden. Zwar kann Wissen nicht übertragen werden und es sind die SchülerInnen, die wahrnehmen und aktiv lernen, aber Lernumgebungen bereitzustellen erscheint durchaus sinnvoll (Riemeier 2007).

Ryder, Leach et al. (1999), van Eijck, Hsu et al. (2009b) und Riemeier (2007) vertreten einen soziologisch-konstruktivistischen Ansatz. Vorstellungen werden nicht alleine, abgeschottet von anderen, sondern durch den Umgang mit der Gesellschaft konstruiert. Familie, Freunde und Medien beeinflussen die Richtung der Entstehung von Wissenschaftsverständnis.

„Lernen findet innerhalb einer sozialen Interaktion statt, in der Ideen, Vermutungen o.ä. kommuniziert, ausgehandelt, getestet und geteilt werden“ (Riemeier 2007, S.71).

Ryder, Leach et al. (1999, S.201) sind der Ansicht, dass soziale Repräsentationen Einblicke in die Vorstellungen über NOS liefern. Entscheidend bei diesem Entwurf der sozialen Repräsentationen ist der Unterschied zwischen spezifischen Bereichen von Wissen selbst und der Darstellungen der SchülerInnen. Repräsentationen sind die Summe aller Konzepte, Ideen, Werte und Übereinkünfte, welche Menschen dazu anregen über einen nicht vertrauten, fremdartigen Bereich nachzudenken und die Möglichkeit bietet, in der Gesellschaft darüber zu diskutieren. Menschen nutzen solche mentalen Repräsentationen um sich in der Welt zu recht zu finden (Duschl and Grandy 2008). Repräsentationen sind sozial bestimmt, denn erstens werden sie geteilt und benutzt in der Gruppe und zweitens

werden sie konstruiert, aufrechterhalten und verändert durch soziale Prozesse (Ryder, Leach et al. 1999). Sie gehören zum kollektiven Gedächtnis. Die sozialen Repräsentationen werden entwickelt durch einen internen Dialog, Interpretationen des Individuums und durch Diskussionen mit anderen Mitgliedern einer Gesellschaft, also einem externen Dialog (Ryder, Leach et al. 1999). Oder wie Duschl und Grandy (2008) diese Repräsentationen beschrieben:

*„What they could in principle construct at a given time depends on the conceptual, linguistic and other notational resources, e.g., mathematics and graphing, at their disposal and on their current representations of the world that they have constructed through their personal history. What they actually construct depends also in their motivations and on the resources of time and energy available to devote to this particular task“* (Duschl and Grandy 2008, S.24).

Es ist unwahrscheinlich dass SchülerInnen direkt mit Arbeiten der wissenschaftlicher Forschungsgemeinschaft zu tun haben (Driver, Leach et al. 1996). Es zeigt sich also, dass bei den SchülerInnen Repräsentationen von nicht vertrauten Bereichen von Wissen erzeugt werden (Ryder, Leach et al. 1999).

Der Individual-konstruktivistische Ansatz besagt, dass Vorstellungen über NOS individuell konstruiert werden, ohne die Prägung der Gesellschaft.

Dieser klassische Zugang zu NOS wird implizit von Lederman et al. (2002) und Mayer (2007) vermittelt. Sie verstehen NOS als Individualkonstruktion. Hier wird der sozialen Komponente beim Lernen keine Aufmerksamkeit geschenkt, als wären die Lernprozesse lediglich an die kognitiven Systeme der Lernenden gebunden und die sozialen Aktionen werden außer Acht gelassen. Die soziale Dimension bei der Entstehung von Wissenschaftsverständnis wird ausgeklammert, das Individuum, alleine und unbeeinflusst, konstruiert die Vorstellungen.

Lernen ist sozusagen ausschließlich individuell – und nicht sozial.

Wie bereits erwähnt, gelten Vorstellungen als von Einzelpersonen individuell konstruiert, *Images of Science* als sozial konstruiert.

Konstruktivistisch-orientierte Vorstellungen oder Bilder wurden bisher von der Mehrheit der ForscherInnen als bevorzugt angeführt (Deng, Chen et al. 2011). In weiterer Folge wurden konstruktivistisch-orientierte Vorstellungen oder Bilder als sachkundiger, passender adäquater bzw. „*more sophisticated*“ (Deng, Chen et al. 2011, S.964; vgl. Schwartz, Lederman 2004) angesehen. Es wurde also zum Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts solche Konstrukte bei den SchülerInnen zu erzeugen. Diese Sichtweise wurde von vielen Fachdidaktikern kritisiert (Deng, Chen et al. 2011). Es wäre sinnvoller, SchülerInnen könnten ihre eigenen epistemologischen Positionen unterstützen und kritisieren (Matthews 1997, nach Deng, Chen et al. 2011). Sie sollten mit einer gewissen Argumentationskultur vertraut werden (Deng, Chen et al. 2011). Der Fokus könnte mehr darauf gelegt werden, wie SchülerInnen für Behauptungen von Wissen argumentieren. Sie könnten darüber grübeln, welche Fragen von der Wissenschaft beantwortet werden können und welche nicht, wie die Daten gesammelt und analysiert werden und ob ein Beweis Annahmen unterstützen kann (Deng, Chen et al. 2011).

Der Ansicht, dass die konstruktivistische Epistemologie die passendere ist, wird die Position der kontextabhängigen Vorstellungen und Bilder zu NOS gegenüber gestellt (van Eijck, Hsu

et al. 2009b). Dieses Fehlen vom Kontext wird zunehmend von verschiedenen Autoren kritisiert (van Eijck, Hsu et al. 2009b; Allchin 2011; Deng, Chen et al. 2011).

In der Literatur zur naturwissenschaftsdidaktischen Forschung tritt oftmals die Unterstellung auf, dass SchülerInnen im Grunde stabile *Images of Science* besitzen (Deng, Chen et al. 2011), welche sich direkt auf die Erfahrungen, die sie im naturwissenschaftlichen Unterricht gemacht haben, beziehen (van Eijck, Hsu et al. 2009b).

Welche Methode auch immer zur Erhebung von SchülerInnen-Vorstellungen angewandt wurde, es wurde grundsätzlich davon ausgegangen, dass SchülerInnen stabile Vorstellungen oder *images* besitzen und dass diese direkt mit ihren Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht oder „out-of-school experiences“ korrespondieren (van Eijck, Hsu et al. 2009b). Die SchülerInnen-Antworten in offenen Fragebögen und Interviews werden als solide, zuverlässige Repräsentationen ihrer Vorstellungen oder Bilder zu NOS in allen Kontexten zum Lernen gesehen (Deng, Chen et al. 2011). Diese Annahme wird zunehmend durch einige Studien kritisiert. Beispielsweise stehen Van Eijck, Hsu et al. (2009b) diesem Ansatz, dieser unterstellten Stabilität, kritisch gegenüber. Aus kulturhistorischer und soziokultureller Sicht ist diese Annahme nämlich umstritten, denn beim wissenschaftlichen Tun handelt es sich um gemeinschaftliches Arbeiten von Individuen und es ist weder identisch mit den Erfahrungen der SchülerInnen noch mit deren Erzählungen gegenüber den ForscherInnen (van Eijck, Hsu et al. 2009b).

Die aufgestellten Bilder und Vorstellungen zu NOS werden fraglich, wenn man die Methoden, durch die man diese Daten erhalten hat, prüft (van Eijck, Hsu et al. 2009b). SchülerInnen bilden „*different epistemological representations in different contexts*“ (Leach, Millar, Ryder & Séré 2000, S.497, zitiert nach van Eijck, Hsu et al. 2009b, S.612). Aufgrund dieser Kontextabhängigkeit ergibt sich ein weniger stabiles Wesen dieser *Images of Science* (van Eijck, Hsu et al. 2009b). Beispielsweise äußern SchülerInnen unterschiedliche Vorstellungen zu unterschiedlichen Erhebungsfragen (Songer and Linn 1991, nach Deng, Chen et al. 2011). SchülerInnen zeigen unterschiedliche Repräsentationen zu NOS wenn sie auf unterschiedliche Fragen antworten. SchülerInnen zeigen „naive“ Vorstellungen von NOS bei bestimmten Fragen, hingegen „sachkundige“ bei anderen (Deng, Chen et al. 2011). Die Rolle des Kontexts bei der Herausbildung von Vorstellungen ist essenziell.

„*The students may draw on varied argumentative resources dependent on the contexts that were meaningful to themselves at that time*“ (Deng, Chen et al. 2011, S.981).

Van Eijck, Hsu et al. (2009b) möchten in ihrer Forschung zeigen, dass Vorstellungen und Bilder von SchülerInnen zu NOS „*particular coproduction at a given point in time*“ (Van Eijck, Hsu et al. 2009b, S.611) sind. Sie möchten die Validität und Reliabilität der Untersuchungen überprüfen und weiters der „method-related“-Frage nachgehen, was wirklich überprüft wird, wenn SchülerInnen ihre mentalen Repräsentationen zu NOS den ForscherInnen darbringen (van Eijck, Hsu et al. 2009b). Van Eijck, Hsu et al. (2009b) lassen mit ihrer Untersuchung erkennen, dass die Kontexte zu den Vorstellungen oder *Images of Science* sehr wohl eine Rolle spielen.



## 4.2. Geschichte und Methodologie der Erforschung der SchülerInnen-Vorstellungen zu NOS

Seit mittlerweile über einem halben Jahrhundert werden den Vorstellungen zu NOS und den *images of science* von SchülerInnen Beachtung geschenkt (van Eijck, Hsu et al. 2009b).

Seit den 1950ern wird intensiv Forschung betrieben die ausgerichtet ist auf die Erfassung von SchülerInnen- und LehrerInnen-Vorstellungen (Abd-El-Khalick 2012b).

Erste Arbeiten gehen auf den Beginn des 20. Jahrhunderts zurück (Lederman 2007), als erstes Instrument zur Erfassung von SchülerInnenvorstellungen zu NOS nennt Lederman (2007) einen geschlossenen Fragebogen von Wilson aus dem Jahr 1954. Die Entwicklung von Instrumenten zur Erhebung von NOS hat demnach eine lange Geschichte.

Interessanterweise beinhalteten die frühen Untersuchungen zu NOS oftmals Erhebungen zu *attitudes*, demnach zu Haltungen oder Einstellungen, oder haben NOS mit solchen Einstellungen bezüglich Wissenschaft verbunden (Lederman 2007, S.836).

Wilson's Untersuchung verfolgte ursprünglich die Intention, ein Instrument bekannt als der *Science Attitude Questionnaire* zu validieren (Wilson 1954). Es wurden 43 Georgia Highschool-SchülerInnen befragt und die Untersuchung zeigte, dass die SchülerInnen der Ansicht waren, wissenschaftliches Wissen sei absolut und dass das primäre Ziel der Wissenschaftler wäre, Gesetze und Wahrheiten zu enthüllen (Wilson 1954).

Seit den frühen Sechzigern wird viel Arbeitsaufwand betrieben um die Ansichten zu NOS zu verbessern (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Es wurde seither an den Lehrplänen und pädagogischen Herangehensweisen gearbeitet, um SchülerInnen und LehrerInnen dabei zu helfen, ein besseres, angemesseneres Verständnis von NOS zu bekommen (Abd-El-Khalick 2012b).

Nach Lederman bleibt die Erhebung von Vorstellungen von der Natur der Naturwissenschaften ein Schwerpunkt der NOS-Forschung (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Ein Großteil der Forschungsergebnisse zu den SchülerInnenvorstellungen zu *Nature of Science* stammt aus dem angloamerikanischen Raum. Nach Höttecke (Höttecke 2001a) finden Untersuchungen zu dem Thema erst seit den späten 90er Jahren Aufmerksamkeit im deutschen Sprachraum, davor wurde dieser Forschungsbereich wenig beachtet (Höttecke 2001a; Priemer 2006). Wobei im deutschen Sprachraum eher Untersuchungen in Deutschland durchgeführt wurden, in Österreich wurde noch sehr wenig in dieser Richtung geforscht.

Vorstellungen zu NOS werden für gewöhnlich beschrieben indem man die Aussagen bzw. Antworten auf Fragen von SchülerInnen analysiert und diese dann wieder auf die SchülerInnen zurückführt (van Eijck, Hsu et al. 2009b).

Im Laufe der Zeit wurde eine Reihe von Verfahren zur Untersuchung der Vorstellungen zu NOS entwickelt (Priemer 2006; Lederman 2007). Die Methoden zur Erforschung epistemologischer Überzeugungen erstrecken sich von standardisierten Fragebögen bis zu detaillierten Interviews (Priemer 2006).

Nach Van Eijck, Hsu et al. (2009b) machen SchülerInnen ihre Vorstellungen zu NOS den ForscherInnen zugänglich, durch das Beantworten von Fragen auf schriftlichen Fragebögen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002), das Anfertigen von Zeichnungen (vgl. Chambers

1983, nach Höttecke 2001b), die Teilnahme an Interviews (Ryder, Leach et al. 1999) oder kombinierte Methoden.

Lederman (2007) legt großen Wert auf die Validität bei seinem Vergleich der Erhebungsinstrumente, aber es wurde der Prüfung des zugrundeliegenden theoretischen Rahmens, welcher die Methoden, um Daten zu sammeln und zu analysieren, leitet, nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt (Deng, Chen et al. 2011).

Zu Beginn wurden Fragebögen angewendet, sogenannte Paper-Pencil-Tests (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Priemer 2006; Lederman 2007).

Durch die ausschließliche Anwendung von Likert-Skala-Instrumente können die SchülerInnen-Vorstellungen zu NOS nicht ausreichend erhoben werden (Lederman and O'Malley 1990; nach Deng, Chen et al. 2011).

*„(S)tudents' „actual“ understandings of NOS (or epistemic beliefs in science) may not be fully reflected and elucidated based on certain numerical values“ (Deng, Chen et al. 2011, S.969).*

Mit geschlossenen Instrumenten ist es aufgrund der vorgefertigten optionalen Antworten schwierig die wirklichen Vorstellungen der Probanden zu erfassen (Deng, Chen et al. 2011).

Deshalb werden in neueren Untersuchungen größtenteils offene Instrumente angewendet, oftmals wird auch triangulär gearbeitet (Deng, Chen et al. 2011).

Die populärsten Erhebungsmethoden in diesem Bereich sind offene Fragebögen und halbstrukturierte Interviews, welche Themen zu NOS ansprechen (Ryder, Leach et al. 1999; van Eijck, Hsu et al. 2009b; Deng, Chen et al. 2011). Diese Methoden sprechen aber nicht in vollem Umfang das kontextabhängige Wesen von den Vorstellungen zu NOS an (Lederman 2007).

### **4.3. Alltagsvorstellungen über die Natur der Naturwissenschaft**

Vergleichende Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen zeigen ein überwältigendes Resultat: SchülerInnen besitzen „unzureichende“ und „nicht adäquate“ Konzepte bzw. „Misskonzepte“ von *Nature of Science* (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Lederman 2007).

Höttecke (2001a) schreibt, dass sich, was die Vorstellungen der SchülerInnen zum Wissenschaftsverständnis anbelangt, in der Realität ein defizitäres Bild zeigt. Wissenschaft ist für die SchülerInnen etwas, das weit weg von ihrem Erfahrungsbereich gesehen wird (Ryder, Leach et al. 1999) und ihre Sichtweisen werden oftmals als „naiv“ beschrieben (vgl. Höttecke 2001b; Hofheinz 2008). Wissenschaft erscheint ihnen als fremdartig und nicht vertraut.

*„Je weniger man von einer Sache versteht, desto wissenschaftlicher muß sie sein“ (Höttecke 2001b, S.72).*

Angloamerikanische Autoren verwenden den Terminus „misconception“ als Bezeichnung für jene Vorstellungen, die den festgesetzten Aspekten von NOS (z.B. NRC 1996) nicht entsprechen (Deng, Chen et al. 2011). Im deutschen Sprachraum verwendet man synonym

den Begriff „Alltagsvorstellung“. Ein Vorteil, den dieser Terminus darstellt, ist, dass ein konstruktivistischer Denkansatz impliziert wird.

Es wird aus diesem Grund auch der Begriff Mythos, beispielsweise bei Höttecke (2001b) komplementär für den Begriff „Alltagsvorstellung“ verwendet. Alltagsvorstellungen sowie Mythen *„bauen Brücken zwischen Bekanntem und Unbekanntem“* und *„helfen Individuen dabei, einer vielfach rätselhaften und unverständlichen Welt Sinn zu geben“* (Bybee 2002, S.22). Mythen liefern den Menschen Erklärungen für zum Teil diffuse Dinge, die sie schwer erfassen können und deshalb nicht verstehen (Bybee 2002). Nach Bybee (2002) handelt es sich bei Mythen mehr als bloß reine Unwahrheiten. Alltagsvorstellungen bzw. Mythen funktionieren im Alltag eines Individuums, sie können als *„ein Mittel zur Entdeckung von Wahrheiten“* angesehen werden (Bybee 2002, S.22). Deshalb ziehe ich diese Begriffswahl dem Terminus „Misskonzept“ vor.

Es wurde gezeigt, dass weder Kindergartenkindern oder SchülerInnen noch LehrerInnen oder WissenschaftlerInnen erwünschte bzw. angebrachte Vorstellungen bezüglich NOS besitzen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002; Schwartz, Lederman et al. 2004).

*„Students and teachers still ascribe to naive views of many aspects of NOS, such as a complete lack of appreciation for the social nature of the production and validation of scientific knowledge“* (Abd-El-Khalick 2012, S.1045).

Nach den Reviews von Lederman (2007) und jener von Deng, Chen et al. (2011) gibt es wenig klare Unterschiede des Verständnisses bei SchülerInnen unterschiedlichen Alters. Weiters gibt es auch keine signifikanten Geschlechtsunterschiede was die Vorstellungen zu NOS betrifft (Deng, Chen et al. 2011).

Der Großteil der SchülerInnen weist gemischte Vorstellungen auf. Manche besitzen dynamische Vorstellungen und manche statische (Songer and Linn 1991; nach Deng, Chen et al. 2011). Im Großen und Ganzen haben SchülerInnen empiristische Vorstellungen zu einigen Bereichen und konstruktivistische Vorstellungen hinsichtlich anderer Dimensionen (Deng, Chen et al. 2011).

Hofheinz (2008) schreibt, dass bei SchülerInnen ein naiver Realismus in Bezug zu Naturwissenschaften erkennbar ist, denn sie werden als objektiv und methodisch universell angesehen und mit der Vorstellung besetzt, dass sie gesichertes Wissen über Naturgesetze experimentell entdecken (vgl. Höttecke 2001b).

Mackay kam zu dem Schluss, dass es den SchülerInnen an ausreichendem Wissen fehlte bezüglich (Mackay 1971):

*„(a) the role of creativity in science;  
(b) the function of scientific models;  
(c) the roles of theories and their relation to research;  
(d) the distinctions among hypotheses, laws and theories;  
(e) the relationship between experimentation, models and theories, and absolute truth;  
(f) the fact that science is not solely concerned with the collection and classifications of facts;  
(g) what constitutes a scientific explanation;  
and (h) the interrelationships among and the interdependence of the different branches of science“* (Mackay 1971; zitiert nach Lederman 2007, S.837).

Auch McComas (1998) hat fünfzehn typische „inadäquate“ Vorstellungen über Naturwissenschaften beschrieben (zitiert nach Priemer 2006, S.162). In der folgenden Tabelle sind diese 15 Mythen übersetzt von Priemer (2006) angeführt. Diese Mythen wurden von SchülerInnen wiederholt genannt (McComas 1998).

Tabelle 2: 15 Mythen über die Naturwissenschaften (McComas 1998, S. 53; zitiert nach Priemer 2006, S.162).

|   |
|---|
| Hypothesen werden zu Theorien und Theorien zu Gesetzen.   |
| Die Gesetze und Prinzipien der Naturwissenschaften sind absolut und unumstößlich.               |
| Hypothesen Aufstellen gleicht einem gut begründeten Raten.                                      |
| Es gibt eine generelle und universelle naturwissenschaftliche Methode.                          |
| Eine Sammlung von gewissenhaft erhobenen Daten führt zu sicherem Wissen.                        |
| Naturwissenschaften und deren Methoden liefern absolute Beweise.                                |
| Naturwissenschaften sind eher an feststehende Verfahren gebunden als an Kreativität.            |
| Naturwissenschaften und deren Methoden können alle Fragen beantworten.                          |
| Naturwissenschaftler sind besonders objektiv.   |
| Naturwissenschaftliche Erkenntnisse werden prinzipiell durch Experimente gewonnen.              |
| Naturwissenschaftliche Ergebnisse werden grundsätzlich auf Richtigkeit hin überprüft.           |
| Die Anerkennung neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse erfolgt einfach und unproblematisch. |
| Modelle der Naturwissenschaften repräsentieren die Wirklichkeit.                                |
| Naturwissenschaften und Technik sind identisch.   |
| Naturwissenschaftler arbeiten in der Regel allein.  |

Die Tabelle von McComas (1998; S. 53; zitiert nach Priemer 2006, S.162) zeigt, dass seitens der SchülerInnen eine Menge an ungenauen, zum Teil falschen Vorstellungen hinsichtlich der Person des Wissenschaftlers, wissenschaftlicher Arbeitsmethoden und vor allem wissenschaftlicher Erkenntnisse bestehen.

#### **4.3.1. Vorstellungen zur Person des Naturwissenschaftlers, seiner Arbeit und ihren Bedingungen (Höttecke 2001a; 2001b)**

Höttecke (2001a; 2001b) beschreibt Vorstellungen von SchülerInnen, die sich auf die Person des Wissenschaftlers und sein Arbeitsumfeld beziehen.

##### ***Mythos über die Person des Naturwissenschaftlers***

SchülerInnen, aber auch Erwachsene und Wissenschaftler selbst, nennen, wenn sie über im wissenschaftlichen Bereich arbeitende Menschen sprechen, oftmals Stereotype (Höttecke 2001a; 2001b). Der Wissenschaftler wird als Mann, der einen weißen Labormantel und eine

Brille trägt und in einem Labor arbeitet, beschrieben (vgl. Mead et al. 1957, nach Höttecke 2001b). Bei einer Draw-a-Scientist-Studie aus dem Jahr 1966-1977 von Chambers wurden die Kinderzeichnungen anhand des Vorkommens von Stereotypen ausgewertet. Als Hinweise für einen Stereotyp wurden gewertet: Laborkittel, Bart, Brille, Forschungsinstrumente/Laboraausstattung, Symbole des Wissens (z.B. Bücher) und Textelemente wie z.B. Formeln (Chambers 1983, nach Höttecke 2001b). Bei solchen Draw-a-Scientist-Studien muss aber berücksichtigt werden, dass den Kindern sehr wohl klar ist, dass dieses Bild des Wissenschaftlers, das sie zeichnen, nicht unbedingt der Wirklichkeit entspricht (Solomon 1993, nach Höttecke 2001b).

Solomon (1993, nach Höttecke 2001b) stellt vier unterschiedliche stereotype Bilder bezüglich der Person des Wissenschaftlers fest (Höttecke 2001b, S.44):

- der verrückte, seltsame Wissenschaftler
- der behilfliche Wissenschaftler
- der Techniker
- der intellektuelle Wissenschaftler

Interessant ist, dass das Verständnis der SchülerInnen zur Person des Naturwissenschaftlers meist widersprüchlich ist und sie oft mehrere Stereotype nebeneinander vertreten (Driver, Leach et al. 1996). Es gibt also eine mehr oder weniger große Spannbreite von Bildern zur Person des Naturwissenschaftlers (Driver, Leach et al. 1996; Höttecke 2001a; Höttecke 2001b).

Larochelle et al. (1991, nach Höttecke 2001b) haben herausgefunden, dass SchülerInnen einen Wissenschaftler als sehr intelligent und kreativ erachten und gleichzeitig der Ansicht sind, es handle sich bei ihm um einen „neutralen Datenerfasser“ (Höttecke 2001b, S.45b).

Die Kinder sind der Ansicht, dass die Ergebnisse der Naturwissenschaft bereits in der Natur vorhanden sind. Der Wissenschaftler braucht diese Ergebnisse bloß zu erfassen, er muss eigentlich nicht intelligent und kreativ arbeiten.

*„Der Widerspruch, der sich aus den gegensätzlichen Vorstellungen des Naturwissenschaftlers als intelligent und kreativ einerseits und als passiver Datenerfasser andererseits ergibt, wird von den SchülerInnen nicht aufgehoben“* (Höttecke 2001b, S.45).

Einigkeit, bezüglich der Vorstellung zur Person des Wissenschaftlers, scheint in dem Punkt zu herrschen, dass er als allein arbeitende Person, als Einzelkämpfer gesehen wird (Ryder, Leach et al. 1999; Höttecke 2001b). Nur wenige SchülerInnen meinen von sich aus, dass Wissenschaftler in einem sozialen Gefüge arbeiten, oder nennen die Rolle der scientific community (Höttecke 2001b; Van Eijck, Hsu et al. 2009b). Bei direkter Nachfrage wird der Stellenwert sozialer Interaktionen aber nicht negiert (Höttecke 2001b).

Grundsätzlich wird wiederholt ein Bild von elitären, überintelligenten Menschen geschildert, die in ihrer Forschung die reine Wahrheit suchen (Höttecke 2001b). Das Bild von Albert Einstein ist typisch hierfür. Die Forschung dieses überintelligenten Mannes gilt als für Laien unzugänglich (Höttecke 2001b). Höttecke (2001b) schreibt, dass es in der Person dieses Mannes zu einer Verdichtung von vermeintlichen Wesenheiten von Naturwissenschaftlern kommt, die sich *„zwischen unmenschlicher Intelligenz und liebenswürdiger Verrücktheit“* bewegen (Höttecke 2001b, S.24ff) und spricht auch von *„historisch gewachsener Heldenverehrung“* (2001b, S.25).

Signifikant für das Bild des typischen Wissenschaftlers ist, dass es sich dabei meistens um einen Mann handelt (Höttecke 2001).

Ziman (1980) schreibt hinsichtlich des Wissenschaftsstereotyps:

*„Einstein was ‘unwordly’; Pasteur was ‘a good Frenchman’; Galileo suffered persecution; Newton sat under an apple tree“* (Ziman 1980, S.44)

### **Motivation des Naturwissenschaftlers**

Wie Höttecke (2001a; 2001b) schreibt, ist die Frage nach der Motivation für Forschung eng an die Frage nach dem Zweck von Forschung gekoppelt. Wie legitimieren SchülerInnen also, dass große finanzielle Mittel in Forschung investiert werden?

Die persönliche Motivation der ForscherInnen kommt hier zu Tragen. Naturwissenschaftler sind *„von gutem Willen erfüllt“* (Höttecke 2001b, S.47), er wird von einem ehrenhaften Erkenntnisinteresse geleitet (Höttecke 2001a), die Motivation für die Forschung ist individuell bestimmt. Naturwissenschaftler verspüren den Drang nach mehr Wissen, daher forschen sie.

*„Seine persönliche Motivation speist sich aus einem persönlichen Bedürfnis nach Wissen“* (Höttecke 2001b, S.47).

Durch das Bild vom, aus persönlicher Motivation getriebenen Wissenschaftler, geht auch der Mythos einher, dass jener keine anderen Interessen, geschweige denn ein Privatleben besitzt (Höttecke 2001b). Es geht allein um die Befriedigung des Wissensbedürfnisses und die Suche nach Wahrheit. Diese Sichtweise wird von Larochelle et al. (1991, nach Höttecke 2001b, S.48) als *klassisch-naive* Sicht bezeichnet.

*„It is only a charming conceit to define science as the disinterested search for truth“* (Ziman 1980, S.41).

Eine Studie von Aikenhead (1987; nach Höttecke 2001b) zeigt: Geld zu verdienen, also das Gehalt, wird nur von wenigen SchülerInnen als Antrieb der Wissenschaftler gesehen. Und auch die Anerkennung anderer Kollegen sieht nur ein Bruchteil der SchülerInnen als motivierend an. Die Scientific Community wird also als wenig bedeutungsvoll für die Motivation erachtet (Höttecke 2001a; 2001b). Die Studie von Aikenhead (1987, nach Höttecke 2001b) zeigt, dass die treibende Kraft der Wunsch der Wissenschaftler sei, *„die Welt zu verbessern (...) oder Entdeckungen zum Wohle der Gesellschaft zu machen“* (Höttecke 2001b, S.48). Die Mehrheit ist der Ansicht, dass die persönliche Neugier nach Wissen als Motivation wirkt (Höttecke 2001).

Die Beweggründe der Wissenschaftler können entweder einer privaten Perspektive oder einer öffentlichen zugeordnet werden (Höttecke 2001b). Zur privaten Perspektive zählt das Bedürfnis Geld zu verdienen oder Anerkennung seitens des Kollegiums zu erhalten. Da diese Perspektive eher eine egoistische Gesinnung des Wissenschaftlers beinhaltet, wird sie negativ besetzt (Höttecke 2001b). Befürwortung hingegen erlangt die öffentliche Perspektive, weil es hier um die Verbesserung der Welt und dem Wunsch nach mehr Wissen geht (Höttecke 2001b). Naturwissenschaft wird hier als an soziale Zwecke gebunden aufgefasst. Die öffentliche Perspektive hat aber zur Folge, dass die SchülerInnen keine Unterscheidung zwischen Technik und Naturwissenschaft vornehmen, obwohl es

grundsätzlich unabhängige Bereiche sind (Höttecke 2001a; 2001b; vgl. Driver, Leach et al. 1996). Viele SchülerInnen besitzen die Vorstellung einer nutzenorientierten Naturwissenschaft, die besagt, naturwissenschaftliches Wissen wechselt in technische Anwendung über (Höttecke 2001a; 2001b; vgl. Driver, Leach et al. 1996).

In der Interview-Studie zu Vorstellungen über Nature of Science von Ryder, Leach et al. (1999) konnten drei Bereiche festgestellt werden, wie WissenschaftlerInnen den Fragen, denen sie in ihrer Forschung nachgehen, kommen:

1. Persönliches Interesse des Wissenschaftlers
2. Äußere Ursachen (Geld,...)
3. Interne Wissenschaftstheorie der Disziplin

Am häufigsten wird die Ansicht vertreten, dass individuelles Interesse die Forschung vorantreibt (Ryder, Leach et al. 1999). Die utilitaristische Sichtweise bzw. „*the desire to benefit humanity*“ wird ebenfalls stark seitens der SchülerInnen vertreten (Ryder, Leach et al. 1999, S.211; vgl. Driver, Leach et al. 1996).

Und auch die theoretischen Ideen innerhalb einer Disziplin sind Anreiz für ForscherInnen. Ryder et al. (1999) zählen solche Positionen zu dem Bereich „*internal epistemology of the discipline*“ (Ryder, Leach et al. 1999). Es geht darum, dass die großen Ideen und Theorien einer wissenschaftlichen Disziplin einen großen Einfluss ausüben auf die Fragen, denen Wissenschaftler bei ihrer Arbeit nachgehen.

In der Untersuchung von Van Eijck, Hsu et al. (2009b) nennen die SchülerInnen oft eine externe Quelle in der Beantwortung der Frage, wie WissenschaftlerInnen entscheiden, welchen Fragen sie nachgehen (van Eijck, Hsu et al. 2009b).

In der Untersuchung von Fleming (1987; nach Driver, Leach et al. 1996) sprachen die SchülerInnen auch über die Rolle der Regierung bei der Entscheidung, welchen Bereichen in der Forschung nachgegangen wird. Einige Jugendliche erörterten, dass WissenschaftlerInnen freie Hand bei der Wahl der Forschungsthemen haben sollten, weil sie wohl am ehesten kompetent wären festzustellen wie man Probleme lösen und die Lebensqualität verbessern könnte.

### ***Vorstellungen zum Arbeitsplatz – Mythos Labor***

Das Labor wird als typischer Arbeitsplatz von Naturwissenschaftlern erachtet (Höttecke 2001b). Diese Wirkungsstätte erscheint den SchülerInnen außerdem fremd, unerreichbar und abgeschieden (Höttecke 2001b). Die Vorstellungen werden z.T. sicherlich auch durch diverse Spielfilme erzeugt (vgl. Höttecke 2001b).

Vergessen werden andere Arbeitsumgebungen bzw. Arbeitsformen, wie z.B. ForscherInnen müssen Publikationen schreiben, an Tagungen und Sitzungen teilnehmen, mit dem Computer Daten auswerten, usw. (Höttecke 2001a; 2001b).

„*Die im Freiland arbeitenden WissenschaftlerInnen fallen aus dem Bild genauso heraus wie theoretische PhysikerInnen, die heute sehr häufig mit Computern arbeiten*“ (Höttecke 2001b, S.50).

Wobei gesagt werden muss, dass die Studien, in denen die SchülerInnen lediglich das Labor als Arbeitsplatz der Wissenschaftler angegeben haben, aus den 1960er und 70er Jahren stammen (Höttecke 2001b).

### ***Der moralische Ehrenkodex der WissenschaftlerInnen***

*„Ein moralischer Ehrenkodex redlichen wissenschaftlichen Arbeitens ist für die Naturwissenschaften selbst konstitutiv“* (Höttecke 2001b, S.50).

Unvoreingenommenheit seitens der WissenschaftlerInnen wird vorausgesetzt. Höttecke (2001b) führt eine einzige Studie an, die sich mit der Frage nach dem moralischen Verhalten von Wissenschaftlern befasst, nämlich eine Untersuchung von Ryan aus dem Jahr 1987 (Höttecke 2001a; 2001b). In den Antworten der SchülerInnen findet sich immer wieder die Ideologie des vorurteilsfreien objektiven Wissenschaftlers wieder (Höttecke 2001a; 2001b), er wird als ehrlich und objektiv angesehen (Driver, Leach et al. 1996). Der Mythos der Objektivität als Grundsatz in der Naturwissenschaft wird durch diese Untersuchung augenscheinlich.

Die Studie von Ryan (1987, nach Driver, Leach et al. 1996) zeigt auch: Werden die SchülerInnen direkt nach Vorlieben und Voreingenommenheit seitens der WissenschaftlerInnen bei ihrer Arbeit im Vergleich zu Nicht-WissenschaftlerInnen gefragt, meint die Mehrheit der SchülerInnen, dass WissenschaftlerInnen nicht ehrlicher sind als alle anderen Menschen, aber dass Ehrlichkeit für ihre professionelle Tätigkeit eine größere Rolle spielt als für Nicht-WissenschaftlerInnen (Driver, Leach et al. 1996).

Interessant ist, dass die SchülerInnen der Meinung sind, dass sich die ForscherInnen mit etwaigen schädlichen Konsequenzen ihrer Forschung befassen sollen und überhaupt darauf achten müssen, dass sie keinen Schaden verursachen (Höttecke 2001b). Und bei schädlichen Konsequenzen müssen die Anwender von Entdeckungen, nicht die Entdecker die Verantwortung übernehmen (Höttecke 2001b).

Driver, Leach et al. (1996) schreiben, dass eine starke Betonung von der Falsifikation in den SchülerInnen-Aussagen nicht wirklich mit der wissenschaftlichen Praxis übereinstimmt.

*„You know a scientist who wants to falsify his theory?“* (Newton-Smith 1981, S.52; zitiert nach Driver, Leach et al. 1996, S.32).

Wenn WissenschaftlerInnen Experimente durchführen um eine Hypothese zu testen, besteht unweigerlich der Wunsch bzw. die Intention die Hypothese zu bestätigen – und nicht sie zu falsifizieren (Driver, Leach et al. 1996).

Fleming (1987; nach Driver, Leach et al. 1996) berichtet über die konträren Reaktionen der SchülerInnen zum Thema Energiepolitik. Einerseits wurde die Ansicht vertreten, dass WissenschaftlerInnen und IngenieurInnen Entscheidungen in diesem Bereich treffen sollten weil sie über das nötige Fachwissen verfügen. Andererseits wurde auch die Position vertreten, dass WissenschaftlerInnen und IngenieurInnen nicht über solche Bereiche bestimmen dürfen, weil solche Entscheidungen alle Menschen betrifft; die Gesellschaft sollte entscheiden (Driver, Leach et al. 1996). Ungefähr die Hälfte der SchülerInnen vertrat die technokratische Position, mit Verweis auf den Expertenstatus der WissenschaftlerInnen



und das Fehlen von Voreingenommenheit im wissenschaftlichen Bereich (Driver, Leach et al. 1996). Die andere Hälfte begründete ihre Position mit Verweis auf die Demokratie und demokratische Werte oder meinte, dass soziale Probleme nicht durch wissenschaftliche und technologische Fachkenntnis zu lösen sind (Driver, Leach et al. 1996). WissenschaftlerInnen werden aufgrund ihrer Fachkompetenz als einflussreich erachtet. Sie in einer guten Position Lösungen für Probleme anzubieten oder zu erforschen (Driver, Leach et al. 1996).

#### **4.3.2. Vorstellungen zum epistemologischen Status des Wissens und zu wissenschaftstheoretischen Begriffen**

Die Frage, ob naturwissenschaftliches Wissen als veränderlich oder unveränderlich gedacht wird und wie die SchülerInnen mit Begriffen, wie Hypothese oder Theorie umgehen, wird an dieser Stelle behandelt (vgl. Höttecke 2001b; Osborne et al. 2003). Bezüglich des epistemologischen Status des Wissens muss gesagt werden, dass die SchülerInnenvorstellungen teilweise diffus, uneinheitlich, ja sogar widersprüchlich sind (Höttecke 2001a; 2001b).

##### ***Naturwissenschaftliches Wissen als Kopie der Realität: Unveränderlich, wahr und wertfrei***

Viele Studien haben gezeigt, dass SchülerInnen empiristische-objektive Vorstellungen über das Wesen der Naturwissenschaft besitzen (Deng, Chen et al. 2011). Empirismus bedeutet die Sichtweise, dass sicheres Wissen direkt auf Erfahrungen aufbaut (Driver, Leach et al. 1996). Beobachtungen bzw. Experimente führen zu festgeschriebenem Wissen (Duschl and Grandy 2008). Sie sind eher der Ansicht, dass es eine objektive Wahrheit gibt, die von WissenschaftlerInnen erforscht werden kann (Deng, Chen et al. 2011)

Bei den SchülerInnen zeigt sich eine Tendenz als „ontologische“ (Meyling 1990, nach Höttecke 2001a, S.13) oder naive Realisten aufzutreten (Höttecke 2001a; 2001b). Sie zeigen ein sehr starkes Interesse an der Wahrheit und Wirklichkeit. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse werden als Kopien der Realität verstanden (Höttecke 2001a).

*„Scientific knowledge is a representation of the natural world“* (Ziman 1980, S.34).

Naturgesetze beschreiben Gesetzmäßiges in der Natur, sind demnach also unumstrittene Abbilder von beobachteten Gesetzmäßigkeiten (Höttecke 2001a; 2001b).

Naturwissenschaft gilt als etwas Gesichertes und Feststehendes und durch die Arbeit der Wissenschaftler wird die Wirklichkeit mitgeteilt.

*„(...) it is easy to fall into the fallacy of positivism, where science is regarded as the primary source of truth“* (Ziman 1980, S.38).

Dinge, über die man (noch) nichts weiß, hat man (noch) nicht erforscht (Höttecke 2001b).

SchülerInnen glauben, naturwissenschaftliches Wissen entsteht unabhängig von menschlicher Kreativität. Die SchülerInnen glauben, dass die Physik eine exakte, streng logische und stromlinienförmige Disziplin ist, in der für spekulative oder intuitive Ansätze kein Platz ist (Höttecke 2001b).

SchülerInnen erachten naturwissenschaftliches Wissen als „*unveränderlich und wahr, anstatt als von Menschen in einem historischen Prozeß hergestellt und kontingent*“ (Höttecke 2001, S.7ff). Da im Unterricht keine Reflexion hinsichtlich der Motivation der Wissensproduktion stattfindet, entsteht die Vorstellung, die Naturwissenschaften wären wertfrei (Höttecke 2001b). Lernende sind der Ansicht, dass Wissenschaft ein neutraler und objektiv verifizierter Bereich ist (Brouwer et al. 1983, nach Höttecke 2001b).

Weiters glauben sie nicht, dass es vorläufig ist oder durch empirische Belege verändert wird (Carey et al. 1989, nach Höttecke 2001b; Meichtry 1993, nach Höttecke 2001b). Sie bedenken überdies auch nicht den historischen Charakter (Höttecke 2001b). Es herrscht demnach seitens der SchülerInnen die Tendenz, Wissen als unveränderlich und statisch zu beurteilen und besonders die Inhalte der Lehrbücher werden als wahr betrachtet (Songer et al. 1991, nach Höttecke 2001b). Aber es wird auch von manchen SchülerInnen eine dynamische Perspektive eingenommen. Auf alle Fälle zeigt sich hier, dass die Veränderbarkeit von Wissen eng an die Rolle von Beweisen gekoppelt ist (Songer et al. 1991, nach Höttecke 2001b).

Eine andere Untersuchung von Tobin et al. (1997) zeigt, dass die SchülerInnen eher der Ansicht sind, Wissen sei veränderbar (Höttecke 2001b). Hand in Hand geht aber damit auch die Auffassung, dass im Laufe der Zeit durch die Veränderungen man sich immer mehr der Wahrheit annähert (Tobin et al. 1997, nach Höttecke 2001a, 2001b).

*„Hier gehen die Vorstellung von der Veränderlichkeit und Vorläufigkeit von Wissensbeständen und eine realistische Erkenntnisposition eine Allianz ein“* (Höttecke 2001b, S.55).

In einer Untersuchung von Aikenhead (1987) zeigt sich auch, dass die Mehrheit der SchülerInnen glaubt, Wissen sei vorläufig und könne verändert werden (nach Höttecke 2001b). Ein Teil der SchülerInnen nimmt ein kumulatives Wissenschaftsverständnis ein, das besagt, Wissen wird nicht verändert, sondern ständig ergänzt (Aikenhead 1987, nach Höttecke 2001b). Manche SchülerInnen sind auch der Auffassung, dass Wissen deshalb adaptiert wird, weil in der Vergangenheit Fehler gemacht wurden und diese nun korrigiert werden würden (Aikenhead 1987, nach Höttecke 2001b).

SchülerInnen wurden in der Studie von Aikenhead (1987; nach Driver, Leach et al. 1996) auch gefragt wie es dazu kommen kann, dass sich die WissenschaftlerInnen uneinig sind, also dass es zu gewissen Phänomenen unterschiedliche Hypothesen gibt. Die genannten Gründe reichten von Mangel an Wissen und ungenaue Experimente bis hin zu dass persönliche Werte und Hintergründe die Schlussfolgerungen der WissenschaftlerInnen beeinflussen würden (Driver, Leach et al. 1996).

Auch Deng, Chen et al. (2011) schreiben, dass einige Studien zeigen, dass die meisten SchülerInnen wissenschaftliches Wissen als provisorisch bemessen und dass Wissen beeinflusst wird durch die bestehenden Theorien von WissenschaftlerInnen und ihren kulturellen und sozialen Werte.

Ähnliches zeigt auch die Studie von Lederman et al. (1990). Die SchülerInnen halten Wissensbestände für keinen „monolithischen Block“ und die Veränderbarkeit und der provisorische Charakter ist ihnen durchaus bewusst (nach Höttecke 2001b, S.56).

Ryder, Leach et al. (1999) zeigen in ihrer Interview-Studie, dass SchülerInnen oftmals keine Unterscheidung machen zwischen Daten und den Wissensansprüchen, die sich aus den

Daten ergeben (Ryder, Leach et al. 1999). Wissenschaftliche Untersuchungen liefern zuverlässige Daten, welche Phänomene beschreiben. Die meisten SchülerInnen sind der Ansicht, dass Wissen gesondert gesehen wird von den Daten und beweisbar ist (Ryder, Leach et al. 1999). Wissen wird bestätigt durch den empirischen Hintergrund.

*„(...) students often mentioned the importance of a meticulous approach to experimental procedure or the importance of critical experiments to distinguish between competing theories“ (Ryder, Leach et al. 1999, S.210).*

Alle Probanden waren in der Untersuchung der Ansicht, dass wissenschaftliches Wissen absolut beweisbar ist. Die meisten erklärten, dass empirische Daten als alleinige Grundlage gelten (Ryder, Leach et al. 1999). Auf der Basis empirischer Daten sind Hypothesen entweder wahr oder falsch.

Auch in der Untersuchung von Van Eijck, Hsu et al. (2009b) wird bestätigt, dass SchülerInnen die Ansicht vertreten, dass naturwissenschaftliches Wissen beweisbar ist. Darüber hinaus wird auch gezeigt, dass wie in der Studie von Ryder, Leach et al. (1999), die SchülerInnen wissenschaftliche Erkenntnisse als einzig auf empirischen Grundlagen basierend ansehen (van Eijck, Hsu et al. 2009b). Sowohl in der einen als auch in der anderen Studie mangelte es an Aussagen bezüglich wissenschaftliches Arbeiten als gemeinschaftliche Tätigkeit (van Eijck, Hsu et al. 2009b).

### **Verständnis von wissenschaftstheoretischen Grundbegriffen**

*„Wissenschaftstheoretische Begriffe haben i.d.R. neben ihrer exakten Bedeutung innerhalb der Wissenschaftstheorie auch noch eine alltagssprachliche Komponente, die sich im Verständnis der SchülerInnen spiegelt“ (Höttecke 2001b, S.58).*

Das Problem ist, dass sich Vorstellungen aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht und generelle Vorstellungen über Naturwissenschaft mit der alltagssprachlichen Bedeutung vermischen (Höttecke 2001b). Aus diesem Grund können die SchülerInnen keine Unterscheidung treffen zwischen Theorie, Gesetz und Hypothese (Höttecke 2001b; vgl. Parker, Krockover et al. 2008; nach Deng, Chen et al. 2011).

Die meisten SchülerInnen sind der Auffassung, zwischen diesen Begriffen herrscht eine hierarchische Ordnung (Höttecke 2001b). Durch zusätzliche Evidenz wird aus einer Hypothese eine Theorie und anschließend ein Gesetz (Meyling 1990, nach Höttecke 2001b). Höttecke schreibt, dass ein Großteil der SchülerInnen eine *„simplifizierende hierarchische Relation zwischen den Begriffen“* angibt (Höttecke 2001b, S.58).

### **Hypothese**

Eine Hypothese ist eine Annahme, die mit großer Unwahrscheinlichkeit eintreten könnte oder nur in der Phantasie gedacht wird (Höttecke 2001b). Zum Beispiel könnte ich hypothetisch morgen im Lotto gewinnen. Die SchülerInnen verstehen unter Hypothese *„eine Annahme, Vermutung oder Behauptung, die aufgrund einer Beobachtung oder eines Experiments aufgestellt wurde“* (Meyling 1990, S.54, zitiert nach Höttecke 2001b, S.59). WissenschaftlerInnen kommen ohne bestimmtes Vorwissen auf eine Hypothese (Höttecke 2001b), ähnlich einer Blitzidee.

## Theorie

SchülerInnen fassen Theorien als unverständlich und realitätsfern auf (Höttecke 2001b). Der Begriff ist sehr stark durch den alltagssprachlichen Gebrauch gefärbt (Höttecke 2001b).

Eine Theorie verhält sich gegensätzlich zu einer Handlung, also etwas ist nur theoretisch bedeutet, etwas wird nur gedacht (Höttecke 2001b). Sie wird also als Gegensatz zu Praxis erachtet.

*„Theorie ist aus Sicht der SchulerInnen etwas, das praktische Erfahrungen ersetzt, wenn es dem Wissenschaftler verwehrt ist, solche zu machen“* (Höttecke 2001b, S.59).

Das Verständnis von Theorie ist auch jenem von Hypothese ähnlich. Die SchulerInnen verstehen unter Theorie also auch eine Annahme oder Vermutung, die nicht beweisbar ist (Höttecke 2001b). Theorien können verstanden werden als vorläufige Aussagen (Höttecke 2001b). Die Fakten, die nicht anzuzweifeln sind, weil sie Abbilder der Natur sind, gelten als Naturgesetze (Höttecke 2001b).

### 4.3.3. Vorstellungen zu Experimenten im Unterricht und als Arbeitsweise in der Wissenschaft

Das Experiment gilt als Zeichen der Naturwissenschaft schlechthin und nimmt eine zentrale Stellung im Wissenschaftsverständnis der SchulerInnen ein (Höttecke 2001a; 2001b). Es herrscht die implizite Vorstellung, Naturwissenschaft beginne mit dem Experimentieren (Höttecke 2012).

Wie Höttecke (2001b) schreibt, ähneln die Experimentiergerate, die im Physikunterricht verwendet werden, kaum noch naturwissenschaftlichen Forschungsinstrumenten. Die Geräte für den Unterricht sind perfektioniert und funktionalisiert, damit sie einfach und zeitökonomisch im Unterricht angewendet werden können (vgl. Muckenfu 1979, nach Höttecke 2001b). Weiters ist es so, dass das Experiment im Schulunterricht ein Versuch ist, bei dem das Ergebnis bereits feststeht (Höttecke 2001b). In der Regel finden im Unterricht Demonstrationsversuche Anwendung und das Experimentieren wird meistens auf manuelle Arbeitstechniken beschränkt. Experimente im Unterricht werden von den SchulerInnen meist auch nach einer vorgegebenen peniblen Anleitung durchgeführt (Ziman 1980). Außer Acht gelassen wird dabei die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Denkweise als charakteristische Form des Problemlösens. Im Unterricht müssen die SchulerInnen Versuche „nachkochen“; vergessen wird dabei die selbstständige Formulierung von Hypothesen, die Planung einer Untersuchung, die Diskussion der Daten und Ergebnisse sowie die Reflexion des Erkenntnisweges (Mayer 2004; Mayer 2011).

Mayer nennt in seinem Vortrag 2011 folgende vier Teilkompetenzen, über die SchulerInnen verfügen sollten: SchulerInnen sollten 1) Untersuchungsfragen formulieren können, 2) im Stande sein Hypothesen zu generieren, 3) eine Untersuchung planen können und 4) die gewonnenen Daten auswerten können (Mayer 2011).

Zu 1) SchülerInnen haben oft schon Probleme zwischen naturwissenschaftlichen und nicht naturwissenschaftlichen Fragen zu unterscheiden und des weiteren sind sie nicht im Stande eine Untersuchung und die Untersuchungsfrage aufeinander zu beziehen (Mayer 2011).

Zu 2) Die Vorgehensweise der SchülerInnen unterscheidet sich von jener wie sie in der Wissenschaft praktiziert wird, denn SchülerInnen agieren nicht Hypothesen prüfend, sondern versuchen Effekte zu erzielen (vgl. Schauble, Klopfer et al. 1991). Den SchülerInnen fällt es schwer, mehr als eine Hypothese zu generieren (Mayer 2011). WissenschaftlerInnen möchten Hypothesen prüfen, SchülerInnen möchten Hypothesen beweisen (Mayer 2011). Es fehlt den Lernenden das Verständnis dafür, dass Hypothesen bloß vorläufig sind und dass es meist mehrere parallel gibt. Nach Mayer (2011) entstehen solche falschen Vorstellungen durch jene Experimente, wie man sie im Schulunterricht findet. In der Schule wird mit einem Experiment etwas überprüft, das ich bereits weiß und wo ich weiß, was passieren wird.

Zu 3) Die Lernenden verändern gleichzeitig mehrere Variablen bzw. willkürlich von Ansatz zu Ansatz.

Zu 4) Ist die Untersuchung beendet, stellen SchülerInnen nur selten einen Bezug zur Hypothese her. Selbst wenn die gewonnenen Daten ihre Hypothese widerlegen, halten sie trotzdem an dieser fest (Mayer 2011).

Die SchülerInnen unterscheiden Experimente, wie sie in der Schule gezeigt werden von jenen in der Wissenschaft (Höttecke 2001b). Sie sind sich darüber im Klaren, dass *„die zu messenden Gesetze schon vor dem Unterricht feststehen, und die Versuchsanordnung keine offenen Fragen zulassen oder erzeugen darf“* (Höttecke 2001a, S.16).

Dass SchülerInnen der Ansicht sind, dass Daten bzw. Messwerte unterschiedlich interpretiert werden können, zeigt eine Untersuchung von Meyling (1990, nach Höttecke 2001b).

Trotzdem glauben sie, dass ein Forscher bei der Auswertung unbeeinflusst bleibt durch Vorwissen und Theorien oder Erwartungen (Höttecke 2001b). SchülerInnen sehen Hypothesen nicht auf Wissen basierend an und glauben deshalb, dass Experimente nicht von Ideen, Fragen oder Annahmen geleitet sind (Driver, Leach et al. 1996).

Die SchülerInnen sind überzeugt, dass ein Wissenschaftler objektiv, nicht manipulativ und neutral agiert (Höttecke 2001a; 2001b). Sie glauben, dass ein Experiment ohne zuvor gebildete Hypothesen und dass ein neutrales Messen ohne zuvor gebildete Theorien möglich ist (Meyling 1990, nach Höttecke 2001b). Ihnen ist also nicht bewusst, dass Experimentieren und Beobachten immer theoriebeladen ist (Driver, Leach et al. 1996; Höttecke 2001a; 2001b). Die SchülerInnen besitzen eine empirische Grundhaltung und sind sich deshalb darüber nicht im Klaren, dass ein Experiment, die Ergebnisse und deren Interpretation von der scientific community bewertet werden (Höttecke 2001b).

Wird der Zusammenhang von einer Idee und darauffolgendem Experiment doch erkannt, so haben Experimente die Funktion *„to see if something works“* (Driver, Leach et al. 1996). Bei einem Experiment handelt es sich weniger um eine zielgerichtete Tätigkeit, als vielmehr um ein ausprobieren und entdecken (Driver, Leach et al. 1996; Carey et al. 1989, nach Höttecke 2001b). Schauble, Klopfer et al. (1991) sprechen in diesem Zusammenhang von einem *„engineering model“*. Wenn SchülerInnen Experimente durchführen sollen, deren Ziel es eigentlich wäre die Ursache-Wirkung-Beziehung aufzuzeigen, benutzen sie oft dieses Muster (Schauble, Klopfer et al. 1991). Sie verändern nämlich Variablen um ein gewünschtes

Ergebnis zu erzielen. Im Unterschied dazu geht es beim Wissenschaftsmodell darum, die Beziehungen zwischen Variablen herauszufinden (Schauble, Klopfer et al. 1991).

SchülerInnen sind der Ansicht, Experimentieren heißt, man probiert etwas aus und macht dadurch Entdeckungen. Sie sehen Experimente weniger als zielgerichtete Handlungen an, sondern ihrer Meinung nach liegt das Interesse im Generieren von Effekten und weniger in der Klärung von zugrundeliegenden Prinzipien oder Prüfung von Hypothesen (Schauble, Klopfer et al. 1991). Deshalb konzentrieren sich die SchülerInnen beim Experimentieren auch auf das Erzeugen von (meistens effektvollen) Veränderungen (Schauble, Klopfer et al. 1991). Das Vorgehen der SchülerInnen wird dem von Ingenieuren gleichgesetzt (Schauble, Klopfer et al. 1991; Hammann 2004). Denn das primäre Ziel von Ingenieuren ist, das gewünschte Ergebnis bzw. Produkt zu optimieren. Die Klärung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen sind weniger relevant (Schauble, Klopfer et al. 1991; Hammann 2004).

SchülerInnen sollten in einer Studie von Schauble (1990; nach Schauble, Klopfer et al. 1991) herausfinden welche Auto-Design-Besonderheiten bzw. –Einrichtungen die Schnelligkeit von Autos beeinflussen, aber viele SchülerInnen vertieften sich dann darauf, schnelle Autos zu konstruieren. In einer anderen Studie von Kuhn und Phelps (1982; nach Schauble, Klopfer et al. 1991) sollten die SchülerInnen herausfinden, welche chemischen Stoffe eine Reaktion hervorrufen, die eine pinke Mischung ergibt. Einige SchülerInnen begannen daraufhin auszuprobieren, eine pinke Mixtur zu erzeugen, anstatt die chemischen Substanzen zu identifizieren, die diese Reaktion bewirken (Schauble, Klopfer et al. 1991).

Die SchülerInnen, die nach dem Ingenieursmuster arbeiten, experimentieren oft hypothesen- bzw. theorienlos, machen keinen Kontrollansatz, ändern willkürlich für jeden Ansatz die Variablen und sobald das erwünschte Ergebnis bzw. der erwünschte Effekt eintritt beenden sie das Experiment (Hammann 2004).

Die Ursachen für dieses Ingenieursmuster liegt wahrscheinlich darin, dass viele LehrerInnen versuchen das Interesse der SchülerInnen zu wecken indem sie Demonstrationen und Experimente planen die aufregende und fesselnde Effekte zeigen (Schauble, Klopfer et al. 1991). Nach Schauble, Klopfer et al. (1991) wird dadurch die Neigung bei SchülerInnen erzeugt, das Ziel des Experimentierens in der Produktion von Effekten zu sehen, und weniger im Verständnis von den Prozessen die diese Effekte produzieren.

Wahrscheinlich jede/r Naturwissenschafts-LehrerIn kennt das Phänomen, dass wenn man einen Demonstrationsversuch durchführt, die SchülerInnen zwei Wochen später den „magic effect“ wiedergeben können, aber nicht die zugrundeliegenden Prinzipien (Schauble, Klopfer et al. 1991).

In der Untersuchung von Driver, Leach et al. (1996) können drei Antwortmuster der Probanden auf die Frage nach dem Zweck eines Experiments formuliert werden (Driver, Leach et al. 1996, S.87). Es werden Experimente gemacht, um

- Neues zu herauszufinden und Entdeckungen zu machen - *„See if the phenomenon happens or make a phenomenon happen“*
- Ursache-Wirkungsrelationen zu erzeugen – *„Relate cause and effect“*
- Theorien zu verifizieren – *„Evaluate a theory“*

Bezüglich der Messprozedur in einem Experiment gibt es unterschiedliche Vorstellungen. Es gibt die Vorstellung, dass ein einziger Messwert das richtige Ergebnis ist (Höttecke 2001b).

Weiters gibt es auch die Vorstellung:

*„Nur sehr sorgfältiges Messen ermöglicht eine Annäherung an den „richtigen“ Meßwert, aber man kann sich niemals sicher sein, ihn auch wirklich zu „treffen“ (Höttecke 2001b, S.66).*

Es gibt die Ansicht, dass, erst wenn man Mittelwerte bildet, kann man etwas über das zu Messende aussagen, oder dass erst eine Wiederholung der Messwerte zu den richtigen Werten führt (Höttecke 2001b).

In Summe kann man sagen, dass die SchülerInnen bezüglich des Experimentierens unzureichende Vorstellungen besitzen. Vor allem jüngere Kinder verstehen unter einem Experiment ein *„planloses Ausprobieren und Entdecken“* (Höttecke 2001b, S.66).

#### **4.3.4. Vorstellungen zur Wissensproduktion**

In diesem Abschnitt geht es um das Bild das SchülerInnen darüber besitzen, wie Wissen in der Naturwissenschaft produziert wird und unter welchen Bedingungen. Handelt es sich bei wissenschaftlichem Arbeiten um eine soziale Tätigkeit und gibt es eine Methode der Naturwissenschaft?

##### ***Mythos der wissenschaftlichen Methode***

Eine weitere verzerrte Darstellung auf Seiten der Lernenden ist die Vorstellung, dass es eine einzige erfolgreiche Methode gibt, mit welcher der Wissenschaftler Wissen ähnlich wie nach einem Kochrezept hervorbringt (Brouwer et al. 1983, nach Höttecke 2001b). Alles wissenschaftliche Wissen entsteht durch diese allgemeingültige Methode (Ziman 1980).

Eine Studie von Ryan et al. (1992) zeigt, dass die SchülerInnen die Methode der Wissenschaft *„als Abfolge von Frage → Hypothese → Daten sammeln → Schlußfolgerungen ziehen“* (Höttecke 2001b, S.70) sehen.

Ryan et al. (1992, nach Höttecke 2001b) machen darauf aufmerksam, dass die SchülerInnen unter der Methode der Wissenschaft kein kochrezeptartiges Vorgehen verstehen.

Es wird auch die Vorstellung vertreten, dass die Methode der Wissenschaft, Wiederholung von Testungen sei, damit man sich der Wahrheit nähert.

Die SchülerInnen sind der Ansicht, dass sich die Natur durch genaues Beobachten von selbst präsentiert. Die Natur erscheint unmittelbar und diese Unmittelbarkeit kann vom Forscher auf logischem Weg erkannt werden. Höttecke schreibt beispielsweise über die Arbeitsweise der Physik, dass sie *„als einseitig von Phänomenen und Beobachtungen ausgehend hin zur methodischen Erfassung letzter Prinzipien verstanden wird“* (Höttecke 2001b, S.12).

##### ***Alltagsvorstellungen zu sozialen Bereichen in der Wissenschaft***

Die Bedeutung von Fakten wird äußerst hoch eingeschätzt (Höttecke 2001a). Die Lernenden sind der Auffassung, dass es keine Beziehung zwischen sozialen Bereichen und Wissenschaft gibt (Brouwer et al. 1983, nach Höttecke 2001b). Sie übersehen, welchen Einfluss die Gesellschaft, Politik, Kultur und Ökonomie auf die Naturwissenschaft ausübt (Höttecke 2001b). Die SchülerInnen sind sich nicht bewusst darüber, dass sich außerwissenschaftliche Einflüsse auf Forschung und Wissenschaft auswirken (Driver, Leach et al. 1996). In der Studie von Driver et al. (1996) zeigt sich, dass, wenn Wissen nicht eindeutig, sondern kontrovers und unentschieden ist, die SchülerInnen soziale Aspekte um sich zwischen kontroversen Theorien zu entscheiden wählen. Zugleich meinen sie aber, eine faktische Datenlage sei vorrangig maßgeblich (Höttecke 2001b). Soziale Faktoren kommen bloß bei unzureichender Datenlage zu tragen (Höttecke 2001a; 2001b).

Auch in der Interview-Studie zu Vorstellungen über Nature of Science von Ryder, Leach et al. (1999) sehen die SchülerInnen wissenschaftliche Erkenntnisse als einzig auf empirischen Grundlagen basierend (Ryder, Leach et al. 1999). Nur wenige äußerten, dass auch soziale Faktoren wichtig sind. Aussagen bezüglich wissenschaftlichen Arbeitens als gemeinschaftliche Tätigkeit wurden kaum dargebracht (Ryder, Leach et al. 1999). Zu den sozialen Kernpunkten die einflussreich sein können, zählen die SchülerInnen die Persönlichkeit und den Status der WissenschaftlerInnen. Die Glaubwürdigkeit eines Wissenschaftlers/einer Wissenschaftlerin basiert auf seinen/ihren vorhergehenden Forschungen. Es gibt auch persönliche Vorlieben zu gewissen Theorien (Ryder, Leach et al. 1999).

Aikenhead (1987; nach Driver, Leach et al. 1996) untersuchten die Vorstellungen ob soziale Kontakte zwischen WissenschaftlerInnen in einer Art Gemeinschaft förderlich für ihre Arbeit wären. Die Mehrheit meinte, dass Kontakt innerhalb der Forschergemeinschaft die Arbeitsweise und die Leistung der einzelnen ForscherInnen verbessern würde (Driver, Leach et al. 1996). Die SchülerInnen sind prinzipiell der Ansicht, dass Wissenschaftler isoliert abgeschirmt von der Gesellschaft arbeiten (Driver, Leach et al. 1996).

Hinsichtlich der sozialen Dimension haben Ryder, Leach et al. (1999) Ähnliches herausgefunden, nämlich dass eine individualistische Sichtweise vorherrscht, die besagt, dass WissenschaftlerInnen alleine arbeiten, ohne Interaktionen mit anderen Wissenschaftlern. SchülerInnen glauben noch immer, dass WissenschaftlerInnen isoliert arbeiten und ihren Kollegen die fertigen Ergebnisse mitteilen (Abd-El-Khalick 2012b). Andere Aussagen lassen schon darauf schließen, dass es eine Gemeinschaft von Wissenschaftlern gibt die untereinander interagieren (Ryder, Leach et al. 1999). Die Wichtigkeit von Institutionen für das Regeln von Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeit und Bestätigen neue Erkenntnisse wurde von SchülerInnen als wichtiger Aspekt von der sozialen Dimension erachtet (Ryder, Leach et al. 1999). Diese Ansicht enthält auch die Rolle die diese Institutionen haben hinsichtlich des Einflusses der Richtung von wissenschaftlichen Untersuchungen und der Bewertung und Überprüfung von wissenschaftlichen Erkenntnissen durch eine Begutachtung (Ryder, Leach et al. 1999).

Zusammenfassend kann gesagt werden, SchülerInnen verfügen über „keine adäquate Vorstellung von der sozialen Dimension wissenschaftlicher Wissensproduktion“ (Höttecke 2001b, S.69). Darüber hinaus wird auch der „Bedingungszusammenhang von Wissenschaft und Technik“ (Höttecke 2001, S.23) vorenthalten und die „Entstehungsbedingungen werden



auf die Geschichte weniger, größer und dann v.a. auch genialer Männer reduziert“ (Höttecke 2001, S.23). Die Folge ist, dass die SchülerInnen falsche Vorstellungen entwickeln (Wagenschein 2007) und keine Ahnung davon haben, wie und warum wissenschaftliches Wissen erzeugt wird (Höttecke 2001b).

Die SchülerInnen bekommen eine

*„gefährlich falsche Vorstellung von den Wissenschaften (...) als eine Elite, einem „Establishment“ von Geheimnistägern, die irgendwie, „man weiß eben nicht recht wie“, zu oft absurden Ideen kommen, die sie dann auch noch „beweisen“, sodass man sie zugeben muss, obgleich man sie doch nicht recht glauben kann“* (Wagenschein (1968) 2007, S.15).

#### **4.4. Entstehung der Alltagsvorstellungen**

Das Wissen bzw. die Konzepte der SchülerInnen über Naturwissenschaft wird beeinflusst durch verschiedene Bereiche und Faktoren: Schule, Medien, wie Dokumentationen im Fernsehen und Nachrichten in Radio und Zeitung, Einflüsse von LehrerInnen naturwissenschaftlicher Fächer (Driver, Leach et al. 1996; Ryder, Leach et al. 1999).

SchülerInnen konstruieren Vorstellungen zu NOS im schulischen Kontext durch naturwissenschaftlichen Unterricht, im außerschulischen Kontext, wie zum Beispiel durch Medien und im authentischen wissenschaftlich Kontext (van Eijck, Hsu et al. 2009b).

Diese Erfahrungen erzeugen ein Wissen über die Natur der Naturwissenschaft (NOS).

*„In this way, we can expect students` images of science to be most effectively developed through involvement in discourse communities in which scientific ideas and perspectives are routinely discussed and within which internal and external dialogue about the nature of science occur regularly and spontaneously“* (Ryder, Leach et al. 1999, S.202).

Das Wesen der Naturwissenschaft ist im österreichischen Schulsystem (trotz Formulierung im Lehrplan der AHS-Oberstufe) derzeit kaum Bestandteil des Unterrichts.

SchülerInnen, egal welchen Alters, bilden trotzdem täglich ein Verständnis zu NOS aus und verfügen über Vorstellungen über WissenschaftlerInnen und wissenschaftliche Arbeitsweisen (Driver, Leach et al. 1996). LehrerInnen können *nicht nicht* über die Natur der Naturwissenschaften unterrichten (Höttecke 2012), das heißt, die SchülerInnen werden täglich über das Wesen der Naturwissenschaft im Klassenzimmer unterrichtet (Abd-El-Khalick 2012a). Bloß ist es so, dass das was die SchülerInnen lernen, leider nicht das ist, was sich die Experten erhoffen würden (Abd-El-Khalick 2012a).

Täglich betreten weltweit LehrerInnen naturwissenschaftlicher Unterrichtsgegenstände Klassenzimmer und vermitteln ihren SchülerInnen Vorstellungen über NOS die meistens naiv und unsachgemäß sind (Abd-El-Khalick 2012b).

Im Unterricht werden automatisch Bilder und Vorstellungen über naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden, über den epistemologischen Status des Wissens und über die Beziehung von Forschung und anderen Lebensbereichen, wie beispielsweise Kultur, Religion oder Gesellschaft vermittelt (Driver, Leach et al. 1996; Höttecke 2001b). Das kann in jeder Art von

Unterricht implizit oder explizit geschehen (Driver, Leach et al. 1996). Passiert diese Vermittlung im fachsystematischen Unterricht unreflektiert, wie es in der Regel der Fall ist, kommt es zur Ausbildung von Mythen bzw. Alltagsvorstellungen über Naturwissenschaft oder „Misskonzepten“ (Höttecke 2001a; Höttecke 2001b).

Die „*misconceptions of NOS*“ können dem ineffizienten Curriculum, unzureichenden Schulbüchern und den „inadäquaten“ NOS-Vorstellungen der LehrerInnen zugeschrieben werden (Deng, Chen et al. 2011).

Die Logik ist simpel: Wie sollen SchülerInnen sachkundige, „adäquate“, „sophisticated“ Vorstellungen bezüglich NOS besitzen, wenn nicht einmal LehrerInnen über ein angemessenes Verständnis verfügen. Insbesondere der/die LehrerIn sollte über ein adäquates Wissenschaftsverständnis verfügen, welches er/sie den SchülerInnen im Unterricht vermittelt (Lederman 2007).

Untersuchungen zum Wissenschaftsverständnis von LehrerInnen zeigen, dass LehrerInnen naturwissenschaftlicher Unterrichtsgegenstände inadäquate Konzepte bzw. beträchtliche „*misconceptions*“ zum Wesen der Naturwissenschaft (NOS) besitzen (Schwartz, Lederman et al. 2004). Dieses Ergebnis zeigt sich unabhängig vom Untersuchungsinstrument, das verwendet wurde (Lederman 2007). Der akademische Hintergrund der LehrerInnen hat keine Auswirkungen auf die Konzepte zu NOS (Lederman 2007).

Methoden und Techniken, welche die NOS-Vorstellungen der LehrerInnen verbessern sollten, sind erfolgreich, wenn sie entweder historische Aspekte von Wissenschaftsverständnis beinhalteten (vgl. Allchin 2011) oder direkt, explizit die Aufmerksamkeit auf NOS richteten.

*„(T)he explicit approach is generally more advantageous than the implicit approach“*  
(Deng, Chen et al. 2011, S.974).

SchülerInnen lernen nichts zu NOS, wenn die LehrerInnen nicht explizit vorhaben NOS zu unterrichten (Schwartz, Lederman et al. 2004; Lederman 2007; Deng, Chen et al. 2011). Es reicht also nicht, durch Versuche und Experimente einfach „Wissenschaft zu machen“.

Lederman (2007) konnte keine klaren Beziehungen zwischen den Vorstellungen der LehrerInnen und der Unterrichtspraxis entdecken. Selbst wenn die LehrerInnen angemessene Vorstellungen bezüglich NOS oder *scientific inquiry* besitzen, wirkt sich das nicht immer direkt auf den Unterricht aus. Werdende LehrerInnen und solche die bereits unterrichten, welche eigentlich sachkundige Ansichten von NOS innehaben, ringen trotzdem damit, diese Aspekte von NOS im Unterricht zu vermitteln und den SchülerInnen zu gewünschte Ansichten zu verhelfen (Abd-El-Khalick 2012b).

Abgesehen vom unzureichenden Wissenschaftsverständnis der LehrerInnen fördern auch die Diskurse im naturwissenschaftlichen Unterricht, die von grob naiven Generalisierungen dominiert werden, falsche Vorstellungen (Abd-El-Khalick 2012a).

Die Aspekte von NOS die gefordert werden, sind bei weitem präziser und sachkundiger als jene, die von LehrerInnen unterrichtet, in Schulbüchern dargestellt oder von der Mehrheit der SchülerInnen aufgenommen werden (Abd-El-Khalick 2012a).

Jener Auszug stammt aus einem Chemie-Schulbuch:

*„A scientific law is simply a fact of nature that is observed so often that it becomes accepted as truth. The sun rises in the east each morning is a law of nature because*

*people see that it is true every day*” (Phillips, Strozak & Wistrom 1997, S.59; zitiert nach Abd-El-Khalick 2011, S.355).

Dieser Auszug zeigt ein ganzes Bündel an Ungenauigkeiten. Angefangen bei der Bestärkung der induktiven Lehre, wird weiters ein wissenschaftliches Gesetz mit einer empirischen Beobachtung verwechselt und der absolute Charakter von wissenschaftlichem Wissen bestätigt. Und zu guter Letzt wird sogar ein falsches Beispiel eines wissenschaftlichen Gesetzes angeführt (Abd-El-Khalick 2012b). Naturwissenschaftliche Schulbücher fördern noch immer Vorstellungen, die NOS verdreht und falsch darstellen und Mythen über das Wesen der Wissenschaft und ihre Arbeitsmethoden mitteilen (Abd-El-Khalick 2012b).

Nimmt man Lehrpläne oder Schulbücher zur Hand so wird augenscheinlich, dass unter der Methode der Naturwissenschaften fast immer die empirisch-induktive, die deduktive oder gelegentlich die hypothetisch-deduktive Methode erfasst wird (Höttecke 2001b; Duschl and Grandy 2008). Empiristisch heißt, dass Erfahrung direkt zu sicherem Wissen führt, induktiv bedeutet, dass man aus Beobachtungen auf Verallgemeinerungen schließen kann (Driver, Leach et al. 1996).

Diese logischen Verfahren werden meistens als die einzigen Methoden der Wissenschaft dokumentiert (Höttecke 2001b). Es wird ein Wechselspiel von Hypothesenbildung und Deduktion dargelegt, die Rolle der Intuition oder der historische Kontext wird kaum erwähnt (Höttecke 2001b).

*„Die historisch gewachsenen Naturwissenschaften erstarren in Formeln und Gesetzen, die den Bezug zur Lebenswelt der Lernenden verlieren und ihr eigenes Gewordensein und damit auch ihre Veränderbarkeit nicht mehr aufzeigen“* (Höttecke 2001b, S.24).

Das Bild über den „harten“ Charakter der Naturwissenschaften wird gestärkt, indem formal-logisches Denken als die Praxis schlechthin gilt (Höttecke 2001b). Die naturwissenschaftliche Arbeit wird auf formal-logisches Operieren beschränkt. Quasi Naturwissenschaft als formal-logisches Vorgehen auf empiristischer Basis nach methodischen Grundregeln. Wie Höttecke schreibt, wird der hypothetisch-deduktiven Methode *„geradezu imperativische Funktion zugewiesen“* (Höttecke 2001b, S.9). Den SchülerInnen wird der Eindruck vermittelt, durch Beobachten gelangt man zur Erkenntnis der Wirklichkeit – und jeder Mensch kommt dabei zu gleichen Ergebnissen. Es ist kaum verwunderlich, dass junge Menschen eine induktive Sichtweise von Wissenschaft einnehmen, sie erachten WissenschaftlerInnen als Entdecker der Welt durch sorgfältige Beobachtung (Driver, Leach et al. 1996). SchülerInnen (und LehrerInnen) glauben, dass wissenschaftliches Wissen wirklich durch die Anwendung dieser einen wissenschaftlichen Methode generiert und validiert wird (Abd-El-Khalick 2012b).

*„the myth of a universal, step-wise, prescriptive, Scientific Method continues to linger in in some form or another in science textbooks and laboratory manuals“* (Abd-El-Khalick 2012, S.1046).

Es kommt demnach in Bezug auf die Methoden der Naturwissenschaft zu einer groben Vereinfachung und Abstraktion (Höttecke 2001b). Beispielsweise wird das Experimentieren auf die funktionelle Aufgabe, Beobachtungssätze zu erstellen, beschränkt (Höttecke 2001b). Es wird übersehen, dass Wissen ein Produkt menschlicher Tätigkeit ist, der Eindruck der Unabhängigkeit der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und Methoden von den

arbeitenden Subjekten dahinter wird den SchülerInnen vermittelt (Höttecke 2001b). Diese Subjekte sind es aber, welche diese Erkenntnisse erst hervorbringen.

Darüber hinaus „gilt jede Beobachtung als durch Erwartungen und Präkonzepte vorstrukturiert“ (Höttecke 2001b, S.21). Es geht also um die Theoriebeladenheit der Beobachtung, theoretische Annahmen begleiten jede Beobachtung (Höttecke 2001b; Duschl and Grandy 2008). Viele LehrerInnen lassen die SchülerInnen Versuche durchführen, wo sie ohne Theorie (*theory-free*) Daten sammeln müssen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Weiters sind die SchülerInnen der Ansicht, dass die empirisch gestützte logische Folgerung Wissen für gültig, für „wahr“ erklärt (Höttecke 2001b). Sie vertreten also eine absolutistische Wissensauffassung, im Sinne von Wissen ist entweder wahr oder falsch (Priemer 2006). Eigentlich ist es aber die *scientific community*, die bestimmt, ob die wissenschaftlichen Ergebnisse für gültig angesehen werden, oder nicht (vgl. Duschl and Grandy 2008). Sie ist die entscheidende Instanz.

Wird im Unterricht vereinzelt doch einmal über die Entstehungsbedingungen von Wissen (das für die Menschheit enorm bedeutend und fortschrittlich war) mit den SchülerInnen gesprochen, so werden ausschließlich Geschichten von hochintelligenten (männlichen) Genies erzählt (Höttecke 2001b). Dadurch wird auch die Vorstellung gefördert, dass der Zweck von Wissenschaft einzig darin besteht, Zustände zu verbessern, Heilmittel für Krankheiten zu entdecken und technische Geräte zu entwickeln. Generell mangelt es auch an Fähigkeit, Wissenschaft und Technologie zu unterscheiden (Driver, Leach et al. 1996).

Was sind die Folgen? Es kommt zur Ausbildung von falschen Vorstellungen und in Folge zu einem mythischen Wissenschaftsverständnis (vgl. Höttecke 2001a; Höttecke 2001b; vgl. Ziman 1980). Anstatt der Entfaltung einer kritischen Haltung seitens der SchülerInnen, wird ein unreflektierter Wissenschaftsfetischismus (Strobl 1994, S.211, nach Höttecke 2001b) erzeugt. LehrerInnen bieten SchülerInnen nicht die Möglichkeit ihre Ideen, die sie im Kontext von mehr oder weniger wissenschaftlichen Aktivitäten bilden, zu vermitteln, verteidigen, übertragen (Abd-El-Khalick 2012b).

Die Sammlung von Definitionen, Gesetzen, Axiomen, usw. entfernt das naturwissenschaftliche Wissen von der gesellschaftlichen Realität.

„Wissenschaft erscheint nicht als Produkt menschlicher und gesellschaftlich bestimmter Arbeit, sondern als Ware, die von den LehrerInnen verkauft und von den SchülerInnen konsumiert werden soll“ (Pukies 1978, 1979, 1981, zitiert nach Höttecke 2001b, S.26).

## **5. Fragestellung der vorliegenden Arbeit**

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Frage, welches Naturwissenschaftsverständnis Schülerinnen und Schüler aus drei Biologieklassen Wiener Gymnasien aufweisen und folgt kritisch der Frage nach deren methodologischer Erhebung. Aufgrund der entscheidenden Aufgabe des Unterrichtsgegenstandes Biologie für die Vermittlung des Lernbereichs *Nature of Science* und der Rolle der SchülerInnen-

Vorstellungen als Indikatoren für das Bildungsziel *Nature of Science*, widme ich den Schwerpunkt meiner Forschung der Frage: Welche Konzepte konstruieren SchülerInnen über zentrale Bereiche von *Nature of Science* (NOS)?

In meiner Untersuchung greife ich auf zwei verschiedene qualitativen Erhebungsinstrumenten zurück (offener Fragebogen und Gruppendiskussion). Durch diese trianguläre Herangehensweise möchte ich meine zweite Forschungsfrage beantworten: Welche Unterschiede oder Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Konzepte zu NOS gibt es zwischen dem Fragebogen und der Gruppendiskussion?

## 6. Methodologie

Die Konzepte zu den zentralen Bereichen von *Nature of Science* (NOS) von SchülerInnen im Alter zwischen dreizehn und siebzehn Jahren in drei Schulklassen Wiener Gymnasien wurden mit den folgenden zwei qualitativen Methoden erhoben:

- (1) Offener Fragebogen (VNOS-C, nach Lederman 2002)  
mit allen SchülerInnen der Klasse
- (2) Fokussierte Gruppendiskussionen  
mit jeweils vier Schülerinnen und vier Schülern

Die drei Klassen der Wiener Schulen nahmen am Forschungs-Bildungs-Kooperationsprojekt *Kids Participation in Research 2* (KiP<sup>2</sup>) teil.

Die Gruppendiskussionen und Fragebogen-Erhebungen wurden vor Beginn des Projekts durchgeführt.

Im Verlauf dieses Projekts des *Austrian Educational Competence Centres*-Biologie (AECC-Biologie) forschen SchülerInnen in authentischen Lernumgebungen mit WissenschaftlerInnen an unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Radits, Bardy-Durchhalter et al. 2010).

Eine Schulklasse forschte im Bereich Palynologie (Paly-KiP), eine andere Klasse hatte ihr Forschungsprojekt im Bereich Neurowissenschaft (Neuro-KiP). Die älteren Schüler (10. und 11. Schulstufe) Meeresbiologie (Sea-KiP).

Die Anzahl der SchülerInnen der jeweiligen Schulstufe ist der folgenden Tabelle zu entnehmen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Die drei Schulklassen des Forschungs-Bildungs-Kooperationsprojekts *Kids Participation in Research 2* (KiP<sup>2</sup>)

| Klassen                     | 1        | 2         | 3       |
|-----------------------------|----------|-----------|---------|
| KiP                         | Paly-KiP | Neuro-KiP | Sea-KiP |
| Schulstufe                  | 8        | 9         | 10-11   |
| Anzahl SchülerInnen (Bu/Mä) | 10/17    | 15/10     | 6/2     |

Der verwendete VNOS-C-Fragebogen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002) stellt das in der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik am meisten verwendete Instrument zur

Vorstellungserhebung zu NOS dar (Schwartz, Lederman et al. 2004; Allchin 2011). Dieser offene Fragebogen soll nach Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) in Verbindung mit Einzelinterviews angewendet werden. In meiner Untersuchung habe ich anstatt der Einzelinterviews als zweites Instrument die Gruppendiskussion, als spezielle Form des Gruppeninterviews, gewählt.

Durch diese trianguläre Herangehensweise möchte ich das Potential der Gruppendiskussion als qualitative Methode, die soziale Konstrukte hervorbringt, im Vergleich zur bewährten Fragebogenmethode, welche eher individuelle Konstrukte liefert, im Bereich der Vorstellungserhebung klären.

Die Fragebögen aller SchülerInnen aus allen Klassen wurden ausgewertet, also in Summe 60 Fragebögen. Was die Datenanalyse der Gruppendiskussionen betrifft, wurden aber nur die Diskussionen von zwei Schulklassen (Neuo-KiP-GD und Sea-KiP-GD) herangezogen, da es mit dem Video-Mitschnitt der Paly-KiP-Gruppendiskussion technischer Schwierigkeiten gab. An der Gruppendiskussionen nahmen jeweils acht SchülerInnen der jeweiligen Schulklasse teil, wobei vier von der Biologielehrerin als interessiert empfunden werden und vier als uninteressiert.

## 6.1. Fragebogen

Die Befragung ist sicherlich die am häufigsten verwendete Datenerhebungsmethode in den empirischen Sozialwissenschaften (Bortz and Döring 2006). Man unterscheidet mündliche Befragungen (z.B. Interviews) und schriftliche Befragungen (Bortz and Döring 2006).

Zur schriftlichen Befragung zählt der Fragebogen. Diese Untersuchungsvariante ist kostengünstig und obendrein können viele Individuen befragt werden. Eine schriftliche Befragung erfordert eine hohe Strukturierbarkeit der Befragungsinhalte und verzichtet auf steuernde Eingriffe der Forschenden (Bortz and Döring 2006). Ein Fragebogen sollte im Prinzip so ausgearbeitet sein, *„dass seine Bearbeitung außer einer einleitenden Instruktion keiner weiteren Erläuterungen bedarf“* (Bortz and Döring 2006, S.237).

Der wichtigste Unterschied zwischen den beiden Befragungsmethoden liegt wahrscheinlich in der Erhebungssituation. Bei schriftlichen Befragungen fühlen sich die Befragten anonymer (Bortz and Döring 2006). Dieser Aspekt kann bewirken, dass eher ehrliche Antworten gegeben werden und die Zuwendung zu der gefragten Thematik ausführlicher erfolgt (Bortz and Döring 2006).

Die Entwicklung eines guten Fragebogens erfordert sehr viel an Vorkenntnissen und Vorarbeit (Bortz and Döring 2006). Bevor man einen Fragebogen konstruiert ist es ratsam herauszufinden, ob vielleicht bereits entwickelte Fragebögen für die eigene Untersuchung vorhanden sind.

*„Die sprachliche Gestaltung eines Fragebogens sollte immer auf die Sprachgewohnheiten der zu untersuchenden Zielgruppe ausgerichtet sein, d. h., die Fragen müssen neu formuliert werden, wenn sich die eigenen Untersuchungsteilnehmer sprachlich von den Untersuchungsteilnehmern, für die der*

*Fragebogen ursprünglich konzipiert war, unterscheiden“* (Bortz and Döring 2006, S.253).

Priemer (2006) nennt einige Schwierigkeiten, die sich bei der Erfassung von Vorstellungen mittels Fragebogen ergeben können. Beim Fragebogen haben die SchülerInnen bei den Fragestellungen nur die Chance knapp gehaltene Ausführungen anzugeben (vgl. Priemer 2006). Weiters können *„epistemologische Überzeugungen (...) stark variieren und deshalb unterschiedliche Auffassungen zu ein und derselben Fragestellung (...) umfassen“* (Priemer 2006, S.166ff). Die Folge sind inkonsistente Vorstellungen zu bestimmten Themen (Priemer 2006). Diese Antworten, die dann als widersprüchlich erscheinen, dürfen aber trotzdem nicht als „falsch“ bezeichnet werden, *„(...) denn es handelt sich – auch wenn in sich nicht konsistent und ausgereift – um momentan gültige Ansichten der jeweiligen Person* (Priemer 2006, S.167).

Darüber hinaus wenden SchülerInnen Fachbegriffe an, die nicht unbedingt mit ihrer Bedeutung innerhalb der Wissenschaftstheorie stimmig sind und deshalb schwierig einzuordnen sind (Priemer 2006).

Nach Bortz und Döring (2006) muss man bei offenen Fragen damit rechnen, dass die Probanden unvollständige, knappe Antworten anführen, weil sie stilistische Mängel oder Rechtschreibfehler befürchten. Eine Schwierigkeit für die Auswertung könnte auch die Lesbarkeit der Handschriften der Befragten darstellen (Bortz and Döring 2006). Diese Ansicht kann ich widerlegen. Natürlich gibt es Ausnahmen, grundsätzlich war aber ein Großteil der Handschriften problemlos zu lesen.

### **6.1.1. Gründe für die Anwendung eines offenen Fragebogens**

In der Sozialforschung unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Fragen (Bortz and Döring 2006; Lamnek 2010).

Bei geschlossenen Fragen werden durch die vorgegebenen Antworten die Möglichkeiten schon vorgegeben (Lamnek 2010). Der Befragte wählt eine oder mehrere Antworten aus, die beispielsweise mit seiner Einstellung oder seinem Verhalten, übereinstimmen oder relativ nahe kommen (Lamnek 2010).

Die Antwortmöglichkeiten in einem geschlossenen Fragebogen werden vom Forscher verfasst und entspringen daher eher seinen Vorstellungen als denen der Probanden (Lamnek 2010). Die standardisierten Instrumente spiegeln die eigenen Ansichten zu NOS der Entwickler wider (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001). Es kommt demnach beim Einsatz von geschlossenen Fragen zu einer „Prädeterminierung“ der Ergebnisse durch den Forscher (Lamnek 2010, S.315).

Standardisierten Instrumenten wirft man vor, dass die Befragten die Frage in ähnlicher Weise auffassen und interpretieren wie es der Entwickler des Instruments getan hat (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001). Den Befragten werden die Ansichten der ForscherInnen auferlegt (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001).

Ein anderer Kritikpunkt an den standardisierten Instrumenten geht dahin, dass sie die NOS-Vorstellungen der Befragten einfach entweder als „adäquat“ oder „inadäquat“ etikettieren

(Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001). Erklärt und erläutert werden die Vorstellungen dabei nicht. Die Antworten der SchülerInnen sind bei geschlossenen Fragebögen wenig aussagekräftig. Sie wissen mit schwierigen Begriffen wenig anzufangen, besitzen Bilder über Wissenschaft die aus der Schule stammen oder durch Medien und bei geschlossenen Fragebögen kann man schwer nachvollziehen, woher das beschriebene „Bild“ stammt (Felt, Nowotny et al. 1995).

Bei offenen Fragen gibt es kein vorgegebenes Antwortschema. In den Antworten finden sich die vom Befragten verwendeten Formulierungen und Beispiele und dadurch können auch seine Bedeutungsstrukturierungen festgehalten werden (Lamnek 2010).

Ein offener Fragebogen wurde verwendet um die Probleme zu vermeiden, die sich bei der Anwendung von standardisierten geschlossenen Erhebungsinstrumenten ergeben (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001). Die Befragten haben bei offenen Instrumenten die Möglichkeit ihre eigenen Vorstellungen in Bezug auf die Aspekte von NOS besser zur verdeutlichen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

*„In contrast to forced-choice items (...) open-ended items allow respondents to elucidate their own views regarding the target aspects of NOS and the reasons that underlie their views“* (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001, S.14).

Die Antwortenden müssen die Fragen in ihren eigenen Worten und mit eigenen Beispielen beantworten, ohne durch vorgefertigte Antworten in irgendeine Richtung gedrängt zu werden (Schwartz, Lederman et al. 2004).

Beim Projekt KiP<sup>2</sup> wurde als Vorlage ein bereits vorhandener Fragebogen herangezogen (siehe Anhang).

Die Vorgabe zum Fragebogen lieferte die Forschergruppe um Norman G. Lederman. Dieser offene Fragebogen – *Views about Nature of Science* (VNOS-C) – wurde entwickelt um Ansichten über *Nature of Science* zu erkunden (Lederman et al. 2002).

Der Fragebogen VNOS-C wurde aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt und modifiziert. Er umfasst neun offene Fragen, das heißt, den Probanden werden keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben, sondern sie müssen frei in Stichworten oder Sätzen die Fragen beantworten.

### **6.1.2. Views of Nature of Science Questionnaire**

Da nach Lederman (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002) die Erhebung von Vorstellungen zu NOS auch zukünftig ein Schwerpunkt bleiben wird, entwickelte er mit seiner Forschergruppe ein Erhebungsinstrument, nämlich den Fragebogen *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS). Dieser offene Fragebogen soll in Verbindung mit Einzelinterviews Bewertungen von Vorstellungen zu NOS von SchülerInnen liefern (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Lederman möchte die Wichtigkeit der Daten der SchülerInnenvorstellungen zu NOS für die NOS-Forschung in der Wissenschaftserziehung verdeutlichen.

Der Vorteil bei diesem Fragebogen liegt darin, dass es sich um offene Fragen handelt.



Lederman und O`Malley entwickelten 1990 einen offenen Fragebogen (VNOS-A) bestehend aus sieben Punkten, welchen sie in Kombination mit anschließenden Einzelinterviews anwenden wollten, um die Ansichten von SchülerInnen bezüglich dem provisorischen Charakter von Wissenschaft zu erkunden (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Die Einzelinterviews sollten die Interpretationen der WissenschaftlerInnen dieser Antworten validieren und weiters tiefere Einsichten in die NOS-Vorstellungen liefern (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Während der Interviews bekamen die TeilnehmerInnen ihre Fragebögen und wurden gebeten die Antworten zu lesen, erklären und zu begründen. Dadurch konnten die ForscherInnen nicht nur die Positionen der Befragten zu bestimmten Kernpunkten zu NOS erforschen, sondern auch die Gründe der Befragten, warum sie diese oder jene Position vertraten (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Die Autoren fanden heraus, dass die gewonnenen Schlussfolgerungen bezüglich der Vorstellungen zu NOS in drei von sieben offenen Kernpunkten des Fragebogens nicht validiert wurden durch die Interviews (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Die Interview- und Fragebogen-TeilnehmerInnen ihrerseits konnten die beabsichtigte Intention dieser drei Fragen nicht deuten beziehungsweise erachteten sie als unklar (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Zum Beispiel die Frage, ob WissenschaftlerInnen Vorstellungskraft und Kreativität benötigen, wenn sie wissenschaftliche Experimente und Untersuchungen durchführen. Diese Frage des Fragebogens sollte erheben, ob SchülerInnen glauben, dass WissenschaftlerInnen Kreativität oder Phantasie bei der Interpretation von Daten benötigen, oder ob sie der Ansicht sind, dass ein wissenschaftlicher Prozess absolut objektiv vonstatten geht. Die Daten wiesen dann darauf hin, dass SchülerInnen lediglich die Planung der Untersuchung bedenken. Also SchülerInnen glaubten, dass WissenschaftlerInnen kreativ sein müssen bei der Planung von Untersuchungen.

Ein weiteres Beispiel ist die SchülerInnen-Antwort auf die Frage nach der Unterscheidung zwischen wissenschaftlichen Theorien und Gesetzen, wo die SchülerInnen konsequent das Wort *beweisen*<sup>7</sup> anführten (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Das führte bei Lederman und seiner Forschergruppe zur Schlussfolgerung, dass SchülerInnen absolute Ansichten über wissenschaftliches Wissen vertraten. Bei den Interviews stellte sich dann aber heraus, dass sie das Wort *beweisen* nicht im absoluten ganzheitlichen Sinne benutzten, sondern in der Art, wie das Wort auch von Wissenschaftlern benutzt wird (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Demnach wären ohne die Interviews irrtümliche fehlerhafte Konklusionen die Folge gewesen.

Summa summarum zeigten die schriftlichen Beantwortungen, dass die Fragen nicht die beabsichtigten Vorstellungen erhoben. Diese Ergebnisse bekräftigten natürlich die bereits bestehenden Kritikpunkte, dass standardisierte *paper and pencil*-Instrumente als einzige Erhebungsmethode zur Erforschung von SchülerInnenvorstellungen zu NOS unangemessen sind (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Ohne anschließende Interviews könnte die Fehlinterpretation der SchülerInnen-Antworten nicht vermieden werden (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Der VNOS-A wurde basierend auf den Antworten modifiziert (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

---

<sup>7</sup> bei Lederman *prove*

Die nächste Version des Fragebogens (VNOS-B) wurde zur Erhebung von NOS-Vorstellungen von angehenden LehrerInnen naturwissenschaftlicher Unterrichtsfächer verwendet (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Man wollte die Ansichten zum provisorischen, empirischen, kreativen und theoriebeladenen Charakter von NOS und darüber hinaus die Funktion und Beziehung von Theorien und Gesetzen ermitteln (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001). Auf den Fragebogen folgten wieder Einzelinterviews mit allen teilnehmenden LehrerInnen. Wieder sollten die Probanden ihre Antworten erläutern und Erklärungen zu speziellen Begriffen liefern, wie beispielsweise Kreativität, Meinung und Beweis (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Einzelne Fragen wurden gestellt um unklare oder widersprüchliche Aussagen zu klären.

Der VNOS-B-Fragebogen wurde in einigen Studien verwendet und gewann zunehmend an Validität. Es wurde ersichtlich, dass die Interpretationen der WissenschaftlerInnen der SchülerInnen-Vorstellungen basierend auf der Analyse der Antworten im Fragebogen weitgehend kongruent waren mit den Ergebnissen, welche die Interviews lieferten (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Mit der Zeit wurden die WissenschaftlerInnen bewandeter was die Bedeutung, welche die Probanden den Begriffen und Phrasen zuschreiben, betrifft. Es zeigte sich, dass es nicht zwingend ist alle Probanden zu interviewen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Der VNOS-B-Fragebogen wurde von Abd-El-Khalick modifiziert und erweitert. Er übernahm nur die Frage 3, veränderte die Fragen 1, 2, 5 und 7, und fügte fünf neue Fragen hinzu (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Der VNOS-C-Fragebogen enthält also zehn offene Fragen, die von einer Expertenkommission, bestehend aus drei Wissenschaftspädagogen, einem Wissenschaftshistoriker und einem Wissenschaftler, geprüft wurden (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Die Kommission brachte einige Verbesserungsvorschläge ein und die Fragen wurden nochmals modifiziert.

Dieser Fragebogen wollte auch gezielt nach Ansichten bezüglich der sozialen und kulturellen Einbettung von Wissenschaft und der Existenz einer allgemeingültigen wissenschaftlichen Methode fragen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Er wurde demnach entwickelt um Vorstellungen zu spezifischen NOS-Aspekten zu erforschen (Schwartz, Lederman et al. 2004). Nach Allchin (2011) ist der VNOS neuerdings das am meisten verwendete Instrument für die Erhebung von SchülerInnenvorstellungen zum Wesen der Naturwissenschaft. Der VNOS-C-Fragebogen wird von vielen Forschergruppen angewendet (Schwartz, Lederman et al. 2004).

VNOS-Form C

1. What, in your view, is science? What makes science (or a scientific discipline such as physics, biology, etc.) different from other disciplines of inquiry (e.g., religion, philosophy)?
2. What is an experiment?
3. Does the development of scientific knowledge **require** experiments?
  - If yes, explain why. Give an example to defend your position.
  - If no, explain why. Give an example to defend your position.
4. After scientists have developed a scientific theory (e.g., atomic theory, evolution theory), does the theory ever change?
  - If you believe that scientific theories do not change, explain why. Defend your answer with examples.
  - If you believe that scientific theories do change: (a) Explain why theories change? (b) Explain why we bother to learn scientific theories? Defend your answer with examples.
5. Is there a difference between a scientific theory and a scientific law? Illustrate your answer with an example.
6. Science textbooks often represent the atom as a central nucleus composed of protons (positively charged particles) and neutrons (neutral particles) with electrons (negatively charged particles) orbiting that nucleus. How certain are scientists about the structure of the atom? What specific evidence **do you think** scientists used to determine what an atom looks like?
7. Science textbooks often define a species as a group of organisms that share similar characteristics and can interbreed with one another to produce fertile offspring. How certain are scientists about their characterization of what a species is? What specific evidence **do you think** scientists used to determine what a species is?
8. It is believed that about 65 million years ago the dinosaurs became extinct. Of the hypotheses formulated by scientists to explain the extinction, two enjoy wide support. The first, formulated by one group of scientists, suggests that a huge meteorite hit the earth 65 million years ago and led to a series of events that caused the extinction. The second hypothesis, formulated by another group of scientists, suggests that massive and violent volcanic eruptions were responsible for the extinction. How are these **different conclusions** possible if scientists in both groups have access to and use the **same set of data** to derive their conclusions?
9. Some claim that science is infused with social and cultural values. That is, science reflects the social and political values, philosophical assumptions, and intellectual norms of the culture in which it is practiced. Others claim that science is universal. That is, science transcends national and cultural boundaries and is not affected by social, political, and philosophical values, and intellectual norms of the culture in which it is practiced.
  - If you believe that science reflects social and cultural values, explain why. Defend your answer with examples.
  - If you believe that science is universal, explain why. Defend your answer with examples.
10. Scientists perform experiments/investigations when trying to find answers to the questions they put forth. Do scientists use their creativity and imagination during their investigations?
  - If yes, then at which stages of the investigations you believe scientists use their imagination and creativity: planning and design, data collection, after data collection? Please explain why scientists use imagination and creativity. Provide examples if appropriate.
  - If you believe that scientists do not use imagination and creativity, please explain why. Provide examples if appropriate.

Abbildung 5: VNOS-C (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002, S.509).

Es ist wünschenswert den VNOS-Fragebogen unter kontrollierten Bedingungen durchzuführen und für die Beantwortung der offenen Fragen kein Zeitlimit zu setzen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Die Befragten benötigten etwa 45-60 Minuten für den VNOS-C (Abd-El-Khalick, Lederman et al. 2001; Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Man sollte die Probanden darauf aufmerksam machen, dass es kein Richtig und Falsch beim Beantworten der Fragen gibt und dass die Intention darin liegt, die Vorstellungen und Ansichten zu einigen Themen verbunden mit NOS zu ermitteln (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Nach der Durchführung des Fragebogens sollte eine angemessenen Anzahl an Einzelinterviews durchgeführt werden. Während der Interviews sollten die Befragten ihren ausgefüllten Fragebogen erhalten und gebeten werden ihre Angaben zu erklären und zu begründen (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002). Weiterführende Fragen können gestellt werden um Doppeldeutigkeiten zu klären, Gedankengänge der Probanden nachzuvollziehen und Bedeutungen zu erheben, die die Probanden bestimmten Schlüsselbegriffen und Phrasen zugeschrieben haben (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) empfehlen den ForscherInnen, die den Fragebogen das erste Mal anwenden, alle Befragten zu interviewen. Bei wiederholter Anwendung werden die WissenschaftlerInnen zunehmend an Kompetenz bei der Interpretation der VNOS-Antworten gewinnen. Der Zuwachs an dieser Fähigkeit wird augenscheinlich, wenn es zu hoher Übereinstimmung zwischen ihren Interpretationen der Antworten im Fragebogen und der Antworten bei den Interviews kommt. Ab hier wissen die ForscherInnen dann dass sie die Interviews dezimieren können auf eine kleine Gruppe von Befragten.

## 6.2. Gruppendiskussion

In meiner Untersuchung habe ich anstatt der von Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) geforderten Einzelinterviews als zweites Instrument die Gruppendiskussion, als spezielle Form des Gruppeninterviews, gewählt.

Durch die Gruppendiskussion werden Daten erhoben, die den interaktiven Aspekt in den Mittelpunkt stellen und verstärkt Schilderungen zum Alltagswissen der SchülerInnen widerspiegeln.

Gemessen mit anderen qualitativen Datenerhebungsmethoden wird die Gruppendiskussion relativ häufig im kommerziellen Bereich, beispielsweise in der Markt- und Meinungsforschung, angewendet (Lamnek 2010). Trotz dieses Umstandes mangelt es dieser Methode an methodisch-theoretischer Ausarbeitung und wird von daher in der Praxis *„eher im Freistil als methodologisch fundiert und abgesichert“* (Lamnek 2010, S.372) durchgeführt. Sie ist mit einem inferioren methodologischen Status im wissenschaftlichen Bereich belastet. In Amerika zeigte sie sich bereits früh in der Markt- und Meinungsforschung großer Beliebtheit (Lamnek 2010). Im wissenschaftlichen Bereich im Vergleich mit anderen kommunikativen Verfahren zur Datenerhebung findet die Gruppendiskussion wenig Anwendung und fristet eher ein Schattendasein (Lamnek 2010).

Die Methode ist noch relativ jung, im deutschsprachigen Raum kann ihre Anwendung erst auf etwa 50 Jahre zurückblicken. Im angloamerikanischen Raum wurde sie schon früher verwendet. Sie wurde erstmals 1936 von Kurt Lewin und dessen SchülerInnen zur Datenerhebung in Bezug zu sozialpsychologischen Kleingruppenexperimenten eingesetzt (Lamnek 2010).

Erst in den letzten Jahren etabliert sie sich zunehmend in der sozialpädagogischen Forschung (Kutscher 2010). Die Gruppendiskussion wird zunehmend beliebter, weil sie eine kostengünstige und (vermeintlich) leichte Methode ist, an Informationen zu gelangen (Lamnek 2010). Sie stellt eine ernstzunehmende Alternative zu Einzelinterviews dar (Bohnsack, Przyborski et al. 2010).

*„Die Methode der Gruppendiskussion ist auf dem besten Wege, sich zu einem Standardverfahren qualitativer Sozialforschung zu entwickeln“ (Bohnsack, Przyborski et al. 2010, S.7).*

Es wird zwischen einer ermittelnden und einer vermittelnden Gruppendiskussion unterschieden (Lamnek 2010). Wie bei den ermittelnden Interviews sind auch bei dieser Art von Gruppendiskussion die ForscherInnen interessiert an speziellen Angaben der DiskussionsteilnehmerInnen (Lamnek 2010). Bei vermittelnden Methoden soll eine Veränderung seitens der Befragten verursacht werden. Eine vermittelnde Gruppendiskussion findet beispielsweise in der Personal- und Organisationsentwicklung oder Unternehmensberatung statt (Lamnek 2010). Ein Organisationsentwicklungsprogramm kann in drei Teile gegliedert werden: Diagnose der Problemlage, Intervention und Evaluation. Bei der Intervention kann die Gruppendiskussion als Instrument Anwendung finden, sie soll Gruppenprozesse initiieren.

Die in den Sozialwissenschaften angewendete Gruppendiskussion ist im Grunde eine ermittelnde Gruppendiskussion (Lamnek 2010). Hier liegt das Interesse an den Angaben der Personen, die an der Gruppendiskussion teilnehmen und an den Gruppenprozessen, die sich im Laufe einer Sitzung bilden. Bei ihr steht demnach der Erwerb von *„Informationen über die inhaltlichen Ergebnisse oder die gruppenprozessuale Generierung dieser Ergebnisse im Vordergrund des Interesses“* (Lamnek 2010, S.379).

### **6.2.1. Definition und Zweck der Gruppendiskussion**

Die Gruppendiskussion ist ein *„(...) Gespräch mehrerer TeilnehmerInnen zu einem Thema, das der Diskussionsleiter benennt, und dazu dient Informationen zu sammeln“* (Lamnek 2010, S.372).

Lamnek sieht die Gruppendiskussion als Gespräch einer Menschengruppe *„unter Laborbedingungen“* an (Lamnek 2010, S.379). Die Gruppendiskussion ist eng verwandt mit der Methode der Befragung und kann als spezifische Form eines Gruppeninterviews bezeichnet werden (Lamnek 2010). Sie wurde als *„Kritik an der standardisierten Einzelbefragung“* entwickelt (Lamnek 2010).

Neben dem Terminus Gruppendiskussion sind andere Bezeichnungen, wie Gruppenexperiment, Kollektivinterview, Gruppengespräch und im englischsprachigen Raum *focus group* zu finden (Bohnsack, Przyborski et al. 2010; Lamnek 2010). Die *focus groups* waren in den Vereinigten Staaten als Verfahren in der Marktforschung stark vertreten (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). In diesen Verfahren blieb aber die Konversation zwischen den TeilnehmerInnen unberücksichtigt (Bohnsack, Przyborski et al. 2010).

Durch die Gruppendiskussion sollen Aspekte sozialer Prozesse oder des sozialen Handelns erfasst werden (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). Es geht um die Rekonstruktion subjektiver Theorien. Man nimmt an, *„dass Menschen im Alltag (...) Wissensbestände entwickeln, die ähnlich aufgebaut sind wie wissenschaftliche Theorien, jedoch teilweise implizit und zum Teil explizit bewusst sind“* (Flick 2011, S.42ff). Diese subjektiven Theorien werden expliziert durch die Forschungssituation.

Morley (1996, 1980, 1992, nach Bohnsack, Przyborski et al. 2010) führt in Bezug zur methodologische Begründung zwei Ebenen an:

Auf der einen Seite soll die Prozesshaftigkeit und der interaktive Charakter von Sinn- und Bedeutungszuschreibungen dargelegt werden.

Auf der anderen Seite stellen die Diskussionsgruppen „*Repräsentanten umfassender (makrosozialer) Entitäten*“ dar (Bohnsack, Przyborski et al. 2010, S.10). Es werden spezifische Sinnzuschreibungen in der Diskussion reproduziert und repräsentiert.

Bei der Methode der Gruppendiskussion findet Kommunikation zwar in erster Linie, aber nicht ausschließlich zwischen den Beteiligten untereinander statt, sondern auch zwischen den GruppendiskussionsteilnehmerInnen und dem Moderator bzw. Forscher (Nentwig-Gesemann 2010).

Es kommt zu einer dynamischen Abfolge von Redezügen, einer interaktiven Bewegung sozusagen (Bohnsack and Przyborski 2010). Bohnsack (1989, 2010) spricht auch von der Dramaturgie des Diskurses. Passagen in einer Diskussion die charakterisiert sind durch einen besonderen gemeinsamen Rhythmus bilden dramaturgische Höhepunkte (Bohnsack and Przyborski 2010)

Es muss bedacht werden, dass fast jede Äußerung sich auf eine zurückliegende Äußerung bezieht (Bohnsack and Przyborski 2010). Diese zurückliegenden Erläuterungen und Bemerkungen können von mehreren Akteuren geäußert werden (Bohnsack and Przyborski 2010).

Oftmals kommt es zur Einnahme eines gemeinsamen Rhythmus, die Aussagen der Akteure verhalten sich harmonisch (Bohnsack and Przyborski 2010). Es kommt sozusagen zur Ausbildung einer gemeinsamen Weltsicht (Bohnsack and Przyborski 2010).

Gruppenmeinungen werden arbeitsteilig von den verschiedenen Akteuren mitgeteilt.

*„Die Sprecher bestätigen, ergänzen, berichtigen einander, ihre Äußerungen bauen aufeinander auf; man kann manchmal meinen, es spreche einer, so sehr passt ein Diskussionsbeitrag zum anderen“* (Mangold 1960, S.49; zitiert nach Bohnsack and Przyborski 2010, S.235).

Die Gruppendiskussion möchte *kollektive atheoretische* Wissensbestände hervorbringen (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). Sie ermöglicht einen Zugang zu kollektiven Orientierungen und Erfahrungen (Bohnsack, Przyborski et al. 2010), d.h. ein interaktiver Aspekt steht im Mittelpunkt. Durch diese Interaktionen der TeilnehmerInnen wird der Kontext der Datenerhebung erweitert (vgl. Flick 2011).

In der qualitativen Sozialforschung möchte man durch den kommunikativen Charakter von Alltagsinteraktionen möglichst wirklichkeitsnahe Ergebnisse erzielen (Kutscher 2010).

Neben diesen gruppenprozessualen Analysen wird die Gruppendiskussion auch aufgrund des inhaltlichen Interesses angewendet. Wie jede andere kommunikative Methode der Datenerhebung hat auch die Gruppendiskussion das Ziel, die Meinungen und Einstellungen der einzelnen TeilnehmerInnen, zu erkunden. Sie gilt also auch als Instrument der Einstellungsforschung, denn es werden im Zuge einer Gruppendiskussion gemeinschaftliche Meinungsbildungsprozesse simuliert (Michel 2010).

Im Unterschied zu den in der qualitativen Forschung vorherrschenden Einzelinterviews, werden durch Gruppendiskussionen Perspektiven aufgezeigt, die nicht von vornherein die

Aufmerksamkeit auf das Individuum richten (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). Durch diese Methode können kollektive Orientierungen rekonstruiert werden (Bohnsack, Przyborski et al. 2010).

Bohnsack, Przyborski et al. (2010) sprechen von einer sogenannten *Diskursorganisation*. Hierbei geht es darum, wie sich die DiskussionsteilnehmerInnen aufeinander interaktiv beziehen (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). Es geht in diesem Fall um das Sich-wechselseitig-Steigern-und-Fördern und das Ergänzen von Kommentaren anderer GesprächsteilnehmerInnen (Bohnsack, Przyborski et al. 2010).

Das *atheoretische* Wissen ist jenes Wissen der Akteure dessen Vermittlung in Form von Beschreibungen und Erzählungen erfolgt (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). Das atheoretische Wissen ist implizites Erfahrungswissen (Bohnsack, Przyborski et al. 2010).

Bei der Analyse muss die *„Doppelstruktur alltäglicher Erfahrungs- und Begriffsbildung“* bedacht werden (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). Das ist aus dem Grund wichtig, weil Äußerungen und Ausdrücke eine gesellschaftliche, öffentliche und darüber hinaus auch eine milieuspezifische, nicht-öffentliche Bedeutung haben (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). Die kollektiven Erfahrungen werden offensichtlich, wenn die DiskussionsteilnehmerInnen gemeinsame Erfahrungen haben (Bohnsack, Przyborski et al. 2010).

Bohnsack, Przyborski et al. (2010) führen eine Erklärung zum Begriff Familie an. Jeder ist sich über die öffentliche Bedeutung dieses Wortes im Klaren, denn jeder weiß über die Institution Familie Bescheid. Aber dieses *kommunikative* Wissen bietet uns keinen Einblick in den Erfahrungsraum eines Individuums. Ein milieuspezifischer oder individuell-fallspezifischer Eigensinn – also das Individuum betreffend – wird uns erst zugänglich durch Gemeinsamkeiten der Sozialisationsgeschichte (Bohnsack, Przyborski et al. 2010).

Herrschen zwischen den DiskussionsteilnehmerInnen Gemeinsamkeiten dann *verstehen* sie sich untereinander (Bohnsack, Przyborski et al. 2010). In diesem Fall spricht man von Kollektivität.

Nach Ernst (2010) sind ähnliche Sozialerfahrungen der Akteure bezüglich des zu erforschenden Themas wichtig. Die kollektiven Erfahrungen und Vorstellungen werden implizit durch gemeinsam geteiltes Wissen zugänglich (Bohnsack, Przyborski et al. 2010; Ernst 2010).

*„Darüber hinaus lässt sich in der Gruppendiskussion durch den prozesshaften Nachvollzug der Entstehung von Bedeutungen ein den Handlungen zu Grunde liegender Sinn aufdecken“* (Kutscher 2010, S.190).

In den Gruppendiskussionen wird dem Diskussionsleiter die Möglichkeit gegeben den Kontext der SchülerInnenaussagen herauszubilden. Weiters kann er die genaue Bedeutung von Begriffen die die SchülerInnen benutzen klären (vgl. Ryder, Leach et al. 1999).

Lamnek (2010) gibt eine Zusammenfassung der Erkenntnisziele verbunden mit der Gruppendiskussion als Erhebungsinstrument an. Durch die Gruppendiskussion können (1) Meinungen und Einstellungen einzelner TeilnehmerInnen, (2) Meinungen und Einstellungen der gesamten Diskussionsgruppe und (3) öffentliche Meinungen und Einstellungen, welche in dieser speziellen Situation aktualisiert werden, ermittelt werden. Des weiteren können (4) gruppenspezifischer Verhaltensweisen und (5) Bewusstseinsstrukturen, auf denen die

Einstellungen und Meinungen der einzelnen TeilnehmerInnen beruhen, festgestellt werden. Die Gruppendiskussion hilft bei der (6) Ermittlung von Gruppenprozessen, welche eine bestimmte individuelle oder kollektive Meinung hervorbringen bzw. verändern. Sie kann für die (7) empirische Erforschung ganzer gesellschaftlicher Teilbereiche und (8) Erkundung gemeinschaftlicher Orientierungsmuster verwendet werden (Ernst 2010).

Mit der Gruppendiskussion werden unterschiedliche Absichten verbunden. Lamnek (2010) führt eine Liste über den Nutzen der Gruppendiskussion an:

- Vorbereitungsverfahren für standardisierte Erhebungsinstrumente
- Ergänzung zu anderen Erhebungsmethoden
- Illustration um die Daten quantitative Methoden anschaulicher zu machen werden
- Erhebung von Einstellungen, insbesondere in der Markt- und Meinungsforschung
- Ergänzung zur Fragebogenerhebung, *„da die standardisierten Fragebögen die Variationsbreite von Einstellungen nur unzureichend erfassen können“* (Lamnek 2010, S.377).
- Test bezüglich der Meinungs- und Einstellungsbeeinflussung
- Hilfestellung bei der qualitativen Untersuchung von Motivationsstrukturen

Aus dieser Auflistung lässt sich folgern, dass die Gruppendiskussion äußerst vielfältig eingesetzt werden kann. Aufgrund der multifunktionalen Eigenschaften wird sie gern im kommerziellen Bereich angewendet. Sie kann *„sehr flexibel an den jeweiligen Gegenstand, das Thema, die Erkenntnisabsichten und die spezifische Population angepasst werden“* (Lamnek 2010, S.377). Weiters muss auch die günstige Kosten-Nutzen-Relation erwähnt werden. Grundsätzlich sind den Themenbereichen einer Gruppendiskussion keine Grenzen gesetzt. Es kann sowohl über Beruf oder Familie, als auch Einstellungen oder Verhalten diskutiert werden.

Im Zusammenhang mit den Anwendungsbereichen der Gruppendiskussion möchte ich auch kurz eine Untersuchung von Bennett, Hogarth et al. (2010) erwähnen, in welcher die Vorteile und Effekte von kleinen Gruppendiskussionen bzw. Lernen in Kleingruppen im naturwissenschaftlichen Unterricht aufgezeigt wurden (Bennett, Hogarth et al. 2010). Das Ziel der Untersuchung war einerseits Wege aufzuzeigen, wie Gruppenarbeiten im Unterricht eingesetzt werden können und andererseits, wie sich solche Gruppendiskussionen auf das Verständnis und die Einstellungen von SchülerInnen hinsichtlich Naturwissenschaft verändern (Bennett, Hogarth et al. 2010).

Kleine Gruppendiskussionen helfen den SchülerInnen ihre eigenen Ideen zu erklären und ausgehend von unzureichenden Vorstellungen valide wissenschaftliche Erklärungen zu entwickeln (Bennett, Hogarth et al. 2010). SchülerInnen haben oft damit zu kämpfen, sich auszudrücken und zusammenhängende Argumente zu formulieren (Bennett, Hogarth et al. 2010).

Die Untersuchung zeigte, die Zunahme an Wissen war dann am effizientesten wenn die Gruppen so zusammengesetzt waren, dass verschiedene Sichtweisen präsentiert wurden (Bennett, Hogarth et al. 2010). Zeigen die SchülerInnen also anfangs sehr unterschiedliche Sichtweisen und Standpunkte, verbessert das das Verständnis. Eine weitere Erkenntnis der Untersuchung war, dass in den Gruppen mit gleichgeschlechtlichen TeilnehmerInnen



zielbewusster gearbeitet wird als in gemischten Gruppen (Bennett, Hogarth et al. 2010). Der Zuwachs an Wissen und Verständnis entwickelte sich aber unabhängig von der Geschlechterzusammensetzung der Gruppen. Die TeilnehmerInnen in gemischten Gruppen interagierten gezwungener und steifer als diejenigen von gleich geschlechtlichen Gruppen. Obwohl auch diese darauf achteten Konflikte zu vermeiden und Gemeinsamkeiten der Beiträge zu suchen.

### **6.2.2. Methodische Anwendung der Gruppendiskussion**

Grundsätzlich lässt sich der Ablauf einer Gruppendiskussion in fünf aufeinander folgende Phasen gliedern (Lamnek 2010): (1) Zuerst werden die TeilnehmerInnen ausgewählt. (2) Zu Beginn der Diskussion wird ein Grundreiz präsentiert, der das zu behandelnde Thema vorgibt. (3) Dann folgt die Diskussion, (4) die aufgezeichnet wird. (5) Zuletzt wird das Datenmaterial ausgewertet.

Damit es zu einem möglichst selbstläufigen Diskurs zwischen den DiskussionsteilnehmerInnen kommt, ist es auch wichtig eine vertraute Situation herzustellen (Kutscher 2010). Entscheidend für die Gruppendiskussion ist die Auswahl der DiskussionsteilnehmerInnen und des Moderators.

Es kommt bei einer Gruppendiskussion zu einer Verschränkung zweier Interaktionsebenen (Michel 2010). Sie ist nicht bloß eine Kommunikationssituation der Probanden untereinander, sondern auch der DiskussionsteilnehmerInnen mit dem Moderator (Michel 2010; Nentwig-Gesemann 2010). Die Interaktion der DiskussionsteilnehmerInnen untereinander muss die Interaktion der Probanden mit dem Diskussionsleiter überlagern (Michel 2010).

Das Thema wird vom Diskussionsleiter vorgegeben, welcher einen Grundreiz, beispielsweise ein provokantes Statement oder eine allgemeine Frage, darbietet. Durch diesen Stimulus sollte eine Diskussion der TeilnehmerInnen untereinander angeregt werden – kein Dialog zwischen dem Diskussionsleiter und einem Teilnehmer (Michel 2010). Grundsätzlich soll ein selbstläufiger Diskurs hergestellt werden (Michel 2010).

Der Moderator hat natürlich die Möglichkeit weitere Reizargumente in das Gespräch einzubringen. Die Präsentation eines entsprechenden Stimulus ist ein zentrales Element der Gruppendiskussion, da sie den weiteren Verlauf entscheidend determiniert.

Ein grober Diskussionsleitfaden soll dem Diskussionsleiter helfen keine relevanten Punkte zu übersehen, indem er ihm als Stütze und Orientierungshilfe dient. Die Offenheit und Flexibilität der Gruppendiskussion darf aber keinesfalls eingeschränkt werden. Deshalb muss die Möglichkeit der theoretischen, inhaltlichen oder methodischen Modifikation des Leitfadens bestehen (Lamnek 2010).

Das gesamte Gespräch wird auf Tonband oder Video aufgezeichnet und anschließend korrekt transkribiert.

Die Analyse der Transskripte *„erfolgt je nach soziologisch-theoretischer und methodologischer Ausrichtung des Forschers unter inhaltlich-thematischen oder gruppendynamischen Gesichtspunkten“* (Lamnek 2010, S.378).

### 6.2.3. Ablauf der Gruppendiskussion beim Projekt KiP<sup>2</sup>

Vor Beginn der Projekte in KiP<sup>2</sup> wurden fokussierte Gruppendiskussionen mit jeweils vier Schülerinnen und vier Schülern durchgeführt. Für jede dieser drei Diskussionsrunden wurde ein gemeinsames Ablauf-Konzept herangezogen.

Einstieg: Anfangs erklärte der Diskussionsleiter die Vorgehensweise und den Ablauf der Diskussion. Er erklärte den SchülerInnen, dass die folgende Diskussion mittels Audio und Video aufgezeichnet wird.

Die Gruppendiskussion wurde in zwei Blöcke unterteilt:

#### 1. Offene Assoziationsrunde zum Thema Forschung

Zu Beginn hatten die SchülerInnen die Möglichkeit eigene Ansichten und Erfahrungen zum Thema Forschung zu schildern. Die SchülerInnen wurden gebeten, Begriffe, welche sie mit Naturwissenschaft assoziieren, auf kleine Zettel zu schreiben. Die acht SchülerInnen sollten dann alle Zettel ordnen und Kategorien bilden.

#### 2. Diskussion über Nature of Science

Es wurden verschiedene Statements zu NoS von der Moderation den SchülerInnen ausgeteilt. Die Statements, welche verschiedene wissenschaftstheoretische Ansichten zu Forschung vertreten, gehen von einer Vorlage von Cobern und Loving (1998) aus.

Statements der Gruppendiskussion:

Tabelle 4: Verwendete Auswahl von übersetzten Statements und deren wissenschaftstheoretische Zugehörigkeit (Cobern and Loving 1998).

| Hintergrund                 | Statementtext  |
|-----------------------------|--|
| <b>Theoretical Emphasis</b> | Gute Naturwissenschaft kann nicht ohne gute Theorien gemacht werden.   |
| <b>Empirical Emphasis</b>   | Ein/e WissenschaftlerIn sollte sich bei seinen/ihren Beobachtungen und Experimenten nicht von Theorien beeinflussen lassen.  |
| <b>Anti-Science View</b>    | Was WissenschaftlerInnen tun wird selten einen praktischen Nutzen haben.   |
| <b>Scientism</b>            | WissenschaftlerInnen und IngenieurInnen sollten Entscheidungen für die Gesellschaft treffen, weil sie sich damit am besten auskennen (z.B. Dinge, welche Energieform verwendet werden soll). |

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Cultural View</b> | WissenschaftlerInnen in einer Forschergruppe neigen dazu, Dinge ähnlich zu betrachten. ForscherInnengruppen haben deshalb auch Schwierigkeiten, gänzlich objektiv zu sein.   |
| <b>Balanced View</b> | Naturwissenschaft ist eine von mehreren wirksamen Möglichkeiten, um etwas über die natürliche Welt zu wissen und sie zu verstehen. Manche Bereiche allerdings können nicht sinnvoll auf wissenschaftliche Art und Weise untersucht werden. |

Jede/r SchülerIn sollte bei jedem Statement überlegen, ob er zustimmt oder diese Aussage ablehnt und natürlich begründen können, warum er/sie so denkt.

Die Zuordnungen der SchülerInnen wurden anschließend in der Gruppe verglichen und diskutiert, wobei die unterschiedlichen Standpunkte ausgetauscht wurden.

Die drei Gruppendiskussionen wurden mittels Audio und Video dokumentiert und anschließend transkribiert.

### 6.3. Triangulation

Triangulation bedeutet die Betrachtung eines Forschungsgegenstandes von zwei oder mehreren Punkten aus.

Meistens wird diese Untersuchung von (mindestens) zwei Punkten „*durch die Verwendung verschiedener methodischer Zugänge realisiert*“ (Flick 2011, S.11). Die Genauigkeit der durch mehrere Methoden erzielten Erkenntnisse soll zunehmen (Lamnek 2010).

In der Sozialforschung möchte man ein Bild einer sozialen Wirklichkeit darlegen, das so wenig wie möglich von der Subjektivität des Betrachters verändert wurde (Lamnek 2010). Das trifft sowohl auf qualitative als auch auf quantitative Untersuchungen zu.

*„The common theme in discussions of triangulation has been the desire to overcome problems of bias and validity“* (Blaikie 1991, S.115).

Der Begriff Triangulation kann auch dadurch erklärt werden, indem bestimmt wird, was *nicht* mit dem Terminus gemeint ist. Wenn eine Methode zur Datenerhebung und eine Methode zur Datenanalyse verwendet wird, so fällt das nicht unter den Begriff Triangulation, denn diese Vorgehensweise ist selbstverständlich und muss daher nicht zusätzlich bezeichnet werden (Flick 2011). Dasselbe gilt für das Durchführen von Vorstudien vor der eigentlichen Erhebung.

Bei der Triangulation handelt es sich weniger um ein Überprüfungsinstrument empirischer Ergebnisse sondern eher um „*einen Weg zu erweiterten Erkenntnismöglichkeiten*“ (Flick 2011, S.9).

*„Triangulation beinhaltet die Einnahme unterschiedlicher Perspektiven auf einen untersuchten Gegenstand oder allgemeiner: bei der Beantwortung von Forschungsfragen. Diese Perspektiven können sich in unterschiedlichen Methoden, die angewandt werden, und/oder unterschiedlichen gewählten theoretischen Zugängen konkretisieren, wobei beides wiederum mit einander in Zusammenhang*

*steht bzw. verknüpft werden sollte. Weiterhin bezieht sie sich auf die Kombination unterschiedlicher Datensorten jeweils vor dem Hintergrund der auf die Daten jeweils eingenommenen theoretischen Perspektiven. Diese Perspektiven sollten so weit als möglich gleichberechtigt und gleichermaßen konsequent behandelt und umgesetzt werden. Durch die Triangulation (etwa verschiedener Methoden der verschiedener Datensorten) sollte ein prinzipieller Erkenntniszuwachs möglich sein, dass also bspw. Erkenntnisse auf unterschiedlichen Ebenen gewonnen werden, die damit weiter reichen, als es mit einem Zugang möglich wäre“ (Flick 2011, S.12).*

Die Triangulation von Daten, Methoden und Forschern hat eine weitreichende Geschichte in verschiedenen Bereichen in der qualitativen Forschung, selbst wenn dieser Terminus (noch) nicht verwendet wurde (Flick 2011).

Schon in der Zwischenkriegszeit wurden in Österreich Untersuchungen durchgeführt, die man aus heutiger Sicht der Triangulation zuordnen würde, die damals aber allein zur qualitativen Forschung gezählt wurden (z.B. „Die Arbeitslosen von Marienthal“ von Paul Lazarsfeld, Marie Jahoda und Hans Zeisel aus dem Jahr 1933) (Flick 2011).

Der Begriff *Triangulation* ist in der amerikanischen Soziologie geläufiger und ist im deutschen Sprachraum im wissenschaftlich-methodischen Bereich auch als *multimethodisches Vorgehen* bekannt (Denzin 1978; Lamnek 2010).

Die Debatte um die Triangulation in der qualitativen Forschung begann in den 1970er Jahren, als Norman Denzin (1970) eine systematische Konzeptualisierung hierzu darlegte (Flick 2011).

In der heutigen kommerziellen Markt- und Meinungsforschung spricht man oftmals von *Methodenmix* und auch Schlagwörter wie *Mixed Methods* oder *integrative Sozialforschung* sind in der Literatur zu finden (Lamnek 2010). Der Terminus Triangulation gestaltet sich allerdings zugleich als weitläufiger und differenzierter (Lamnek 2010).

Nach Lamnek (2010) stammt der Begriff Triangulation aus der Militärstrategie und der Navigation (vgl. Blaikie 1991). Flick (2011) schreibt, dass der Terminus aus der Landvermessung und Geodäsie stammt (vgl. Blaikie 1991). Triangulation bedeutet, „*durch multiple Bezugspunkte die genaue Position eines Objektes bestimmen zu können*“ (Lamnek 2010, S.248). Es geht demnach um das Prinzip, dass Triangulation der Lokalisierung und Fixierung von Positionen eingesetzt wurde (Blaikie 1991; Flick 2011). Unter Verweis auf simple geometrische Regeln wird ganz klar, dass mehrere Bezugspunkte quasi eine genauere Ortsbestimmung ermöglichen. Aufgrund dieser Begriffsherkunft aus der Landvermessung und Geodäsie wird diese „Betrachtung-eines-Gegenstandes-aus-zwei-Perspektiven“-Sichtweise auch auf die Triangulationsmetapher angewendet.

Gegenwärtig zeigt sich die Triangulation zunehmender Beliebtheit, wobei sich ein Wandel hinsichtlich der Anwendungsgründe vollzogen hat. In der Sozialforschung hat sich die trianguläre Anwendung zu einer anerkannten Methode entwickelt (Blaikie 1991).

Es wurde angenommen, dass alle Forschungsmethoden „vorbelastet“ und voreingenommen seien, also ein verzerrtes Bild liefern, und dass deshalb die Anwendung von mehreren

Methoden den Effekt der jeder Methode anhaftenden Beeinflussung bzw. Verzerrung<sup>8</sup> reduzieren würde (Blaikie 1991).

Ursprünglich galt die Triangulation als Werkzeug der Überprüfung von Ergebnissen und Legitimation von Daten (Blaikie 1991), in den letzten Jahren wird das Augenmerk eher auf die Breite der Erkenntnismöglichkeiten auf verschiedenen Ebenen gelegt (Flick 2011).

Eine umfangreiche kritische Betrachtung der Triangulation liefert Norman W. H. Blaikie (1991). Er nennt mögliche Gefahren und Schwachstellen und rät zu einem vorsichtigen Gebrauch der triangulären Vorgehensweise (Blaikie 1991). Den Befürwortern der Triangulation wird ein naiver Realismus vorgeworfen. Triangulation setze nämlich eine objektive Realität voraus (Blaikie 1991).

### **6.3.1. Methodische Anwendung der Triangulation**

Der triangulär vorgehende Forscher darf keine naive Sicht einnehmen und glauben, dass die Anhäufung von Daten von verschiedenen Quellen einen einfachen, unproblematischen Weg darstellt um ein ganzheitlicheres Bild eines Phänomens zu bekommen (Blaikie 1991).

Grundsätzlich setzt die Anwendung von Triangulation eine methodologische Offenheit der Forscher voraus (Lamnek 2010). Die eine Methode darf nicht wichtiger als die andere Methode erscheinen. Diese „apriorische Gleichberechtigung“ (Lamnek 2010) unterschiedlicher Methoden ist oftmals nicht gegeben und es zeigt sich ein klarer Prioritätenanspruch seitens der Forscher. Vorbehalte, Hoffnungen und Vorstellungen sind in den meisten Fällen vorhanden.

Durch multimethodische Untersuchungen sollen Erkenntnisfortschritte erzielt werden. Vorab müssen aber eine Reihe von Faktoren bedacht werden um den Erfolg des Vorhabens zu gewährleisten. Nicht jedes Integrationsmodell ist für den jeweiligen Forschungsbereich geeignet (Flick 2011).

Es sollte bei einer Triangulation nicht bloß eine Verknüpfung der Methoden stattfinden, sondern auch die mit den Methoden verbundenen theoretischen Perspektiven sollen in Beziehung gebracht werden (Flick 2011).

Ein entscheidendes Kriterium bei der Anwendung von Triangulation ist, dass *„den verschiedenen Zugängen in der Planung der Untersuchung, bei der Erhebung und Analyse der Daten eine weitgehende Gleichberechtigung in ihrer Behandlung und ihrem Stellenwert eingeräumt wird und sie jeweils in sich konsequent angewendet werden“* (Flick 2011, S.26).

Meistens werden bei einer Triangulation qualitative und quantitative methodische Forschungszugänge nacheinander angewendet (Blaikie 1991).

In der quantitativen Forschung gelten übereinstimmende Ergebnisse verschiedener Methoden als Beweis für die Gültigkeit der Methoden (z.B. Multitrait- Multimethod-Methode) (Bortz and Döring 2006).

Nach Kelle und Erzberger (1999, 2000) muss bei der Kombination qualitativer und quantitativer Methoden berücksichtigt werden, ob man mit Triangulation die

---

<sup>8</sup> Blaikie (1991) spricht von „bias“.

multimethodische Erfassung desselben Phänomens, unterschiedlicher Aspekte desselben Phänomens oder gar unterschiedliche Phänomene, die auf höherer Ebene ein Ganzes ergeben, anstreben möchte (Lamnek 2010).

Im qualitativen Ansatz ist der Begriff Triangulation für multimethodisches Vorgehen gebräuchlicher (Bortz and Döring 2006). Das ist eine Forschungsstrategie in der empirischen Sozialforschung, bei der unterschiedliche Daten (aus einer oder verschiedenen Quellen) (Datentriangulation), unterschiedlicher Theorien (Theorientriangulation), unterschiedlicher Forscher (Investigator- oder Forschertriangulation) oder unterschiedlicher Methoden (Methodentriangulation bzw. methodologische Triangulation) einander gegenübergestellt und abgewägt werden (vgl. Blaikie 1991; Flick (1995) 2011; Bortz and Döring 2006).

Nach Flick muss unbedingt bedacht werden, dass jeder qualitative Forschungsansatz unterschiedliche theoretische Hintergründe und methodische Absichten besitzt und deshalb durch seine Forschung verschiedene Formen der Erkenntnis hervor bringt (Flick 2011).

Für eine angemessene Herangehensweise an einen zu untersuchenden Gegenstand können die Unterschiede zwischen zwei qualitativen Forschungsmethoden herangezogen werden (Flick 2011). Das heißt die Differenzen sollen genutzt werden um sich dem Forschungsgegenstand anzunähern. Hier setzt das Konzept der Triangulation an, als Versuch unterschiedliche Datensorten miteinander in Beziehung zu setzen (Hammersley & Atkinson 1983, nach Flick 2011).

Die Triangulation diverser qualitativer Forschungsansätze bietet die Möglichkeit, verschiedene Perspektiven bzw. Aspekte eines Bereiches zu behandeln und in Zusammenhang zu bringen (Flick 2011).

Es muss dabei bedacht werden, dass der Bereich in der Form dargestellt wird, „*in der ihn die jeweilige Methode mit-konstituiert*“ (Flick 2011, S.23).

Aus diesem Grund sollten, wie bereits erwähnt, Methoden miteinander trianguliert werden, die „Datensorten“ hervorbringen können (Hammersley & Atkinson 1983, nach Flick 2011).

Um eine ergebnisreiche Untersuchung durchzuführen, darf die Auswahl der Erhebungsmethoden nicht willkürlich ausfallen, sondern die Zusammensetzung der triangulierten qualitativen Zugänge und Perspektiven muss begründet erfolgen (Flick 2011).

Flick nennt hier als Anhaltspunkte für die Auswahl, dass zuvor überlegt wird, welche Differenzierungen gibt es zwischen den Methoden, welche Gegenstandsauffassungen habe ich hinsichtlich der Methoden und welche Zielsetzungen verbinde ich mit den Methoden (Flick 2011).

Es ergeben sich bei der Anwendung zweier qualitativer Methoden auch einige Probleme bzw. Fragen: Eine Frage wäre, ob die unterschiedlichen Methoden nacheinander Anwendung finden oder parallel. Weiters stellt sich die Frage, ob man zwei Teilstudien durchführen soll und die Ergebnisse anschließend miteinander vergleicht bzw. in Beziehung setzt oder soll „die Triangulation am Einzelfall ansetzen, sollen also alle Fälle mit den verschiedenen methodischen Zugängen untersucht werden“ (Flick 2011, S.42).

### **6.3.2. Formen der Triangulation**

Mayring (2001, nach Lamnek 2010) führt Kombinationsmöglichkeiten auf unterschiedlichen Ebenen an: auf der technischer Ebene (z.B. mit Hilfe von Computerprogrammen), auf Datenebene (durch die Bildung von Kategorien) und vier Kombinationsmöglichkeiten bezüglich des Forschungsdesigns: Vorstudien-, Verallgemeinerungs-, Vertiefungs- und Triangulationsmodell.

Beim Vorstudienmodell kommt den qualitativen Methoden eine vorläufig-explorative Aufgabe zu. Beim Verallgemeinerungsmodell fungieren sie eher eigenständig-deskriptiv und beim dritten Modell, dem Vertiefungsmodell, nachträglich-profundierend. Im Triangulationsmodell, dem vierten Modell, nehmen sie dann einen gleichzeitig-synergetischen Stellenwert ein (Mayring 2001, nach Lamnek 2010).

Mayring (2001) schreibt zu Triangulation *„Hier wird eine Fragestellung aus mehreren Blickwinkeln mit unterschiedlichen Methoden angegangen (...) Die Resultate sollen sich (...) gegenseitig unterstützen, der Schnittpunkt der Einzelresultate stellt die Endergebnisse dar“* (Mayring 2001, zitiert nach Lamnek 2010, S.252).

Es werden verschiedene Formen der Triangulation unterschieden (nach Flick 2011):

- Datentriangulation:

Bei der Daten Triangulation werden verschiedene Datenquellen herangezogen, der Forscher kann für die Erhebung mit denselben Methoden arbeiten. Denzin unterscheidet Daten-Triangulationen hinsichtlich Zeit, Raum und Personen (Flick 2011). Dasselbe Phänomen soll zu unterschiedlichen Zeitpunkten, an unterschiedlichen Orten und an verschiedenen Personen untersucht werden (Flick 2011).

- Investigator Triangulation:

Nicht bloß eine einzelne physische Person, sondern etliche Beobachter oder Interviewer sollen eingesetzt werden, *„um Verzerrungen durch die Person des Forschers aufzudecken bzw. zu minimieren“* (Flick 2011, S.14).

- Theorientriangulation:

Man soll sich an die Daten mit unterschiedlichen Theorien oder Hypothesen annähern um die Erkenntnismöglichkeiten zu verbeitern. Besonders in Bereichen, welche durch wenig theoretische Kohärenz charakterisiert sind, ist diese Form der Triangulation zu empfehlen (Flick 2011). Liegen unterschiedliche Theorien zur Begründung eines Phänomens vor, kann der Forscher eine Theorie zu bestätigen suchen (Flick 2011).

Kommt es bei einer Triangulation zu divergierenden Erkenntnissen, so können diese eine Theorienmodifikation oder eine Modellveränderung bewirken. Alte Theorien werden modifiziert oder verworfen und neue werden entwickelt (Lamnek 2010).

- Methodentriangulation<sup>9</sup> bzw. multimethodisches Vorgehen:

Dieser Form wird am meisten Beachtung geschenkt (Flick 2011). Durch Methodenvergleiche, bei denen derselbe Gegenstand mit unterschiedlichen Methoden erfasst wird, kann man abschätzen, inwieweit eine Methode die mit einem Untersuchungsobjekt verbundenen Erkenntnisse beeinflusst (Bortz & Döring 2006).

---

<sup>9</sup> In der vorliegenden Arbeit findet der Ansatz der Methoden-Triangulation Anwendung.

In der vorliegenden Arbeit wird die Triangulation zweier qualitativer Methoden angewendet. Auf die Gründe für die Anwendung dieses Triangulationsansatzes wird im folgenden Kapitel (Absichten und Gründe der Methodentriangulation) näher eingegangen.

### 6.3.3. Absichten und Gründe der Triangulation

Lamneks Ausführungen zu Triangulation in „Qualitative Sozialforschung“ beschäftigen sich größtenteils mit der Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden, weniger mit der Verknüpfung von zwei qualitativen Methoden (Lamnek 2010).

Deshalb beziehen sich die folgenden Ausführungen zur Triangulation größtenteils auf Flick (2011), der sich der Anwendung mehrerer qualitativer Methoden auf einen Problembereich ausführlich zugewandt hat.

Der Ansatz, verschiedene Methoden miteinander zu triangulieren, findet in der qualitativen Forschung die häufigste Anwendung (Flick 2011). Was die qualitative Forschung betrifft, so ist eine enorme Vielfalt zu verzeichnen. Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen in der qualitativen Sozialforschung die sich gewissen Strömungen zuordnen lassen. Die Strömungen wiederum verfolgen jeweils verschiedene Ziele und besitzen ein unterschiedliches Methoden- und Gegenstandsverständnis (Flick 2011).

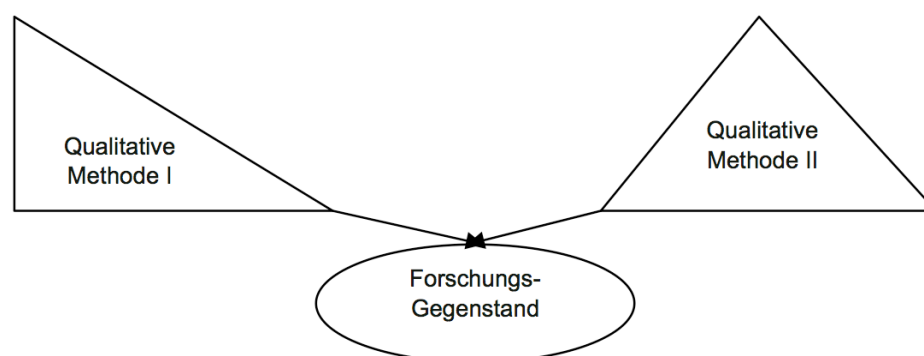


Abbildung 6: Triangulation unterschiedlicher qualitativer Methoden (Flick 2011, S.41)

Deshalb ist es wichtig zu wissen, welchen Weg man mit der Triangulation einschlagen möchte. Es muss die Frage geklärt werden, ob durch eine Triangulation die Erkenntnisse erweitert werden oder die Ergebnisse wechselseitig überprüft werden sollen (Flick 2011).

Wie zu Beginn des Kapitels erklärt, geht mit der triangulären Vorgehensweise der Wunsch einher, die Genauigkeit der durch mehrere Methoden erzielten Erkenntnisse auszubauen. Heute wird aber angenommen, dass durch mehrere Methoden keine objektiveren Ergebnisse erzielt werden (Blaikie 1991).

*„None of these methods inherently produce more precise results than some „single“ method“* (Blaikie 1991, S.118).

Es werden zutreffende Ergebnisse je nach bestimmten Umständen erzeugt. Wo wir wieder bei der Reaktivität der Methoden wären. Was so viel heißt wie: Jede Methode konstituiert den Gegenstand, der mit ihr erforscht werden soll, auf ganz bestimmte Weise (Flick 2011).



Flicks Auffassung nach, sollte die Anwendung verschiedener Methoden unterschiedliche Perspektiven zeigen können. Er spricht deshalb von einer *systematischen Perspektiven-Triangulation* (Flick 2011).

Demnach ist die Triangulation unterschiedlicher qualitativer Methoden nur dann sinnvoll, wenn verschiedene Perspektiven eröffnet werden, eine neue Dimension eingeführt wird und eine Annäherung an das Problem auf unterschiedliche Ebenen stattfindet (Flick 2011).

Diese Forderung könnte nach Flick beispielsweise dadurch umgesetzt werden, dass man auf der einen Seite Methoden anwendet, die das Wissen der Probanden aufzeigen, und auf der anderen Seite Methoden, die das beobachtbare Handeln der Probanden fokussieren (Flick 2011). Unter „Wissen“ kann das Alltags-, Experten- oder biographische Wissen, und beim beobachtbaren Handeln kann sowohl das individuelle als auch das interaktive Handeln gemeint sein.

Flick (2011) ist der Ansicht, dass, wenn man ein narratives mit einem leitfadengestützten Interview kombiniert, diese Form der Triangulation der eben erwähnten Zielsetzung nicht gerecht wird. Es werden zwar verschiedene Perspektiven des Wissens erreicht, aber die Ebene der Datenerhebung ist bei beiden Methoden dieselbe (Flick 2011).

Sehr wohl wird die Ebene der Datenerhebung gewechselt oder überschritten wenn man das Interview mit einer Beobachtung oder Interaktionsanalyse kombinieren würde (Flick 2011). Ebenfalls auf einer anderen Ebene als das Einzelinterview würden Gruppendiskussionen ansetzen (Flick 2011). In Gruppenverfahren wird durch die Interaktionen der TeilnehmerInnen der Kontext der Datenerhebung erweitert (Flick 2011).

Lamnek (2010) formuliert mehrere mit Triangulation verbundene Absichten:

a. Kompensation methodischer Schwächen

Es besteht die Vorstellung oder Erwartung, dass „die Schwächen der jeweiligen Einzelmethoden durch ihre gegenseitige Kontrolle im Einsatz anderer Methoden erkannt und kompensiert werden könnten“ (Lamnek 2010, S.250). Demnach sollen mehrere unabhängige Methoden gemeinsam nicht die gleichen Schwächen oder Verzerrungen enthalten wie die Einzelmethoden (Blaikie 1991; Lamnek 2010).

b. Geeignete Befunde

Ein spezieller Bereich wird aufgrund seiner vielseitigen Orientierungen und Abhängigkeiten nur selten mit einer Methode ausreichend und geeignet erfasst. Erst die Triangulation kann dem zu erfassenden Gegenstand eher gerecht werden (Lamnek 2010).

c. Exploration

Die Funktion der Exploration wird der Vollständigkeit halber angeführt, ist für diese Forschungsarbeit aber nicht von Belang, da auf keine quantitative Methode zurückgegriffen und ausschließlich mit zwei qualitativen Methoden gearbeitet wird.

Ein quantitativ arbeitender Forscher kann qualitative Methoden zum Zwecke der Exploration einsetzen, wodurch die qualitative Vorgangsweise aber einen inferioren Status einnimmt (Lamnek 2010). Die statistischen Erkenntnisse werden dann durch quantitative Methoden erschlossen. Die qualitativen Methoden fungieren demnach lediglich als Hilfsmittel. Die

Funktion als Exploration aus diesem Grund auch als „unzulässige Verkürzung“ beurteilt (Lamnek 2010).

#### d. Erweiterung

Wie schon bei der Anführung der Exploration erwähnt, wird auch die Funktion der Erweiterung angeführt, ohne für die folgende Arbeit von Wichtigkeit zu sein.

Quantitative Sozialforscher gebrauchen qualitative Methoden in einigen Fällen um ihre Befunde zu illustrieren, plausibilisieren oder abzusichern (Lamnek 2010).

Kurz gesagt, es geht darum, quantitative Daten zu stützen. Umgekehrt, werden in den seltensten Fällen quantitative Erhebungsmethoden eingesetzt um qualitative Daten abzusichern (Lamnek 2010).

#### e. Breitere Erkenntnisse

Weiters hofft man, durch multimethodische Vorgehens breitere und profundere Erkenntnisse zu erlangen. Sie soll also ein weitergehendes Erkenntnispotential in Breite bzw. Tiefe liefern. Mit großer Wahrscheinlichkeit gelangt man durch den Einsatz mehrerer Methoden zu differenzierten Erkenntnissen als durch „*apodiktische methodologische Ausschließungsansprüche*“ (Lamnek 2010, S.250).

#### f. Holistische Sicht

Durch Triangulation wird eher eine holistische, gesamtheitliche Sicht erzielt. Man erhofft sich durch trianguläres Vorgehen einen Gegenstandsbereich besser zu verstehen und zu durchleuchten, indem man tiefer in die Materie eindringt und neue Dimensionen erschließt (Lamnek 2010). Besonders qualitative Methoden liefern spezielle Daten und Erkenntnisse, die mit quantitativen Methoden nie zugänglich gemacht werden könnten (Lamnek 2010).

Die Absicht, die Lamnek (2010) als *holistische Sichtweise* bezeichnet, nennt Flick (2011) *systematische Perspektiven-Triangulation*.

Flicks systematische Perspektiven-Triangulation zielt ähnlich wie Denzins spätere Auffassung hinsichtlich der Triangulation weniger auf Objektivität und Validität ab, sondern verstärkt auf ein tieferes Verständnis und Erfassen des Sachverhalts (Flick 2011). Flicks Ausführungen zu Folge, ist die Anwendung von Triangulation dann sinnvoll und gewinnbringend, wenn durch sie mehr Erkenntnisse gewonnen werden können, als durch den singulären Methodenansatz. Flick postuliert eine systematische Perspektiven-Triangulation, bei der unterschiedliche Perspektiven qualitativer Forschung miteinander trianguliert werden, um sich gegenseitig zu stärken und Schwächen aufzuzeigen (Blaikie 1991; Lamnek 2010; Flick 2011). Die Grenzen der jeweiligen Forschungsperspektiven sollen aufgezeigt werden und die Stärken sollen ergänzt werden (Blaikie 1991; Flick 2011).

Auch Lamnek ist der Auffassung, dass hinsichtlich der Triangulation qualitativer und quantitativer Methoden beide Verfahren ihre Stärken und Schwächen haben, wodurch sie sich wechselseitig ergänzen und stützen können (Lamnek 2010).

In der vorliegenden Arbeit soll durch die trianguläre Vorgehensweise (1) einerseits erfasst werden, inwieweit die jeweilige Methode die mit ihr verbundenen Daten beeinflusst (vgl.

Bortz & Döring 2006), (2) und andererseits soll ein kaleidoskopartiges Bild hinsichtlich der Vorstellungen zum Wissenschaftsverständnis von SchülerInnen aufgezeigt werden (vgl. Flick 2011). Des weiteren (3) sollen die Stärken und Schwächen der Gruppendiskussion und des offenen Fragebogens demonstriert werden und die Ergebnisse sollen sich wechselseitig ergänzen (Flick 2011).

Durch die Anwendung zweier qualitativer Methoden für die Erfassung des Wissenschaftsverständnisses möchte ich Mehrperspektivität erreichen (vgl. Flick 2011).

Ein Phänomen, in diesem Fall das Wissenschaftsverständnis von SchülerInnen, soll durch verschiedene qualitative Zugänge in seiner Vielschichtigkeit auf verschiedenen Ebenen erfasst werden.

### **6.3.4. Mögliche Ergebnisse einer Triangulation**

Man kann nicht davon ausgehen, dass bei der Verwendung unterschiedlicher Methoden, der eine Ansatz dasselbe zu Tage bringt wie der andere beziehungsweise, dass bei widersprüchlichen Ergebnissen dieses Resultat widerlegt und jenes Resultat bestätigt wird (Flick 2011). Es muss bedacht werden, dass, wendet man auf denselben Gegenstand zwei oder mehrere verschiedene Methoden an, die angewendeten Methoden nicht automatisch "dasselbe" erfassen.

Die Frage die sich stellt ist: Welche Form der Kongruenz bzw. Bestätigung von Ergebnissen kann man überhaupt erwarten?

Wie Lamnek sagt, ist weniger mit kongruenten Ergebnissen zu rechnen sondern mehr mit Ergebnissen, die sich ineinander fügen und sich ergänzen. Der Begriff der Konvergenz soll gegen den Begriff der Komplementarität ausgewechselt werden (Lamnek 2010).

*„Zusätzliche Erkenntnisse sollten nicht primär mit dem Ziel der Bestätigung (oder Validierung) der mit einer Methode erzielten Ergebnisse gesucht werden. Aufschlussreich wird die methodische Triangulation, wenn darüber komplementäre Ergebnisse erzielt werden, d.h. einander ergänzende Ergebnisse, die ein breiteres, umfassenderes oder ggf. vollständigeres Bild des untersuchten Gegenstandes liefern“* (Flick 2011, S.49).

Bei interpretativen Verfahren, wie sie in der vorliegenden Arbeit angewendet werden, kann man nicht mit eindeutigen und einheitlichen Ergebnissen und Kriterien zur Entscheidung über die Validität und Zuverlässigkeit einzelner Methoden und Ergebnisse rechnen (Flick 2011).

Die Erkenntnismöglichkeiten werden eher mehrperspektivisch verbreitert werden, ähnlich dem Blick durch ein Kaleidoskop. Triangulation „als Strategie zu einem tieferen Verständnis des untersuchten Gegenstandes und damit als Schritt auf dem Weg zu mehr Erkenntnis und weniger zu Validität und Objektivität in der Interpretation“ (Flick 2011, S.20).

Triangulation kann grundsätzlich zu drei Ergebnissen führen (Lamnek 2010): (1) Entweder die Befunde stimmen über ein, (2) ergänzen sich oder (3) sind widersprüchlich.

Die einfachste Situation ist augenscheinlich, wenn sich die Befunde der unterschiedlichen Erhebungsmethoden entsprechen, also konvergieren (Lamnek 2010).

Schwierig ist es, wenn sich die Resultate widersprechen. Hier taucht das Problem auf, entscheiden zu müssen, welchen Erkenntnissen man einen abgesicherteren Stellwert zuschreibt (Blaikie 1991).

Es ist nun mal so, dass die geforderte Offenheit gegenüber den angewendeten Methoden oftmals nicht gegeben ist. Es herrscht auch das Problem, dass übereinstimmende Befunde akzeptiert werden, divergierende Ergebnisse aber als widersprüchlich angesehen werden (Lamnek 2010).

*„Obgleich diese Frage nun gegenstands-, theorie- und methodenbezogen beurteilt werden kann, wird man unterstellen dürfen, dass im Regelfall eine methodologische und dezisionistische – weil Wissenschaftstheorie immer auch ein normatives Element enthält – Prioritätensetzung seitens des Forschers dieser Entscheidung vorgelagert ist“* (Lamnek 2010, S.258).

Kann man bei der Triangulation übereinstimmende (kongruente) Ergebnisse feststellen, dann wächst automatisch das Vertrauen in die Brauchbarkeit der Resultate. Man geht dann davon aus, dass die Erkenntnisse zuverlässig und gültig sind. Jedoch enthalten auch zwei übereinstimmende Resultate keinen höheren Wahrheitsgehalt, schließlich könnten beide falsch sein (Lamnek 2010). Übereinstimmende Ergebnisse sind unwahrscheinlich, werden demnach selten der Fall sein.

Die Wahrscheinlichkeit, dass es zu divergierenden und nicht kompatiblen Befunden kommt, ist relativ groß (Lamnek 2010).

Aber „lack of convergence leaves open the question of which measures might be biased“ (Blaikie 1991, S.123). Die weitere Frage die sich stellt ist, ob die Erkenntnisse, die durch unterschiedliche Methoden gewonnen wurden, gleichwertig behandelt werden sollen. Tatsächlich wird eine kongeniale Behandlung selten vorgenommen – weder seitens der ForscherInnen, noch von der Scientific Community noch von der Öffentlichkeit (Lamnek 2010). Auch der triangulär vorgehende Forscher setzt Prioritäten, er wird demnach implizit entscheiden, welche Ergebnisse als abgesicherter, valider und reliabler gelten (Lamnek 2010). Diese subjektiv vorgenommene Gewichtung, muss aber nicht von der Allgemeinheit ebenso nachvollziehbar sein (Lamnek 2010).

Es sollte auf alle Fälle bedacht werden, dass divergierende Resultate möglicherweise zu komplexeren, der sozialen Realität angemesseneren Erklärungen führen können (Lamnek 2010).

Divergierende Befunde können alternative Erklärungen für ein Phänomen hervorbringen. Solche nicht kompatiblen Ergebnisse werden auch häufig dazu führen, dass gerade eben die Unterschiede zum Gegenstand weiterer Forschungen werden (Lamnek 2010).

Da jede Methode ihren Gegenstand konstituiert, braucht man nicht mit Übereinstimmungen rechnen, wenn man verschiedene methodische Zugänge bei der Untersuchung eines Problems trianguliert (Flick 2011). Eher werden bei der Triangulation unterschiedlicher Methoden auch verschiedene Formen Beschaffenheit eines Gegenstandes oder Problems verdeutlicht (Flick 2011).

Diese unterschiedlichen Formen können einander ergänzen oder widersprechen. Es werden durch Triangulation keine eindeutig widersprüchlichen oder gleichen Abbildungen der Wirklichkeit geliefert, sondern vielmehr verschiedene Konstruktionen eines Gegenstandes

offenbart (Flick 2011). Beispielsweise kann ein Gegenstand einerseits auf der Ebene des Alltagswissens dargestellt werden, andererseits auf der Ebene des Handelns (Flick 2011).

Lamnek schreibt über konvergente Ergebnisse:

*„Verwendet man jedoch einen anderen Konvergenzbegriff, nicht im Sinne von Deckungsgleichheit, sondern im Sinne von Komplementarität – bildlich gesprochen etwa im Sinne eines Puzzles oder der beiden unterschiedlichen Seiten einer Medaille – , so bedeutet Konvergenz, dass sich die Erkenntnisse ineinander fügen, sich ergänzen, auf einer Ebene liegen, aber nicht kongruent sein müssen“ (Lamnek 2010, S.258).*

## **7. Analysemethoden und Aufbereitung des Datenmaterials**

Es wurden für die Datensätze beider Erhebungsmethoden Konzepte gebildet und wechselseitig angewendet.

Die aufgezeichneten Gruppendiskussionen wurden transkribiert und mit Absatznummern durch das Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) versehen.

Die Transkripte der drei Gruppendiskussionen wurden mit (induktiven und deduktiven) Konzepten inhaltsanalytisch nach Gropengießer (Gropengießer 2005, Mayring 2007) unter Verwendung von MaxQDA (VERBI GMBH 2010) untersucht.

Für die Entwicklung von Konzepten wurde sowohl induktive als auch deduktive Kategorienbildung angewendet. Auf diesem Wege soll theoretische Offenheit und Systematik erzielt werden (Reinhoffer 2005).

Die Anwendung von deduktiven Konzepten orientiert sich am generellen Forschungsinteresse, in diesem Fall am Wissenschaftsverständnis von SchülerInnen.

Die deduktiven Konzepte wurden übernommen vom Forschungs-Bildungs-Kooperationsprojekt *Kids Participation in Research 1 (KiP<sup>1</sup>)* (Radits, Bardy-Durchhalter et al. 2010). Diese wurden zum Teil von den Delphi-Ergebnissen der Studie von Osborne et al. (2003) abgeleitet und gegliedert. Die Kategorien nach Osborne bilden eine Art theoretisches Gerüst und helfen die Schüleraussagen und –antworten mit dem bisherigen Forschungsstand zu verknüpfen. Sie wurden auch herangezogen um eine Klassifizierung aller Kategorien in drei Bereiche zu ermöglichen.

Die Konzepte können drei Themenkomplexen (aus Osborne 2003) zugeordnet werden: (1) Bilder über die Methoden der Wissenschaft, (2) Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens, (3) Institutionen und soziale Handhabung.

Erweitert wurden diese Konzepte eben mit induktiven Konzepten aus den Gruppendiskussionen.

Die Bildung von induktiven Konzepten orientierte sich allein am Datenmaterial der beiden Erhebungsmethoden, ohne im vorhinein Konzepte zu formulieren. Die Konzeptbildung erfolgte also offen in Anlehnung an die Grounded Theory von Glaser und Strauss (1998).

Nach der Grounded Theory beruhen die Entwicklung von Theorien auf empirischen Datenmaterial (Glaser and Strauss 1998).

Relevante Schüleraussagen beziehungsweise Schülerantworten wurden nach der Vorgehensweise bei der Qualitativen Inhaltsanalyse geordnet, gebündelt und Konzepte herauspräpariert und formuliert (Gropengießer 2005).

Nach Gropengießer folgt nach der Erarbeitung der Transkripte die Redigierung der Aussagen (Gropengießer 2005). Dieser Schritt des grammatikalischen Glättens, des Einbauens von Fragestellungen und des Transformierens in eigenständige Aussagen, wurde ausgelassen. Sehr wohl aber wurden die nächsten Schritte der qualitativen Inhaltsanalyse nach Gropengießer (2005) durchgeführt. Die Aussagen und schriftlichen Antworten wurden thematisch geordnet mit Hilfe des Auswertungsprogramms MaxQDA (VERBI GMBH 2010), auf Widersprüche überprüft und bedeutungsgleiche bzw. sinnähnliche Aussagen wurden gebündelt. Dann folgte die Explikation und die Identifizierung und Formulierung von Konzepten (Gropengießer 2005). Das heißt, Paraphrasen wurden verallgemeinert. Anschließend folgte die „Verallgemeinerung der Einzelstrukturierung durch Kategorienbildung“ (siehe Tabelle 5; Gropengießer 2005, S.176) und die Kategorien wurden zu Denkfiguren zusammengestellt.

Auf diesem Wege wurden neue Konzepte gewonnen und diese hinsichtlich des Vorkommens in den Fragebogen-Antworten oder Gruppendiskussionen überprüft.

Tabelle 5: Vorgehensweise bei der Qualitativen Inhaltsanalyse (aus Gropengießer 2005, S.176).

| <b>Technik</b> | <b>Einzelschritte des Vorgehens</b>                            | <b>Ergebnis</b>  |
|----------------|--|--|
| Aufbereitung   | Selegieren relevanter Äußerungen                               | Transkripte relevanter Äußerungen der Interviewpartner |
|                | Wortprotokollierung  |  |
|                | Kommentierung  |  |
|                | Selegieren Bedeutung tragender Aussagen                        | Redigierte Aussagen                                    |
|                | Auslassen von Redundanzen und Füllsätzen                       |  |
|                | Transformieren in eigenständige Aussagen des Interviewpartners |  |
|                | Paraphrasieren   |  |
| Auswertung     | Thematisches Ordnen der redigierten Aussagen                   | Geordnete Aussagen                                     |
|                | Kohärenzprüfung und Identifizieren von Widersprüchen           |  |
|                | Bündeln bedeutungsgleicher Aussagen                            |  |
|                | Sequenzierung  |  |
|                | Charakteristika des Verständnisses erschließen                 | Explikation  |
|                | Sprachliche Aspekte auslegen                                   |  |
|                | Quellen der Vorstellungen scheiden                             |  |
|                | Brüche und bestehende Probleme identifizieren                  |  |
|                | Konzepte herauspräparieren und formulieren                     | Einzelstrukturierung in Konzepten                      |
| Strukturierung | Verallgemeinerung der  | Denkfiguren mit Konzepten zur                          |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | Einzelstrukturierung durch<br>Kategorienbildung                       | Identifizierung und<br>Klassifizierung von |
|  | Zusammenstellen der Kategorien von<br>Vorstellungen zu Denkstrukturen | Vorstellungen                              |

Die Einzelschritte der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Gropengießer und die Konzepte wurden ausführlich mit einer zweiten eingearbeiteten Person analysiert und die Konzepte in Übereinkunft formuliert. Durch das wechselhafte Abgleichen wird vermieden, dass individuelle Auffassungen einer Einzelperson ausgeprägt zu tragen kommen. Außerdem gewährleistet diese Vorgehensweise das bessere Verständnis der formulierten Konzepte.

Bei allen Zitaten werden die Absatznummer und das Erhebungsinstrument angeführt. So wird gewährleistet, die Aussage bzw. Fragebogenantwort im Originalskript im Kontext eingebettet nachzulesen.

## **8. Ergebnisse der Erforschung der NOS-Vorstellungen**

Die Ergebnisdarstellung folgt der Vorgehensweise von Gropengießer (2005):

- a) Konzeptname
- b) Konzeptcharakterisierung (*Verallgemeinerung* bei Gropengießer 2005)
- c) Darstellung
- d) exemplarische Zitate

Nach Gropengießer (2005) spricht man im gedanklichen Bereich von Vorstellungen und unter „Begriffen“ versteht er „relativ einfache Vorstellungen“, die man mit anderen Begriffen verbinden kann (Gropengießer 2005, S.174). Bei Konzepten handelt es sich nun um komplexere Vorstellungen, „in denen zwei oder mehrere Begriffe durch Relationen verknüpft sind“ (Gropengießer 2005, S.174).

Aus der Fülle der Daten wurden Konzepte herausgefiltert und formuliert, die durch einen a) „treffenden Namen“ gekennzeichnet werden (Gropengießer 2005, S.182).

Bei der b) Konzeptcharakterisierung bzw. Verallgemeinerung (Gropengießer 2005) wird der „Hauptgedanke“ kurz formuliert.

Dieser kurzen Erklärung folgt eine c) Darstellung bzw. detaillierte Beschreibung des Konzepts, welche die Bandbreite und verschiedene Perspektiven aufzeigt.

Um die Bedeutung der Konzepte zu veranschaulichen und zu legitimieren werden d) beispielhafte Zitate der SchülerInnen, in denen das Konzept formuliert ist, angeführt.

Zum Teil sind die formulierten Konzepte widersprüchlich, wie die beiden Konzepte „Wissenschaftler als Entscheidungsträger der Gesellschaft“ und „Wissenschaftler als Berater der Gesellschaft“ zeigen. Die Hälfte der SchülerInnen vertritt die Meinung, dass WissenschaftlerInnen für die Gesellschaft entscheiden sollten, die andere Hälfte ist der Auffassung, dass sie lediglich als Berater fungieren sollten und die Gesellschaft selbst Entscheidungen treffen sollte.

Grundsätzlich wurde versucht, jeweils ein Zitat aus den Gruppendiskussionen und ein Zitat aus den Fragebögen anzuführen.

Bei sehr treffenden Aussagen, die ein Konzept eindeutig illustrieren, aber nur aus einer Erhebungsmethode stammen (weil beim anderen Instrument keine passenden Aussagen gefunden wurden), wurde darauf geachtet, dass die Zitate aus unterschiedlichen Klassen stammen, beispielsweise ein Zitat der Neuro-KiP-Gruppendiskussion und eines aus der Sea-KiP-Gruppendiskussion.

Bei einigen Konzepten werden Zitate aus derselben Erhebungsmethode und derselben Klasse angeführt, wenn diese unterschiedliche Perspektiven eines Konzepts aufzeigen.

Ansonsten wird lediglich ein einziges beispielhaftes Zitat zum Zwecke der Erklärung und Demonstration angegeben.

### **8.1. Ergebnisse der Gruppendiskussionen und Fragebögen**



Die Ergebnisse können in folgende drei Dimensionen bzw. Bereiche gegliedert werden (vgl. Osborne et al. 2003): (1) Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens (*Nature of Scientific Knowledge*), (2) Bilder über Methoden der Wissenschaft (*Methods of Science*) und (3) Institutionen und soziale Handhabung (*Institutions and Social Practices in Science*).

Tabelle 6: Konzepte im Überblick. Links: Gliederung nach Osborne, rechts: identifizierte „Konzepte“

|  |  |
|--|--|
| <b>Bilder über Methoden der Wissenschaft</b>                     | NaturwissenschaftlerInnen gehen induktiv vor         |
|  | Forschen ist etwas genau untersuchen                 |
|  | Forschen ist ein (gerichteter) Prozess               |
|  | Wissenschaftler brauchen Kreativität und Phantasie   |
|  | Beobachtungen führen (direkt) zu Fakten              |
|  | Naturwissenschaftler interpretieren Daten            |
| <b>Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens</b> | Wissenschaftler beweisen ihre Erkenntnisse           |
|  | NaturwissenschaftlerInnen untersuchen reale Dinge    |
|  | Wissenschaft schafft Wahrheit                        |
|  | Forschung hilft die Welt zu verstehen                |
|  | Forschung hilft Probleme im Alltag zu lösen          |
|  | ForscherInnen forschen aus Neugier                   |
|  | Forschen ist eine aktive Tätigkeit                   |
|  | Theorien sind wandelbar                              |
|  | Gesetze sind stabile wissenschaftliche Erkenntnisse  |
|  | Wissenslücken führen zu unterschiedlichen Hypothesen |
| Religion als Gegenspieler der Naturwissenschaften                |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Institutionen und soziale Handhabung</b> | Wissenschaftler als Entscheidungsträger der Gesellschaft                       |
|   | Wissenschaftler als Berater der Gesellschaft                                   |
|   | Naturwissenschaftliches Wissen kann missbraucht werden                         |
|   | Wissenschaftler haben jeweils individuelle Perspektiven auf ihr Forschungsfeld |

### 8.1.1. Konzepte zum Wissenschaftsverständnis

#### 8.1.1.1. Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens

Zu diesem Bereich werden Vorstellungen der SchülerInnen gezählt, die zum Inhalt haben: *wie* arbeiten Wissenschaftler, *warum* forschen sie, *womit* befassen sie sich und *welchen Status* hat wissenschaftliches Wissen (vgl. Osborne 2003).

Nach Osborne (2003, S.701ff) zählen zu dieser Dimension Themen wie beispielsweise

- Wissenschaft und Sicherheit,
- Wissenschaftliches Wissen ist aufbauend und wächst,
- Status und Kennzeichen von wissenschaftlichem Wissen,
- Wissenschaftliches Wissen und Werte,
- Wissenschaftler haben den Anspruch an ihre Forschungsarbeit, wertfrei und objektiv zu sein,
- Wissenschaft und Technologie/Technik
- usw.

#### **Konzept: Wissenschaftler beweisen ihre Erkenntnisse**

Erkenntnisse werden von WissenschaftlerInnen nicht einfach behauptet, sie beweisen ihre Theorie/Hypothesen/Wissen (v.a. durch Experimente).

#### Darstellung:

WissenschaftlerInnen testen ihre Theorien/Hypothesen/Wissen mit Experimenten. Ohne Beweise kann es keine Entwicklung und keinen Fortschritt in der Wissenschaft geben (FB-Sea: 9; FB-Neuro: 376) und man würde demjenigen, der eine Theorie entwickelt hat, keinen Glauben schenken (FB-Paly: 486).

Ein theoretischer Erklärungsversuch allein reicht nicht aus, erst „handfeste“, offensichtliche Beweise bringen abgesichertes Wissen hervor (FB-Paly: 28, 32). In diesem Zusammenhang ist auch die Wiederholung von Experimenten wichtig – sie schafft Sicherheit.

Ein praktisches Experiment bietet auch die Möglichkeit, etwas „auszuprobieren“ bzw. zufällig herauszufinden, ob man mit seiner Theorie oder Hypothese richtig liegt (FB-Paly: 9, 70, 335, 413, 532; FB-Neuro: 7, 54, 374; GD-Neuro: 264).

Aus diesem Begriff „ausprobieren“ geht hervor, dass Forschung nicht unbedingt Theorien braucht. Sie kann auch theorienlos erfolgen (GD-Neuro: 264).

Oftmals sprechen die SchülerInnen nicht bloß von „beweisen“ sondern auch vom „Widerlegen“ von Theorien (FB-Neuro: 79, 194).

2) Experimente sind wichtige Teile einer Forschung in den Wissenschaften, um Hypothesen zu beweisen. Experimente, die wichtige Beweise erzielen, ändern oft Meinungen von Menschen, die Naturwissenschaften nicht verstehen wollen oder sie nicht anerkennen (Gott – Glaube steht ihnen im Weg)“ (FB-Sea: 139-141).

3a) Ja, weil es sonst (fast) keine anderen Möglichkeiten gibt, Sachen auszuprobieren, um zu schauen, ob man seine Hypothese bestätigen kann oder nicht. Mit einer bestätigten Hypothese hat man neues Wissen erlangt (FB-Neuro:195-196).

### **Konzept: NaturwissenschaftlerInnen untersuchen reale Dinge**

NaturwissenschaftlerInnen untersuchen reale, dauerhafte Phänomene. Diese sind für den bzw. durch den Menschen erforschbar und darstellbar.

#### Darstellung:

In den Naturwissenschaften werden reale Dinge erforscht.

Naturwissenschaft ist die Studie von Vorgängen und Lebewesen in der Natur (FB-Sea: 5), also die Erforschung von gegebenen Naturphänomenen. Diese „natürlichen“ Phänomene (Mensch, Tiere, Pflanzen und Umwelt) sind mit den Augen wahrnehmbar, es sind Tatsachen. Die Naturwissenschaftler möchten diese realen Dinge beschreiben, erklären und nachahmen (FB-Sea: 60; FB-Sea: 189; GD-Neuro: 155).

Dadurch unterscheidet sich Naturwissenschaft auch von Religion (FB-Sea: 5).

1) Naturwissenschaften erklären oder beweisen etwas. In Religion kann man nichts beweisen.

Alles was in den Naturwissenschaften unterrichtet wird kann man sehen, greifen, fühlen. Religion und Geschichte nicht. Religion findet nur im Kopf statt, Geschichte ist Vergangenheit (FB-Sea: 113-115).

1) Naturwissenschaften sind meiner Ansicht nach Wissenschaften, die Sachen behandeln, welche „schon vorhanden“ sind. Beispielsweise die Gravitation in der Physik. Die Menschen haben sie nicht „erfunden“, sondern entdeckt und erforscht. In anderen Disziplinen werden uns von Menschen entwickelte Sachen gelehrt (Deutsch:

Sprache, Literatur,...; Geschichte wurde von Menschen „geschrieben“...) (FB-Paly: 153-154).

FD: Wie würdest du denn naturwissenschaftliche Untersuchung charakterisieren? Oder im Vergleich zu religiösen Untersuchungen. 00:46:33-4

S8: Das es immer realistisch sein muss. Religiös kann es auch Wunder geben, die man nicht erklären kann. 00:46:50-5 (GD-Ilse: 380-381).

### **Konzept: Wissenschaft schafft Wahrheit**

Es gibt eine objektive Wahrheit, diese kann durch NaturwissenschaftlerInnen aufgedeckt werden.

#### Darstellung:

WissenschaftlerInnen sind auf der Suche nach Sicherheit und Wahrheit (FB-Paly: 381), sie möchten Gesetze und Theorien bilden, welche die Phänomene in der Natur widerspiegeln beziehungsweise die Welt erklären. Naturwissenschaft beschreibt Gesetzmäßigkeiten in der Natur und schafft dadurch eine Abbildung der Wirklichkeit. Deshalb ist Wissenschaft auch allgemein gültig (FB-Neuro: 437, 478-479; FB-Paly: 82, ) und Wissen erhebt den Anspruch objektiv zu sein.

Wenn eine Theorie beziehungsweise ein Gesetz bewiesen wurde, kann man sich darauf verlassen, dass es stimmt (FB-Neuro: 59; FB-Paly: 468).

Was in der Naturwissenschaft erforscht wird, sind Tatsachen die „schlichtweg existieren“ (FB-Paly: 122, 516, 543) und über die man nicht mehr diskutieren braucht – im Unterschied zur Religion (FB-Paly: 462, 503).

7b) (...) Naturwissenschaften sollen das Universum beschreiben wie es ist und nicht, wie wir es haben wollen. Natürlich braucht man Phantasie um z.B. die Relativitätstheorie zu entwerfen (FB-Paly: 189).

S1: Aber in der Naturwissenschaft gibt es keinen Kompromiss. Es gibt nur die Wahrheit (GD-Sea: 493).

1) In der Naturwissenschaft wird noch immer geforscht und das was schon erforscht wurde sind Tatsachen, die man nicht diskutieren kann, anders zum Beispiel als in Religion (FB-Paly: 503).

### **Konzept: Forschung hilft die Welt zu verstehen**

Durch die Arbeit der NaturwissenschaftlerInnen verstehen die Menschen wie die Welt funktioniert.

#### Darstellung:

Durch die Naturwissenschaften erlangen Menschen Erkenntnisse und Wissen, sie klärt sie auf und lehrt sie (FB-Paly: 554). Als Zweck und Ziel von Naturwissenschaft wird häufig ein Verstehen der Welt angeführt (FB-Sea: 81, 136).

Dieses Wissen ist generell für die Menschheit wichtig und führt auch zu Fortschritt in der Forschung wodurch wieder neues Wissen generiert werden kann (GD-Sea: 208).

Für den richtigen Umgang mit der Natur ist ein Verständnis über das „Funktionieren“ der Welt Voraussetzung (FB-Neuro: 255, 560).

Außerdem möchten die Menschen Bescheid wissen und sich Wissen aneignen, um sich nicht „dumm vorzukommen“ (FB-Paly: 29; FB-Sea: 68).

9) Sie erklärt uns einiges über unsere Umwelt in der wir leben und zeigt uns, welche Vielfalt und Komplexität in diesem System steckt (H6, Code: Gre2, 130).

9) Diese Leistungen helfen beim Verständnis der Natur und insbesondere des Menschen. Jeder Mensch versucht die Erde zu verstehen, die biologische Forschung ist sehr hilfreich. Weiters gibt es auch einen Reiz, Lebewesen zu entdecken und Land zu erforschen - sie bis in die kleinsten zu erforschen (K6, Code: Aar0, 156).

### **Konzept: Forschung hilft Probleme im Alltag zu lösen**

Naturwissenschaftliche Forschung führt zu Produkten und Techniken, die den Alltag erleichtern und den Menschen in verschiedenen Lebensbereichen helfen.

#### Darstellung:

Die Forschung hilft Alltagsprobleme der Menschen zu lösen, neue Dinge zu entwickeln die den Alltag erleichtern und die Lebensqualität der Menschen zu verbessern (FB-Sea: 56).

Besonders hilfreich wird Forschung im Lebensmittel- und Gesundheitsbereich (FB-Sea: 132), bei der Entwicklung von Medikamenten und Therapien (FB-Neuro: 138) und Erforschung von Krankheiten (u.a. FB-Sea: 30, 110,132), gesehen, aber auch im Bereich Umwelt und Umweltschutz (GD-Neuro: 26; FB-Paly: 236, 275, 329; FB-Sea: 81) und Technik (FB-Paly: 193, GD-Sea: 247-252).

9) Die Forschung erfindet neue Medikamente um z.B. eine Krankheit zu heilen, das Immunsystem zu stärken, Durchblutung zu steigern, oder Medizin damit man leichter wächst.

Außerdem finden sie neue Methoden um Krebs zu heilen oder Menschenleben zu retten (FB-Neuro: 442-443).

9) Biologische Wissenschaft spielt eine große Rolle in der Medizin. Je mehr über den Menschen und seine Umwelt bekannt ist, desto besser kann man diese Dinge schützen und erhalten (FB-Paly: 236).

### **Konzept: ForscherInnen forschen aus Neugier**

Die Motivation bzw. der Antrieb für Forschung ist eine (ziel-/ungerichtete) menschliche Neugier.

#### Darstellung:

ForscherInnen besitzen den Drang nach dem Erwerb von Wissen und Erkenntnissen (GD-Sea: 392; FB-Paly: 40, 526) und erforschen deshalb aus purem Interesse Dinge, die nicht unbedingt für andere Menschen einen praktischen Nutzen darstellen (GD-Sea: 392-394; GD-Neuro: 214-215).

S8: Ja, wenn man etwas nicht weiß, will man es wissen und dann versucht man mit der Wissenschaft das herauszufinden. 00:27:38-4 (GD-Neuro: 192).

S4: Naja, alle Menschen sind eigentlich von Natur aus neugierig und manche sind eben darauf neugierig, also versuchen sie es herauszufinden. 00:29:06-6 (GD-Neuro: 215).

### **Konzept: Wissenslücken führen zu unterschiedlichen Hypothesen**

Nicht gesichertes Wissen kann zu einem Nebeneinander von verschiedenen Hypothesen führen.

#### Darstellung:

Wenn es nicht genug Daten gibt, können sich die WissenschaftlerInnen nicht auf eine einzige Theorie festlegen und andere ausschließen (FB-Paly: 269, 323, 249, 292).

Ein Mangel an Datenmaterial führt seitens der ForscherInnen zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen und in weiterer Folge zu unterschiedlichen Hypothesen und Theorien (FB-Paly: 422; FB-Sea: 20).

6) Es ist dadurch möglich, dass sich halt die Wissenschaften nicht einig waren. Dadurch haben die einen eine andere Hypothese als die anderen. Es hat nichts mit den Daten zu tun, sondern, mit dem was die Wissenschaftler für plausibel erklären. Es gibt noch andere Hypothesen die daher abgeleitet werden, die aber nicht so angemessen sind, weil nicht genügend Daten darüber gibt (FB-Neuro: 549-551).

6) Beide der Hypothesen basieren auf übereinstimmenden Fakten, wie z.B. dass eine große Hitze mit dem Aussterben der Dinosaurier zu tun hat. Doch da es nicht genug Daten gibt um alle außer einer Hypothese auszuschließen, gibt es mehrere Schlüsse, die man aus den Daten ziehen kann, welche dann zu diesen Hypothesen führen (FB-Sea: 20).

### **Konzept: Forschen ist eine aktive Tätigkeit**

Wissenschaftliche Untersuchungen basieren auf aktiven, handwerklichen Tätigkeiten der WissenschaftlerInnen.

### Darstellung:

Forschung wird als reale Praxisarbeit angesehen, die SchülerInnen betonen die handwerkliche Dimension der Versuche (FB-Neuro: 319).

Bloßes Nachdenken oder beobachten reicht nicht aus um zu sicherem Wissen zu gelangen. Theorien bilden und Nachdenken gehören nicht in dem Ausmaß zum wissenschaftlichen Metier wie praktisches Arbeiten.

Das Durchführen von Experimenten ist Praxisarbeit.

- Auf der einen Seite probiert man mit Experimenten ob etwas funktioniert ohne die Folgen abschätzen zu können (GD-Sea: 559; GD-Neuro: 278; FB-Sea: 37; FB-Paly: 9, 70, 560, 161),
- auf der anderen Seite dienen Experimente dem gezielten Prüfen von bestehenden Theorien (FB-Paly: 156, 179, 389; FB-Neuro: 51, 146)
- und der Veranschaulichung (FB-Sea: 39, 63-65, 119, 164; FB-Paly: 70, 72; FB-Neuro: 149).

Wissenschaftler nehmen Proben (FB-Sea: 34), sezieren (FB-Paly: 36, 166), messen (GD-Neuro: 371), führen Beobachtungen durch (GD-Neuro: 25), machen Studien/Statistiken (FB-Paly: 200), Kreuzungsversuche (FB-Paly: 362, 413), arbeiten mit dem Mikroskop (FB-Neuro: 90, 149).

1) (...) Naturwissenschaft ist auch ein Beruf wo man Hände braucht. Religion und Geschichte ist alles etwas was man sich vorstellt (FB-Neuro: 319).

3a) Weil wir genaueres durch die Experimente erfahren. Bsp.: Wir züchten Bakterien, dann schauen wir sie unter dem Mikroskop an. Mit dem Experiment können wir mit unseren eigenen Augen sehen wie Bakterien ausschauen (FB-Neuro: 148-149).

S7: (...) Sie schicken immer wieder Raumschiffe aus und sie nehmen sich Proben und dann untersuchen sie das. Das ist relativ sinnvoll. 00:39:50-1 (GD-Sea: 460).

### **Konzept: Theorien sind wandelbar**

Theorien können sich aufgrund des Wissenszuwachses verändern.

### Darstellung:

Naturwissenschaftliche Theorien ändern sich oder werden ersetzt, wenn (durch neue Experimente) neue Beweise oder generell neue Erkenntnisse vorliegen (FB-Sea: 13, 166; FB-Paly: 28, 120, 185, 318, 439; FB-Neuro: 494).

Durch den ständigen Fortschritt, neue Entdeckungen und neue Techniken wird neues Wissen generiert (FB-Sea: 41, 67, 145, 188; FB-Neuro: 11, 81). Wichtig in diesem Zusammenhang sind neue Messgeräte und Technologien (FB-Neuro: 351)

Alte Theorien werden präzisiert (FB-Sea: 41), widerlegt (FB-Neuro: 58) oder verworfen (GD-Sea: 287).

Ein Grund für die Änderung einer Theorie kann auch sein, dass sich die Forscher geirrt haben bzw. ein Fehler passiert ist (FB-Paly: 205, 538-541).

Theorien können im Unterschied zu Gesetzen verändert werden (FB-Sea: 44; FB-Paly: 31-32, 185; FB-Neuro: 58-59, 84, 203).

4b) a) Theorien ändern sich weil durch neue Techniken auch neues Wissen entdeckt wird, das alte Theorien verändern oder präzisieren kann.

b) Ohne die alten Theorien zu kennen, ist es schwerer neue aufzustellen. Z.B. Aufbau eines Stoffes (früher Atom das Kleinste → heute noch kleinere Teilchen) (FB-Sea: 40-42).

4b) Natürlich ändern sich Theorien im Laufe der Zeit;

Irgendwann kommt jemand drauf, dass eine Theorie Unsinn war und macht eine neue; unterstützt von anderen Experimenten.

Aber die neue Theorie kann auch falsch sein und somit mühen sich die Wissenschaftler immer weiter ab (FB-Neuro: 576-579).

Die Menschen müssen Theorien trotzdem lernen (obgleich sie wissen, dass sie möglicherweise verändert werden),

- 1) denn man kann nicht wissen, ob sie sich wirklich ändern werden (FB-Sea: 167, 189; FB-Neuro: 82)
- 2) weil erst dieses Wissen dazu führt, dass neues Wissen generiert wird (FB-Neuro: 176; FB-Paly: 74, 514)
- 3) weil auch „alte“ Theorien ein besseres Verständnis/besseres Verstehen fördern (FB-Sea: 121; FB-Paly: 160)
- 4) damit man sich nicht dumm vorkommt (FB-Paly: 29; FB-Sea: 68).

b) Jede Theorie gegen die man kein Experiment oder Gegen-Theorie einwenden kann, gilt im Prinzip als richtig. Außerdem kann man die Theorie nur beweisen, legitimieren oder verwerfen wenn man sie kennt. Also nur das Gelernte kann verbessert, ausge bessert oder völlig in Frage gestellt werden (FB-Sea: 94).

### **Konzept: Gesetze sind stabile wissenschaftliche Erkenntnisse**

Gesetze sind bewiesen und stellen Tatsachen dar.

#### Darstellung:

Ein wissenschaftliches Gesetz ist bewiesen (FB-Paly: 289, 419, 589; FB-Neuro: 37, 154, 330), öffentlich anerkannt (FB-Sea: 71) und trifft immer zu (FB-Sea: 17; FB-Paly: 442; FB-Neuro: 59, 84).

Ein Gesetz ist sicher (FB-Paly: 470; FB-Neuro: 178) und deshalb nicht zu hinterfragen (FB-Sea: 96-98).

Gesetze beschreiben Tatsachen (FB-Paly: 516, 543), entsprechen demnach der Wahrheit (FB-Paly: 162, 395, 516) und werden sich deshalb nicht ändern (FB-Neuro: 407, 455, 496, 474).



Naturgesetze sind allgemeingültig. Als Paradebeispiel gilt das Gravitationsgesetz/die Schwerkraft. Jedes Objekt, das man loslässt, fällt zu Boden (FB-Sea: 17; FB-Paly: 32, 76, 100, 162, 185, 247, 267, 320, 344, 395; FB-Neuro: 60, 128, 179, 433, 455).

5) Wahrscheinlich ist ein naturwissenschaftliches Gesetz eine Grundtheorie, auf der sich alle Theorien stützen und aus dem sich die anderen Theorien entwickelt haben. Also ist ein Gesetz [3] etwas Beweisbares, etwas das man für offensichtlich hält. Würde man ein Gesetz in Frage stellen, so stellt man die ganze Natur in Frage. [zu 3] Grundbausteine der Wissenschaft (FB-Sea: 95-98).

5) Bei einer Theorie ist man sich noch nicht sicher, man sucht noch nach weiteren Beweisen, die diese Annahme unterstützen. Bei einem Gesetz ist man vollkommen sicher, wie bei mathematischen und physikalischen Gesetzen, die schlicht und einfach existieren. Wie die Gravitation (FB-Paly: 121-122).

Theorien können durch Beweise zu Gesetzen werden. Bei einer Theorie handelt es sich „nur“ um eine Annahme, die erst bewiesen werden muss (FB-Sea: 170, 191; FB-Paly: 13, 208, 589; FB-Neuro: 37, 153-154).

5) Eine Theorie muss noch bewiesen werden um ein Gesetz zu werden (FB-Sea; 191).

### **8.1.1.2. Bilder über Methoden der Wissenschaft**

Vorstellungen zu den Arbeitsmethoden von WissenschaftlerInnen werden diesem Bereich zugeordnet.

Nach Osborne (2003, S.702ff) zählen zu diesem Bereich verschiedene Dimensionen, wie zum Beispiel:

- Vorgehensweise der WissenschaftlerInnen
- Wissenschaftliche Methoden
- Mythos einer bestimmten kochrezeptartigen naturwissenschaftlichen Methode
- Rolle der Kreativität
- Analyse und Interpretation der Daten

### **Konzept: Naturwissenschaftler interpretieren Daten**

Interpretation und Schlussfolgerung sind Teile wissenschaftlicher Arbeit.

#### Darstellung:

Naturwissenschaftler ziehen Schlüsse aus Beobachtungen und Fakten (FB-Sea: 23-28). Aufgrund unterschiedlicher Denkweisen und unzulänglichem Datenmaterial, kommt es auch zu verschiedenen Interpretationen und Deutungen der Daten (FB-Neuro: 498; FB-Paly: 164, 422, 547; FB-Sea: 20, 172). WissenschaftlerInnen müssen Pro- und Kontra-Argumente abwägen und sich dann für eine Richtung entscheiden (FB-Sea: 74; GD-Sea: 349, 560).

6) Beide der Hypothesen basieren auf übereinstimmenden Fakten, wie z.B. dass eine große Hitze mit dem Aussterben der Dinosaurier zu tun hat. Doch da es nicht genug Daten gibt um alle außer einer Hypothese auszuschließen, gibt es mehrere Schlüsse, die man aus den Daten ziehen kann, welche dann zu diesen Hypothesen führen (FB-Sea: 20)

6) Da jeder Mensch andere Gedankengänge hat und von jedem Menschen die Denkweise durch verschiedene Umgebung etc. anders geprägt ist, kommt jeder zu einer anderen Schlussfolgerung. (Wie auch im Alltag). Jeder Mensch ist und denkt anders (FB-Paly: 164).

### **Konzept: Naturwissenschaftler gehen induktiv vor**

NaturwissenschaftlerInnen untersuchen einzelne kleine Strukturen, aus denen sie Schlussfolgerungen über die Funktion von größeren Einheiten bzw. Zusammenhängen ziehen.

#### Darstellung:

ForscherInnen können „vom kleinen Einzelnen auf Großes schließen“, sie können ausgehend von Details auf größere Zusammenhänge schließen.

Wenn man einen Stein (FB-Neuro: 568), einen Apfel (FB-Neuro: 225; GD-Sea: 481), einen Ball (FB-Neuro: 159) einen Stift (FB-Neuro: 247) oder ein Buch (FB-Neuro: 200-201) fallen lässt, fällt der Gegenstand nach unten. Daraus kann man schließen, dass die Gravitation ein Gesetz ist und überall auf der Erde zu finden ist (FB-Sea: 17; FB-Neuro: 159; FB-Sea: 17 ).

Zur besseren Wahrnehmung des Kleinen arbeiten ForscherInnen häufig mit Mikroskopen (FB-Neuro: 90, 149), wobei es durch neue, bessere Mikroskope zu „besserer Sicht“ und damit zur Adaptierung von Theorien kommen kann (FB-Neuro: 351).

Als Beispiele für kleine Strukturen: WissenschaftlerInnen befassen sich u.a. mit Bakterien (FB-Neuro: 409, 422; FB-Paly: 580), Keimen (FB-Paly: 580), Zellen (FB-Paly: 580; FB-Neuro: 283) oder Atomen (FB-Neuro: 149; FB-Paly: 580).

4) Wenn eine wissenschaftliche Theorie sich als richtig erweist, kann sie sich nicht mehr ändern. Z.B. Schwerkraft: Dinge werden immer nach unten fallen. Atomtheorie: Es ist gelungen, Atome zu spalten, darum können wir annehmen, dass es sie gibt. Das wird sich auch nicht ändern (FB-Paly: 225-226).

S7: Nein, aber wenn du weißt, dass du aus Fett und Protein und Kohlen-Kohlenhydraten bestehst. Und dann weißt du, dass du die essen musst. 00:35:57-6 (GD-Sea: 414).

### **Konzept: Wissenschaftler brauchen Kreativität und Phantasie**

Kreativität und Phantasie spielen eine entscheidende Rolle für die Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher Forschung.

### Darstellung:

Kreativität und Phantasie sind wichtige Elemente wissenschaftlicher Forschung, denn sie führen zu Fortschritt und neuen Sichtweisen. WissenschaftlerInnen müssen kreativ denken um in ihrer Forschung voranzukommen. Sie müssen manchmal Phantasie einsetzen, dürfen aber den „Boden der Realität“ nicht verlassen (FB-Paly: 38, 168, 191). Man muss seine Ideen auf jeden Fall plausibel begründen können und darf nicht zu viel „herumphantasieren“ (FB-Paly: 38, 191).

Wissenschaftler brauchen Phantasie und Kreativität für ihre Forschung:

- wenn sie nicht mehr weiter wissen bzw. um voran zu kommen (FB-Paly: 84, 253, 273, 296, 327, 454, 595)
- um auf neue Ideen zu kommen (FB-Paly: 191, 351; FB-Neuro: 68, 91; FB-Sea: 24, 78)
- um Theorien und Hypothesen aufzustellen (FB-Paly: 84, 146, 189, 401-402, 426; FB-Neuro: 135-136, 161, 363, 415, 532; FB-Sea: 154, 197)
- um passende Experimente zu entwerfen (FB-Paly: 234, 524; FB-Neuro: 43, 90, 236)
- um sich Dinge vorzustellen (FB-Paly: 128, 253; FB-Neuro: 439-440, 461, 589; FB-Sea: 176)
- um Dinge nachzuvollziehen (FB-Paly: 168, 214)

8a) Man muss einmal auf eine Hypothese kommen. Wer darauf kommt ist ein Genie. Und ein Genie besitzt viel Phantasie (manchmal zu viel).

Wenn man eine Hypothese aufstellt muss man manchmal auf eine andere Art und Weise denken (dafür muss man phantasievoll und kreativ sein) (FB-Paly: 401-402).

8a) Jeder Wissenschaftler braucht Phantasie um sich bestimmte Sachen vorstellen zu können. Und Kreativität um aus ihren Hypothesen, Experimente machen zu können. Ohne diese beiden Eigenschaften gäbe es Wissenschaft überhaupt nicht. Auch wäre Physik dann ziemlich langweilig (FB-Neuro: 588-589).

### **Konzept: Forschen ist etwas genau untersuchen**

NaturwissenschaftlerInnen arbeiten sorgfältig, wohlüberlegt und präzise.

### Darstellung:

In der Wissenschaft gehen ForscherInnen sorgfältig, gewissenhaft und gründlich vor und geben in ihrer Arbeit auf Details Acht. Nachlässigkeit und Hudelei haben in der Wissenschaft nichts zu suchen.

Grundsätzlich ist die Logik in der Wissenschaft vorherrschend. Wissenschaftliche Arbeit benötigt generell keine Kreativität oder Phantasie seitens der Forscher, da Wissenschaftler Daten sammeln und aus diesen (logische) Schlüsse ziehen (FB-Sea: 24).

Die Verwendung von Mikroskopen ermöglicht genaues, präzises Arbeiten (FB-Neuro: 149).

Theorien wären schlecht, wenn „(...) sie auf wenig Überlegung aufgebaut sind. Wenn man einfach so irgenwas halt mal sagt“ (GD-Sea: 295).

2) Ein Experiment ist ein Versuch bei dem man zuerst eine Annahme macht was geschehen wird wenn man diesen Versuch macht und dann genau beobachtet was passiert um nachher festzustellen ob man richtig gelegen ist (FB-Sea: 6-7).

### **Konzept: Forschen ist ein (gerichteter) Prozess**

Eine wissenschaftliche Untersuchung ist ein mehrstufiger (linearer) Prozess, der mehrere Arbeitsschritte umfasst.

#### Darstellung:

Beim Durchlaufen eines Forschungsprozesses gibt es mehrere Stationen (wobei die Reihenfolge der einzelnen Schritte seitens der SchülerInnen variiert).

Wichtige Teile eines mehrstufigen Forschungsprozesses sind: Hypothese formulieren, Theorie aufstellen, Experimente durchführen und feststellen ob man richtig gelegen ist (FB-Sea: 7, 62, 140). Auch ein Experiment besteht aus mehreren Schritten (FB-Neuro: 194).

Ob es eine strikte lineare Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten gibt ist den SchülerInnenaussagen nicht zu entnehmen.

2) Es ist ein Teil der wissenschaftlichen Methode. Man versucht etwas und wenn das Experiment die Hypothese belegt, folgt die Theorie. Wenn das Experiment nicht mit der Hypothese übereinstimmt muss man eine neue Hypothese ausdenken.

Wissenschaftliche Methode:

Beobachtung → Hypothese → Voraussage → Experiment → Theorie (FB-Neuro: 396-399).

S3: Die Theorie kommt zum Schluss. Zuerst kommen die Experimente und danach kommen die Theorien. Was du meinst ist die Hypothese. 00:20:30-4 (GD-Neuro: 135).

### **Konzept: Beobachtungen führen (direkt) zu Fakten**

NaturwissenschaftlerInnen gelangen (ohne Interpretation) durch Beobachtungen zu Fakten, die in Folge als Beweise gelten.

#### Darstellung:

Sichtbare Daten gelten als Beweis (FB-Paly: 116), die keiner weiteren Diskussion bedürfen.

Forschung braucht Elemente der Veranschaulichung, denn wenn man etwas sieht, glaubt man es (FB-Sea: 63-65) und „verstehst es leichter“ (FB-Neuro: 122, 515; FB-Paly: 434).

In diesem Zusammenhang sind Experimente von Bedeutung, denn sie dienen der Demonstration (FB-Paly: 282, 410-411) bzw. Veranschaulichung (FB-Neuro: 122, 515; FB-Paly: 70, 116). Gerade für Schüler ist es wichtig, Dinge mit eigenen Augen zu sehen (FB-Neuro: 149; FB-Paly: 70, 100, 366).

Beobachtungen liefern den WissenschaftlerInnen Daten (FB-Sea: 5), v.a. in der Verhaltensforschung (FB-Sea: 25-26).

2) Ein Experiment ist ein Versuch oder Beispiel der infolge von Beobachtungen als Beweis / sichtbares Medium gebraucht wird (FB-Paly: 116).

3a) Weil die Menschen meist leichter an Dinge glauben, die sie auch sehen und eine Entwicklung in der Wissenschaft kann es nur geben, wenn die Mehrheit den vorangehenden Fortschritt akzeptiert.

→ um zu beweisen, dass man mit Vakuum einen solchen Druck erzeugen kann, dass zwei Pferde nicht mehr auseinander kommen, hat man ein Experiment durchgeführt, dass alle sehen konnten, so war es einfach eindeutig, dass die Theorie stimmt (FB-Sea: 63-65).

### **8.1.1.3. Institutionen und soziale Handhabung**

Diesem Bereich werden Bilder im Zusammenhang mit der sozialen Dimension im Wissenschaftsbereich zugeordnet.

Dazu zählen beispielsweise (nach Osborne 2003, S.703ff):

- Moralische und ethische Dimensionen in der Entwicklung wissenschaftlichen Wissens
- Kulturelle und soziale Einflüsse
- Teamarbeit bei der Entwicklung wissenschaftlichen Wissens
- Verantwortung

### **Konzept: Religion als Gegenspieler der Naturwissenschaften**

Naturwissenschaft wird als Gegenposition von religiösen Vorstellungen gesehen.

#### Darstellung:

Naturwissenschaft arbeitet nach anderen Regeln und bringt (deshalb) andere Ergebnisse hervor als die Religionswissenschaften. Naturwissenschaft beschäftigt sich mit realen Dingen, beweist/prüft ihre Hypothesen und schafft dadurch Sicherheit und Wahrheit im Unterschied zu Religion, die sich mit unbeweisbaren Dingen befasst (FB-Sea: 35-35, 114-115; GD-Sea: 465; FB-Neuro: 370).

Der Stellenwert naturwissenschaftliche Erkenntnisse ist abgesicherter und vertrauenswürdiger.

In der Religion kommt der Glaube zu tragen (FB-Sea: 5) und Phänomene werden durch Gott (GD-Sea: 262; FB-Paly: 251, 593; FB-Neuro: 502, 553; GD-Neuro: 383) beziehungsweise Wunder erklärt (GD-Neuro: 370, 381).

Glaube, Kirche und Religion werden oft als hinderlich angesehen (FB-Sea: 141), besonders im Zusammenhang mit der Evolutionstheorie (GD-Sea: 259, 366; FB-Neuro: 553).

1) Naturwissenschaft ist meiner Meinung nach die Studie von Vorgängen und Lebewesen in der Natur. Die Naturwissenschaft unterscheidet sich dadurch, dass man die Sachen, die man daraus lernt durch Experimente prüfen kann beziehungsweise,

dass an durch Beobachtung an seine Fakten kommt und nicht auf Erzählungen oder Glauben vertrauen muss (FB-Sea: 5).

S5: Eigentlich zu Forschung kommt auch noch, meiner Meinung nach, Kirche und Glauben, weil irgendwie wenn man jetzt hat Finanzierung, das ist auch manchmal ein Gegenspieler, warum jetzt eine Forschung, zum Beispiel nicht zustande kommt, oder so. Und ich glaube auch, also, eine Forschung, keine Ahnung eine Theorie wird dann wahrscheinlich nicht anerkannt von irgendwelchen Leuten, die jetzt, oder einfach zum Beispiel diese Evolutionstheorie wird ja noch immer nicht anerkannt von Leuten, die (S2: sehr religiös sind) ja, sehr religiös sind und starken Glauben haben und ich glaube die Kirche spielt da schon ordentlich mit. Wie, weil wie es dann zu den Naturwissenschaften gekommen ist, ist, na eigentlich schon, es ist einfach ein Gegenspieler von Wissenschaften einfach. 00:16:27-5 (GD-Sea: 259).

### **Konzept: Wissenschaftler als Entscheidungsträger der Gesellschaft**

WissenschaftlerInnen sollen - weil sie am besten Bescheid wissen - bemächtigt sein Entscheidungen für die Gesellschaft zu treffen (*Technokratie*).

#### Darstellung:

Wissen haben bedeutet auch Einfluss zu haben, das heißt es ergibt sich eine Art Vormachtstellung. Deshalb sollten WissenschaftlerInnen befugt sein, Entscheidungen für die ganze Gesellschaft zu treffen.

WissenschaftlerInnen sollen den Weg vorgeben, weil die BürgerInnen mit bestimmten Spezialgebieten nicht bewandert sind und die WissenschaftlerInnen als Experten in einem Spezialgebiet am besten Bescheid wissen (GD-Neuro: 310-311; GD-Sea: 320, 324).

S3: (...) "WissenschaftlerInnen und IngenieurInnen sollten Entscheidungen für die Gesellschaft treffen, weil sie sich am besten damit auskennen, bzw. welche Energieform verwendet werden soll." Das habe ich eher als richtig entschieden. Weil wir, wir kennen uns eigentlich fast gar nicht damit aus, wir lernen es zwar, den größten Teil vergessen sie wieder. Ja und die befassen sich ja intensiv mit dem Thema, als würden sie sich damit am besten auskennen. 00:39:40-4 (GD-Neuro: 310).

S1: Naja, im Bezug auf, also bei manchen, bei einigen könnten die WissenschaftlerInnen eigentlich schon Entscheidungen treffen. Zum Beispiel, ahm, wir haben ja bei manchen Staaten in den USA das Problem, dass die Evolutionstheorie eben nicht anerkannt wird und eben nicht gelehrt wird. Dass die Wissenschaftler sich eben dafür einsetzen, dass sie überhaupt durchgebracht wird. Also, da könnten Wissenschaftler wirklich entscheiden, ob oder ob nicht diese Theorie eben, ich weiß nicht, an Schulen gelehrt wird. 00:31:11-6 (GD-Sea: 366).

## **Konzept: Wissenschaftler als Berater der Gesellschaft**

Die Gesellschaft soll mit der Unterstützung wissenschaftlicher Berater Entscheidungen treffen (*Demokratie*).

### Darstellung:

Einzelne WissenschaftlerInnen sind nicht befugt, schwerwiegende Entscheidungen für die gesamte Gesellschaft zu treffen. Sie haben aber aufgrund ihres Expertenstatus großen Einfluss und sollen die Menschen aufklären und instruieren und Wissen und Erkenntnisse liefern, damit sich die Bevölkerung besser auskennt und beispielsweise gesünder lebt (FB-Neuro: 299).

Sie sollen die Position eines Vermittlers, Ratgebers oder Beraters einnehmen und alle BürgerInnen und PolitikerInnen informieren.

S4: Und was machen dann wir anderen? Einfach still dasitzen und zuschauen, dass sie auch falsch, ich meine wenn sie jetzt über uns hinwegentscheiden, dass sie irgendeinen neuen Krieg anfangen oder so, irgendeine neue Waffe bauen. Sollten wir irgendwie auch was dazu zu reden haben. 00:41:42-3 (GD-Neuro: 336).

S2: Ich finde, dass sie, ich finde das irgendwie auch falsch, aber eigentlich sollte es am Besten so sein, dass die Wissenschaftler ihre Meinungen vorstellen, im Fernsehen zum Beispiel und dass es dann, also die verschiedenen Meinungen vorstellen und dass es dann zum Beispiel Volksbefragungen gibt oder so. Das finde ich am besten. 00:42:50-0 (GD-Neuro: 345).

## **Konzept: Naturwissenschaftliches Wissen kann missbraucht werden**

Naturwissenschaftliche Forschung bringt (auch) Produkte hervor, die Menschen schaden können.

### Darstellung:

Fortschritt kann auch negative Aspekte mit sich bringen, beispielsweise den Missbrauch neuer Technologien (GD-Neuro: 89, 99).

Neue Technologien nehmen eine Zwischenstellung zwischen Gut und Böse ein.

Neben dem Aspekt, dass Forschung hilft, Probleme im Alltag zu erleichtern, werden auch neue Dinge und Bereiche erforscht, die Menschen schaden können (GD-Neuro: 61, 89; GD-Sea: 292). Die Theorien die dahinter stecken sind gut und richtig, aber oftmals schlecht für die Menschen (GD-Sea: 290, 301).

Im Zusammenhang mit dieser negativen Perspektive erwähnen die SchülerInnen Waffen, Krieg, Bio-Waffen, Atombomben (GD-Neuro: 22, 23, 26, 52, 53, 170, 171, 176).

S3: Weil das da eher alles schlecht ist. Im dem Fall von der Technologie und alles. Die Kriegsführung, die biologische, die Katastrophen. (FD:Ok.) Das ist sozusagen der negative Faktor und das ist dann der positive Faktor. 00:14:00-0 (GD-Neuro: 89).

S5: Ja, wie du gesagt hast. Mit der Relativitätstheorie und der Atombombe, es ist ja genial eigentlich und man hat auch erweitert, muss man sagen. Und dann, auf uns, glaube ich, wirkt es nicht so gut, aber 00:24:03-3 (GD-Sea: 301)

### **Konzept: Wissenschaftler haben jeweils individuelle Perspektiven auf ihre Forschungsfeld**

WissenschaftlerInnen sind sich nicht immer einig. Auch sie haben unterschiedliche Vorstellungen.

#### Darstellung:

Wie alle Menschen sind auch Wissenschaftler einer Arbeitsgruppe nicht immer einer Meinung sondern denken verschieden (FB-Paly: 34, 124, 492, FB-Sea: 193; GD-Sea: 329) und besitzen unterschiedliche Erwartungen und Vorstellungen.

Wissenschaftler bilden differierende Theorien und Hypothesen (FB-Neuro: 253, 550-551; FB-Sea: 74, 193), da sie Fakten verschieden interpretieren (FB-Neuro: 504).

Unterschiedliche Zugänge zu gewissen Forschungsgebieten ergeben sich dadurch, dass auch Wissenschaftler, wie jedes Subjekt, kulturgeprägt sind (FB-Neuro: 502, FB-Paly: 164, 212) oder auf verschiedene Gebiete spezialisiert sind (FB-Sea: 48).

Sind sich ForscherInnen einer Forschergruppe uneinig, so kann das dazu führen, dass,

- sie so lange diskutieren, bis alle etwa die gleiche Meinung vertreten (GD-Sea, 488, 492).
- die Forschergruppe sich trennt und die Anhänger der einen These von nun an mit den Anhängern der Gegenposition diskutieren und diese überzeugen möchten (GD-Neuro: 296–299, 303–305; GD-Sea: 506-509).
- die dominanteren Forscher sich gegebenenfalls durchsetzen (GD-Sea: 507-509)
- die Mehrheit entscheidet, welcher Hypothese nachgegangen wird und welche verworfen wird (GD-Neuro: 300-301; GD-Sea: 337-339).

Generell wird oftmals der demokratischer Ansatz vertreten, die Mehrheit sollte Entscheidungen treffen.

In ähnlicher Weise findet sich ein solcher Gedanke in dem Anspruch, dass Experimente wiederholbar sein müssen. Durch Wiederholbarkeit und den demokratischen Ansatz kommt es zur Entindividualisierung von wissenschaftlichen Ergebnissen bzw. Theorien.

6) Da jeder Mensch andere Gedankengänge hat und von jedem Menschen die Denkweise durch verschiedene Umgebung etc. anders geprägt ist, kommt jeder zu einer anderen Schlussfolgerung. (Wie auch im Alltag). Jeder Mensch ist und denkt anders (FB-Paly: 164).

6) Weil alle Leute unterschiedlich denken. Somit ist es gut möglich, dass die Wissenschaftler alle möglichen Erklärungen aufzählen und unterschiedliche Meinungen haben (FB-Paly: 124).



## **8.2. Vergleich der Datenerhebungsmethoden: Gegenüberstellung Gruppendiskussionen und Fragebögen**

Die Diskussionsbeiträge in den Gruppendiskussionen und die Antworten aller Fragebögen wurden den beschriebenen Konzepten zugeordnet.

Die Daten der beiden Instrumente werden im folgenden Kapitel miteinander anhand der beschriebenen Konzepte verglichen.

- Analysemethode 1: Häufigkeitsverteilung
- Analysemethode 2: Vergleich hinsichtlich der Dynamik
- Analysemethode 3: Vergleich hinsichtlich der Konzepte

### **8.2.1. Analysemethode 1: Häufigkeitsverteilung**

Es werden alle Antworten und Diskussionsbeiträge, die den jeweiligen Konzepten zugeordnet werden können, gezählt.

In den Gruppendiskussionen wird dabei außer Acht gelassen, ob ein/e SchülerIn seinen/ihren Standpunkt sehr ausführlich erklärt oder lediglich im Diskussionsverlauf einer Aussage eines Mitschülers/einer Mitschülerin zustimmt, quasi ein beipflichtendes „Ja“ äußert. Auch Mehrfacherwähnungen derselben Person werden gezählt. Demnach werden alle Aussagen aller SchülerInnen gewertet, die das Konzept direkt oder indirekt betreffen.

Dasselbe gilt für die Antworten der Fragen auf den Fragebögen. Es wird nicht darauf geachtet, ob die Beantwortung eher umfassend oder knapp ausfällt. Sobald in einer Antwort ein oder mehrere Konzepte beschrieben werden, werden sie zum jeweiligen Konzept gezählt.

#### **8.2.1.1. Häufigkeitsverteilung der drei Themenbereiche**

Wie bereits erwähnt, können die Ergebnisse in folgende drei Dimensionen bzw. Bereiche gegliedert werden (vgl. Osborne et al. 2003): (1) Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens (*Nature of Scientific Knowledge*), (2) Bilder über Methoden der Wissenschaft (*Methods of Science*) und (3) Institutionen und soziale Handhabung (*Institutions and Social Practices in Science*).

Die Häufigkeitsverteilung der drei Themenbereiche in den zwei Gruppendiskussionen und in den Fragebögen der drei Schulklassen wird anhand von Textportraits veranschaulicht. Die Abbildungen wurden im Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) erstellt.

Legende der folgenden Textportraits:

- ☞ Bilder über Methoden der Wissenschaft
  - ☞ Interpretieren, Schlüsse ziehen, abwägen
  - ☞ Beobachtungen führen zu Fakten
  - ☞ braucht Kreativität u Phantasie
  - ☞ arbeiten induktiv
  - ☞ genau untersuchen
  - ☞ Prozess
- ☞ Natur des nawi Wissens
  - ☞ forschen aus Neugier
  - ☞ zu wenige Daten führen zu unterschiedl Hypothesen
  - ☞ beweist ihre Erkenntnisse
  - ☞ Probleme im Alltag lösen
  - ☞ aktive Tätigkeit
  - ☞ reale Dinge
  - ☞ Wissenschaft schafft Wahrheit
  - ☞ Welt verstehen
  - ☞ Theorien sind wandelbar
  - ☞ Gesetze sind stabile wissenschaftliche Erkenntnisse
- ☞ Institutionen und soziale Handhabung
  - ☞ Wi haben verschiedene Ansichten
  - ☞ Wissen kann missbraucht werden
  - ☞ Gesellschaft soll entscheiden - Demokratie
  - ☞ Religion als Gegenspieler der NaWi
  - ☞ Technokratie: Wi als Entscheidungsträger

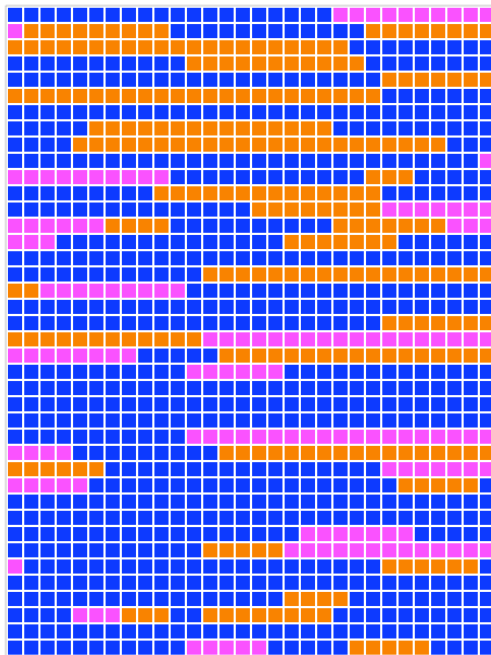


Abbildung 7: Fragebogen-Sea-KiP Textportrait



Abbildung 8: Gruppendiskussion-Sea-KiP Textportrait

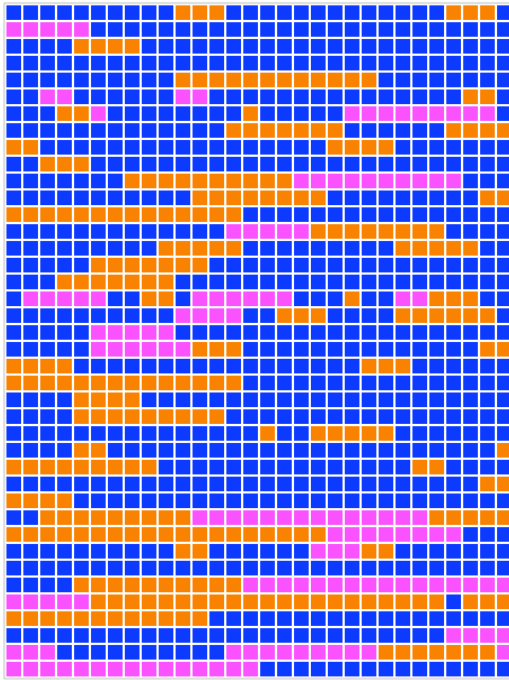


Abbildung 9: Fragebogen-Neuro-KiP Textportrait

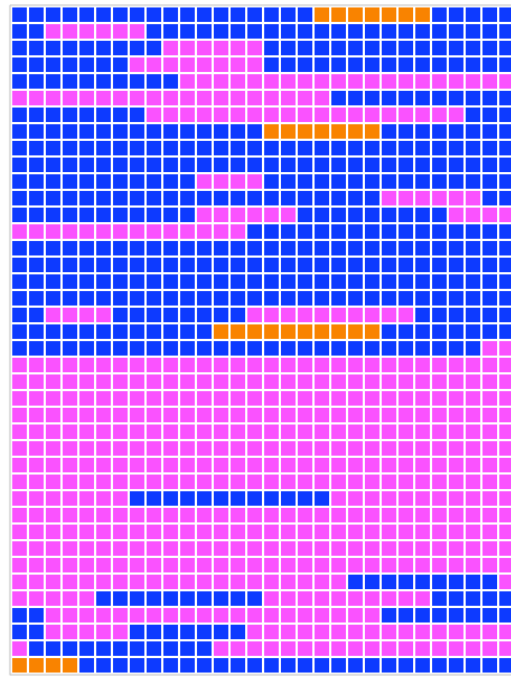


Abbildung 10: Gruppendiskussion-Neuro-KiP Textportrait

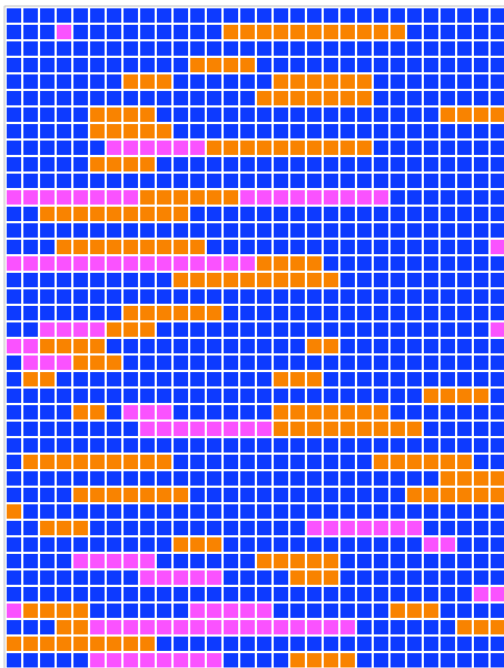


Abbildung 11: Fragebogen-Paly-KiP Textportrait

Schon auf den ersten Blick erkennt man, dass in den Gruppendiskussionen bei weitem öfter über Institutionen und soziale Handhabung (rosa) gesprochen wurde als in den Fragebögen. Aus allen fünf Textportraits geht hervor, dass generell viele Konzepte aus dem Bereich Natur des naturwissenschaftlichen Wissens (blau) von den SchülerInnen angeführt wurden. In den Antworten der Fragebögen sind zweifellos noch viel mehr Konzepte dieses Bereichs zu finden.

Sowohl in den Fragebögen als auch in den Gruppendiskussionen wird wenig über Methoden der Wissenschaft (orange) gesprochen bzw. geschrieben, wobei Konzepte zu diesem Bereich in den Fragebögen ein wenig öfter vorkommen als in den beiden Gruppendiskussionen.

### 8.2.1.2. Häufigkeitsverteilung der einzelnen Konzepte

Die Häufigkeitsverteilung der beschriebenen Konzepte in den zwei Gruppendiskussionen und in den Fragebögen der drei Schulklassen wird anhand von Textportraits veranschaulicht. Die Abbildungen wurden im Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) erstellt.

Die folgende Tabelle (Tab. 7) zeigt die Anzahl der Zuordnungen zu einem bestimmten Konzept im Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010).

Tabelle 7: Anzahl der Konzepte in den beiden Gruppendiskussionen und in den Fragebogen-Erhebungen der drei Schulklassen.

| Codesystem                      | FB-Neuro | FB-Paly | FB-Sea | GD-Neuro | GD-Sea |
|---------------------------------|----------|---------|--------|----------|--------|
| Bilder über Methoden der Wi...  |          |         |        |          |        |
| Interpretieren, Schlüsse...     | 5        | 4       | 3      |          | 3      |
| Beobachtungen führen ...        | 5        | 13      | 10     |          | 1      |
| braucht Kreativität u Ph...     | 21       | 22      | 7      | 2        | 1      |
| arbeiten induktiv               | 15       | 2       | 6      |          | 3      |
| genau untersuchen               | 4        | 5       | 1      | 1        | 1      |
| Prozess                         | 3        |         | 3      | 1        |        |
| Natur des nawi Wissens          |          |         |        |          |        |
| forschen aus Neugier            | 1        | 3       | 1      | 4        | 2      |
| zu wenige Daten führen...       | 2        | 5       | 1      |          |        |
| beweist ihre Erkenntnisse       | 44       | 48      | 29     | 14       | 12     |
| Probleme im Alltag lösen        | 26       | 15      | 6      | 11       | 32     |
| aktive Tätigkeit                | 21       | 24      | 10     | 9        | 6      |
| reale Dinge                     | 23       | 30      | 13     | 22       | 18     |
| Wissenschaft schafft W...       | 17       | 23      | 6      | 2        | 2      |
| Welt verstehen                  | 13       | 19      | 10     | 20       | 8      |
| Theorien sind wandelbar         | 30       | 25      | 12     | 1        | 2      |
| Gesetze sind stabile wis...     | 19       | 24      | 7      |          |        |
| Institutionen und soziale Ha... |          |         |        |          |        |
| Wi haben verschiedene ...       | 8        | 10      | 7      | 18       | 22     |
| Wissen kann missbrauch...       | 3        |         |        | 22       | 9      |
| Gesellschaft soll entsche...    |          |         | 1      | 16       | 15     |
| Religion als Gegenspiele...     | 8        | 10      | 8      | 10       | 7      |
| Technokratie: Wi als Ent...     | 4        |         |        | 16       | 19     |

In der folgenden Tabelle (Tab. 8) werden die Summe aller Konzepte der Fragebogen-Antworten und die Summe aller Konzepte der Aussagen der beiden Gruppendiskussionen zusammengezählt und die Häufigkeit durch die Anzahl von Sternen illustriert.

|     |        |         |         |       |
|-----|--------|---------|---------|-------|
| < 4 | 5 – 19 | 20 – 39 | 40 – 59 | > 60  |
| ★   | ★★     | ★★★     | ★★★★    | ★★★★★ |

Tabelle 8: Häufigkeit der Konzepte im Instrument „Fragebogen“ und im Instrument „Gruppendiskussion“.

| Bilder / Kategorien  | FB    | GD   |
|--|-------|------|
| <b>Bilder über Methoden der Wissenschaft</b>                     |       |      |
| Naturwissenschaftler interpretieren Daten                        | ★★    | ★    |
| Beobachtungen führen (direkt) zu Fakten                          | ★★★★  | ★    |
| Wissenschaftler brauchen Kreativität und Phantasie               | ★★★★★ | ★    |
| NaturwissenschaftlerInnen gehen induktiv vor                     | ★★★★  | ★    |
| Forschen ist etwas genau untersuchen                             | ★★    | ★    |
| Forschen ist ein (gerichteter) Prozess                           | ★★    | ★    |
| <b>Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens</b> |       |      |
| ForscherInnen forschen aus Neugier                               | ★★    | ★★   |
| Wissenslücken führen zu unterschiedlichen Hypothesen             | ★★    | –    |
| Wissenschaftler beweisen ihre Erkenntnisse                       | ★★★★★ | ★★★  |
| Forschung hilft Probleme im Alltag zu lösen                      | ★★★★  | ★★★★ |
| Forschen ist eine aktive Tätigkeit                               | ★★★★  | ★★   |
| NaturwissenschaftlerInnen untersuchen reale Dinge                | ★★★★★ | ★★★★ |
| Wissenschaft schafft Wahrheit                                    | ★★★★  | ★    |
| Forschung hilft die Welt zu verstehen                            | ★★★★  | ★★★  |
| Theorien sind wandelbar  | ★★★★★ | ★    |
| Gesetze sind stabile wissenschaftliche Erkenntnisse              | ★★★★  | –    |
| <b>Institutionen und soziale Handhabung</b>                      |       |      |
| Wissenschaftler haben jeweils individuelle Perspektiven auf ihre | ★★★   | ★★★★ |

|  |     |     |
|--|-----|-----|
| Forschungsfeld   |     |     |
| Naturwissenschaftliches Wissen kann missbraucht werden   | ★   | ★★★ |
| Wissenschaftler als Berater der Gesellschaft             | ★   | ★★★ |
| Religion als Gegenspieler der Naturwissenschaften        | ★★★ | ★★  |
| Wissenschaftler als Entscheidungsträger der Gesellschaft | ★   | ★★★ |

## 8.2.2. Analysemethode 2: Charakterisierung der Instrumente hinsichtlich der Dynamik

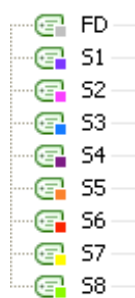
### 8.2.2.1. Gruppendiskussion

Die Abbildungen zeigen, welcher Schüler/ welche Schülerin wie lange und in welcher Reihenfolge in einer Gruppendiskussion spricht. Die Abbildungen wurden im Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) erstellt, ein Kästchen entspricht ungefähr einer Zeile des Transkripts. Die bunten Farben veranschaulichen die Dynamik und Lebhaftigkeit in den beiden Diskussionen.

Legende zu den Aktivitätsmustern der SchülerInnen in den Gruppendiskussionen (GD-Sea-KiP und GD-Neuro-KiP):

S1 – S8: SchülerIn 1 bis SchülerIn 8

FD: Fachdidaktiker



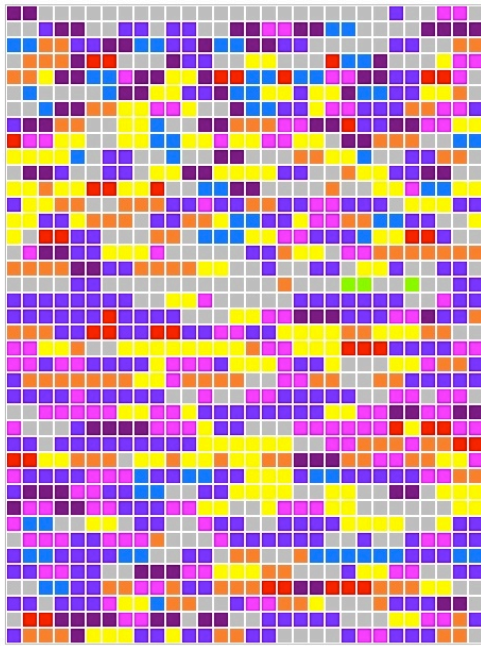


Abbildung 12: Aktivitätsmuster der DiskussionsteilnehmerInnen in der Sea-KiP-Gruppendiskussion

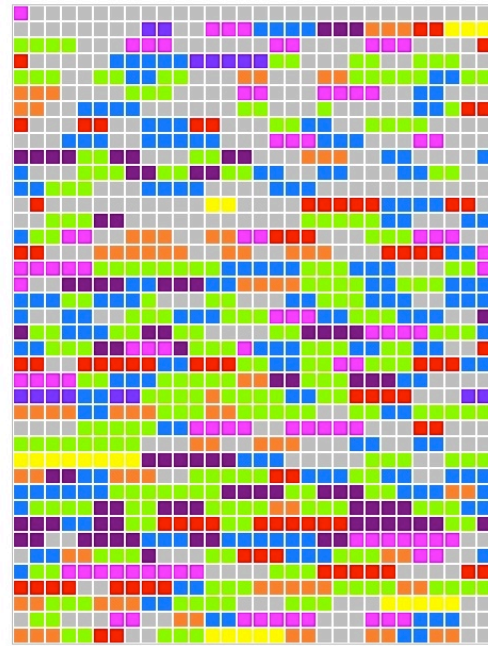


Abbildung 13: Aktivitätsmuster der DiskussionsteilnehmerInnen in der Neuro-KiP-Gruppendiskussion

### 8.2.2.2. Fragebogen

Exemplarisch wurden lediglich die Fragebögen der Sea-KiP-Schulklasse herangezogen. Die Abbildung wurde im Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) erstellt. Jeder Antwort wurde die Farbe der zugehörigen Frage zugeordnet. Beinahe jede/r SchülerIn hat jede Frage des Fragebogens beantwortet. Anders als in den Gruppendiskussionen wird durch die vorgegebenen Fragen kein Raum für Dynamik gelassen. Die Abbildung zeigt daher immer dieselbe Abfolge der Farben, auf gelb folgt orange, anschließend rot, usw.

Legende zum Aktivitätsmuster der Fragebögen in der Sea-KiP-Schulklasse:

- Frage 1 —
- Frage 2 —
- Frage 3 —
- Frage 4 —
- Frage 5 —
- Frage 6 —
- Frage 7 —
- Frage 8 —
- Frage 9 —

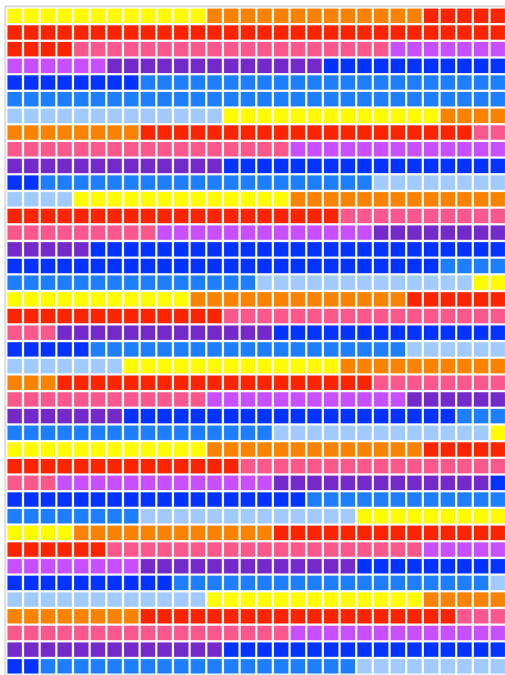


Abbildung 14: Aktivitätsmuster in den Sea-KiP-Fragebögen



## **9. Diskussion**

Die Gliederung der Diskussion bezieht sich auf die Abfolge im Ergebnisteil. Die Ergebnisse werden in drei große Bereiche gegliedert (Osborne, Collins et al. 2003): (1) Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens, (2) Bilder über Methoden der Wissenschaft und (3) Institutionen und soziale Handhabung. Diese Überschriften wurden auch für die Gliederung des Diskussionsteils übernommen. Die Unterüberschriften sind zum Teil ident mit den formulierten Konzepte aus dem Ergebnisteil, oder zum Teil gröbere inhaltliche Zusammenfassungen.

Im ersten Teil nehme ich Bezug auf die beschriebenen Konzepte der SchülerInnen.

Im zweiten Teil befrage ich mich mit dem Vergleich der beiden Erhebungsmethoden, Gruppendiskussion und offener Fragebogen. Hier befrage mich zuerst kurz mit der Dynamik in den beiden Instrumenten und daran anschließend folgt eine intensive Beschäftigung mit den Unterschieden hinsichtlich der Themenbereiche (Konzepte).

### **9.1. Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens**

#### **Wissenschaftler beweisen ihre Erkenntnisse**

Dazu, wie WissenschaftlerInnen ihre Erkenntnisse verifizieren, hat Höttecke (2001b) herausgefunden, dass SchülerInnen die Vorstellung besitzen, NaturwissenschaftlerInnen entdecken gesichertes Wissen experimentell.

Solche Vorstellungen finden sich ebenso in meinen Daten. Auch im KiP<sup>2</sup>-Projekt meinen die SchülerInnen, WissenschaftlerInnen brauchen Belege für ihre Erkenntnisse, sie müssen durch Experimente Beweise erbringen. Experimente und Beweise scheinen sich direkt zu bedingen. Um tragfähige Beweise zu erhalten und um Objektivität zu erreichen, muss man ein abstraktes „unmenschliches“ Instrument heranziehen. Aus dieser Ansicht, die grundsätzlich alle Probanden vertreten haben, lässt sich folgern, dass Beobachtungen nicht so erkenntnisträchtig sind, weil die Daten zu subjektiv sind. Schließlich werden sie von den WissenschaftlerInnen selbst gewonnen.

Nicht einmal Experimente selbst, die ebenso von WissenschaftlerInnen durchgeführt werden, sind von sich aus objektiv, da sie Menschen als mögliche Fehlerquelle ausgesetzt sind. Um das auszuschalten wird ein Höchstmaß an Objektivität durch Experimente, die viele Menschen sehen (demokratischer Ansatz und Entindividualisierung) und Wiederholbarkeit erreicht. Intersubjektivität erscheint in den Diskussionen der SchülerInnen als methodische, saubere Grundregel von Wissenschaftlichkeit. Schließlich sollten absolute, allgemeingültige Erkenntnisse gewonnen werden.

Dass Naturwissenschaften zur absoluten Beweisführung im Stande sind, findet auch McComas in den Aussagen der SchülerInnen in seiner Studie (1998). Ebenso zeigen seine Daten, dass diese absolute Sicherheit für diese SchülerInnen durch Experimente gewonnen werden kann (vgl. McComas 1998).

## Motivation und Zweck naturwissenschaftlicher Forschung

Höttecke (2001b) gibt an, dass die Mehrheit der SchülerInnen glaubt, dass die persönliche Neugier nach Wissen als Antrieb wirkt. ForscherInnen möchten alles über die Natur und die Lebewesen erfahren. Die Ergebnisse meiner Untersuchung können diese Ansicht bestätigen. Die SchülerInnen sind der Ansicht, dass die WissenschaftlerInnen einen Drang nach mehr Wissen verspüren. Es ist die persönliche Motivation des Wissenschaftlers, die Forschung vorantreibt.

Aikenhead (1987, nach Höttecke 2001b) ergänzt zu dieser Sichtweise, dass Geld verdienen oder Anerkennung seitens der Öffentlichkeit oder Forschergemeinschaft von den SchülerInnen nicht als Antriebsfaktor für Forschung gesehen werden. Diese Befunde lassen sich in meinen Ergebnissen wiederfinden. Lediglich ein Proband erwähnt auch eine egoistische Sichtweise der ForscherInnen.

9) Zum Beispiel die Suche nach einem Heilmittel für Leukämie ist für uns sehr wichtig. Und auch für andere Krankheiten oder auch für die Weiterentwicklung in der Landwirtschaft ist besonders für 3. Welt-Länder sehr wichtig.

Aber hilft es ihnen wirklich? Ist Wissenschaft wirklich da um den Armen zu helfen? Oder nur dafür da, dass sich die Reichen damit beschäftigen können?

Wissenschaftler denken also auch nur an sich selbst.

Während so viele Menschen leiden müssen, wollen Wissenschaftler nur Geld.

Niemand will den hungernden Kindern wirklich helfen (FB-Neuro: 590-595).

WissenschaftlerInnen wollen Neues entdecken, wie beispielsweise neue Pflanzen und Tiere. Daneben kommt noch eine utilitaristische Sichtweise zu tragen. Larochelle et al. (1991, nach Höttecke 2001b) haben ebenfalls solche „naiven“ Sichtweisen bei SchülerInnen beschrieben. Auch in meiner Untersuchung zeigt sich, dass wissenschaftliche Forschung den Zweck hat, die Welt zu verstehen und den Alltag der Menschen zu erleichtern.

Eine solche Vorstellung einer nutzenorientierten Naturwissenschaft wurde bereits von Driver, Leach et al. (1996) und Höttecke (2001b) beschrieben. Wie schon Höttecke (2001b) angibt, sehen die SchülerInnen den Zweck von Forschung darin, die Lebensqualität zu verbessern, also Heilmittel zu entdecken und technische Geräte zu erfinden. Auch in dieser Untersuchung halten die SchülerInnen den Wunsch der WissenschaftlerInnen, die Welt zu verbessern, für eine treibende Kraft in ihrer Arbeit.

Aufgrund ihrer Neugier erforschen WissenschaftlerInnen jedoch auch Dinge, die für die Menschheit nicht von unmittelbarem Nutzen sind. Dieser Perspektive wird in der Literatur weniger Aufmerksamkeit gewidmet. Beispielsweise ob ein neuer Fisch entdeckt wird interessiert die wenigsten. Hier kommt lediglich das Interesse der ForscherInnen selbst zu tragen.

Trotzdem ist das Wissen, das die Naturwissenschaft liefert, ist größtenteils wichtig für die Menschen. Allein aus dem Grund, dass Menschen einen gewissen Überblick über die Welt und die natürlichen Vorgänge haben möchten. Das Wissen allein erscheint schon als wichtig, es muss nicht immer für alle einen konkreten praktischen Nutzen haben.

Im Kontext der Diskussion über den Nutzen von Wissenschaft zeigt die Studie von Driver, Leach et al. (1996) einen weiteren Aspekt auf. SchülerInnen unterscheiden großteils nicht zwischen Wissenschaft, Technik und Technologie (vgl. McComas 1998). Höttecke (2001b)

führt dies auf die weitgehende Vorstellung von einer für die Menschen Nutzen bringenden Forschung in den Naturwissenschaften zurück.

Das zeigt sich ebenfalls in den Daten meiner Studie. Die SchülerInnen der drei Klassen nehmen keine Unterscheidung zwischen Wissenschaft, Technik und Technologie vor. In der Sea-KiP-Gruppendiskussion wurde eine lange Debatte geführt über die Abgrenzung der Begriffe „Technik“ und „Technologie“. Forschung und Technik sind auf alle Fälle nach Sicht der SchülerInnen eng verknüpft.

## **Theorien sind wandelbar**

Der Alltagsgebrauch wird mit dem wissenschaftlichen Gebrauch vermischt – das wird in den Gruppendiskussionen des KIP<sup>2</sup>-Projekts besonders deutlich. Die Jugendlichen verwenden „Theorie“ synonym für Hypothese oder Idee bzw. Einfall.

Auch Höttecke (2001b) schreibt, dass die SchülerInnen den Begriff „Theorie“ differenziert gebrauchen. Der Terminus wird unterschiedlich verwendet (vgl. Höttecke 2001b):

- Platzhalter für Wissen (Gegensatz von Praxis)
- Unwahrscheinliche Hypothese (Annahme)
- Wissenschaftliche Theorie (wie Gesetz)

Die SchülerInnen nehmen keine Unterscheidung vor zwischen Hypothesen, Theorien und Gesetzen. Das hat schon eine Untersuchung von Mackay (1971, nach Lederman 2007) gezeigt und auch McComas (1998) beschreibt eine undifferenzierte Verwendung der Begriffe.

Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) haben herausgefunden, dass SchülerInnen bei der Unterscheidung von Theorien und Gesetzen oft eine simplifizierende, hierarchische Sichtweise einnehmen, derzufolge Theorien zu Gesetzen werden, abhängig von der Verfügbarkeit unterstützender Beweise. Wissenschaftliche Gesetze haben einen höheren Status inne als Theorien (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002).

Die SchülerInnen im Forschungs-Bildungs-Kooperationsprojekt KIP<sup>2</sup> nehmen, in gleicher Weise wie es Lederman, Abd-El-Khalick et al. (2002) beschreiben, einen hierarchischen Standpunkt ein, demzufolge Theorien zu Gesetzen werden. Theorien stellen unsicheres Wissen dar, wenn sie bewiesen werden, werden sie zu Gesetzen.

Einige Untersuchungen, wie jene von Carey et al. (1989, nach Höttecke 2001b) oder Meichtry (1993, nach Höttecke 2001b) kommen zu der Erkenntnis, dass SchülerInnen wissenschaftliches Wissen als stabil und unveränderlich ansehen. Andere Studien, wie Aikenhead (1987, nach Höttecke 2001b), Tobin et al. (1997, nach Höttecke 2001b) oder Deng, Chen et al. (2011) beschreiben eine gegenteilige Sichtweise. Ihren Untersuchungen nach, halten die Jugendlichen Wissen für veränderlich.

Meine Ergebnisse schließen sich der Sichtweise von Aikenhead (1987, nach Höttecke 2001b), Tobin et al. (1997, nach Höttecke 2001b) und Deng, Chen et al. (2011) an und zeigen, dass die meisten SchülerInnen Wissenschaft als etwas ständig Weiterwachsendes ansehen. Dass Theorien wandelbar sind steht laut SchülerInnenaussagen in engem Zusammenhang mit Technik und Fortschritt. Neue Hilfsmittel (neue Technik) führen zu neuen besseren Methoden bzw. Möglichkeiten. Songer et al. (1991, nach Höttecke 2001b) ergänzen, dass

nach Ansicht der SchülerInnen Veränderbarkeit von Wissen nicht beliebig erfolgen kann sondern wiederum eng an Beweise gekoppelt ist. Diese These wird auch durch die Daten des KiP<sup>2</sup>-Projekts bestätigt. Die SchülerInnen sind obendrein der Meinung, dass es in der Vergangenheit möglich gewesen wäre, Dinge zu übersehen bzw. Fehler zu machen.

6) Vielleicht hat 1 Gruppe Wissenschaftler etwas übersehen und deshalb haben wir 2 Hypothesen (FB-Neuro: 289).

Eine solche Auffassung wurde auch in der Untersuchung von Aikenhead (1987, nach Höttecke 2001b) als Möglichkeit zur Veränderung im Sinne von Verbesserung genannt.

Interessant ist in den Daten von KiP<sup>2</sup> der Pragmatismus der SchülerInnen: Theorien müssen – obwohl es sich dabei nach Ansicht der SchülerInnen nicht um fixes Wissen handelt – trotzdem in der Schule gelernt werden. Weil erst ein gewisses Maß an Grundwissen kann zur Generierung von neuem Wissen, also zu Fortschritt führen. Die Menschen müssen sich mit Theorien auseinandersetzen, erst dadurch kann es überhaupt zu Veränderungen und Fortschritt kommen. Die Antworten der SchülerInnen zeigen, dass der Bildungsgedanke sehr zentral ist. Wissen und Bildung nehmen eine wichtige Stellung im Denken der SchülerInnen ein. Jeder Mensch muss nach Ansicht der Jugendlichen bestimmte Dinge lernen um einen gewissen Überblick die Natur und die Menschheit zu erlangen.

### **Gesetze sind stabile wissenschaftliche Erkenntnisse**

McComas (1998) hält fest, dass Jugendliche der Ansicht sind, dass Gesetze absolut und unumstößlich sind. Sie beschreiben die Natur wie sie ist und bei mathematischen und physikalischen Gesetzen ist man sich sicher, sie existieren.

Auch im KiP<sup>2</sup>-Projekt in den Fragebogen-Antworten werden Gesetze als stabil beschrieben. Das liegt wohl daran, dass die SchülerInnen auf Beschreibungen aus dem Alltag zurückgreifen. Beide Begriffe, Theorie und Gesetz, werden schließlich auch in der Alltagswelt der SchülerInnen verwendet.

Interessant ist, dass die Jugendlichen der drei Schulklassen, egal welchen Alters, immer die Schwerkraft anhand eines fallengelassenen Gegenstandes als Paradebeispiel heranziehen. Die Alltagserfahrung lehrt jeden Mensch, dass beispielsweise ein losgelassener Apfel, überall auf der Erde, zu Boden fällt. Vermutlich kennt jeder die eingängige Geschichte von Newton und seiner Entdeckung der Schwerkraft. Die Schwerkraft/ Gravitation gilt als Hinweis dafür, dass die Naturwissenschaft überall auf der Welt gleich ist, und sie deshalb allgemein gültig ist.

Aufschlussreich wäre es gewesen, die SchülerInnen in den Gruppendiskussionen zu fragen, was eigentlich mit dem Gesetz „Schwerkraft“ im Weltall passiert, wo doch die SchülerInnen der Ansicht sind, dass ein Gesetz überall gültig ist.

### **Wissenslücken führen zu unterschiedlichen Hypothesen**

In der Vorstellung der SchülerInnen in KiP<sup>2</sup>, dass zu wenige Daten zu unterschiedlichen Hypothesen führen, steckt auch die Vorstellung, dass WissenschaftlerInnen sorgfältig und

präzise arbeiten. Das Konzept „Forschen ist etwas genau untersuchen“ spiegelt aber eher die methodische Komponente wider, das Konzept „Wissenslücken führen zu unterschiedlichen Hypothesen“ bezieht sich auf den Wissensbereich.

Es kann auch sein, dass WissenschaftlerInnen Fehler machen bzw. Dinge übersehen (siehe auch „Theorien sind wandelbar“). Das hat zur Folge, dass mehrere Hypothesen nebeneinander bestehen und erst nach gewisser Zeit eine Klärung der Wahrheit erreicht wird. Die Studie von Aikenhead (1987, nach Höttecke 2001b) weist ähnliche Befunde auf.

## **Naturwissenschaft untersucht reale Dinge und schafft Wahrheit**

Die SchülerInnen im KiP<sup>2</sup>-Projekt sind der Ansicht, dass die Dinge, die erforscht werden, bereits in der Natur existieren. Den SchülerInnen-Aussagen zufolge, sind die Ergebnisse eigentlich bereits in der Natur vorhanden. Die Menschen erfinden diese Phänomene nicht, sondern sie entdecken und erforschen sie. Die ForscherInnen müssen diese realen Dinge mit eigenen Augen sehen und durch diese eigene Erfahrung gelangt man zu Wissen.

Meine Untersuchung schließt damit an die Ergebnisse einiger anderer Untersuchungen, wie z.B. von Driver, Leach et al. (1996), Duschl und Grandy (2008) und Deng, Chen et al. (2011), an. Auch sie zeigen, dass SchülerInnen sicheres Wissen auf Erfahrung basierend erachten. Beobachtungen oder Experimente führen letztendlich zu sicherem Wissen. Diese Vorstellung lässt sich auch in den Diskursen der SchülerInnen im KiP<sup>2</sup>-Projekt aufzeigen. Die Außenwelt ist real und NaturwissenschaftlerInnen untersuchen diese realen Dinge. Hofheinz (2008) bezeichnet die SchülerInnen deshalb als naive Realisten.

Höttecke (2001b) schreibt, dass die Jugendlichen der Meinung sind, die NaturwissenschaftlerInnen müssen die Ergebnisse, die in der Natur vorhanden sind, nur noch erfassen. Ähnliche Erkenntnisse liefern die Untersuchungen von Ryder, Leach et al. (1999), Driver, Leach et al. (1996) und Deng, Chen et al. (2011). Auch sie schreiben über empiristisch-objektive Vorstellungen der SchülerInnen.

Diese These wird durch die Ergebnisse des KiP<sup>2</sup>-Projekts bestätigt. Die SchülerInnen lassen außer Acht, dass Daten vor einem theoretischen Hintergrund interpretiert werden müssen. Sie meinen, durch Beobachten und Messen gelangt man zu Daten, die auch unmittelbar Wissen darstellen. Die Daten sind also sogleich Wissen – die WissenschaftlerInnen müssen „nur“ sehr sorgfältig messen und beobachten.

In meiner Untersuchung zeigt sich, dass SchülerInnen die Vorstellung besitzen, dass wenn die WissenschaftlerInnen präzise arbeiten, die Natur, also die realen Phänomene, erschlossen werden können. Die ForscherInnen müssen genau messen und genau hinschauen und schon gelangen sie zu sicherem und wahren Wissen.

Die Vorstellung, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse die Realität repräsentieren, wurde bereits von einigen Autoren, wie z.B. Ziman (1980), McComas (1998) oder Höttecke (2001b), beschrieben. Auch meine Ergebnisse zeigen, dass Jugendliche die Vorstellung besitzen, dass Wissenschaft Sicherheit und Wahrheit schafft. Wissenschaftliche Gesetze und Regeln sind immer gültig und spiegeln die Realität wieder. Ein eindeutiger Beweis gibt eine eindeutige Antwort, dadurch wird Sicherheit und Wahrheit geschaffen.

In den Antworten und Aussagen der SchülerInnen ist der Gedanke verankert, dass NaturwissenschaftlerInnen auf der Suche nach Wahrheit und Sicherheit sind. Dieser Gedanke steht in enger Verbindung mit der Forderung der SchülerInnen nach Intersubjektivität. Die Aussagen und Antworten der SchülerInnen in KiP<sup>2</sup> zeigen, dass ihrer Ansicht nach, Intersubjektivität als Grundregel von Wissenschaftlichkeit zählt. Experimente müssen wiederholt werden und die Mehrheit sollte Experimente sehen und Entscheidungen treffen. Dadurch wird eine Entindividualisierung gewährleistet und Objektivität erreicht. Meine Ergebnisse zeigen, dass Objektivität in der Naturwissenschaft sehr wichtig ist, und reihen sich damit zu den Befunden anderer Untersuchungen (vgl. Driver, Leach et al. 1996).

## 9.2. Bilder über Methoden der Wissenschaft

### Experiment

Experimentieren gilt als Paradebeispiel für wissenschaftliches Arbeiten. Die Antworten und Aussagen der SchülerInnen des KiP<sup>2</sup>-Projekts zu Experimenten kann man in drei Bereiche einteilen und gleichen damit der Untersuchung von Driver, Leach et al. (1996). Auch diese Forschergruppe hat drei Antwortmuster auf die Frage nach dem Zweck eines Experiments herausgefunden. Experimente werden gemacht um Neues zu herauszufinden und Entdeckungen zu machen (ungerichtete Tätigkeit), um eine Ursache-Wirkungsrelationen zu erzeugen oder um Theorien zu verifizieren (systematische Herangehensweise).

Höttecke (2001b) schreibt, dass nach Ansicht der SchülerInnen, Naturwissenschaft und Experimente untrennbar zusammen gehören. Auch die Daten des KiP<sup>2</sup>-Projekts zeigen, dass das Experiment eine zentrale Stellung in wissenschaftlichen Forschungsprozessen einnimmt, sie dienen meistens der Bestätigung einer Idee.

Ein weiterer Aspekt in den Diskussionen der KiP<sup>2</sup>-SchülerInnen ist die Veranschaulichung einer Theorie. Aus den SchülerInnen-Antworten und -Aussagen geht hervor, dass das Sichtbar machen bzw. mit eigenen Augen sehen in diesem Zusammenhang sehr wichtig erscheint. Das hängt wahrscheinlich mit der Schulerfahrung zusammen. Lernen die SchülerInnen über ein bestimmtes Thema, so dienen Experimente im Unterricht der Demonstration. Experimente sind im Schulunterricht i.d.R. Demonstrationsversuche, bei denen das Ergebnis bereits feststeht (vgl. Höttecke 2001b). Sie dienen dazu, den SchülerInnen etwas vorzuzeigen.

Denselben Aspekt erläutert Schauble, Klopfer et al. (1991). In ihrer Studie sind die SchülerInnen der Ansicht, dass Experimente Dinge veranschaulichen, also Effekte zeigen.

Meine Ergebnisse zeigen, dass ein Experiment in der „richtigen“ Forschung als sichtbares Medium fungiert. Es handelt sich dabei um einen praktischen Beweis und wenn es „alle“ gesehen haben, ist es bewiesen. Auch Mayer (2011) schreibt, dass SchülerInnen durch Experimente Hypothesen beweisen wollen. Diese systematische Herangehensweise wird auch von den SchülerInnen des KiP<sup>2</sup>-Projekts beschrieben. Man versucht mit einem Experiment eine Lösung für ein Problem zu finden. Man hat eine Annahme, was geschehen

wird, und durch ein Experiment findet man heraus, ob man richtig gelegen ist. Driver, Leach et al. (1996) beschrieben diese experimentelle Herangehensweise als „*to see if something works*“.

Eine weitere häufige Sichtweise von vielen SchülerInnen des KiP<sup>2</sup>-Projekts, ist, dass man mit Experimenten etwas ausprobiert. Man versucht etwas und bekommt ein Ergebnis ohne zuvor Hypothesen gebildet zu haben. Durch Zufall gelangt man zu wichtigen Erkenntnissen, man weiß nichts über die Folgen.

Das Experiment als ungerichtete Tätigkeit, beschreiben die SchülerInnen auch in anderen Untersuchungen, wie beispielweise Schauble, Klopfer et al. (1991), Driver, Leach et al. (1996), Carey et al. (1989, nach Höttecke 2001b) oder Mayer (2004; 2011) berichten.

Dieses „engineering model“, wie Schauble, Klopfer et al. (1991) eine solche Ansicht bezeichnen, wird von vielen SchülerInnen in KiP<sup>2</sup> beschrieben.

Auch Driver, Leach et al. (1996) haben festgestellt, dass SchülerInnen glauben, dass Experimente von keinen Annahmen oder Fragen geleitet werden. Das liegt daran, dass sie übersehen, dass jede Untersuchung theoriegeleitet ist (vgl. Driver, Leach et al. 1996; Höttecke 2001b). Wie bereits Meyling (1990, nach Höttecke 2001b) herausfand, sind die SchülerInnen der Ansicht, dass ein neutrales Messen ohne Vorwissen oder zuvor gebildete Theorien möglich ist.

Die meisten SchülerInnen des KiP<sup>2</sup>-Projekts erwähnen in diesem Zusammenhang eigentlich keine *scientific community*, darüber schreibt auch Höttecke (2001b). Das Prinzip der Zeugenschaft, welches von Höttecke (2012) beschrieben wird, wird aber von einigen wenigen SchülerInnen durchaus erwähnt. Andere Menschen müssen ein Experiment auch sehen, damit dem/der WissenschaftlerIn bzw. den Ergebnissen Glauben geschenkt wird. Es wird sozusagen wieder der Demonstrationszweck von Experimenten beschrieben.

Einige SchülerInnen meinen auch, dass erst Wiederholungen von Experimenten zu korrekten Werten bzw. zu Wahrheit führen. Eine solche These, dass Wiederholung Sicherheit schafft, beschreibt auch Höttecke (2001b). Ryan et al. (1992, nach Höttecke 2001b) schreiben auch, dass SchülerInnen glauben, dass in der Wissenschaft Wiederholung enorm wichtig sei, damit man der Wahrheit näher kommt.

Die Daten begründen die Annahme, dass SchülerInnen Experimente in der Wissenschaft von den Experimenten, wie sie im Unterricht durchgeführt werden, differenzieren. In der Schule geht es darum, dass die SchülerInnen experimentieren, um Effekte zu sehen, zu verstehen und zu lernen, es wird aber nichts Neues entdeckt. In der Wissenschaft möchte man durch Experimente Neues entdecken, der Wahrheit näher kommen und Effekte veranschaulichen, hier geht es aber nicht um Lernen.

### **Forschen ist etwas genau untersuchen**

McComas (1998) hat festgestellt, dass SchülerInnen der Ansicht sind, dass gewissenhaftes Sammeln von Daten zu sicherem Wissen führt. Auch die SchülerInnen des KiP<sup>2</sup>-Projekts erachten genaues und gewissenhaftes Untersuchen geradezu als Qualitätskriterium für Forschung. Als Beispiel schreiben sie oft, dass durch bessere Mikroskope den

WissenschaftlerInnen die Möglichkeit gegeben wird, genauer und detaillierter zu forschen – was wiederum zur Bildung von neueren, besseren Theorien führt.

Die Vorstellung der SchülerInnen, dass WissenschaftlerInnen sorgfältig arbeiten, macht den Anschein, als stecke auch eine Art Plan hinter jeder wissenschaftlichen Forschung. Diese Vorstellung steht dann aber jener gegenüber, dass Experimente dazu dienen, etwas auszuprobieren, also eine ungerichtete Handlung darstellen. Die SchülerInnen lassen diesen Konflikt nebeneinander stehen und lösen ihn nicht auf.

### **Forschen ist ein (gerichteter) Prozess**

Ryan et al. (1992, nach Höttecke 2001b) haben in ihrer Studie herausgefunden, dass die SchülerInnen die Methode der Wissenschaft als Aufeinanderfolge von Fragestellung, Hypothese, Sammeln von Daten und Schlussfolgern ansehen. Ryan et al. (1992, nach Höttecke 2001b) schreiben, dass SchülerInnen kein kochrezeptartiges *Procedere* als Methode der Wissenschaft ansehen.

Den Aussagen der Gruppendiskussionen und Fragebögen des KiP<sup>2</sup>-Projekts ist zu entnehmen, dass es zwar verschiedene Schritte im wissenschaftlichen Forschungsprozess gibt, aber es wird keine strikte Reihenfolge erwähnt. Es gibt zu wenige Aussagen dazu, ob es eine fixe Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten gibt oder nicht. Nur ein Proband beschreibt Forschung als einen gerichteten Prozess: Man hat eine Hypothese und macht eine Voraussage. Mit einem Experiment wird diese Hypothese dann bestätigt oder widerlegt. Anschließend wird eine Theorie formuliert.

### **Beobachtungen führen (direkt) zu Fakten**

Wie bereits Driver, Leach et al. (1996) herausgefunden haben, vertreten SchülerInnen den Standpunkt, dass man durch Beobachtungen zu Daten kommt. Das bedeutet, dass WissenschaftlerInnen durch genaues Beobachten die Welt entdecken können (vgl. Driver, Leach et al. 1996). Auch Höttecke (2001b) schreibt, dass die SchülerInnen der Ansicht sind, dass man durch Beobachtungen zu Wissen und Naturgesetzen gelangt.

Die Daten der Gruppendiskussionen und Fragebögen bestätigen diese Aussagen der Autoren. Die Natur präsentiert sich den ForscherInnen durch genaues Beobachten. Überhaupt ist den SchülerInnen-Aussagen aus dem KiP<sup>2</sup>-Projekt zu entnehmen, dass Veranschaulichungen als enorm wichtig eingestuft werden, sowohl im Schulunterricht als auch in der Wissenschaft. Beispielsweise braucht man beim Beobachten von Tieren keine Experimente, die Beobachtungen liefern die Daten und folglich unmittelbar die Ergebnisse. Trotzdem muss erwähnt werden, dass obwohl die Beobachtung als Forschungsmethode in der Schule zentral ist, sie nur von wenigen SchülerInnen als Alternative zum Experiment angeführt wurde.

Die SchülerInnen meinen, dass andere WissenschaftlerInnen die Ergebnisse auch sehen müssen, denn erst wenn man Dinge sieht, kann man sie wirklich glauben. Diese Einstellung bezeichnet Höttecke (2012) als Prinzip der Zeugenschaft.



Immer wieder wird seitens der SchülerInnen des KiP<sup>2</sup>-Projekts explizit oder implizit auf den Stellenwert des „Sehens“ hingewiesen.

Wie bereits erwähnt, nennen die SchülerInnen in KiP<sup>2</sup> die Beobachtung als alternative Untersuchungsmethode zum Experiment. Und sie sind parallel dazu der Meinung, dass genaues Schauen beim wissenschaftlichen Arbeiten absolut notwendig ist.

Dinge sind wahr, wenn man sie mit eigenen Augen sieht. In der Literatur ist die Bedeutung des Sehens in der Naturwissenschaft aber unterrepräsentiert. In meiner Recherche habe ich in keiner Untersuchung Aussagen diesbezüglich gefunden, abgesehen vom Prinzip der Zeugenschaft bei Höttecke (2012) und dem Generieren von Effekten bei Schauble, Klopfer et al. (1991). Aber ansonsten wird auf die Bedeutung des Sehens und der Veranschaulichung wenig eingegangen.

### **Wissenschaftler brauchen Kreativität und Phantasie**

Wie Höttecke (2001b) schreibt, wurde in diversen Untersuchungen festgestellt, dass SchülerInnen glauben, Wissen entsteht unabhängig von menschlicher Kreativität und Phantasie. Die Ergebnisse meiner Untersuchung widerlegen diese These. Die SchülerInnen in KiP<sup>2</sup> sind sich sehr wohl bewusst über den Einfluss von Kreativität und Phantasie. Beinahe alle SchülerInnen sind der Ansicht, dass ForscherInnen Kreativität und Phantasie benötigen. Sie müssen kreativ sein um Ideen zu sammeln und Modelle und Experimente zu entwickeln. Und Theorien können ohne Kreativität und Phantasie darüber hinaus auch nicht formuliert werden. Beim Durchführen eines Experiments brauchen ForscherInnen aber keine Kreativität.

Benötigt wird Phantasie um sich Dinge vorzustellen. Z.B. kann man sich anhand der gefundenen Knochen und mit viel Phantasie vorstellen, wie Dinosaurier ausgesehen haben. ForscherInnen müssen aber realistisch bleiben und dürfen keinen „Schwachsinn rumphantasieren“.

Auch Larochelle et al. (1991, nach Höttecke 2001b) schreiben, dass die SchülerInnen WissenschaftlerInnen sowohl als kreativ als auch als neutrale Datenerfasser ansehen. Einerseits brauchen sie Kreativität und Phantasie, andererseits müssen sie nur die Ergebnisse, die in der Natur bereits vorhanden sind, erfassen.

### **Naturwissenschaftler interpretieren Daten**

Eine Untersuchung von Meyling (1990, nach Höttecke 2001b) zeigt, dass die SchülerInnen meinen, dass Daten unterschiedlich interpretiert werden können.

Obwohl die SchülerInnen im KiP<sup>2</sup>-Projekt, wie bereits erwähnt, WissenschaftlerInnen zum Teil als neutrale Datenerfasser ansehen, vertreten einige Jugendliche auch diese von Meyling (1990) beschriebene Ansicht. Jene SchülerInnen sind der Auffassung, dass es an den WissenschaftlerInnen liegt, zu entscheiden, was sie für plausibel erklären. Die Daten sind zwar dieselben, aber unterschiedliche Persönlichkeiten entscheiden unterschiedlich.

### 9.3. Institutionen und soziale Handhabung

Nach Driver, Leach et al. (1996) gibt es wenige Studien, die die soziale Handhabung im naturwissenschaftlichen Bereich behandeln. Auch in der Untersuchung von Ryder, Leach et al. (1999) äußern sich die SchülerInnen nicht über soziale Faktoren.

Die Daten des KiP<sup>2</sup>-Projekts, besonders jene, die aus den Gruppendiskussionen stammen, liefern viele Ergebnisse zum Bereich „Institutionen und soziale Handhabung“.

#### scientific community

Es kann erst dann eine Entwicklung in der Wissenschaft geben, wenn die Mehrheit der Menschen Ergebnisse und Erkenntnisse akzeptiert, denn die Mehrheit (beispielsweise die Mehrheit an WissenschaftlerInnen) wird richtig liegen.

3a) Weil die Menschen meist leichter an Dinge glauben, die sie auch sehen und eine Entwicklung in der Wissenschaft kann es nur geben, wenn die Mehrheit den vorangehenden Fortschritt akzeptiert.

→ um zu beweisen, dass man mit Vakuum einen solchen Druck erzeugen kann, dass zwei Pferde nicht mehr auseinander kommen, hat man ein Experiment durchgeführt, das alle sehen konnten, so war es einfach eindeutig, dass die Theorie stimmt (FB-Sea: 63-65).

Hier zeigt sich wieder, dass sich die SchülerInnen über die Bedeutung der *scientific community* bewusst sind. Andere Personen müssen die Ergebnisse anerkennen bzw. das Experiment auch sehen, damit es geglaubt wird.

Im Unterschied zu meiner Untersuchung schreibt Höttecke (2001b), dass einige Studien angeben, dass die SchülerInnen nicht wissen, dass Experimente, Ergebnisse und deren Interpretation von der *scientific community* anerkannt werden müssen.

#### Wissenschaftler als Entscheidungsträger oder als Berater der Gesellschaft

Hinsichtlich der Frage nach den Entscheidungsträgern für die Gesellschaft, liefern die beiden Gruppendiskussionen analoge Ergebnisse zur Untersuchung von Fleming (1987).

Diese Autoren berichten bereits (Fleming 1987; nach Driver, Leach et al. 1996) über die, in der Überschrift genannten, unterschiedlichen Auffassungen, die die SchülerInnen vertreten, wenn es um die Frage geht, wer Entscheidungen für die Gesellschaft treffen darf. Hinsichtlich dieser Frage, ob WissenschaftlerInnen und IngenieurInnen Entscheidungen für die Gesellschaft treffen sollen, welche in den beiden Gruppendiskussionen als zu diskutierendes Statement eingebracht wurde, wurden zwei konträre Sichtweisen seitens der Jugendlichen eingenommen: eine demokratische und eine technokratische.

Einige SchülerInnen sind der Ansicht, dass die WissenschaftlerInnen Entscheidungen für die Gesellschaft treffen sollten. Schließlich sind sie Experten auf diesem oder jenem Spezialgebiet und wissen, im Unterschied zum Rest der Gesellschaft, am besten Bescheid.

Diese SchülerInnen vertreten eine technokratische Position, derzufolge einzelne Experten für die Gesellschaft entscheiden sollen.

Hier ist aber das Problem, dass auch die WissenschaftlerInnen unterschiedliche Ansichten haben und sich, wie alle Menschen, nicht immer einig sind.

Deshalb sind einige andere SchülerInnen der Meinung, dass eine einzelne Person nicht für die ganze Gesellschaft entscheiden kann. Die WissenschaftlerInnen sollen die BürgerInnen und PolitikerInnen informieren und beraten. Die Menschen sollen dann selbst die Möglichkeit zur Abstimmung haben, wieder nach dem Prinzip: Die Mehrheit wird schon richtig liegen. Die SchülerInnen, die eine demokratische Sichtweise vertreten, möchten, dass alle Menschen Mitspracherecht haben. Die WissenschaftlerInnen sollen die Menschen informieren.

Interessant ist an dieser Stelle, dass in der Sea-KiP-Gruppendiskussion ein Schüler darüber sprach, dass es doch genüge, wenn einem gesagt wird, was gesund ist und welche Nahrungsmittel man essen sollte. Man müsse doch nicht unbedingt genau die Hintergründe wissen, wie z.B., dass man aus Zellen bzw. aus Kohlenhydraten, Fett und Proteinen besteht. In diesem Zusammenhang vertritt jener Proband eine technokratische Sichtweise und verzichtet auf sein Mitspracherecht. In der Debatte hinsichtlich der Entscheidungsfindung nimmt eben dieser Schüler aber eher eine demokratische Sichtweise ein.

Der Schüler vertritt zwei konträre Sichtweisen. Auch Priemer (2006) beschreibt dieses Phänomen, dass sich Vorstellungen von SchülerInnen relativ schnell ändern können.

### **(Religion als) Gegenspieler der Naturwissenschaften**

Kirche, Finanzierung (Geld), Wirtschaft und Politik werden von den SchülerInnen des KiP<sup>2</sup>-Projekts als Gegenspieler zu Naturwissenschaft gesehen. Diese Vorstellung steht im Gegensatz zu dem was Höttecke (2001b) schreibt. Er gibt an, dass SchülerInnen solche außerwissenschaftlichen Einflüsse übersehen und sich nicht darüber bewusst sind, dass sie Forschung und Wissenschaft stark beeinflussen.

### **Naturwissenschaftliches Wissen kann missbraucht werden**

Wie die Studie von Ryan (1987, nach Driver, Leach et al. 1996) bereits zeigte, sind sich SchülerInnen durchaus im Klaren, dass WissenschaftlerInnen genauso voreingenommen sein können wie alle anderen Menschen auch. In anderen Untersuchungen vertreten SchülerInnen eher die Ansicht, dass WissenschaftlerInnen nicht bestechlich bzw. beeinflussbar sind (vgl. Höttecke 2001b).

In den KiP<sup>2</sup>-Gruppendiskussionen sagen die Probanden, dass WissenschaftlerInnen nicht gänzlich objektiv sind. Einfluss und Macht werden besonders in den Gruppendiskussionen oft erwähnt. In meiner Untersuchung sprechen die SchülerInnen auch über negative Aspekte und den Missbrauch von Wissenschaft, wie Atombomben und Waffen.

## **Wissenschaftler haben jeweils individuelle Perspektiven auf ihre Forschungsfeld**

In der fachdidaktischen Literatur habe ich zu dieser Thematik explizit keine Studien gefunden. Aber dieser Sachverhalt steckt implizit in allen Konzepten zum Bereich „Institutionen und soziale Handhabung“.

Die Daten des KiP<sup>2</sup>-Projekts zeigen, dass SchülerInnen der Ansicht sind, dass WissenschaftlerInnen unterschiedlicher Meinung sind. In diesem Gedanken steckt implizit, dass WissenschaftlerInnen Daten unterschiedlich interpretieren. Das liegt daran, dass WissenschaftlerInnen unterschiedliche kulturelle, persönliche, usw. Zugänge haben und unterschiedlich spezialisiert sind.

### **9.4. Person des Wissenschaftlers und seine Arbeitsweise**

Im Unterschied zur Untersuchung von Höttecke (2001a; 2001b) wurden über die Person des Wissenschaftlers keine typischen stereotypen Vorstellungen genannt. Hinsichtlich der Arbeitsweisen wurden kaum Stereotype genannt. Wobei den Aussagen und Antworten der SchülerInnen im KiP<sup>2</sup>-Projekt deutlich zu entnehmen ist, dass WissenschaftlerInnen grundsätzlich eher im Labor arbeiten, statt im Freiland. Es werden oftmals technische Umgebungen, wie z.B. Mikroskope, genannt und es scheint, dass die Hauptbeschäftigung der WissenschaftlerInnen darin besteht, Experimente durchzuführen.

Darüber ob WissenschaftlerInnen alleine oder in Teams arbeiten äußerten sich die SchülerInnen wenig. Wobei die SchülerInnen der Ansicht sind, dass Forschergruppen, die eine bestimmte Hypothese vertreten, mit Forschergruppen, die Anhänger einer anderen Hypothese sind, diskutieren.

Im KiP<sup>2</sup>-Projekt sind SchülerInnen durchaus der Ansicht, dass die unterschiedlichen WissenschaftlerInnen unterschiedliche Zugänge haben. Dadurch kommt es zu unterschiedlichen Spezialisierungen und an dieser Stelle kommt auch das soziale und kulturelle Umfeld zu tragen. Wenn sich WissenschaftlerInnen mit unterschiedlichen Bereichen befasst haben, dann stellen sie unterschiedliche Hypothesen auf.

Die meisten sind der Ansicht, dass früher (z.B. im Mittelalter) die soziale, kulturelle und gesellschaftliche Beeinflussung der Wissenschaft deutlich spürbar war. Heute ist das weniger der Fall.

Zu unterschiedlichen Hypothesen kann es aber trotzdem kommen, da WissenschaftlerInnen genauso wie alle anderen Menschen unterschiedlicher Meinung sein können. Dadurch nennen auch WissenschaftlerInnen unterschiedliche Erklärungen für Phänomene.

Aus diesem Grund erwähnen die SchülerInnen wahrscheinlich des Öfteren die zentrale Rolle der Wiederholung von Experimenten und einen demokratischen Ansatz, demzufolge die Mehrheit Entscheidungen treffen sollte.

## 9.5. Vergleich der Instrumente

Die beiden Erhebungsinstrumente sprechen unterschiedliche Ideen bei SchülerInnen an, was dazu führt, dass die Ergebnisse der Gruppendiskussion im Vergleich mit den Ergebnissen des offenen Fragebogens einige Unterschiede zeigen.

Wie auch Lamnek (2010) schreibt, gleicht die Gruppendiskussion einem alltagsähnlichen Gespräch. Die DiskussionsteilnehmerInnen im KiP<sup>2</sup>-Projekt kennen sich untereinander und „tratschen“ über naturwissenschaftliche Themenbereiche. Es geht hier weniger um handfeste korrekte Inhalte, als viel mehr um Meinungen und „Geschichten“. Die SchülerInnen schildern Vorstellungen und eigene Erfahrungen, emotionale und soziale Bereiche werden angesprochen.

Durch die Gesprächssituation kommt es zum Meinungsaustausch innerhalb der Gruppe und dadurch zu Schilderung von Konzepten, die sozial konstruiert sind.

Es lässt sich daher vermuten, dass die Gruppendiskussionen weniger sozial gewünschte Antworten liefern und „echte“ Blickwinkel von SchülerInnen aufgezeigt werden. Beispielsweise sprechen die SchülerInnen in den beiden Gruppendiskussionen nicht über Kreativität und Phantasie. Das liegt wohl daran, dass sie von SchülerInnen nicht unmittelbar zu Wissenschaft gezählt werden.

Im Unterschied zum Fragebogen, der eher Wissen abrufen, bringt die Gruppendiskussion persönliche Konzepte, die tief im Inneren der Probanden verwurzelt sind, zu Tage. In beiden Gruppendiskussionen war die Diskussion über das Treffen von Entscheidungen „aufreibend“ und führte zu einem dynamischen Wortgefecht. Die SchülerInnen sind ihrem jeweiligen Standpunkt treu geblieben, das zeigt sich besonders in der Sea-KiP-Gruppendiskussion, in der eine SchülerInnen (S2) vehement – gegen alle Überzeugungsversuche ihrer KollegInnen – ihren Standpunkt vertreten hat.

Der Fragebogen spricht eher kognitive Fähigkeiten an und bringt individuell konstruierte Vorstellungen zu Tage (individual-konstruktivistische Dimension).

Dass durch den Fragebogen eher kognitive Bereiche angesprochen werden wird auch ersichtlich durch die Antworten zur Frage 6 des VNOS. In dieser Frage geht es darum, wie es dazu kommt, dass es, obwohl die WissenschaftlerInnen auf dieselben Daten zurückgreifen, zwei unterschiedliche Hypothesen für das Aussterben der Dinosaurier gibt. Die SchülerInnen fühlen sich hier aufgefordert, eine korrekte Antwort auf die Frage nach dem Grund für das Aussterben der Dinosaurier zu liefern. Einige SchülerInnen schreiben bei dieser Frage darüber, dass WissenschaftlerInnen Daten unterschiedlich interpretieren und dass es aufgrund der wenigen Daten zu unterschiedlichen Hypothesen kommt. Großteil der Jugendlichen schreibt aber, dass sie glauben dass diese oder jene Hypothese wegen diesem oder jenem Grund stimmt. Dieser Prüfungscharakter kommt höchstwahrscheinlich dadurch zustande, dass die SchülerInnen in der Schule auch richtiges Wissen reproduzieren müssen. In der Neuro-KiP-Gruppendiskussion erwähnt ein Proband auch das Aussterben der Dinosaurier als Beispiel für unbeweisbare Dinge.

### 9.5.1. Dynamik

Bei der Erhebung des Wissenschaftsverständnisses führten die beiden Instrumente zu unterschiedlichen Dynamiken.

In den Gruppendiskussionen lösten die eingebrachten Statements intensive Debatten aus. Die Vorstellungen zu Wissenschaft sind in den Gruppendiskussionen das Produkt von Interaktionen innerhalb der Gruppe. Die Dynamik in der Gruppendiskussion ergibt sich aus dem schnellen Wechsel der beteiligten Sprecher. Meistens ging eine Folge von knappen Wortmeldungen von statten, wo sich die SchülerInnen widersprachen oder der Aussage des Mitschülers zustimmten. Diskussionen wurden zwar weitgehend von den eingebrachten Statements ausgelöst, aber auch die Wortmeldungen einzelner SchülerInnen wirkten als Anstoß für weitere Debatten.

Klarer Weise kann keine nur annähernd vergleichsweise Dynamik in den Fragebogen entstehen. Durch die Vorgabe an Fragen bleiben die SchülerInnen in diesem vorstrukturierten Schema. Sie beantworten der Reihe nach die Fragen und beziehen sich nur in den wenigsten Fällen auf andere Fragen oder Themen.

### **9.5.2. Themenbereiche**

Die Themenbereiche, die in den Gruppendiskussionen besprochen werden, unterscheiden sich von jenen, auf welche die Fragebogen-Fragen ausgerichtet sind.

In den Antworten der Fragebögen wurden viele Konzepte aus dem Bereich „Bilder über die Natur des naturwissenschaftlichen Wissens“ von den SchülerInnen genannt. Über die Methoden der Wissenschaft wird weder in den Gruppendiskussionen noch in den Fragebögen viel gesprochen und geschrieben, wobei dieser Bereich in den Fragebögen ein wenig öfter zu finden ist als in den Diskussionsverläufen.

Der Fragebogen fragt nach Themenbereichen, die die SchülerInnen scheinbar wenig beschäftigen. Diese Annahme gründet auf der Tatsache, dass die SchülerInnen in den Gruppendiskussionen andere Themenbereiche einbrachten und darüber diskutierten. Es geht den SchülerInnen nicht darum, ob Theorien wandelbar und Gesetze stabile wissenschaftliche Erkenntnisse darstellen. Im Alltag machen sie sich darüber keine Gedanken.

Zwar wurden auch in den Gruppendiskussionen Diskurse durch Statements angestoßen, ähnlich wie die Fragen in den Fragebögen, jedoch diskutierten die SchülerInnen auch darüber hinaus über verschiedene andere Bereiche. Ausschlaggebend hierfür waren in den meisten Fällen (strittige) Aussagen von MitschülerInnen. Beim Beantworten der Fragen im Fragebogen versuchen die SchülerInnen „richtige“ Antworten zu geben, also solche Antworten, von denen sie meinen, dass sie sozial erwünscht sind.

In der Gruppendiskussion werden Themen angesprochen, die die SchülerInnen wohl beschäftigen, wie sogenannte *socio-scientific issues*. Nämlich soziale Themen, wie der Missbrauch von Wissen und Technik oder wer Entscheidungen treffen soll. In den Gruppendiskussionen wird vermehrt über „Institutionen und soziale Handhabung“ gesprochen, hingegen finden sich in den Fragebögen kaum Antworten die soziale Dimension betreffend.

Interessant ist, dass die SchülerInnen in den Fragebögen hinsichtlich der Frage nach dem Zweck von Forschung, immer positive Dinge nennen, dass Wissenschaft den Alltag erleichtert und Probleme löst. In den Gruppendiskussionen werden neben positiven neuen Entdeckungen als Leistung der Wissenschaft unmittelbar auch negative Aspekte aufgezählt. In der Gruppendiskussion beider Klassen wird das moralische Verhalten in Frage gestellt. Menschen sind beeinflussbar, demnach wären auch WissenschaftlerInnen nicht gänzlich objektiv. In anderen Untersuchungen, wie Höttecke (2001b) schreibt, vertreten SchülerInnen eher die Ansicht, dass WissenschaftlerInnen nicht bestechlich bzw. beeinflussbar sind. In beiden Gruppendiskussionen sprachen die SchülerInnen viel über sogenannte *socio-scientific issues*. Die SchülerInnen sprechen über Missbrauch, über das Pentagon, die Nasa und Meteoriten die auf die Erde zusteuern. Die Frage, wer Entscheidungen für die Gesellschaft treffen darf, führte in beiden Gruppendiskussionen zu regen Debatten, weil einige SchülerInnen eine technokratische Sichtweise vertraten und andere eine demokratische. Wer übernimmt die Verantwortung, wenn falsche Entscheidungen getroffen werden? Es geht in diesem Zusammenhang um Risikobewertung und Technikfolgenabschätzung. Im VNOS-Fragebogen wird nach solchen Bereichen kaum gefragt.

Soziowissenschaftlichen Themen wird in den Medien viel Aufmerksamkeit geschenkt und in den Gruppendiskussionen wird ersichtlich, dass solche Themen auch die SchülerInnen beschäftigen.

In den Gruppendiskussionen beschäftigte die Frage nach der Glaubwürdigkeit von Experten die SchülerInnen. Sie diskutieren darüber, wie man erkennt, welche WissenschaftlerInnen gut sind. Auch Allchin (2011) und Höttecke (2012) befassen sich mit dem Einschätzen der Glaubwürdigkeit von WissenschaftlerInnen und wissenschaftlichen Ergebnissen. In meiner Untersuchung wurden in den Fragebögen keine Antworten in diese Richtung notiert. Im VNOS-Fragebogen wird aber implizit nach Vorstellungen in dieser Richtung gefragt.

In den KIP<sup>2</sup>-Gruppendiskussionen wurde über den Einfluss der Politik gesprochen und wie Politiker entscheiden, welche Experten (WissenschaftlerInnen) sie als Berater auswählen. Die SchülerInnen meinen, dass die Experten, die dem Staat am wenigsten kosten oder jene, die am leichtesten zu manipulieren sind, ausgewählt werden (GD-Neuro: 346-361). Bei der Frage, wie man einschätzen kann, welcher Wissenschaftler gut ist, nennen die SchülerInnen u.a. Auszeichnungen oder Bewertungen der Universität oder vorhergehende Forschungen. Ähnliches nennt auch Höttecke (2012) als Bewertungskriterium. Ryder, Leach et al. (1999) haben in ihrer Untersuchung auch herausgefunden, dass die SchülerInnen die Glaubwürdigkeit eines Wissenschaftlers/einer Wissenschaftlerin auf seinen/ihren vorhergehenden Forschungen basierend erachten.

Da die SchülerInnen über die Bewertung von WissenschaftlerInnen sprechen, sind sie sich über das Vorhandensein und über die Rolle der *scientific community* durchaus bewusst. In vielen anderen Studien, wie beispielsweise von Brouwer et al. (1983, nach Höttecke 2001b), Driver et al. (1996) oder Ryder, Leach et al. (1999), hat sich gezeigt, dass die SchülerInnen sozialen Faktoren in der Wissenschaft wenig Beachtung schenken. Sie besitzen die Vorstellung, dass WissenschaftlerInnen ohne Interaktionen mit anderen Wissenschaftlern arbeiten.

In den beiden KiP<sup>2</sup>-Gruppendiskussionen sprachen die SchülerInnen darüber, dass es auch entscheidend ist, welchen Ruf und welche Beziehungen ein Wissenschaftler hat. Wenn man von den „richtigen“ Leuten gekannt wird und diese ein gutes Wort einlegen, bringt das viele Vorteile. Andere von den SchülerInnen genannte Einflussfaktoren auf die Wissenschaft waren beispielsweise Politik, Wirtschaft (Geld und Finanzierung) und Gesellschaft. Im Unterschied dazu werden in den KiP<sup>2</sup>-Fragebögen keine Einflüsse auf Wissenschaft erwähnt. Diese Befunde stellen (nach meinen Literaturrecherchen) einen kaum diskutierten Aspekt in der Literatur dar.

Nach Brouwer et al. (1983, nach Höttecke 2001b), Driver, Leach et al. (1996) und Höttecke (2001b) sind Lernende sogar häufig der Auffassung, dass Wissenschaft nicht beeinflusst wird von der Gesellschaft, Kultur oder Politik. In diesen Untersuchungen wurde festgestellt, dass SchülerInnen außerwissenschaftliche Einflüsse meistens übersehen.

In den beiden KiP<sup>2</sup>-Gruppendiskussionen wurde vermehrt über negative Aspekte, wie Missbrauch, biologische Waffen, Atombomben oder Krieg gesprochen. Das sind Themenbereiche, die die SchülerInnen, wahrscheinlich aufgrund der Medien, beschäftigen. Die Erfindungen sind zwar gut und beeindruckend, aber die Anwendung ist schlecht. Daraus lässt sich schließen, dass die SchülerInnen prinzipiell der Auffassung sind, dass die Anwender Verantwortung übernehmen müssen, nicht die Erfinder. Eine solche Einstellung bei SchülerInnen wird auch von Höttecke (2001b) beschrieben.

Die Frage nach der Verantwortung von Wissenschaft stellt sich aus der Diskussion nach unserer gemeinsamen Zukunft. Wir können nicht in die Zukunft sehen, wir wissen nicht, was als nächstes passieren wird. Ein Proband in einer KiP<sup>2</sup>-Gruppendiskussion meint, dass es bei vielen Entscheidungen nicht immer ein Richtig und ein Falsch gibt. Bei den meisten Dingen muss man Pro und Contra abwägen und jede Angelegenheit hat irgendwo einen Haken. Wir können nicht in die Zukunft sehen, wir wissen nicht was als nächstes passieren wird.

In den KiP<sup>2</sup>-Fragebögen schreiben die SchülerInnen, dass WissenschaftlerInnen Kreativität und Phantasie benötigen. Die SchülerInnen sprechen aber anscheinend nur über Kreativität und Phantasie, wenn sie danach gefragt werden. In den KiP<sup>2</sup>-Gruppendiskussionen gibt es keinen direkten Anreiz und in Folge auch keine Aussagen zu dieser Thematik, im Fragebogen wird in einer Frage konkret nach der Rolle von Phantasie und Kreativität in der Wissenschaft gefragt. Es scheint, als machen sich die SchülerInnen prinzipiell keine Gedanken darüber, aber sie bestreiten die Rolle von Kreativität und Phantasie nicht.

D.h. dass die Vorstellung, dass WissenschaftlerInnen Kreativität und Phantasie benötigen, durch die Frage des VNOS induziert wird. Andere Antworten und in den Gruppendiskussionen äußern sich die SchülerInnen eher darüber, dass WissenschaftlerInnen Daten erfassen müssen und diese Daten sogleich Ergebnisse darstellen.

Im KiP<sup>2</sup>-Projekt schreiben die SchülerInnen sehr viel über Experimente, was anscheinend durch zwei Fragen initiiert wurde.

In den KiP<sup>2</sup>-Gruppendiskussionen diskutieren die SchülerInnen ausführlich darüber, dass WissenschaftlerInnen nie alle einer Meinung sind. Im VNOS-Fragebögen hätte die Frage 6 ebenfalls diesen Bereich angesprochen, aber nur ein Bruchteil der SchülerInnen hat sich darüber geäußert, dass WissenschaftlerInnen jeweils unterschiedliche Auffassungen haben.



Das kann als Beleg für die Vermutung gesehen werden, dass der Fragebogen eher Wissen (kognitive Bereiche) anspricht und SchülerInnen anscheinend die Vermutung haben, dass sie wenig dazu wissen. Aus diesem Grund schreiben sie zu diesem Thema nichts. Bei der Gruppendiskussion aber sprechen die sehr wohl darüber, dass WissenschaftlerInnen verschiedene Auffassungen haben können. Es zeigt sich sogar, dass sie sehr viel dazu zu sagen haben.

Bei der Diskussion darüber, ob WissenschaftlerInnen in einer Forschergruppe einer Meinung sind, meinte ein Proband (S3) in der Neuro-KiP-Gruppendiskussion schließlich, dass es doch im Moment in dieser Gruppe dasselbe ist. Jeder sieht gewisse Dinge ein bisschen anders und hält andere Gründe für plausibel. Auch die SchülerInnen sind Individuen und demnach unterschiedlicher Meinung.

Diese Aussage bestätigt die Annahme, dass es durchaus Sinn macht, über soziale Bereiche in einem sozialen Rahmen zu sprechen. Der Kontext der Erhebung spiegelt sich in den Daten wider. In einem sozialen Kontext, wie jenem der Gruppendiskussion, werden, wie das beschriebene Beispiel der Neuro-KiP-Gruppendiskussion zeigt, über unmittelbare soziale Phänomene gesprochen. Im VNOS-Fragebogen gibt es keinen sozialen Kontext. Lederman verwendet in der Regel als Ergänzung oder Erweiterung zum VNOS Einzelinterviews. Auch in diesem Erhebungsinstrument gibt es keinen sozialen Rahmen.

Wie bereits erwähnt, verweisen Van Eijck, Hsu et al. (2009b) darauf, dass der Kontext der Datenerhebung wesentlich ist für die Daten, die man erhält. Diese Ansicht kann durch die Daten der KiP<sup>2</sup>-Gruppendiskussionen bestätigt werden.

## **9.6. Resümee: Überlegungen für den Unterricht im Hinblick auf Scientific Literacy und NOS**

Wie man jetzt an vielen Beispielen gesehen hat besitzen SchülerInnen Parallelvorstellungen. In meiner Untersuchung ist beispielsweise ein Proband der Ansicht, dass ein Experiment eine Vermutung bestätigt oder widerlegt, bei der darauffolgenden Frage schreibt er/sie, dass man mit einem Experiment durch Zufall zu Ergebnissen kommt.

Priemer (2006) schreibt, dass sich Vorstellungen von SchülerInnen relativ schnell ändern können. Werden die Vorstellungen als nicht zutreffend erkannt, werden sie adaptiert (*conceptual change*). SchülerInnen haben also keine einheitlichen stabilen Vorstellungen, sie nehmen verschiedene parallele, manchmal auch konträre, Sichtweisen ein.

Das zu wissen ist wichtig für die Konstruktion von Lernumgebungen für die Entwicklung von Wissenschaftsverständnis. Die naturwissenschaftliche Fachdidaktik sollte solche Erkenntnisse berücksichtigen.

Eine andere Feststellung, die für den Lernbereich *Nature of Science* berücksichtigt werden sollte, ist die Dynamik in der Gruppendiskussion. Dieses Instrument kann durch ihre Dynamik und soziale Konstruktion als Einsatzmöglichkeit zum Lernen über *Nature of Science* eingesetzt werden (vgl. Bennett, Horgarth et al. 2010).

Obwohl NOS als Bildungsziel anerkannt ist, wird dem Wesen der Naturwissenschaft im Unterricht wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Noch immer werden im Schulalltag konkrete

Wissensinhalte vermittelt. Shamos (2002) hat diese Faktenanhäufung als „Paket“ bestehend aus Fakten und Theorien bezeichnet. Im naturwissenschaftlichen Unterricht bekommen die SchülerInnen solche Pakete präsentiert im Hinblick darauf, die dargebrachten Wissensinhalte, Gesetze und Theorien zu einem späteren Zeitpunkt zu überprüfen. Für die Leistungsbeurteilung eignet sich die Überprüfung von Fakten am besten, hingegen lässt sich Verständnis schwer fassen und ist demnach schwierig mit einer Notenskala von Sehr Gut bis Nicht Genügend zu beurteilen. So ist es nicht verwunderlich, dass LehrerInnen viel „Stoff“ in einer Unterrichtseinheit unterbringen möchten.

Zwischenzeitlich dürfen die SchülerInnen im naturwissenschaftlichen Unterricht Hypothesen aufstellen und selbstständig Experimente durchführen. Hier setzt das Konstrukt *inquiry learning* an.

Durch wissenschaftliche Untersuchungen, also dem Aufstellen von Hypothesen, dem Planen und Durchführen von Untersuchungen, dem Interpretieren von Daten, usw. gelangen die SchülerInnen zu wissenschaftlichem Denken und in weiterer Folge zu Wissenschaftsverständnis (Mayer 2007). Wie man Mayers Grafik entnehmen kann (Abb. 3) führt die Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Prozessen auch dazu, dass SchülerInnen über *Nature of Science* lernen können. Auch Sadler, Burgin et al. (2010) weisen darauf hin, dass Wissen in den Kontexten, in denen Lernen und Einübung passiert, aufgestellt wird.

Der Lernbereich *Nature of Science* wird, so scheint es, derzeit im österreichischen Biologie-Unterricht vernachlässigt. In den jetzigen Unterrichtskonzepten wird NOS bzw. *Nature of Biology* (NOB) wenig Relevanz geschenkt.

Es ist aber nur eine Frage der Zeit bis NOS mehr Bedeutung im Unterricht erlangen wird. Denn durch die neue kompetenzorientierte Reifeprüfung wird auch das Wesen der Naturwissenschaft aus dem Schattendasein wandern. Rückt der Kompetenzbegriff ins Zentrum, was im Zuge der neuen Matura der Fall sein wird, werden alle drei Bereiche, Faktenwissen, *scientific inquiry* und *Nature of Science*, bedeutend werden.

Nicht ausschließlich Faktenwissen, sondern auch die Frage, welche Auswirkungen diese Fakten auf die Gesellschaft haben, wird im naturwissenschaftlichen Unterricht behandelt werden müssen. *Scientific literacy* und im Speziellen, *Nature of Science*, werden zunehmend mehr im Unterricht diskutiert werden müssen.

## 10. Literaturverzeichnis

- Abd-El-Khalick, F. (2012a). "Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education." International Journal of Science Education **34**(3): 353-374.
- Abd-El-Khalick, F. (2012b). Nature of Science in Science Education: Toward a Coherent Framework for Synergistic Research and Development. Second International Handbook of Science Education. B. J. Fraser, K. Tobin and C. J. McRobbie, Springer: 1041-1060.
- Abd-El-Khalick, F., N. G. Lederman, et al. (2001). "Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science." Proceedings of the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science: 48.
- Allchin, D. (2011). "Evaluating knowledge of the nature of (whole) science." Science Education **95**(3): 518-542.
- Bennett, J., S. Hogarth, et al. (2010). "Talking Science: The research evidence on the use of small group discussions in science teaching." International Journal of Science Education **32**(1): 69-95.
- Blaikie, N. W. H. (1991). "A critique of the use of triangulation in social research." Quality & Quantity **25**: 115-136.
- Bohnsack, R. and A. Przyborski (2010). Diskursorganisation, Gesprächsanalyse und die Methode der Gruppendiskussion. Das Gruppendiskussionsverfahren in der Forschungspraxis. R. Bohnsack, A. Przyborski and B. Schäffer. Opladen, Verlag Barbara Budrich: 233-248.
- Bohnsack, R., A. Przyborski, et al. (2010). Das Gruppendiskussionsverfahren in der Forschungspraxis. Opladen, Verlag Barbara Budrich.
- Bortz, J. r. and N. Döring (2006). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg, Springer Medizin Verlag.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy Mythos oder Realität? Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa and R. Evans. Opladen, Leske + Budrich: 21-43.
- Coburn, W. W. and C. C. Loving (1998). The Card Exchange: Introducing the Philosophy of Science. The Nature of Science in Science Education: . The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. W. F. McComas. Dordrecht, Kluwer: 73-82.
- Deng, F., D.-T. Chen, et al. (2011). "Students' views of the nature of science: A critical review of research." Science Education **95**(6): 961-999.
- Denzin, N. K. (1978). "The Research Act. A Theoretical Introduction to Sociological Methods."
- Driver, R., J. Leach, et al. (1996). Young People's Images of Science. Buckingham, UK, Open University Press.
- Duschl, R. A. and R. E. Grandy (2008). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates. Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation. R. A. Duschl and R. E. Grandy. Rotterdam, Netherlands, Sense Publishers: 1-37.

- Ernst, F. (2010). Freiwilliges Engagement als Gegenstand von Gruppendiskussionen. Das Gruppendiskussionsverfahren in der Forschungspraxis. R. Bohnsack, A. Przyborski and B. Schäffer. Opladen, Verlag Barbara Budrich: 169-187.
- Felt, U., H. Nowotny, et al. (1995). Wissenschaftsforschung. Eine Einführung. Frankfurt, Campus.
- Flick, U. (2011). Triangulation. Eine Einführung. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Glaser, B. G. and A. L. Strauss (1998). Grounded Theory: Strategien qualitativer Forschung. Bern, Huber.
- Gräber, W. and P. Nentwig (2002a). Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa and R. Evans. Opladen, Leske + Budrich: 7-20.
- Gräber, W., P. Nentwig, et al. (2002b). Scientific Literacy - von der Theorie zur Praxis. Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa and R. Evans. Opladen, Leske + Budrich: 135-145.
- Gropengießer, H. (2005). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. P. Mayring and M. Gläser-Zikuda. Weinheim und Basel, Beltz Verlag: 172 – 189.
- Hammann, M. (2004). "Kompetenzentwicklungsmodelle. Merkmale und ihre Bedeutung – dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren." Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht (MNU) 57/4: 196-203.
- Heymann, H. W. (1996). Allgemeinbildung und Mathematik. Studien zur Schulpädagogik und Didaktik. Weinheim, Basel, Beltz Verlag.
- Hofheinz, V. (2008). Erwerb von Wissen über „Nature of Science“. Eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Pädagogik, Universität Siegen.
- Höttecke, D. (2001a). "Die Vorstellung von Schülern und Schülerinnen von der "Natur der Naturwissenschaften"." ZfDN 7: 7-23.
- Höttecke, D. (2001b). Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen (Understanding the nature of science historically. Didactical and historical investigations). Berlin, Logos-Verlag, Diss.
- Höttecke, D. (2012). Nature of Science im Unterricht - Was, wie und zu welchem Ende soll gelernt werden? Wien, AECC Biology Lectures, 25.1.2012.
- Höttecke, D., A. Henke, et al. (2010). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. Science & Education DOI 10.1007/s11191-010-9330-3, Springer.
- Höttecke, D. and C. C. Silva (2011). "Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles." Science & Education DOI 10.1007/s11191-010-9285-4.
- Kutscher, N. (2010). Die Rekonstruktion moralischer Orientierungen von Professionellen auf der Basis von Gruppendiskussionen. Das

- Gruppendiskussionsverfahren in der Forschungspraxis. R. Bohnsack, A. Przyborski and B. Schäffer. Opladen, Verlag Barbara Budrich: 189-201.
- Lamnek, S. (2010). Qualitative Sozialforschung. Weinheim, Basel, Beltz.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present and Future. Handbook of Research on Science Education. S. K. Abell and N. G. M. Lederman. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates: 831-880.
- Lederman, N. G., F. Abd-El-Khalick, et al. (2002). "Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science." Journal of Research in Science Teaching **39**(6): 497-521.
- Lederman, N. G. and J. S. Lederman (2012). Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. Second International Handbook of Science Education. B. J. Fraser, K. Tobin and C. J. McRobbie, Springer: 335-359.
- Lehrplan-AHS-Oberstufe (2008). Biologie und Umweltkunde. [http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp\\_neu\\_ahs\\_08.pdf](http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf), 19.4.2012.
- Lembens, A., H. Weiglhofer, et al. (2009). PISA 2006 Naturwissenschaft: Das Konzept aus fachdidaktischer Sicht. PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschaftlichen Schwerpunkt. C. Schreiner and U. Schwantner. Graz, Leykam.
- Mackay, L. D. (1971). "Development of understanding about the nature of science." Journal of Research in Science Teaching **8** (1): 57 - 66.
- Mayer, J. (2004). "Qualitätsentwicklung im Biologieunterricht." Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht (MNU) **57/2**: 92-99.
- Mayer, J. (2007). "Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen." 177-186.
- Mayer, J. (2011). Wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Wien, AECC Biology Lectures, 11.5.2011.
- McComas, W. F. (1998). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. W. F. McComas. Dordrecht, Kluwer: 53-70.
- McComas, W. F. and J. K. Olson (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. W. F. McComas. Dordrecht, Kluwer: 41-52.
- Michel, B. (2010). Das Gruppendiskussionsverfahren in der (Bild-)Rezeptionsforschung. Das Gruppendiskussionsverfahren in der Forschungspraxis. R. Bohnsack, A. Przyborski and B. Schäffer. Opladen, Verlag Barbara Budrich: 220-231.
- Nentwig-Gesemann, I. (2010). Regelgeleitete, habituelle und aktionistische Spielpraxis. Die Analyse von Kinderspielkultur mit Hilfe videogestützter Gruppendiskussion. Das Gruppendiskussionsverfahren in der Forschungspraxis. R. Bohnsack, A. Przyborski and B. Schäffer. Opladen & Farmington Hills, Verlag Barbara Budrich: 25-44.
- Osborne, J., S. Collins, et al. (2003). "What „Ideas-about-Science“ Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community." Journal of Research in Science Teaching **40**(7): 692-720.

- Priemer, B. (2006). "Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen." Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften **12**: 159-175.
- Radits, F., M. Bardy-Durchhalter, et al. (2010). KiP - Kids Participation in Educational Research. Forschendes Lernen in biowissenschaftlichen Projekten - ein fachdidaktisches Forschungs- und Entwicklungsprojekt (<http://www.univie.ac.at/aeccbio/kip>). Wien.
- Reinhoffer, B. (2005). Lehrkräfte geben Auskunft über ihren Unterricht. Ein systematisierender Vorschlag zur deduktiven und induktiven Kategorienbildung in der Unterrichtsforschung. Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. P. Mayering and M. Gläser-Zikuda. Weinheim und Basel, Beltz Verlag: 123-141.
- Riemeier, T. (2007). Moderater Konstruktivismus. Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. D. Krüger and H. Vogt. Berlin, Heidelberg, Springer verlag: 69-79.
- Ryder, J., J. Leach, et al. (1999). "Undergraduate science students' images of science." Journal of Research in Science Teaching **36**(2): 201-219.
- Sadler, T. D., S. Burgin, et al. (2010). "Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature." Journal of Research in Science Teaching **47**(3): 235-256.
- Schauble, L., L. E. Klopfer, et al. (1991). "Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation." Journal of Research in Science Teaching **28**(9): 859-882.
- Schreiner, C., S. Breit, et al. (2007). PISA 2006. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Die Studie im Überblick, Ziele und Organisation, Methoden und Tests, Aufgabenbeispiele. Graz, Leykam.
- Schwartz, R. S., N. G. Lederman, et al. (2004). "Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry." Science Education **88**(4): 610-645.
- Shamos, M. H. (2002). Durch Prozesse ein Bewußtsein für die Naturwissenschaften entwickeln. Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa and R. Evans. Opladen, Leske + Budrich: 45-69.
- Stadler, H., A. Lembens, et al. (2009). PISA Naturwissenschaft: Die österreichischen Ergebnisse. PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschaftlichen Schwerpunkt. C. Schreiner and U. Schwanter. Graz, Leykam.
- van Eijck, M., P. L. Hsu, et al. (2009b). "Translations of Scientific Practice to "Students' Images of Science"." Science Education **93**(4): 611-634.
- van Eijck, M. and W.-M. Roth (2009a). "Authentic science experiences as a vehicle to change students' orientations toward science and scientific career choices: Learning from the path followed by Brad." Cultural Studies of Science Education **4**(3): 611-638.
- Wagenschein, M. (2007). Verstehen ist Menschenrecht. . Naturwissenschaft in der Allgemeinen Weiterbildung. Probleme und Prinzipien der Vermittlung von Wissenschaftsverständigkeit in der Erwachsenenbildung. H. Bierbaum, P. Euler and B. S. T. Wolf. Bielefeld, W. Bertelsmann Verlag: 13 - 17.

- Weiglhofer, H. and I. Venus-Wagner (2010). Naturwissenschaftliche Bildungsstandards in Österreich. Bildungsstandards und Kompetenzmodelle. A. Gehrman, U. Hericks and M. Lüders. Bad Heilbrunn, Klinkhardt: 185-196.
- Wilson, L. (1954). "A study of opinions related to the nature of science and its purpose in society. ." Science Education **38(2)**: 159 – 164.
- Ziman, J. M. (1980). Teaching and learning about Science and Society. Cambridge (u.a.), Cambridge University Press.

## **11. Abbildungsverzeichnis**

*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.*

Abbildung 1: Scientific Literacy als Schnittmenge verschiedener Kompetenzen (Gräber, Nentwig et al. 2002b, S. 137).

Abbildung 2: Hans Christian Oersted demonstriert die Beziehung von Elektrizität und Magnetismus, [www.sciencephoto.com/image/227496/530wm/H4150073-Hans\\_Christian\\_Oersted-SPL.jpg](http://www.sciencephoto.com/image/227496/530wm/H4150073-Hans_Christian_Oersted-SPL.jpg) , 16.4.2012.

Abbildung 3: Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen (Mayer 2007, S.178).

Abbildung 4: Elemente des konstruktivistischen Lernansatzes (Riemeier 2007, S.70).

Abbildung 5: VNOS-C (Lederman, Abd-El-Khalick et al. 2002, S.509).

Abbildung 6: Triangulation unterschiedlicher qualitativer Methoden (Flick 2011, S.41).

Abbildung 7 – Abbildung 14: Diese Abbildungen wurden im Auswertungsprogramm MaxQDA (VERBI GMBH 2010) erstellt.

## **12. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Konsensfähige Ansichten über Naturwissenschaften (McComas et al. 1998, zitiert nach Priemer 2006, S.161).

Tabelle 2: 15 Mythen über die Naturwissenschaften (McComas 1998, S. 53; zitiert nach Priemer 2006, S.162).

Tabelle 3: Die drei Schulklassen des Forschungs-Bildungs-Kooperationsprojekts *Kids Participation in Research 2* (KiP<sup>2</sup>).

Tabelle 4: Verwendete Auswahl von übersetzten Statements und deren wissenschaftstheoretische Zugehörigkeit (Cobern and Loving 1998).

Tabelle 5: Vorgehensweise bei der qualitativen Inhaltsanalyse (Gropengießer 2005, S.176).

Tabelle 6: Konzepte im Überblick. Links: Gliederung nach Osborne, rechts: identifizierte Konzepte.

Tabelle 7: Anzahl der Konzepte in den beiden Gruppendiskussionen und in den Fragebogen-Erhebungen der drei Schulklassen.

Tabelle 8: Häufigkeit der Konzepte im Instrument „Fragebogen“ und im Instrument „Gruppendiskussion“.



### **13. Abkürzungsverzeichnis**

AAAS – American Association for the Advancement of Science (1993)

Abb. – Abbildung

bzw. – beziehungsweise

d.h. – das heißt

et al. – et alii

FB – Fragebogen

FB-Neuro – Fragebogen der Schulklasse vom Neuro-KiP

FB-Paly – Fragebogen der Schulklasse vom Paly-KiP

FB-Sea – Fragebogen der Schulklasse vom Sea-KiP

GD – Gruppendiskussion

GD-Neuro – Gruppendiskussion der Schulklasse vom Neuro-KiP

GD-Sea – Gruppendiskussion der Schulklasse vom Sea-KiP

i.d.R. – in der Regel

KiP – Kids Participation in Research

NCR – National Research Council 1996

NOB – Nature of Biology

NOS – Nature of Science

S. – Seite

SL – Scientific Literacy

u.a. – unter anderem

u.E. – unseres Erachtens

usw. – und so weiter

vgl. – vergleiche

VNOS – Views of Nature of Science Questionnaire

z.B. – zum Beispiel



## **Anhang**

### **Exemplarische Transkripte**

Da die Summe der Transkripte enorm umfangreich ist, werden exemplarisch ausschließlich die Transkripte, die von der Schulklasse des Sea-KiP-Projekts (10. und 11. Schulstufe) stammen, im Anhang angeführt.

Es folgt das Transkript der Sea-KiP-Gruppendiskussion und anschließend das Transkript aller Sea-KiP-Fragebögen.

#### ***Transkript Sea-KiP-Gruppendiskussion***

Filename: 2011\_03\_02\_GD\_SEA

Aufnahmedatum: 2011.03.02

Filelänge: 48:30

beteiligte Personen (FD, zwei Schülerinnen, sechs Schüler)

FD

S1 m

S2 w

S3 m

S4 m

S5 m

S6 m

S7 w

S8 m

S4: Wir werden aufgenommen, oder? 00:00:14-7

FD:Ja, genau. Sobald das rote Lamperl leuchtet- Aufnahme. Zum Aufnehmen heute gibt es noch eine Kamera, sie steht im Hintergrund. Hat ihren Zweck. Willkommen bei der zweiten Runde des heutigen Tages, ahm, ich würde gerne mit euch diskutieren heute über Wissenschaft und das was wir da diskutieren aufnehmen und dann auch abschreiben und damit man besser differenzieren kann, wer was wie wann gesagt hat, lassen wir hinten im Hintergrund die Kamera mitlaufen, die das ab-, das differenzieren von verschiedenen Stimmen erleichtert. Das ist der Grund warum die Kamera mitläuft, weil ansich geht es mir um den Ton und um den Text, der daraus entsteht. Ok. Teil 2 ist heute Gruppendiskussion zum Thema Wissenschaft, ähnlich wie der Fragebogen letzte Woche. Es geht heute auch, wie beim Fragebogen, nicht darum Wissen abzufragen, das interessiert mich nur am Rande. Mich interessiert, wie ihr, oder wie Schüler prinzipiell Wissenschaft verstehen. Welche Vorstellungen davon vorhanden sind und welcher Zugang dazu besteht? Dazu habe ich eine Gruppendiskussion mit zwei Blöcken. Der erste Block, da bitte ich euch, dass ihr auf den Zetteln Assoziationen aufschreibt. Begrifflichkeiten, die mit der Naturwissenschaft Biologie verbunden sind. Und beim zweiten Block gibts dann Karten von mir, da stehen Statements drauf, über die wir dann diskutieren. Ah, Block 1-fangen wir gleich damit an. Es sollten für alle Stifte und Blöcke vorhanden sein. Ah mit der Bitte, ungefähr fünf Minuten oder dergleichen auf Blöcke Begriffe zu sammeln, auf jeden Blatt einen, den ihr mit Naturwissenschaft assoziiert. Einfach Begrifflichkeiten, die euch jetzt einfallen. 00:02:18-5

S1: Einstein, Mädchen. 00:02:18-5

FD: Genau. 00:02:22-1

S2: Einfach irgendwas hinschreiben? 00:02:23-2

FD: Ah, auf jeden Zettel einen Begriff oder ein, ein- kann auch Begriff muss nicht immer ein Wort sein, es kann auch länger sein. 00:02:33-5

S1: Der Stift schreibt nicht. 00:02:37-9

S4: Meiner auch nicht. (lacht) 00:02:40-0

FD: Ok. Dann die dritte Diskussion, (unv.???) 00:02:47-1

S1: Sie werden sich das alles durchlesen? 00:02:48-5

FD: Ich bemühe mich. 00:02:50-8

S1: Also nein. (lacht) 00:02:52-5

FD: Oh doch, oh ja. Also Begrifflichkeiten, die ihr mit Naturwissenschaft in Verbindung bringt. 00:03:03-2

S4: So jetzt habe ich die drei Fächer, jetzt wird es schwer. 00:03:05-0

S2: Wieviele? 00:03:15-3

S4: Soviel du weißt. Alles was du weißt. 00:03:18-7

S3: Wenn da Block weg ist, ist es aus. 00:03:20-1

FD: Es geht auch gar nicht darum, wer mehr hat oder wer die besseren oder schöner geschriebenen hat (S4: Also schön geschrieben verlier ich.). Mich interessiert nur, mich interessiert was ihr mit Naturwissenschaft verbindet. 00:03:38-9

[SchülerInnen diskutieren untereinander]

S3: Wir haben alle das gleiche, oder? 00:03:47-3

S5: Ich probier (unv.???) ich könnte noch alle drei Fächer aufschreiben. 00:03:53-7

S1: Astronomie, Biologie, Chemie- es vereint alles. 00:04:13-3

S4: Pickst du sie so quer über den Tisch- irgendwann ist der ganze Tisch voll. (lacht) 00:04:22-1

S3: Nein, ist jetzt eh schon aus. 00:04:26-6

S1: Also Physik ist (unv.???) 00:04:36-0

S4: Schreiben wir Wasser. 00:04:36-6

S3: Wasser? 00:04:41-3

S4: Das ist die Grundlage des Lebens. 00:04:43-2

S1: Es steht Theorie da- kannst du nicht lesen? Wer lesen kann, ist klar im Vorteil. (lacht) 00:04:48-8

(SchülerInnen lachen) 00:05:07-2

FD: Ich bin mir sicher, es sind Ähnlichkeiten und das stört auch gar nicht. Ganz im Gegenteil. Weil die Zettel würde ich euch nachher, oder dass ihr, aufhört beim Begriffen sammeln, würde ich euch nachher bitten dann zu gruppieren und da ist es zu erwarten, dass Ähnlichkeiten zwischen eurenzetteln entstehen. 00:05:37-9

S1: Aso. Dann sollten wir es verdeckt hinlegen? 00:05:41-9

FD: Am besten mit Zitronensäure geschrieben. 00:05:46-1

S5: Ja, sollen wir es jetzt verkehrt hinlegen? 00:05:49-5

FD: Nein, gar nicht. 00:05:54-3

S5: Ich habe es die ganze Zeit verkehrt oben liegen.(SchülerInnen lachen) 00:05:55-3

S4: Mir fällt nichts mehr ein. 00:06:08-8

S6: Mir auch nicht. 00:06:09-2

FD: Bevor es kompliziert wird noch sich irgendwas aus dem Kopf zu saugen, ahm, fangen wir an mit dem gruppieren? 00:06:15-8

S4: Noch nicht. 00:06:19-2

S1: Ich habe aber erst sechs. 00:06:20-5

FD: Dazu ist (unv.???) relativ übersichtlich. 00:06:30-3

S7: Hauen wir alle Fächer dahin. 00:06:34-1

FD: Tschuldigung, ja. Ah, fangt ihr mal an eure Bereiche zu gruppieren. Da entsteht grad ein- du hast hier eine Fächergruppe. 00:06:44-5

S6: Ah, ja. 00:06:44-1

S3: Physik, Chemie 00:06:51-4

S4: Das habe ich auch. 00:06:51-6

FD: Und die anderen können schon mal anfangen eigene Gruppen sonst noch zu besprechen. Welche Gruppen 00:07:14-1

S7: Experiment 00:07:13-7

S2: Ja, Experiment habe ich auch hier. 00:07:15-8

S5: Habe ich auch. 00:07:19-3

S7: Forschung 00:07:19-0

S4: Forschung habe ich auch geschrieben. 00:07:20-8

S3: Forschung. 00:07:22-1

S2: Ja das gehört zusammen. 00:07:23-2

S4: Gehört das auch zu Experiment? 00:07:24-0

S7: Nein, Forschung gehört da her. 00:07:24-8

S4: Ok. 00:07:24-8

S6: Experimente da, ok? 00:07:25-9

S3: Da sind die Experimente. 00:07:28-4

S6: Also ich habe noch einmal Einstein. 00:07:30-3

S3: Einstein habe ich auch. 00:07:32-2

S2: Ich nicht, ich habe Darwin (unv.???) 00:07:34-9

S4: Geben wir da die Forscher hin einfach? 00:07:37-9

S: Ja. 00:07:38-1

S1: Mendel, Newton, Einstein- warte ich schreib es auf. 00:07:47-3

S6: (unv.???) kann man auch zu den 00:07:48-3

S2: Ja, ich habe Natur. 00:07:49-2

S: Theorie 00:07:49-3

FD: Welche Gruppen 00:07:49-8

S3: Ich habe auch Theorie. 00:07:51-5

SS: Theorie habe ich auch. 00:07:51-3

FD: Tschuldigung, welche Gruppen, welche Inhalte haben sollen, die macht ihr euch selber aus. Mich interessiert einfach dann nur, warum welche Karten in welcher Gruppe gelandet sind. 00:08:04-1

S3: Aso, gut. 00:08:03-1

S4: Also ich habe noch Naturgesetze. 00:08:04-9

S7: Ich habe auch Naturgesetze. 00:08:05-7

S1: Gesetze, Kirche, Glaube 00:08:10-3

S: Nobelpreis 00:08:11-7

S4: Wo soll ich Wasser hintun? 00:08:16-8

S3: Spezien 00:08:14-2

S7: Ich habe auch Spezien. 00:08:19-8

S1: Wer hat Nobelpreis? 00:08:19-7

S7: Spezien von Tieren. 00:08:20-6

S4: Wer will Wasser? 00:08:18-1

S3: Spezies heißt das. 00:08:22-5

S1: Hypothese? 00:08:22-8

S7: Nicht eine Spezies, mehrere. Eine Spezies, mehrere Spezien. 00:08:27-5

S5: Da ist Forschung, oder? 00:08:30-2

FD: Tschuldigung. Schulfach tun wir weg, damit wieder mehr Platz ist. 00:08:38-1

S3: Licht. Hat irgendwer Formeln oder sowas? 00:08:38-7

S4: Wasser. Wenn du Licht hast, habe ich Wasser. 00:08:41-0

S5: Formeln, Formeln gehört doch zu, zu Dingen? Zu Theorien. 00:08:46-6

S7: Wo ist dann die Natur? 00:08:47-2

S2: Da. 00:08:48-5

S7: Was ist das? 00:08:52-8

FD: Ok? 00:08:52-7

S: Forscher. 00:08:54-3

S: Hypothese gehört auch dahin. 00:08:56-0 00:08:56-5

S: Hypothese kannst du zu Theorie geben. Wo ist Theorie? 00:08:56-5

S4: Irgendwas mit Wasser. 00:08:59-3

S3: irgendwelche Stoffe aus der Natur gehören dahin. 00:08:58-9

S1: Ich habe Denken. 00:08:58-9

S7: Nachdenken. 00:09:00-2

S2: Denken, Gesetze 00:09:06-1

S1: Fehler (lachen) 00:09:06-0

S1: Evolution 00:09:12-6

S2: So wie Gesetze (S5: Natur). Ja, Natur habe ich auch. 00:09:14-7

S1: Ja, Natur, Flora, Fauna dahin. 00:09:16-6

S4: Warum ist mir Natur nicht eingefallen? Ich bin ein Trottel. 00:09:19-5

S5: Da gebe ich die Spezien dazu. 00:09:20-7

FD: Welche Gruppen gibt es da? Da gibt es eine Gruppe, die heißt Forschung, oder? 00:09:30-0

S7: Ja. 00:09:31-1

S3: Forschung, Experimente, so was. 00:09:32-1

FD: Was steht da alles drinnen? 00:09:33-6

S4: Forschung (lacht) 00:09:36-3

S5: Ich habe Finanzierung noch reingegeben. 00:09:40-1 00:09:41-9

S2: Ich habe noch Energie und Gesetze. 00:09:42-6

S4: Eigentlich hätten wir Experiment auch zu Forschung geben können. 00:09:43-9

S6: Eigentlich schon. 00:09:46-3

S1: Keiner hat Nobelpreis? 00:09:47-4

S4: Eigentlich gehört das hier auch dahin. 00:09:50-1

S2: Wir haben sovielen Experimente 00:09:54-4

S7: Ja, wir haben alle Experimente. 00:09:55-5

S6: Es ist Experimente, Forschung, Finanzierung 00:09:59-4



S2: Gesetze und Energie 00:10:01-1

S7: Gesetze gibt es auch. 00:10:01-5

FD: Experimente ist wieder eine eigene Gruppe. Warum? Passt Experimente nicht zur Forschung?  
00:10:05-4

S7: Es passt schon, aber es ist wieder ein zu großer Stapel. (lachen) 00:10:04-7

S3: Sonst hält es nicht mehr zusammen. 00:10:09-9

S7: Energie, wohin nimmst du Energie? 00:10:14-6

S2: Natur. 00:10:15-1

S7: Habe ich auch gedacht. 00:10:16-2

S2: Energie zu Natur? 00:10:17-7

S7: Ich habe Metamorphose zu Natur getan. 00:10:19-0

FD: Was sagen die anderen? 00:10:20-4

S4: Ja, Forschung ist ohne Experimente schwer oder zack. 00:10:22-5

S5: Zum beweisen ist es halt relevant, Experimente zu benutzen. Oder seine Hypothese zu bestätigen.  
00:10:32-9

FD: Warum habt ihr euch dann entschlossen dann noch eine eigene Gruppe daraus zu machen?  
00:10:35-7

S3: Damit es sich mit den Zettel ausgeht. (lachen) 00:10:37-0

S7: Man könnte genau so gut fast alles in Forschung reintun. (S3: Ja) Weil Gesetze werden mit der  
Forschung gemacht, die ah, Formeln auch, Wasser nicht, Formeln. Wieso ist Wasser bei Formeln? (S3:  
Zweimal Wasser) Ah, ok. 00:10:52-9

FD: Ja, wie heißt diese Gruppe da? 00:10:54-9

S1: Wasser, Formeln, ich weiß nicht. (lachen) 00:10:59-6

FD: Ok. 00:11:00-1

S3: Was steht da unten noch?- Licht. 00:11:01-1

FD: Was liegt da am Stapel? 00:11:02-0

S4: Was ist das? Das sind die Forscher. Forscher und Wissenschaftler. 00:11:06-4

FD: Namen, ok. Das sind eine relativ, eine relativ klare Gruppe. Dann haben wir Experimente, Gesetze. Wie habt ihr es dahinten? 00:11:09-5

S5: Was? 00:11:12-3

S7: Ich habe- das hier ist Denken und Nachdenken 00:11:15-1

S3: Intelligenz (lacht) 00:11:16-7

FD: Warum ist das eine eigene Gruppe? 00:11:18-0

S1: Weil es einfach dazugehört. (lachen) Das ist das was man mal, glaube ich, braucht, oder? 00:11:25-6

S5: Eigentlich gehört da noch Kreativität und so Zeugs 00:11:27-2

FD: Gibt es sowas? 00:11:29-7

S4: Nein. 00:11:29-8

S1: Ich wollte es gerade schreiben. (lachen)00:11:31-5

FD: Ok. 00:11:32-3

S1: Soll ich es hinschreiben? 00:11:35-4

FD: Dann die nächste große Gruppe dahinten. 00:11:35-9

S7: Das ist Verschiedenes. 00:11:38-5

S4: Theorie. 00:11:39-3

S7: Da steht ersteinmal Theorie und da sind komische Sachen drin. 00:11:42-2

S1: Nein, da steht nur Theorie bei mir. (S7: Aso) Es ist dann halt noch 00:11:44-0

FD: Was, was ist da? 00:11:47-3

S5: Entstehungen. 00:11:47-2

S7: Hypothese und Blitzidee, ja. 00:11:49-7

S1: Da ist Natur, Energie, was weiß ich....Spezien, Flora, Fauna 00:11:54-4

S4: Das könnte man zu Licht und Wasser geben. 00:11:55-0

FD: Gibt es noch- war nicht Natur auf dem Stapel da auch? Nein. 00:11:58-3

S7: Natur ist dahinten. 00:11:58-9

S5: Wir haben da Natur. 00:12:00-0

S7: Aber da sind verschiedene Sachen drin. 00:12:00-7

S6: Eigentlich gehört Wasser und so auch zu Natur. 00:12:03-5

S7: Ja, gib mir das. 00:12:01-6

S6: Flora und Fauna. 00:12:05-0

FD: Was gibt es dann sonst noch für einen Stapel? 00:12:06-6

S3: Was ist das? 00:12:09-4

S4: Ok. Nobelpreis. Den kriegen diese ganzen Typen da. 00:12:14-4

FD: Dann kassier ich einmal den Namensstapel ein, der nimmt da viel Platz weg. Der ist relativ klar diskutiert. Was ist da für eine Gruppe noch in der Mitte, die schaut irgendwie relativ noch ungelöst aus? 00:12:23-6

S5: Was? Das da? 00:12:25-0

FD: Das da, ja. 00:12:25-1

S7: Das war Formeln. 00:12:26-8

S2: Ja, da steht Formeln und noch einige 00:12:30-3

S3: Licht? 00:12:30-3

S7: Nein, Licht haben wir zu Natur gegeben. 00:12:32-4

S1: Da ist Technologie? 00:12:36-9

S7: Technologie kannst du zu Experimente? 00:12:41-7

S5: Nein, Technologie zu Forschung. 00:12:43-7

FD: Warum? Was hat Technologie und Forschung gemeinsam? 00:12:47-0

S5: Man kann mit Technologien irgendwie mehr, meistens mehr erreichen einfach. In den Forschungen. 00:12:58-9

S1: Technologien sind die Ergebnisse einer Forschung. 00:13:01-0

S2: Teilweise. 00:13:00-3

S1: Teilweise, ja. 00:13:03-8

S5: Und können dann auch weiters helfen um Neues herauszufinden. Besser. Leichter. Vereinfachter. 00:13:13-4

S1: Obwohl, Technologie muss nicht immer mit Forschung irgendwas zu tun haben. 00:13:17-2

S2: Du hast gerade etwas anderes gesagt. 00:13:15-9

S1: Weil wenn man die Leute, die das Rad erfunden haben, die haben auch nicht geforscht, glaube ich. 00:13:28-6

FD: Haben geforscht? 00:13:29-1

S7: Ja, aber sie haben sich auf, auf, sie haben sich auf Physik, sie haben sich auf Physik belegt. 00:13:34-4

S1: Oder, die die Feuer, Feuer, Feuer erfunden haben, haben auch nicht. 00:13:37-0

S7: Ja, klar. Feuer ist keine Technologie. 00:13:39-3

S1: Doch sicher ist Feuer eine Technologie. 00:13:40-8

S7: Nein. 00:13:41-0

S5: Ja, um was zu beweisen - Technologie ist der Fortschritt. 00:13:42-7

FD: Du würdest sagen, Feuer ist Technologie? 00:13:47-1

S1: Ja, sicher. 00:13:48-1

S5: Glaube ich eher nicht. 00:13:51-4

S7: Nicht so ganz. 00:13:51-1

S3: Eher nicht. 00:13:52-0

S1: Warum ist Feuer nicht Technologie? 00:13:53-3

S7: Weil Technologie das gleiche ist wie Technik. 00:13:59-1

S2: Ja. 00:13:58-6

S5: Das ist irgendwie was Natürliches. 00:14:01-8

S3: Außer du verwendest ein Feuerzeug. (lachen)00:14:04-4

S1: Ah ich finds, also (...) Solang du mir nicht Technologie definieren kannst, ist Feuer eine Technologie. 00:14:14-4

FD: Ok, probieren wir es einmal. Wie definieren wir Technologie? 00:14:16-2

S7: Technik. 00:14:17-5

FD: Technik. 00:14:18-5

S6: Irgendein Gerät, das dir den Alltag erleichtert, oder. 00:14:24-4

S1: Feuer, Feuer (schreit) 00:14:25-1

FD: Das genügt. Ah, tschuldige ich würde gerne sagen, Spaß ist lustig, aber ich würde es gerne zumindest verstehen können. Ok? 00:14:28-8

S5: Hilfsmittel, einfach einmal. 00:14:32-9

FD: Ja, du hast was gesagt. 00:14:34-8

S3: Also irgendeine Techno, irgendwas, das dir den Alltag erleichtert. Irgendeine Maschine, oder irgendwas. 00:14:40-3

S7: Nicht natürlich und auf Gesetze begründet. 00:14:40-3

S2: Ja, ja stimmt schon. 00:14:43-5

S1: Technik, Technik kann ja auch sein, in der Bäckerei verwendet man auch Techniken zu backen. Das ist ja auch eine Technik. 00:14:52-0

S3: Ja Technik, aber nicht Technologien. 00:14:53-4

S7: Es gibt verschiedene 00:14:51-6

S6: Technologie ist dann der Backofen. 00:14:55-5

S1: Es ist kompliziert. 00:14:57-8

FD: Was ist dann der Unterschied zwischen Forschung und Technik? 00:15:02-3

S2: Mit Forschung erreicht man neue Technik. 00:15:04-3

S: Ja, genau. 00:15:07-7

S4: Forschung ist der Grundstein dafür. 00:15:09-9

S1: Muss nicht sein- kann auch Zufall sein. 00:15:13-0

S7: Es ist nicht neue Sache herausfinden. Forschen ist neue Sachen herausfinden. 00:15:18-4

S2: Technologie ist kein Zufall. 00:15:21-2

FD: Ok. Vielleicht noch einmal zurück zu den Gruppen. Da gibt es einen Teil, eine Gruppe, die heißt Technik. Wenn ich das im Kopf habe? Hier sind die Gesetze. Dann ist da daneben so Experimente. Dann gibt es eine solitäre Gruppe mit Denken, Nachdenken. Die da hinten überblicke ich nicht mehr. 00:15:35-8

S1: Formeln. 00:15:34-3

S5: Das sind Formeln. 00:15:36-5

S7: Da sind nur Formeln. 00:15:39-1

FD: Ok. 00:15:39-7

S2: Das ist Theorie. Und hier haben wir Natur. 00:15:44-2

S5: Eigentlich zu Forschung kommt auch noch, meiner Meinung nach, Kirche und Glauben, weil irgendwie wenn man jetzt hat Finanzierung, das ist auch manchmal ein Gegenspieler, warum jetzt eine Forschung, zum Beispiel nicht zustande kommt, oder so. Und ich glaube auch, also, eine Forschung, keine Ahnung eine Theorie wird dann wahrscheinlich nicht anerkannt von irgendwelchen Leuten, die jetzt, oder einfach zum Beispiel diese Evolutionstheorie wird ja noch immer nicht anerkannt von Leuten, die (S2: sehr religiös sind) ja, sehr religiös sind und starken Glauben haben und ich glaube die Kirche spielt da schon ordentlich mit. Wie, weil wie es dann zu den Naturwissenschaften gekommen ist, ist, na eigentlich schon, es ist einfach ein Gegenspieler von Wissenschaften einfach. 00:16:27-5

S4: Da hat er Recht. 00:16:28-1

S1: Das ist ja auch selber eine Wissenschaft. 00:16:30-0

S5: Da wurde irgendwie, die Kirche hat immer alles selber erklärt durch Gott und dann kam die Wissenschaft, Naturwissenschaft vor allem, dann ist alles also im Gegenteil zum Beispiel bewiesen. Also ich weiß nicht, wo wollt ihr das hingeben? 00:16:43-2

S7: Ja, können wir zu Forschung geben. 00:16:46-3

FD: Ok? Da hinten waren noch zwei Gruppen. 00:16:52-9

S1: Da ist einfach Theorie und 00:16:50-6

FD: Nein, die die ganz ganz hinten. 00:16:55-2

S1: Natur. 00:16:56-0

FD: War das eine Gruppe? 00:16:56-4

S7: Energie. 00:16:57-2

S1: Das ist Natur. 00:16:58-8

FD: Ok. Das ist eine Gruppe. 00:17:01-3

S1: Das sind Teile. 00:16:57-3

FD: Ok. Gut. Dann danke für die erste Runde. Da kamen die Inputs von euch. In der zweiten Runde kommen die Inputs von mir. Es gibt für jeden von euch - gebt ihr es mal so rum- ein so ein Packerl. Da sind sechs Karten drinnen. Auf den sechs Karten stehen Statements darauf, die euch bitte zu lesen und für euch zu sortieren, in die Richtung (unv.??). 00:17:32-3

S1: Da ist schon 00:17:33-6

FD: Ah, da ist ein Tixo drauf, entschuldige. Genau, ja. Mein, mein Joker- Packerl. Ahm, dass ihr euch die Statements mal durchlest und für euch auch einmal definierts, könnt ihr die Meinung vertreten, oder das Statement, oder ist das für euch, aus eurer Sicht irgendwie nicht zu vertreten. Als ersten Schritt und als zweiten Schritt dann, dass man erklärt, also die Karten vorliest (S: Sind das die gleichen?)- das sind überall die gleichen, nur in einer anderen Reihenfolge. (S5: Es sind immer die gleichen?) Genau, jeder hat sechs gleiche, nur sind sie in einer anderen Reihenfolge. Und dass man als zweiten Schritt dann darüber diskutieren. Ein Person diskutiert - ich nehme die Gruppe an mich- dass das eher hier nicht so passt. Ungefähr klar? Falls es bei den, bei den Statements selber mal Fragen gibt, einfach nachfragen. 00:18:44-0

[SchülerInnen lesen] 00:18:56-0

FD: Sind alle durch? (.....) Braucht wer noch Zeit? Sonst fangt einmal einer an mit einer Karte und erklärt wo, in welche Gruppe eingeordnet worden ist und warum. 00:20:05-9

S8: Wie in welche Gruppe? 00:20:08-5

FD: Ahm, passt es für dich oder passt es nicht oder (unv.???) 00:20:13-2

S8: Aso, ok. 00:20:13-3

FD: Kannst du, ja fang einfach an. 00:20:16-3

S1: Ich habe eines, bei dem bin ich mir, also es ist halb, halb, würde ich sagen. Also es ist: " Eine Wissenschaftlerin sollte sich, bei seinen/ihren Beobachtungen und Experimenten nicht von Theorien beeinflussen lassen." Einerseits, ahm, sollte, sollte man sich schon von Theorien beeinflussen lassen, denn man kann ja irgendwie nicht alles von, irgendwie von Null erforschen, sondern muss auch auf frühere Theorien zurückgreifen können um neue Theorien zu schaffen. Aber andererseits, wenn man selber glaubt, dass die Theorie nicht stimmt, kann man, also kann man ja eigentlich, sollte man nicht von dieser Theorie beeinflusst werden. Also ich würde sagen, von beiden Seiten würde ich, würde ich meinen es ist halb-halb, ja.(....) 00:21:04-0

FD: Wollt ihr dazu noch gleich anschließen? 00:21:03-7

S7: Ich finde das eigentlich auch so. 00:21:07-6

S2: Ja. 00:21:07-4

FD: Hat das für einen anderen, sich anders eingeordnet? (.....) Oder haben es alle so in der Mitte stehen. (.....) Weil für mich dann die Frage, wie entscheide ich ob eine Theorie gut ist, ob ich mich jetzt voll darauf stützen soll oder ob ich irgendwie sagen kann, schlecht und deswegen 00:21:39-7

S1: Nein, weil wenn man beweisen kann, dass die Theorie nicht ganz so stimmt, könnte man sie entweder ganz irgendwie verwerfen oder irgendwie, ahm, oder irgendwas dazu beitragen, dass sie eben wieder auf den richtigen Weg kommt, irgendwie. Also ich würde sagen, eine Theorie ist nur dann irgendwie schlecht, wenn sie nicht wichtig ist. Also wenn man, wenn man irgendwie einen Gegenbeweis dazu bringen kann. Also meiner Meinung nach.(.....) 00:22:18-3

FD: Was sagen die anderen? (.....) 00:22:23-8

S2: Schwierig. 00:22:25-3

S1: Man kann es ja aus zwei Sichten sehen. Was ist mit schlecht gemeint? Schlecht, das es nicht richtig ist oder schlecht, dass es für die Menschheit schlecht ist. Ich meine, ahm, nehmen wir, ich weiß nicht, ja Atombomben, Relativitätstheorie ist auf der einen Seite gut und auf der anderen Seite schlecht. Ist es jetzt dann wirklich schlecht, aber sie ist ja richtig. Es ist nicht ganz falsch. Deswegen, also man kann, man kann das nicht wirklich definieren. Ich mein, also ,nicht 00:22:53-4

S6: Man muss "schlecht" definieren. 00:22:54-9

S1: Ja. Ist schlecht, schlecht für uns oder schlecht, schlecht für die naturwissenschaftliche Allgemeinheit. Das was die Theorien und Technologien betrifft und keine Ahnung. 00:23:07-4

FD: Ich habe "schlecht" nur eingebracht, weil du gemeint hast, wenn es eine gute Theorie ist, dann (unv.??). Wie würdet ihr schlechte Theorien versuchen zu definieren? 00:23:19-8

S7: Wenn sie nicht stimmen. 00:23:23-9

S2: Wenn sie auf wenig Überlegung aufgebaut sind. Wenn man einfach so irgendwas halt mal sagt. 00:23:29-3

S4: Wenn man es nicht beweisen kann. Wenn man eine Theorie hat, aber es nicht beweisen kann. 00:23:32-6

S1: Obwohl das ist auch nicht wirklich, das ist auch nicht wirklich. Wenn, auch wenn man es nicht beweisen kann, muss es ja nicht schlecht sein. 00:23:39-2

S2: Könnte es richtig sein. 00:23:42-1

S4: Ja, ja es könnte. 00:23:42-3

S1: Wenn es nicht, na logisch klingt, ich weiß nicht. 00:23:46-4

S5: Ja, wie du gesagt hast. Mit der Relativitätstheorie und der Atombombe, es ist ja genial eigentlich und man hat auch erweitert, muss man sagen. Und dann, auf uns, glaube ich, wirkt es nicht so gut, aber 00:24:03-3

S1: Es ist schon ein menschlicher Fortschritt. Irgendeine andere Dimension. 00:24:06-5

S6: War es eine gute Theorie? 00:24:08-3

S1: (unv.???) 00:24:11-2

S6: Was dann daraus folgt, das ist dann 00:24:15-2

S1: Ja, wie wie wir damit umgehen, eigentlich, vom Prinzip her, also. 00:24:20-3

S2: Außer das hat was mit der Theorie zu tun. 00:24:24-1

S1: Indirekt. Man kann, man kann ja auch (..) egal. 00:24:28-5



S7: Ich finde man sollte überhaupt nicht davon ausgehen, ob eine Theorie gut ist, weil jemand was blödes damit anstellt. Dass sie dadurch schlecht ist. Ich finde es ist nur ob sie stimmt oder nicht stimmt oder halt stimmen könnte. Halt, solange sie stimmen könnte 00:24:43-1

S5: Ja, aber war es jetzt gut, dass ich sie gefunden habe, oder nicht? 00:24:46-1

S7: Ja, aber das ist ja nicht die Theorie selbst. Das ist, ist es gut dass man sie gefunden hat? 00:24:52-8

S5: Ja gut, dass man sie, das liegt ja in einem drinnen. 00:24:57-6

FD: Wie würdet ihr so Theorien versuchen zu beweisen? 00:25:04-4

S2: Ja, so wie es alle tun.(lachen) Ja, durch Experimente. 00:25:12-9

S7: Rechnungen, Beobachtungen 00:25:20-4

S5: Fotoshop (lachen) (.....)00:25:23-5

FD: Ok, schauen wir zur nächsten Karte. Wer mag? 00:25:37-5

S7: Ich nehm meine. Ich habe auch so eine die eher in der Mitte liegt. Das mit den "WissenschaftlerInnen sollen für die Gesellschaft bestimmen". Und ich finde es zwar, also, bezüglich der Energie, die man verwenden soll, das finde ich schon gut. Weil damit kennt sich niemand aus und so, aber allgemein finde ich, dass die Wissenschaftler vielleicht die Gesellschaft informieren sollte und dann die Gesellschaft das treffen kann. Also eigentlich bin ich nicht dafür, dass sie es- die Entscheidung treffen. 00:26:08-6

S5: Teilen. 00:26:09-9

S2: Ich bin schon dafür. 00:26:11-2

S7: Sie sollen, sie sollen nein sie sollen wirklich alle darüber informieren und dann die Gesellschaft treffen lassen. 00:26:19-8

S6: Sie haben ja eine eigene Meinung, die Gesellschaft soll sich auch ihre eigene Meinung darüber bilden können. 00:26:25-2

S1: Ja, das ist ja eigentlich das Problem. Es gibt, es gibt bei Entscheidung nicht immer die beste Entscheidung, sondern es gibt vielfältige Entscheidungen. Mal bringt sie Vorteile für die einen, mal für die anderen und will ich nicht wirklich sagen, dass sie die 00:26:37-5

S2: Aber die Wissenschaftler treffen jetzt nicht die Entscheidungen, alle, was du anziehst oder so, sondern, eben in Forschung und da kennen sie sich einfach am Besten aus. 00:26:46-6

S1: Auch wenn sie sich gut, nein 00:26:47-6

S2: Also deswegen finde ich nicht, dass es stimmt. 00:26:49-4

S1: Wenn wir von Energieform reden, also, willst du jetzt billige Energie, willst du nicht umweltschädliche Energie, ich meine, da kann man in viele Richtungen schauen. 00:26:59-4

S7: Ja, wenn sie sagen 00:26:59-5

S2: Ja, da sind die Wissenschaftler selbst ja auch nicht gleicher Meinung. 00:27:02-1

S1: Ja, eben. 00:27:01-8

S7: Eben. Atomenergie verwenden weil da braucht man am wenigsten von- und das kann man so schnell herstellen. 00:27:08-4

S2: Ja, das stimmt. 00:27:10-6

S1: Ja, genau. 00:27:09-0

S7: (unv.???) 00:27:09-5

FD: Wie kann man entscheiden, wenn Wissenschaftler nicht auch alle einer Meinung sind? 00:27:17-3

S7: Wissenschaftler bestimmen. 00:27:16-8

S2: Mehrheit. 00:27:20-0

S5: Naja, Demokratie bringt aber (unv.???) 00:27:20-9

S1: Volksabstimmung 00:27:24-0

S5: Es gibt jetzt nie, es ist ja nicht die Überzahl jetzt Wissenschaftler und so. Das würde ja nicht funktionieren, wenn man da abstimmt, jetzt zum Beispiel: die Wissenschaftler wollen Atomkraftwerk oder was weiß ich, damit, ah weil das der billigste Weg ist und dann auf der anderen Seite, nein, sonst, wenn das jetzt so wie in Tschernobyl ist, dass das explodiert und zum Beispiel in Österreich gibt es ja das Problem, jetzt stellen sie sich die Frage, sollen wir jetzt welche... 00:27:51-1

S7: Österreich soll austreten. 00:27:55-0

S2: Wissenschaftler sind nie alle einer Meinung. 00:27:57-3

S5: Ja, eigentlich nie alle einer Meinung, aber(...) Aber meiner Meinung nach, würde das nicht funktionieren, also abstimmen würde nicht funktionieren. 00:28:05-9

FD: Damit meinst du jetzt die Bevölkerung allgemein (S5: Ja), oder die Wissenschaftler abstimmen? 00:28:08-8

S2: Naja, in Österreich haben sie ja abgestimmt. 00:28:12-1

S5: Ja, eh. Das finde ich nicht. 00:28:15-0

FD: Das heißt du, du würdest dafür plädieren, dass Wissenschaftler den Weg vorgeben. 00:28:19-4

S5: Ja. 00:28:19-6

S1: Na, dann, dann stellt sich ja die Frage, wer, wer übernimmt die Haftung für die, für diese Entscheidung. Ich meine, wenn in Zukunft, dann irgendwas Schlechtes passiert, ob jetzt dann die

Wissenschaftler doch. Also natürlich. Sie können die Entscheidung ja treffen wenn sie wollen, aber sie müssen sich auf, darauf gefasst, sie müssen darauf gefasst sein, dass es irgendwie auch schlecht ausgehen könnte. Und wie gesagt, bei allen Sachen muss man, kann man das nicht wirklich richtig abwägen, weil auf der einen Seite ist es, ist es immer irgendwo ein Nachteil oder ein Haken, bei jeder Sache, also meiner Meinung nach. 00:29:00-7

S2: Ja, sowieso. 00:29:02-0

S1: Auch wenn es nur, wenn es nur, ich weiß nicht. Nehmen wir Energieformen. Auch wenn es nur zwei Energieformen geben würde, also in unserer Welt, kann man nicht sagen, die eine ist besser als die andere, sondern, ich weiß nicht. Das kann man nicht richtig, ahm sagen ja.(.....) 00:29:24-2

FD: Du zweifelst ein bisschen noch? 00:29:25-7

S2: Hmm? 00:29:25-7

FD: Du zweifelst noch ein bisschen? 00:29:25-4

S2: Ja. 00:29:31-2

S1: Ja, das Problem ist, wir können nicht in die Zukunft schauen und sagen, wenn wir das machen, wie wird es in Zukunft ausschauen, weil man kann ja nie wissen, was als nächstes passiert, in der nächsten Sekunde passieren kann. Ja. Also, ja. Daher kann man einfach unterscheiden- man kann nicht hundertprozentig sagen, dass eine Entscheidung gut ist. Nie hundertprozentig. 00:29:54-5

FD: Entschuldige, noch einmal. Was sind denn Zweifel? 00:30:00-1

S2: Ich? 00:30:00-8

FD: Mhm. 00:29:58-6

S2: Aso, ahm, bezüglich was jetzt? 00:30:01-4

FD: Weil, weil du gemeint hast, du bist irgendwie nicht, nicht so ganz der Ansicht. 00:30:07-5

S2: Aso, naja es kommt eigentlich auch sehr auf die Entscheidung selbst an. Wenn jetzt Wissenschaftler, ich weiß nicht, eben mitten in der Forschung sind oder so, dann werden sie jetzt nicht die Gesellschaft darüber abstimmen lassen wie ihr nächster Forschungsweg ist. Sondern dann bei dem Ergebnis, ja, das kommt einfach darauf an (...) 00:30:29-9

S7: Ja, aber es steht ja Entscheidung für die Gesellschaft treffen. 00:30:34-8

S2: Ja, eh, also. 00:30:36-9

S7: Nicht für die Forschung. 00:30:37-2

S1: Naja, im Bezug auf, also bei manchen, bei einigen könnten die WissenschaftlerInnen eigentlich schon Entscheidungen treffen. Zum Beispiel, ahm, wir haben ja bei manchen Staaten in den USA das Problem, dass die Evolutionstheorie eben nicht anerkannt wird und eben nicht gelehrt wird. Dass die Wissenschaftler sich eben dafür einsetzen, dass sie überhaupt durchgebracht wird. Also, da könnten

Wissenschaftler wirklich entscheiden, ob oder ob nicht diese Theorie eben, ich weiß nicht, an Schulen gelehrt wird. 00:31:11-6

S7: Für Information ist es immer gut. 00:31:11-6

S2: Aber oft können sie ja gar nicht entscheiden, eigentlich. 00:31:12-1

S4: Ja, das liegt nicht bei den Wissenschaftlern. 00:31:15-2

S2: Ja, an der Politik dann eigentlich. 00:31:16-2

S4: Wie da A. vorhin gesagt hat, bei der Kirche. 00:31:17-9

S2: Ja, eh. (.....)00:31:17-9

FD: Also noch eher so ein offener Punkt, oder? Schauen wir zur nächsten Karte. 00:31:36-6

S1: Wer will, wer mag, wer hat noch nicht? 00:31:39-3

S2: Also, bei der Karte: "Was WissenschaftlerInnen tun, wird selten einen praktischen Nutzen haben."  
(S4: Das ist ein Blödsinn.) Das ist falsch. 00:32:01-9

S7: Ja. 00:32:04-6

S1: Nein, da muss ich wieder widersprechen, na, das steht für mich wieder... 00:32:07-9

FD: Entschuldige, lassen wir sie mal kurz erklären, warum sie das... 00:32:09-0

S2: Aso, ja, also unsere gesamte Gesellschaft ist auf Ergebnisse aufgebaut, die die Wissenschaft bis jetzt herausgefunden hat. Ohne diese Ergebnisse wären wir jetzt noch in der Ein- Stein- (S4S6: Steinzeit) Steinzeit. Einsteinzeit. (lachen) Es ist einfach Telefon, Handy, Internet, Auto, das sind alles Ergebnisse, ohne, ohne die ohne der Wissenschaft nicht möglich gewesen wären, oder so. Also finde ich, dass es völlig falsch ist. 00:32:35-5

S7: Ja. 00:32:35-5

S6: Ich mein, es wird nicht alles einen Nutzen haben, aber der größte Teil schon. 00:32:41-3

S2: Ja, eh. Man kann nicht sagen, dass alles genutzt wird. 00:32:42-0

S1: Ja, eben nicht alles. 00:32:44-2

FD: Du wolltest noch was sagen?

S1: Ich wollte sagen, es gibt ja auch Wissenschaftler, die machen, also sie werten irgendwelche Ergebnisse aus, die eigentlich nichts an, an der ganzen Gesellschaft verändern würde. Also, ich weiß nicht, also es wird ja, ich weiß nicht mehr wo, also wird der Ig- Nobelpreis ja verliehen, für die unwichtigsten Entdeckungen des Jahres oder was weiß ich. Auf jeden Fall die, diese Leute, die das entdeckt haben, die haben wirklich, gewissermaßen kein Leben. (lachen) Das ist- von dem hat man wirklich keinen praktischen Nutzen. Von diesen Entdeckungen. Ich weiß nicht. Ich weiß nicht, was für

Entdeckungen da dabei waren. Also mir fallen jetzt nicht gleich einige ein, aber das waren wirklich ein paar lustige. 00:33:36-6

S7: Ja, in der Frage steht, was WissenschaftlerInnen, alle, so im Großen gesehen, weil im Großen gesehen, kann man nicht sagen, diejenigen jetzt nicht. Finde ich, also, ich bin auch der Meinung, dass es stimmt. Also, ich finde, ne dass es nicht stimmt, eben. Das hat sehr wohl einen Nutzen schon gehabt und auch weiterhin vermutlich. 00:33:59-3

FD: Ist es ein Ziel von Wissenschaft Nutzen zu bringen? 00:34:00-2

S2: Nutzen und Wissen, oder? 00:34:04-0

S5: Verständnis. Verständnis damit wir zum Beispiel mit Naturwissenschaften die Welt verstehen lernen, einfach. Das finde ich auch wichtig. 00:34:14-3

S2: Um sie besser zu behandeln. 00:34:15-0

S5: Ob es jetzt- wir können das nicht praktisch anwenden. 00:34:16-0

S6: (unv.???) seine eigene Neugier zu stillen. Weil die irgendwie den Drang haben, alles zu wissen und weil wenn die, wenn die nicht neugierig wären, würde sie das alles gar nicht interessieren. 00:34:27-4

S7: Stimmt. 00:34:28-0

S5: Es gibt ja auch Wissenschaften, die wichtig sind, aber jetzt keinen praktischen Nutzen haben, einfach. Und die jeder, weiß eigentlich, also... 00:34:36-6

FD: Zum Beispiel? 00:34:40-0

S7: Derzeit Cern. 00:34:48-2

S5: Was? 00:34:45-9

S7: Cern. 00:34:48-8

S5: Ja, Cern. Naja. 00:34:52-3

S7: Das hat noch keinen Nutzen. 00:34:50-0

S5: Ja, noch keinen Nutzen, aber da schaut man jetzt. 00:34:55-2

S4: Man kann ja nicht wissen, ob es irgendwann einen Nutzen haben wird, vielleicht. 00:34:56-2

S5: Vielleicht kommt ein schwarzes Loch. Das hat dann auch einen großen Nutzen. (lacht) 00:35:03-6

S2: Naja die Biologie an sich hat auch keinen wirklichen, praktischen Nutzen. 00:35:16-4

S5: Ja, ob die Biene jetzt dorthin fliegt.. 00:35:18-9

S7: Die Biologie ist die ganze Medizin. 00:35:20-5

S2: Aso, ja ok, stimmt die Medizin, das habe ich vergessen. 00:35:22-2

S1: Ja aber, wenn man irgendwie (S3: Du hast Biene gesagt.) Wir machen gerade die Zellen durch. Woher sollte, wieso müsste man wissen, aus, woraus wir noch im kleinsten Maße bestehen irgendwie. Dann dann kommt Zellen. 00:35:39-8

S2: Beim Menschen finde ich das noch am interessantesten. 00:35:44-4

S3: Was bringt dir das? 00:35:42-2

S1: Ja, was bringt dir das? 00:35:42-3

S3: Ich glaube, dass man deutlich länger, Jahre länger lebt. 00:35:47-5

S1: Wenn du weißt, dass du aus Zellen bestehst? 00:35:50-2

S7: Nein, aber wenn du weißt, dass du aus Fett und Protein und Kohlen- Kohlenhydraten bestehst. Und dann weißt du, dass du die essen musst. 00:35:57-6

S1: (unv.???) 00:35:59-4

S3: Ja, die haben Reis gehabt. 00:36:09-2

S1: Nur weiß man eben nicht, wieso, also, du sagst ja, man sagt ja, das ist für die Gesundheit irgendwie, also ist gut für deine Gesundheit, wenn du das isst. Wenn du Äpfel isst, oder was weiß ich. Aber man braucht ja nicht wissen wieso. Man braucht nur wissen, das ist gesund und fertig. 00:36:25-7

S2: Nein. 00:36:27-6

S5: Wenn man nicht weiß, wie es wirkt, dann weißt man nicht, dass es gut ist. 00:36:31-8

S1: Erfahrung. 00:36:29-2

S4:(unv.???) du tust es einfach, weil irgendjemand sagt, dass es gut ist. 00:36:33-5

S2: Soll dir irgendjemand sagen, das ist gut und dann fragst du nicht wieso? 00:36:35-7

S1: Ja, genau. (lachen) 00:36:37-8

S3: Das ist China, China- die Volksrepublik. Kein Kaiser oben und es ist eh wurscht. (.....)00:36:43-6

FD: Schauen wir zur nächsten Karte. Wer mag? 00:37:00-7

S1: Einer von denen, vielleicht einmal. (.....) 00:37:03-3

S7: Ist das so schwer? Ähm, also, das wo da ganz viel drauf steht, ähm, nein das mit der Naturwissenschaft. Also der, eigentlich wollte ich grade, wollte ich sagen, dass ich vollkommen zustimme, aber dann... 00:37:45-2

FD: Entschuldigung, über welche Karte reden wir? 00:37:48-0

S7: Die mit der Naturwissenschaft. Wo das ganze, erste Satz ist. 00:37:51-7

FD: Die Naturwissenschaft ist eine von mehreren (unv.???) ? 00:37:53-2

S4: Ja, genau. 00:37:51-2

FD: Passt. 00:37:54-1

S7: Und ja, eigentlich wollte ich ganz zustimmen, bevor ich gesehen habe, manche Bereiche können nicht sinnvoll... 00:38:01-7

S4: Der letzte Satz 00:38:01-7

S2: Ja, den verstehe ich nicht. 00:38:03-8

S4: Ich auch nicht, welche Bereiche sind das? 00:38:05-5

S2: Welche Bereiche sind das überhaupt? 00:38:08-0

S1: Jetzt noch nicht, aber zum Beispiel, Meer kann man auch nicht alles untersuchen, was noch tiefer ist, als man überhaupt kommen kann. 00:38:15-2

S2: Was bedeutet überhaupt "sinnvoll"? 00:38:18-5

S7: Ja. "Sinnvoll untersuchen." Wie gehört das dazu? 00:38:21-2

FD: Was stellt ihr euch darunter vor? 00:38:23-5

S7: Das gehört nicht zusammen. 00:38:26-6

S2: Aber es gibt ja keine Bereiche in den Naturwissenschaften, die man nicht wissenschaftlich untersucht. (.....)00:38:38-5

S7: Also mit dem ersten Teil sind wir einmal einer Meinung. 00:38:42-8

FD: Ok. Der erste Satz ist klar. 00:38:43-8

SS: Ja. Ja genau. 00:38:44-9

FD: Den zweiten Teil. So wie ich ihn lese, muss nicht sein, dass es die richtige Variante ist, dass es Bereiche gibt, die man einfach nicht untersuchen kann. Nicht sinnvoll auf wissenschaftliche Art und Weise untersuchen kann. 00:38:58-7

S7: Ja, aber was heißt das "nicht sinnvoll"? 00:39:00-5

S2: Zum Beispiel? 00:39:00-5

S3: Gar nicht, oder mit den heutigen Mitteln? 00:39:02-6

FD: Das ist die Frage? 00:39:02-2

S7: Ja, was heißt das "nicht sinnvoll"? 00:39:01-6

FD: Ergebnisbringend 00:39:10-0

S1: Raten? 00:39:11-6

FD: Ja durch beliebig, ich weiß nicht. 00:39:17-9

S2: Ein Beispiel. 00:39:15-6

S1: Astronomie, zum Beispiel. 00:39:20-1

FD: Weiß ich nicht, welche Beispiele würden euch dazu einfallen? 00:39:24-5

S1: Ja, es gibt Leute, die sagen, ich weiß nicht auf welchem Planeten, auf jeden Fall, irgendwo weit da (S2: Marsmenschen) draußen, gibt es Lebewesen. Ich meine das kann man auch nicht, noch nicht beweisen. 00:39:35-7

S7: Ja, aber man kann es ja untersuchen. Sie schicken immer wieder Raumschiffe aus und sie nehmen sich Proben und dann untersuchen sie das. Das ist relativ sinnvoll. 00:39:50-1

FD: Wie, wie würdet ihr so Bereiche untersuchen, wie Marsmenschen? (....) 00:39:56-4

S7: Proben nehmen. 00:40:00-7

S1: Gar nicht. Die machen mir Angst. (lachen) 00:40:00-4

FD: Oder, welche Bereiche würdet ihr in diese nicht untersuchbaren hineingeben? #40:12-6#

S2: Ja, in der Naturwissenschaft gibt es sowas ja nicht. Entweder Religion oder ich weiß nicht. 00:40:18-8

S1: Philosophische Sachen vielleicht, die man nicht beweisen kann. 00:40:22-6

S2: Ja, eh. Philosophie zum Beispiel. Aber das ist keine Naturwissenschaft.(.....) 00:40:25-5

S5: Wir sind ratlos. 00:40:46-1

FD: Wenn wir ratlos sind, machen wir noch eine Frage. Zeit (unv.???) Es geht bis um 20, oder? 00:40:51-6

S2: Ja, wie spät ist es? 00:40:53-0

S1: 5 Minuten. 00:40:54-8

S1: Ich finde, Cern ist so ein scheiß. Die Leute dort warten einfach nur darauf, dass irgendwas passiert, damit (S5: Irgendwas kaputt geht.) Ja genau. Nein, ernsthaft, was tun sie dort überhaupt untersuchen? 00:41:09-5

FD: Entschuldige, wo? 00:41:11-9



S1: In Cern. 00:41:12-9

FD: Aso. 00:41:13-4

S1: Tun sie dort überhaupt... 00:41:13-5

S2: Ich finde das eh cool, so Teilchenbeschleuniger. 00:41:18-4

S1: Oder Teilchen gegeneinander knallen lassen und darauf warten, dass irgendwas passiert, ist total...  
00:41:23-6

S3: Sie wollen schauen, wie die Welt entstanden ist. 00:41:24-9

S1: Sind sie sich hundert-, ich weiß nicht, wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass man dadurch herausfindet, dass die Welt durch einen Urknall entstanden ist, oder so? 00:41:43-0

S3: Genauso hoch, wie dass dem Newton der Apfel auf den Schädel fällt. 00:41:45-1

FD: Schauen wir noch, schauen wir uns die nächste Karte gleich an. 00:41:51-0

S1: Bitte nicht so zahlreich. 00:41:54-5

FD: Wenn ich richtig mitgedacht habe. 00:41:59-6

S5: Welche ist es jetzt. 00:42:03-4

FD: Magst du? 00:42:07-5

S5: Ich nehme die längere. Die Länge zählt. 00:42:12-6

S3: Ja, ich denke, das mit den WissenschaftlerInnen in einer Forschergruppe. Ich denke schon, dass das richtig ist, weil es treffen sich ja meistens die, die ungefähr über dasselbe Thema Bescheid wissen und dann werden sie sich schon austauschen und werden ein Mittelding finden zwischen sich. Wird schon stimmen. 00:42:36-0

S1: Na. (lachen) Nein, nur weil zwei Leute zusammenarbeiten, heißt das ja noch nicht, dass das sie irgendwie genau dieselbe Idee haben. Also es arbeiten meistens zwei Leute zusammen. 00:42:48-5

S3: Ich habe ja gesagt ein Mittelding. 00:42:50-6

S1: Ja, das wäre ein Kompromiss. 00:42:54-1

S2: Es steht ja auch "neigen dazu" und das ist meistens so. 00:42:53-1

S1: Aber in der Naturwissenschaft gibt es keinen Kompromiss. Es gibt nur die Wahrheit. 00:42:59-6

FD: Wie sehen die anderen das? 00:42:57-5

S4: Es kommt ganz auf die Persönlichkeit von den Forschern darauf an, wie sehr sie sich beeinflussen lassen, oder wie sehr sie von ihrer Meinung überzeugt sind. 00:43:07-4

S2: Das stimmt. 00:43:05-2

S7: Oder ob sie halt nur ähnlich, ob sie wirklich von genau dem gleichen Feld sind oder von zwei verschiedenen Seiten an die Sache rangehen. 00:43:14-3

S5: (unv.???) mit den, den Dinosauriern. 00:43:13-5

FD: Genau. Die Frage einfach. Wenn zwei Leute, oder zwei Gruppen gleiche Daten haben, aber andere Meinungen. Wie geht man dann damit um? 00:43:29-1

S1: Das ist schwer. 00:43:28-4

S7: Man sucht sich eine aus, die einem besser gefällt. 00:43:32-1

S2: Mit Toleranz. 00:43:29-9

FD: Bis eine bewiesen werden kann? 00:43:35-1

S1: Versuchen ja das zu beweisen, wenn man an die, die Theorie glaubt. 00:43:43-6

FD: Wie geht man in der Forschergruppe dann damit um? 00:43:44-2

S3: Jeder macht einfach auf (unv.???) und sie suchen beide. 00:43:46-7

S1: Die spalten sich dann, so wie in den Regierungen. 00:43:53-9

S5: Der Dominator setzt sich durch, oder? 00:44:02-8

S2: Dominant und rezessiv. 00:44:02-8

S5: Ich weiß nicht. 00:44:13-4

S1: Wie gehen Sie damit um? 00:44:15-9

S5: Ja, das frage ich mich auch. Wie kommt das überhaupt zustande jetzt, dass es zwei Theorien, oder was, es kann ja auch eine richtige Antwort geben, oder dazu? 00:44:25-2

S6: Es klingt logisch. 00:44:26-8

S4: Es kann auch eine völlig andere Erklärung sein. 00:44:30-4

S6: Etwas ganz anderes sein. Dass die Aliens gekommen sind, die uns alle entführt haben. Ich meine, natürlich ist es unwahrscheinlich, aber 00:44:37-1

S5: Das sind Sachen, die noch nicht bewiesen sind, ja einfach und man kann es auch irgendwie schwer beweisen. 00:44:42-2

S7: Man zweifelt einfach an beiden, grundsätzlich. 00:44:47-7

FD: Machen wir die letzte Frage, das letzte Statement. Wer mag noch? 00:45:09-2

S1: Das war die Erleuchtung. (Schulglocke klingelt) 00:45:10-1

FD: Machen wir den letzten noch? 00:45:15-6

S1: Das letzte: "Eine gute Naturwissenschaft kann nicht ohne gute Theorien gemacht werden."  
00:45:21-3

S2: Stimmt. 00:45:19-3

S7: Stimmt. 00:45:21-8

S3: Stimmt. 00:45:19-6

S5: Stimmt. 00:45:19-6

FD: Hat, hat irgendwer was dagegen? 00:45:24-3

S1: Was heißt gut? 00:45:31-0

S2: Es stimmt, aber was heißt gut? 00:45:31-7

S: Ja, genau dasselbe wie vorher. 00:45:34-7

S5: Plausibel. 00:45:32-6

S7: Plausibel, ja. 00:45:36-4

FD: Beziehungsweise warum brauchen wir für die Naturwissenschaften gute Theorien? 00:45:40-0

S5: Damit man Leute davon überzeugen kann. 00:45:41-0

S1: Man kann ja auch ganz abstrakte Theorien entwickeln, wie Einstein das gemacht hat und die sind trotzdem gut. 00:45:46-3

S4: Eben es kann aus einer schlechten Theorie eine gute Wissenschaft werden. 00:45:49-7

FD: Wie, wie, wie funktioniert das? 00:45:52-0

S6: Das ist eine andere Frage. 00:45:51-0

S4: Eine Theorie ist ja nur, eine Idee oder eine Inspiration und wenn man irgendeine Idee hört, dann schaut man, ob das so sein kann oder nicht. Und wenn, wenn es halt eine schlechte Theorie ist und es nicht stimmt, kann man es ja widerlegen. 00:46:09-0

S2: Ja, eh. 00:46:07-3

S4: Dann ist es auch gut. 00:46:10-1

FD: Die gleiche Frage, wie ganz am Beginn? 00:46:12-1

S4: Ja. 00:46:12-7

FD: Wie entscheide ich zwischen einer guten und einer schlechten Theorie? 00:46:14-7

S1: Ob man das richtig findet, oder nicht. Naja. Was bei uns jetzt zum Beispiel offensichtlich ist, sind die Newtonschen Axiome, sind ja früher eigentlich widerlegt worden. Es gibt keine Gravitation, keine Ahnung. Auf jeden Fall, die waren ja damals genauso abstrakt wie jetzt. Ich weiß nicht, was Theorien es jetzt gibt. 00:46:40-8

FD: Am Beispiel von den Dinosauriern, zwei Theorien. Welche ist gut, welche ist schlecht? 00:46:48-4

S7: Die eine ist weiter angenommen, die mit dem, mit der 00:46:52-1

S2: Das eine ist der Komet und das andere war... 00:46:57-9

S5: ...der Vulkan. 00:46:58-0

S1: Irgendwie, was plausibler, irgendwie klingt. 00:47:04-4

S5: Das ist eine persönliche Sache, was für einen plausibler klingt. 00:47:04-9

S4: Wer, wer für Vulkane? 00:47:05-4

S7: Nein, das war es nicht. Gibt viele Vulkane auf der Welt und da sind keine großen Spezien daran gestorben. 00:47:15-4

S1: Ja, wie haben wir überlebt? 00:47:16-3

S7: Wir haben nicht überlebt! 00:47:22-1

S1: Ja, die schwächsten und blödesten Affen. 00:47:22-7

S5: Aber intelligentesten. 00:47:24-2

S1: Na damals waren die auch nicht gerade intelligent. 00:47:28-7

FD: Wie würdet ihr, welche Kriterien würdet ihr ansetzen um zu differenzieren? Wenn ihr euch entscheiden müsstet zwischen Vulkan und Meteorit. Wie würdet ihr das, die Entscheidungsfindung machen? 00:47:40-7

S1: Beides ausprobieren. 00:47:41-7

S2: Pro und Kontra Argumente und wo mehr ist. 00:47:46-4

S1: Ist es sicher. Es ist eine Hypothese, oder? Wie das jetzt passiert ist und ja dann- ich meine es gibt ja auch noch- das war Gott oder was weiß ich. 00:48:02-8

S5: Jesus sollte nicht in dieser Zeit leben. 00:48:16-4

FD: Ok. Dann danke.

ENDE

## **Transkript Sea-KiP- Fragebogen**

K1

Code: Put2

1

Naturwissenschaft ist meiner Meinung nach die Studie von Vorgängen und Lebewesen in der Natur. Die Naturwissenschaft unterscheidet sich dadurch, dass man die Sachen, die man daraus lernt durch Experimente prüfen kann beziehungsweise, dass an durch Beobachtung an seine Fakten kommt und nicht auf Erzählungen oder Glauben vertrauen muss.

2

Ein Experiment ist ein Versuch bei dem man zuerst eine Annahme macht was geschehen wird wenn man diesen Versuch macht und dann genau beobachtet was passiert um nachher festzustellen ob man richtig gelegen ist.

3a

Ja es braucht für die Entwicklung von wissenschaftlichem Wissen Experimente, weil wissenschaftliches Wissen bewiesen sein sollte und es dafür Experimente bedarf. Z.B. Wellen-Teilchen Dualismus des Lichts.

3b

Nachdem ich die anderen Fragen beantwortet habe, glaube ich, dass man nicht für jede Art von wissenschaftlichem Wissen ein Experiment braucht, da man Theorien auch nur aus Beobachtungen aufstellen kann. Bsp.: Evolutionstheorie.

4b

Theorien ändern sich weil sie durch neue Experimente widerlegt werden können oder durch neue Erkenntnisse erweitert werden müssen.  
Wir lernen diese Theorien weil sie doch für lange Zeit bestand haben und wir unser Leben oft nach diesen Theorien einrichten, würde sich auch niemand mehr mit diesen Theorien befassen, käme es auch nicht dazu, dass sie sich ändern.  
Z.B. Atomtheorie → am Anfang wurde angenommen, dass die Atome die aller kleinsten Teile waren aus denen alles aufgebaut ist doch spätere Erkenntnisse zeigten, dass es Elektronen, Protonen, Neutronen und noch später, dass es Quanten gibt, die noch viel kleiner sind und aus (den 1. 3) denen Atome bestehen.

5

Ja ein wissenschaftliches Gesetz ist bewiesen und trifft immer zu. Bsp.: Gravitationsgesetz. Es wird immer, wenn man ein Objekt fallen lässt, dieses zur Erde gezogen werden.  
Während eine wissenschaftliche Theorie aufgestellt wird, weil etwas in der Regel der Fall ist, aber durch weitere Erkenntnisse anders aufgefasst werden kann.

6

Beide der Hypothesen basieren auf übereinstimmenden Fakten, wie z.B. dass eine große Hitze mit dem Aussterben der Dinosaurier zu tun hat. Doch da es nicht genug Daten gibt um alle außer einer

Hypothese auszuschließen, gibt es mehrere Schlüsse, die man aus den Daten ziehen kann, welche dann zu diesen Hypothesen führen.

7b

Ja ich glaube, dass Wissenschaft allgemein gültig ist, denn z.B. was Pythagoras bewiesen hat  $a^2+b^2=c^2$  ist heute für die Wissenschaft genauso wichtig, wenn er es nicht festgestellt hätte, würde es heute jemand beweisen.

8 a & b

Generell finde ich nicht, dass Wissenschaftler Phantasie und Kreativität brauchen, da sie nur Schlüsse aus Beobachtungen oder Fakten ziehen, doch manchmal kann man wohl auch dann Phantasie und Kreativität brauchen um auf eine neue Idee zu kommen oder etwas von einem anderen Blickwinkel zu betrachten.

Bsp.: Verhaltensforschung von Tieren

→ Beobachten nieder schreiben

Bsp.: Relativitätstheorie

→ neuer Gedanke (glaub´ ich mal)

9

Z.B. Medikamente. Fortschritte im Gesundheitswesen beispielsweise für Krankheitsbehandlungen und Therapien.

K2

Code: Max3

1

Naturwissenschaften befassen sich mit dem Aufbau, der Veränderung usw. der Natur. Ihr Inhalt kann durch z.B. Proben bewiesen werden.

Die Geschichte handelt von Ereignissen und die Religion befasst sich mit nicht beweisbaren Dingen.

2

Ein Experiment ist ein Versuch etwas zu beweisen oder einfach etwas auszuprobieren.

3a

Um sich die Dinge besser vorstellen zu können. (Z.B.: Magnetismus,...).

4b

a) Theorien ändern sich weil durch neue Techniken auch neues Wissen entdeckt wird, das alte Theorien verändern oder präzisieren kann.

b) Ohne die alten Theorien zu kennen, ist es schwerer neue aufzustellen. Z.B. Aufbau eines Stoffes (früher Atom das Kleinste → heute noch kleinere Teilchen).

5

Ja, eine Theorie kann man widerlegen, ein Gesetz nicht.

Z.B.: Theorie: der kleinste Baustein einer Sache ist Atom (wurde widerlegt).

Gesetz: reines Wasser besteht nur aus 2 Wasserstoff + 1 O (nicht widerlegbar).

6

Die Wissenschaftler sind auf verschiedene Gebiete spezialisiert.

7b

Ich denke, dass Wissenschaft allgemein gültig ist, aber dass jeder einen anderen Zugang dazu hat. Z.B.: Indianer verwenden Heilpflanzen; bei uns gibt es Medikamente (zwei Wissenschaften mit demselben Ergebnis).

8a

Bei Experimenten

Um Dinge zu entdecken, an die andere noch nicht gedacht haben.

9

Verbessert die Lebensqualität, ermöglicht neues ...

K3

Code: Scn3

1

Naturwissenschaft = der Versuch die für alle erkennbaren, mit dem Auge wahrnehmbaren Phänomene, Tatsachen,... zu erklären und nachzuahmen, also die Natur; bei anderen Disziplinen sind es meist keine offensichtlichen Dinge, eher persönliche Sichten auf die Welt oder Festgehaltenes.

2

Nach dem Aufstellen einer Theorie, eines Erklärungsversuches, versucht man durch ein Experiment, also einen praktischen Teil, die Theorie zu beweisen.

3a

Weil die Menschen meist leichter an Dinge glauben, die sie auch sehen und eine Entwicklung in der Wissenschaft kann es nur geben, wenn die Mehrheit den vorangehenden Fortschritt akzeptiert.  
→ um zu beweisen, dass man mit Vakuum einen solchen Druck erzeugen kann, dass zwei Pferde nicht mehr auseinander kommen, hat man ein Experiment durchgeführt, dass alle sehen konnten, so war es einfach eindeutig, dass die Theorie stimmt.

4b

a) Weil man durch den ständigen Fortschritt immer wieder auf neue Erkenntnisse kommt, die vorher noch nicht da waren und so eine Theorie ganz oder zum Teil ändern können.  
b) Weil die gesamte Wissenschaft dafür da ist um neue Fragen aufzudecken und die Menschheit auf den neuesten Stand zu bringen, man würde sich dumm fühlen wenn man bei einer alten Theorie bleibt und gleichzeitig weiß, dass es nicht wirklich stimmt.  
Früher dachte man es gibt vier Elemente: Feuer, Wasser, Erde, Luft. Und jetzt weiß man, dass es mehr als hundert sind, ich könnte niemals bei der alten bleiben, wenn ich wüsste, dass es falsch ist.

5

Ja, ein Gesetz ist öffentlich anerkannt und bewiesen, eine Theorie noch nicht und muss auch nicht richtig sein. In der modernen Physik sind sie noch bei Theorien, zum Beispiel Chaostheorie und dass Atome nicht die kleinsten Teile sind.

$s = v \cdot t$  = Gesetz und wird oft angewendet.

6

Da es Hypothesen sind, gibt es bei allen Annahmen noch Pros und Contras, also Argumente die für und gegen eine Hypothese sprechen, es liegt an den Menschen, Menschen mit verschiedenen Meinungen, für wie wichtig sie welche Argumente halten. Und so entscheidet man sich für eine Hypothese.

7 a + b

Es gibt die Naturwissenschaft, die auf unserer Erde überall gleich ist, an welchem Ort oder Zeit. Es hängt aber sehr wohl von Kultur und dem sozialen Umfeld ab was man als Naturwissenschaft ansieht und wie weit wir überhaupt schon mit unserem Wissen sind.

8a

Ja, speziell wenn sie einen Sachverhalt vor sich haben und nach der Erklärung suchen benötigen sie Phantasie um auf eine neue Idee zu kommen und Kreativität um sie wenn nötig auf neuen Wegen umzusetzen.

→ Man braucht Phantasie um darauf zu kommen, dass die Zentrifugalkraft eigentlich eine Scheinkraft ist und dass das Gegenteil, die Zentripetalkraft, wirklich wirkt.

9

Fördert das Allgemeinwissen, hilft um umweltfreundlicher zu handeln, seine natürliche Umgebung besser zu verstehen.

K4

Code: Jhn0

1

Naturwissenschaft = Natur + Wissenschaft [1], während Religion sowie Geschichte eher zu den Geisteswissenschaften zählen.

[zu 1] Verständnis über Natur und Sonstiges, Erklärung durch Experimente, Beweise.

2

Ein Experiment dient zur Beweisgrundlage, ist ein Experiment erfolgreich, beweist es, dass die Theorie oder genauer die Hypothese stimmt, läuft aber etwas schief, beweist es das Gegenteil.

3a

Im Prinzip schon, doch manches [2] ist (noch) nicht beweisbar. Aber ein Experiment ist eben, wie gesagt, eine Bestätigung für die Richtigkeit der Theorie.

[zu 2] Man kann nicht beweisen, dass ein Mensch, der sich mit einer Geschwindigkeit nahe der Lichtgeschwindigkeit langsamer altert. Genauso ist es unmöglich ein schwarzes Loch zu untersuchen wenn es alles um sich verschlingt.

4b

a) Einerseits kann zur bestehenden Theorie einiges hinzugefügt, verbessert oder ausgebessert werden. Andererseits kann man eine Theorie immer in Frage stellen, mit einem Experiment oder einer „Gegen-Theorie“.

b) Jede Theorie gegen die man kein Experiment oder Gegen-Theorie einwenden kann, gilt im Prinzip als richtig. Außerdem kann man die Theorie nur beweisen, legitimieren oder verwerfen wenn man sie kennt. Also nur das Gelernte kann verbessert, ausgebessert oder völlig in Frage gestellt werden.



5

Wahrscheinlich ist ein naturwissenschaftliches Gesetz eine Grundtheorie, auf der sich alle Theorien stützen und aus dem sich die anderen Theorien entwickelt haben. Also ist ein Gesetz [3] etwas Beweisbares, etwas dass man für offensichtlich hält.

Würde man ein Gesetz in Frage stellen, so stellt man die ganze Natur in Frage.

[zu 3] Grundbausteine der Wissenschaft.

6

Man kann es nicht nachweisen. Etwas Unnachweisbares lässt Raum für Hypothesen, solange die nicht verworfen werden kann. Erst ein eindeutiger Beweis lässt uns auf eine eindeutige Antwort kommen.

7a

Naturwissenschaft → die Grundlagen dieser sind für uns „normale“ Menschen offensichtlich, jedoch spielt es sich in den Köpfen vieler anderer Menschen anders ab.

Eg: Die Medizin Europas und die des fernen Ostens [4] unterscheiden sich sehr.

[zu 4] sehr stark vom Konfuzianismus und Daoismus geprägt. Viele Begriffe findet man im Deutschen nicht, doch kann man nicht sagen, dass an der fernöstlichen Medizin nichts Wahres steckt, denn sie heilt Menschen, auch wenn in einer anderen Art und Weise.

8a

Auf jeden Fall, jede Theorie basiert auf einem Gedanken der Phantasie → was für viele Menschen noch Science Fiction war ist heute Wirklichkeit → Autos, Flugzeuge [5], Atome [6].

[zu 5] Gebrüder Wright haben phantasiert, geträumt vom Fliegen und hetzt ist es möglich.

[zu 6] Jemand hat sich vorgestellt, dass alles teilbar ist und das letzte unteilbare Teil ist dann das Atom.

9

Krankheiten können besser geheilt werden, man versteht Leben → Entstehung, Evolution.

K5

Code: Bon2

1

Naturwissenschaften erklären oder beweisen etwas. In Religion kann man nichts beweisen.

Alles was in den Naturwissenschaften unterrichtet wird kann man sehen, greifen, fühlen. Religion und Geschichte nicht. Religion findet nur im Kopf statt, Geschichte ist Vergangenheit.

2

Ein Experiment kann eine Theorie beweisen oder ein Experiment kann durchgeführt werden um neue Theorien zu erstellen.

3a

Ja, weil ohne Experimente kann man keine Theorien aufstellen, beweisen oder veranschaulichen.

4b

Ja, Theorien ändern sich im Laufe der Zeit. Z.B die Evolutionstheorie: es gab vor Darwin viele Naturwissenschaftler, die andere Theorien aufgestellt haben und diese Theorien wurden geglaubt und man unterrichtete sie in Schulen und Universitäten. Darwin stellte die jetzige Theorie auf, aber die wird sicher auch im Laufe der Zeit verändert und verbessert werden. Obwohl man als Lehrer weiß, dass die

Theorie, die man unterrichtet, irgendwann verändert werden wird, unterrichtet man sie, um ein besseres Verständnis der Wissenschaften zu ermöglichen.

5

Ein Gesetz regelt, wie etwas sein muss und eine Theorie versucht etwas zu erklären, was nicht eindeutig bewiesen ist.

ABER die Evolutionstheorie ist bewiesen und trotzdem kein Gesetz.

6

Weiß ich nicht.

Vulkan und Meteoriteneinschlag waren zur gleichen Zeit?

7a

Wissenschaftler werden oft von ihrem sozialen, kulturellen oder gesellschaftlichen Umfeld daran gehindert ihre Wünsche zu vollenden.

8a

9

Lebensmittel schmecken besser und sind nicht so ungesund, Krankheiten können geheilt werden → längeres, besseres Leben.

K6

Code: Aar0

1

Die Lehre der Natur, um das Universum besser verstehen zu können.

Naturwissenschaften ist Wissen im Gegensatz zu Religion, Glauben oder Spekulation.

Naturwissenschaften sind Lehren über die Erde, wobei Geschichte eher auf die psychologische Seite der Menschen eingeht.

2

Experimente sind wichtige Teile einer Forschung in den Wissenschaften, um Hypothesen zu beweisen.

Experimente, die wichtige Beweise erzielen, ändern oft Meinungen von Menschen, die

Naturwissenschaften nicht verstehen wollen oder sie nicht anerkennen (Gott – Glaube steht ihnen im Weg).

3a

Experimente sind zwar wichtig für das Beweisen, jedoch werden sie vom Glauben – Religion nicht angenommen oder anerkannt.

4a

Theorien, die damals entworfen wurden, sind Grundlagen der heutigen Forschung und werden in den meisten Fällen nicht geändert. Man kann Theorien verbessern, indem man neue Technologie anwendet.

Bsp.: Chemie: Lewis Strichformeln, der Anfang der Atomphysik.

5

Nein, denn jegliches wissenschaftliches Wissen wird oft nicht anerkannt – selbst wenn es bewiesen ist.

6

Es handelt sich um Hypothesen, die beide nicht bewiesen worden sind bzw. nie bewiesen werden können. Forschungen können unterschiedliche Ergebnisse erzielen.

7a

Ich denke, dass Wissenschaften allgemein gültig sein sollten, jedoch werden sie meistens durch kulturelle, gesellschaftliche Aspekte geprägt.

8a

Sie müssen Phantasie und Kreativität anwenden um auf Hypothesen zu kommen → entsteht eine Forschung nur durch diese Aspekte.

9

Diese Leistungen helfen beim Verständnis der Natur und insbesondere des Menschen. Jeder Mensch versucht die Erde zu verstehen, die biologische Forschung ist sehr hilfreich. Weiters gibt es auch einen Reiz, Lebewesen zu entdecken und Land zu erforschen - sie bis in die kleinsten zu erforschen.

K7

Code: Grr2

1

Es geht um die Natur und ihre Funktionsweise.

2

Ein praktischer Versuch um eine Theorie zu beweisen/widerlegen.

3a

Experimente helfen komplizierte Theorie anschaulich zu machen. Z.B. in der Chemie.

4b

a) Es kommen immer wieder neue Erkenntnisse dazu.

b) Man lernt es sowieso, weil man nicht wissen kann, ob es sich ändert.

Z.B. früher dachte man, die Erde wäre eine Scheibe, heute weiß man, dass sie eine Kugel ist.

5

Ein Gesetz ist bereits bewiesen.

6

Verschiedene Denkweisen, verschiedene Interpretation von Spuren.

7b

Z.B. die Schwerkraft gibt es auch überall!

8a

Für Experimente, es ist wichtig sich manches im Kopf veranschaulichen zu können.

9

Wichtig für die Allgemeinbildung.

K8

Code: Mox3

1

Geht um Gesetze in der Natur und ihre Bewohner.

2

Ein Versuch um ein Gesetz oder eine Behauptung/Theorie zu beweisen.

3a

Ja, weil ohne ein Experiment kann man nicht wissen ob eine Theorie wirklich funktioniert und es zeigt, ob man in der Theorie einen Fehler gemacht hat. Bei einem Experiment kann man auch durch einen Zufall etwas Neues entdecken.

4b

a) Ja, weil es immer bessere Mittel gibt um gewisse Theorien zu entwickeln/widerlegen. Z.B.: früher dachte man die Erde wäre eine Scheibe, heute weiß man, dass sie eine Kugel ist.

b) Weil wir zu der Zeit noch denken, dass sie richtig ist, weil es ja noch nicht widerlegt wurde.

5

Eine Theorie muss noch bewiesen werden um ein Gesetz zu werden.

6

Weil nicht jeder Wissenschaftler gleich denkt und sich jeder für sich die plausibelste Theorie für diese Frage aufstellt.

7b

Weil wenn es die Schwerkraft hier gibt, wird sie es auch auf jedem anderen Ort auf der Welt geben.

8a

Ich bin der Meinung, dass man ohne Kreativität und Phantasie keine neuen Theorien aufstellen kann.

9

Sie liefert uns viel Wissen und Allgemeinbildung, zeigt uns wie die Welt ist.

## Fragebogen



Ihr arbeitet in unserem Projekt „Kids Participation in Research –KiP“ mit Wissenschaftlern zusammen. Uns interessiert wie Ihr derzeit über Naturwissenschaft denkt. Dazu gibt es keine richtigen oder falschen Antworten, wir wollen Euch anhand Eurer Antworten bei der Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern besser unterstützen können. Bitte beantworte die Fragen auf extra Blättern.

In etwa einem halben Jahr wird es wieder einen Fragebogen geben. Füge deshalb Deinen Zetteln den untenstehenden Code bei, um diesen Fragebogen und den noch folgenden vergleichen zu können.



|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Erster Buchstabe des eigenen Vornamens          | (z.B. <b>M</b> aria)        |
| Zweiter Buchstabe des eigenen Familiennamens    | (z.B. Ma <b>y</b> er)       |
| Dritter Buchstabe des eigenen Vornamens         | (z.B. Joh <b>h</b> annes)   |
| Erste Ziffer des Tages des eigenen Geburtstages | (z.B. <b>2</b> 1. Dezember) |

---

**1** Was ist Naturwissenschaft Deiner Ansicht nach? Wie unterscheidet sich Naturwissenschaft (z.B. Physik, Biologie, usw.) von anderen Disziplinen (z.B. Religion, Geschichte)?

---

**2** Was ist ein Experiment?

---

**3** Braucht es für die Entwicklung von wissenschaftlichem Wissen Experimente?

**3 a)** Wenn ja, begründe warum.

*Gib ein Beispiel, dass Deine Meinung unterstützt.*

**3 b)** Wenn nein, begründe warum nicht.

*Gib ein Beispiel, dass Deine Meinung unterstützt.*

- ④ Ändert sich eine Theorie (z.B: Atomtheorie, Evolutionstheorie) irgendwann einmal nachdem Naturwissenschaftler eine naturwissenschaftliche Theorie entwickelt haben?

④ a) Wenn Du glaubst, dass sich eine wissenschaftliche Theorie nicht ändert, erkläre warum.  
*Begründe Deine Antwort mit Beispielen.*

④ b) Wenn Du glaubst, dass sich eine wissenschaftliche Theorie ändert, erkläre (a) warum sich Theorien ändern und (b) warum wir uns dann mit dem Lernen von wissenschaftlichen Theorien abmühen.  
*Begründe Deine Antwort mit Beispielen.*

- 
- ⑤ Gibt es einen Unterschied zwischen einer wissenschaftlichen Theorie und einem wissenschaftlichem Gesetz?  
*Veranschauliche Deine Antwort mit einem Beispiel.*

- 
- ⑥ Es wird angenommen, dass die Dinosaurier vor etwa 65 Mio. Jahren ausgestorben sind. Eine Reihe von Hypothesen (Annahmen) wurden entwickelt, um deren Aussterben zu erklären. Zwei Hypothesen finden breite Zustimmung.

→ Die erste Hypothese (Annahme) vermutet, dass ein riesiger Meteorit vor 65 Mio. Jahren auf die Erde gestürzt ist und durch die dadurch ausgelösten Ereignisse das Aussterben der Dinosaurier verursacht worden ist.

→ Die zweite Hypothese (Annahme) vermutet, dass gewaltige Vulkanausbrüche für das Aussterben verantwortlich waren.

Wie sind diese unterschiedlichen Schlussfolgerungen möglich, wenn Wissenschaftler beider Hypothesen Zugang zu denselben Daten haben, von denen sie ihre Schlussfolgerungen ableiten?

7 → Einige behaupten, dass Naturwissenschaft von sozialen, kulturellen und gesellschaftlichen Werten geprägt ist. Andere behaupten, dass Naturwissenschaft allgemein gültig ist.

7 a) Glaubst Du, dass Wissenschaft von sozialen, kulturellen und gesellschaftlichen Werten geprägt ist?  
*Begründe Deine Antwort mit Beispielen.*

7 b) Glaubst Du, dass Wissenschaft allgemein gültig ist?  
*Begründe Deine Antwort mit Beispielen.*

---

8 Setzen Naturwissenschaftler bei ihren wissenschaftlichen Untersuchungen ihre Kreativität und Phantasie ein?

8 a) Wenn ja, wann glaubst Du nutzen Wissenschaftler ihre Phantasie und Kreativität?  
Warum nutzen Wissenschaftler ihre Phantasie und Kreativität?  
*Gib, wenn möglich, Beispiele an.*

8 b) Wenn nein, und Du glaubst, dass Wissenschaftler keine Phantasie und Kreativität brauchen, erkläre bitte warum Du dieser Meinung bist. .  
*Gib, wenn möglich, Beispiele an.*

---

9 Was findest Du leistet biologische wissenschaftliche Forschung für Dich und die Gesellschaft?





## **Lebenslauf**

### **Elisabeth Köberl**

Gölsendamm 2  
3162 Rainfeld  
Tel. 0699/17027842  
elisabeth.koeberl@  
gmail.com



### **zur Person**

**Geburtsdatum** 09.01.1988  
**Geburtsort** Lilienfeld, Niederösterreich  
**Staatsangehörigkeit** Österreich  
**Familienstand** ledig

### **Ausbildung**

#### **Hochschulausbildung**

seit 03/2007 Lehramtsstudium **UF Biologie und Umweltkunde UF Psychologie und Philosophie** an der Universität Wien  
Diplomarbeit zum Thema: Methodentriangulation zur Untersuchung des Wissenschaftsverständnisses von SchülerInnen

10/2006-01/2007 Diplomstudium Kunstgeschichte an der Universität Wien

#### **Schulbildung**

06/2006 Matura mit ausgezeichnetem Erfolg

1998-2006 BG/BRG Lilienfeld, Niederösterreich

1994-1998 Volksschule Rainfeld a. d. Gölsen, Niederösterreich

### **Berufstätigkeit**

seit 06/2009 Mitarbeiterin in der **Österreichischen Nationalbibliothek**

seit 09/2011 Lehrerin im **BG/BRG Lilienfeld**

## **Elisabeth Köberl**

Gölsendamm 2  
3162 Rainfeld  
Tel. 0699/17027842  
elisabeth.koeberl@  
gmail.com

### **Ferialpraktika**

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| 07/2008, 09/2007 | Prefa Aluminium GmbH |
| 02/2008          | GW St.Pölten         |
| 07/2005, 07/2004 | Fried.v.Neuman GmbH  |

### **Zusatzqualifikationen**

#### **Softwarekenntnisse**

Gute Mac- und PC-Anwenderkenntnisse:

- MS Office (Word, Excel, PowerPoint, Access)

#### **Sprachen**

*Deutsch* Muttersprache

*Englisch* gute Kenntnisse in Wort und Schrift (Vortragsqualität)

### **Interessen**

#### **Literatur**

Romane, Philosophie

#### **Bewegung**

Wandern, Klettern, Rad fahren

Rainfeld, am 15.05.2012

