



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Die epistemologischen Überzeugungen der an Science Backstage
beteiligten Lehrkräfte**

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin / Verfasser:	Dominik Ertl
Matrikel-Nummer:	A0147154
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	A 190 412 299
Betreuerin / Betreuer:	V.-Prof. Dr. Martin Hopf

Wien, am 17.6.2010

Kurzzusammenfassung:

Im Schuljahr 2009/10 fand im Rahmen des Förderprogramms *Sparkling Science*, gefördert vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und unter der Leitung des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Physik, das schul- und universitätsübergreifende Projekt *Science Backstage – explore how physics works and what physicists do*, statt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den epistemologischen Überzeugungen der an diesem Projekt teilnehmende Lehrerinnen und Lehrer. Im Zentrum der Arbeit steht eine anhand des *Teacher Beliefs Interview* – Leitfadens durchgeführte Interviewstudie. Sie ist eingebettet in den theoretischen Rahmen der aktuellen fachdidaktischen Forschung rund um *Scientific Literacy* sowie ausgewählten philosophischen Positionen, die bei der Auswertung der einzelnen Fallstudien von Relevanz sind. Als Methode zur Auswertung der Interviews wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring gewählt.

Abstract:

During the school year of 2009/10 and within the framework of the support program *Sparkling Science*, the project *Science Backstage - explore how physics works and what physicists do* - took place. The project was sponsored by the *Austrian Federal Ministry of Science and Research* and managed by the *Austrian Educational Competence Center Physics*.

This thesis examines the epistemological beliefs of teachers participating in the project. The main focus of the study is the analysis of interviews conducted according to the *Teacher Beliefs Interview* guideline. The theoretical framework is set by actual research on scientific literacy as well as selected philosophical positions which were relevant for the analysis of the case studies. The applied scientific method was the qualitative content analysis according to Mayring.

Danke

Allen voran möchte ich meinen Eltern danken, die mich während meiner ganzen Lebenszeit, insbesondere der intensiven Zeit des Studiums sowohl finanziell, als auch mental mehr als nur unterstützt haben. Ich danke Euch für all Eure aufbauenden Worte, Eure Geduld und das Mittragen jeder meiner einzelnen Entscheidungen. Ohne Euch wäre ich nicht hier angekommen.

Großer Dank geht an meinen Betreuer, Prof. Dr. Martin Hopf, für seine tatkräftige Unterstützung in allen Belangen, für die stets offene Tür und das angenehme und offene Gesprächsklima bei allen Besprechungen.

Bei Mag^a. Ilse Bartosch möchte ich mich für die gute Zusammenarbeit während des Projektes Science Backstage bedanken und für die hilfreiche Unterstützung in Sachen qualitativer Forschung.

Ich danke Mag^a. Ingrid Krumphals für die vielen anregenden Gespräche die wir gemeinsam im Büro führten und für das Korrekturlesen dieser Arbeit.

Bei allen weiteren Mitarbeitern des AECC's Physik möchte ich mich für die freundliche Aufnahme ins Team und das angenehme Arbeitsklima bedanken.

Allen LehrerInnen, die die Geduld aufbrachten sich von mir interviewen zu lassen, sei an dieser Stelle ebenfalls ein herzliches Dankeschön ausgesprochen.

Zuletzt möchte ich noch alle meine Freunde erwähnen, die einen wichtigen Teil meines Lebens ausmachen, die mir immer wieder gut zugesprochen haben, mich aber auch in den richtigen Momenten mit anderen Dingen abgelenkt haben.

Ein persönliches Vorwort

Schon in meiner Schulzeit befassten mich Fragen über den Aufbau der Welt, ihrer innersten Zusammenhänge und Gründe für das Existieren bestimmter Gesetzmäßigkeiten, kurz: die faust'sche Frage nach des Pudels Kern. Da ich damals (sicher beeinflusst durch meine Lehrer) davon überzeugt war in der Naturwissenschaft die Antworten auf meine Fragen zu finden, entschloss ich mich schon relativ früh den Weg in die Physik, als grundlegendste aller Naturwissenschaften, einzuschlagen. Leider blieben meine Fragen in der Schulzeit unbeantwortet, was ich auf mangelndes naturwissenschaftliches Wissen zurückführte und mich umso begieriger auf das Studium machte. Wie ich später feststellen sollte, waren es aber gar keine physikalischen Probleme die mich beschäftigten, sondern vielmehr erkenntnistheoretische. Das Wort selbst war mir damals allerdings völlig fremd und leider kam ich auch während der Schulzeit nicht damit in Berührung, da die Philosophie damals an mir vorüberging.

Durch persönliche Umstände setzte ich mich aber auf meine Art mit philosophischen Problemen auseinander und fand einen, für mich aus heutiger Sicht, äußerst bedauerlichen Widerspruch zwischen Religion und Wissenschaft. Warum konnte nicht beides nebeneinander existieren ohne sich zu widersprechen? Beide suchten doch offensichtlich nach einer „höheren Wahrheit“, nach dem Grund für den Lauf der Dinge. Für mich war damals klar, dass aber nur die Naturwissenschaft eine Antwort zu geben imstande war. Denn sie war schließlich logisch, kausal begründet, experimentell bestätigt, einzigartig und daher notwendigerweise höherwertig (so meine damalige Argumentation) als eine willkürliche Religion, derer es auf der Welt ja viele gibt. Wie könnte man da jemals sicher gehen, die „richtige“ Religion zur Weltbeschreibung gewählt zu haben? Physik als die einzig wahre Wissenschaft, wenn es schon andere gibt, dann müssen sie sich an die Methode der Physik halten. Zu dieser Zeit verfolgte ich wohl, ohne es zu wissen, die Argumentation des frühen Wiener Kreises vermischt mit einer Portion Mach'schem Atheismus. Physik als die einzig wahre Wissenschaft, wenn es schon andere gibt, dann müssen sie sich an die Methode der Physik halten. Ich verteidigte einen wahren Physikalismus. Umso mehr stand für mich fest: Studium der Physik. Da die ersten Semester des Diplomstudiums aber durchwegs von der Mathematik dominiert sind, hatte ich am Anfang ziemliche Schwierigkeiten mit dem Fach. Die Ansprüche an der Universität

waren doch etwas höher, als die der gewohnten Schulmathematik. Zudem musste ich feststellen, dass es weniger um tiefergehende, für mich interessante Fragen ging, als vielmehr um oberflächliche, langweilige Mechanik. Meine Fragen kamen in den Anfängervorlesungen gar nicht vor, irgendwie schien das Studium also doch nicht so ganz zu passen. Ein bisschen Mechanik und Mathematik zu lernen schadet aber trotzdem nicht und vielleicht würden die interessanten Fragen ja später noch auftauchen. Es gab aber noch einen anderen Grund, warum ich mich nicht so wirklich wohl fühlte. Die Gemeinschaft der Physiker, die „*Scientific Community*“ und ihr gesamter Habitus kam mir irgendwie seltsam vor, fast wie „eine eigene Spezies“, wie es eine Schülergruppe einmal formulierte. Ich fragte mich, ob ich da je dazugehören wollte. Sie hatten eine eigene Sprache, schienen einen eigenen besonderen Humor zu haben, den langsam auch meine Studienkollegen entwickelten und je mehr ich mich mit diesen Physikern und den angehenden umgab, desto fremder fühlte ich mich in dieser Umgebung. So entschloss ich mich vorerst der Physik den Rücken zu kehren – ich war mittlerweile im 3. Semester – und inskribierte Chemie als Lehramtsfach dazu. Jedoch war es hier noch schlimmer. In den Laborübungen mussten wir alle weiße Kittel tragen, der Humor war wieder ein anderer, wenn auch nicht unterhaltsamer und die Sprache verstand ich teilweise noch weniger. Dabei hatte ich in der Schule Chemie mindestens genauso genossen als Physik. Schon in der zweiten Woche, als ich anstatt des üblichen weißen Arbeitsmantels, den dort alle trugen, mit einem blauen auftauchte, war klar, dass ich zu dieser „*Community*“ noch weniger passte als zu den Physikern. Das Dilemma war perfekt. Nicht nur, dass ich nicht wusste was außer Physiker oder Chemiker sonst aus mir werden sollte, entstand auch langsam das Bewusstsein, dass meine Fragen an die Welt womöglich unbeantwortet blieben. Mein Gedankengebäude war zusammengebrochen: Die Naturwissenschaft konnte mir die Antworten auf meine Fragen scheinbar nicht geben.

Es war eine zufällige, aber glückliche Fügung, dass ich zu dieser Zeit in einer Vorlesung über Erkenntnistheorie gelandet bin. Und plötzlich war alles klar. Es ist das Studium der Philosophie. In den Seminaren zur Logik wurden die Geltungsansprüche meiner Hassliebe, der Mathematik, behandelt: Nach Wittgenstein eine sinnlose Tautologie. In den Vorlesungen zu Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie wurden dann endlich die „richtigen“ Fragen behandelt. Außerdem war ich ja immer noch mit dem Studium der Physik beschäftigt, was sehr hilfreich war. Ich konnte das in Physik gelernte in Philosophie reflektieren und in der Physik wieder kritisch anwenden. Da das Lehramtsstudium

Philosophie mit Psychologie gekoppelt ist und ich zu dieser Zeit einige Vorlesungen zu Psychoanalyse und Sozialpsychologie besuchte, wuchs auch meine naturwissenschaftliche Überzeugung wieder.

Auch in der Psychologie werden Hypothesen aufgestellt, Experimente gemacht und Theorien formuliert, die Methodologie ähnelt der naturwissenschaftlichen sehr, trotzdem konnte ich nicht so recht von der „Wissenschaftlichkeit“ dieser Methoden überzeugt werden. Sie schienen nicht zu ihrem Untersuchungsgegenstand Mensch zu passen. Ich sah die universelle Kraft der Naturwissenschaft wieder hervorleuchten und betrachtete die „Pseudowissenschaften“ (s.v.v.), welche die naturwissenschaftliche Methode so zweckentfremdeten, mit wachsendem Argwohn.

Mein philosophisches Weltbild hatte sich zu dieser Zeit um die Lektüre Karl Poppers erweitert, der einerseits mit den „Pseudowissenschaften“, als andererseits auch mit der Argumentation des Wiener Kreises aufräumte. Ich übernahm sein realistische Weltbild ziemlich unreflektiert und hatte in der Folgezeit einige schwerwiegende Probleme in der Physik: Durch den Studienplan bedingt musste ich mich intensiv mit der Quantentheorie auseinandersetzen, einerseits eine mathematische Qual, andererseits die philosophische Vernichtung meines so schön gewonnen, neuen Weltbildes. Wie kann eine Theorie, die sich einerseits mit allen bisherigen Theorien, mit allen alltäglichen Vorstellungen, die schon mit Einsteins Relativitätstheorie einer schweren Prüfung unterzogen wurden, zu widersprechen scheint und die andererseits nur auf einem mathematischen System aufgebaut ist, überhaupt wissenschaftlich ernst genommen werden? Was ist wenn die Mathematik, die schon vorher von Wittgenstein als sinnlos klassifiziert wurde, auch noch falsch ist? Wie kann dann die Quantenmechanik richtig sein? Es dauerte lange, bis ich diese Zweifel überwand, nicht zuletzt auch deswegen, weil jeder Versuch, die Quantentheorie zu veranschaulichen scheitern muss. Erst spät erkannte ich, dass die Mathematik nicht sinnlos ist, auch wenn ihr vermeintlich einziger Sinn für mich darin besteht, mir die Quantentheorie halbwegs zugänglich zu machen. Aber noch etwas spielte in diese Akzeptanz mit ein: Die Erkenntnis, dass physikalisches Wissen sich weder einer absoluten Wahrheit annähert, noch gegenüber irgendeiner anderen Wissenschaft ausgezeichnet werden darf. Es war dies die Zeit in der ich mit der Philosophie Thomas S. Kuhns und Paul Feyerabends in Berührung kam. Vor allem letzterer öffnete mir die Augen. Die Art und Weise, wie ich mich den großen Fragen nach der Erkenntnis, der Wissenschaft, der Religion genähert habe, musste mit dem Grundsatz „*anything goes*“

über den Haufen geworfen werden. Es gibt mehr als eine Methode um zu des Pudels Kern zu gelangen! Es ist nicht die naturwissenschaftliche Methode allein. Methodenpluralismus ist angesagt.

Nun sollte ich auch in der Lage sein eine Diplomarbeit mit sozialwissenschaftlichem Inhalt zu verfassen. Eine Arbeit mit qualitativer Methodik, die keine Allgemeingültigkeit anstrebt, die nicht mathematisch-logischer Exaktheit oder physikalischer Einfachheit genügt. Die Ergebnisse werden interpretiert und argumentiert, frei von einem reproduzierbaren Messverfahren, die Objektivität wird durch das Objekt hergestellt. Ich hätte mir zu Beginn meines Studiums nie gedacht, dass ich am Ende hier landen werde. Anything goes.

Wien, Mai 2010

Inhaltsverzeichnis

Danke.....	1
1. Einleitung	1
1.1 Das Projekt Science Backstage.....	1
2. Inhalt.....	4
2.1 Forschungsfragen.....	5
2.2 Forschungsmethode	5
3. Aktueller Forschungsstand	6
3.1 <i>Scientific Literacy</i>	7
Was versteht man unter „Scientific Literacy“?	8
3.2 Bildungsstandards und kompetenzorientierter naturwissenschaftlicher Unterricht ..	13
3.3 Aktueller Lehrplan für Physik	20
3.4 Zusammenfassung	20
4. Die <i>Scientific Community</i> und Wissenschaftskultur.....	22
4.1 Der Beginn des naturwissenschaftlichen Zeitalter.....	24
4.2 Philosophische Positionen	27
Rationalismus und Empirismus.....	27
Die Aufklärung durch Kant.....	29
4.3 Das traditionelle Naturwissenschaftsverständnis.....	34
Der logische Positivismus des Wiener Kreises	35
Der kritische Rationalismus	39
4.4 Modernes Wissenschaftsverständnis	43
Die soziologische Wende	44
4.5 Zusammenfassung	47
5. Die Erfassung der epistemologischen Überzeugungen der an Science Backstage beteiligten Lehrkräfte	50
5.1 Was sind epistemologische Überzeugungen?	50
5.2 Quantitative – Qualitative Forschung	52
5.3 Voraussetzungen für qualitative Forschung.....	53
5.4 Das <i>Teacher Beliefs Interview</i> von Luft und Roehrig	55
Adaption und Spezifikation der Fragen	61
Auswertung	62
Interviewfragen	62
6. Die einzelnen Interviews	65
6.1 Fall A	66
Fall A TBI:	72
Zusammenfassung:.....	81
6.2 Fall B.....	83
Fall B TBI:	86
Zusammenfassung:.....	100
6.3 Fall C.....	103
Fall C TBI:	106
Zusammenfassung:.....	118

6.4 Fall D	121
Fall D TBI:	124
Zusammenfassung:	137
6.5 Fall E.....	140
Fall E TBI:	144
Zusammenfassung:	159
7. Zusammenfassung und Schlussfolgerung	162
7.1 Einstellung und Verhalten	162
7.2 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	164
7.3 Güte der Ergebnisse.....	166
8. Literaturverzeichnis.....	169
9. Abbildungsverzeichnis	174
10. Tabellenverzeichnis.....	175

1. Einleitung

1.1 Das Projekt Science Backstage

Physik ist neben Mathematik und Chemie einer der unbeliebtesten Unterrichtsgegenstände unserer Schullandschaft (vgl. Muckenfuß, 2000). Warum genau die Naturwissenschaften und Mathematik bei Beliebtheitsumfragen so schlecht abschneiden ist nach wie vor eine aktuelle Forschungsfrage. In den letzten Jahren haben sich an der Universität Wien zahlreiche Themenschwerpunkte in der Fachdidaktik herausgebildet. Das 2006 gegründete AECCP, das *Austrian Educational Competence Center Physics*, hat sich zur Aufgabe gemacht bei dieser Problematik anzusetzen und durch Forschungs- und Projektarbeit einen Beitrag zur Verbesserung dieses Zustandes zu leisten.

Die Aufgaben und Ziele des AECC Physik sind „verschiedene Aspekte des Lernens und Lehrens der Physik zu erforschen sowie adäquate instruktionale Ansätze und geeignete Evaluationsinstrumente zu entwickeln. [...] Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Erforschung themenübergreifender Aspekte wie z.B. Computerunterstützung oder „Natur der Naturwissenschaft“ und deren Auswirkungen auf den Physikunterricht. Im Fokus steht darüber hinaus die Entwicklung des fachdidaktischen Wissens bei Studierenden und Lehrpersonen. Des Weiteren ist das AECC Physik an der Entwicklung der Bildungsstandards für den Physikunterricht beteiligt.“ (vgl. AECC Physik, Internetquelle)

Eines dieser Projekte das den Aspekt Natur der Naturwissenschaften aufgreift, ist „*Science Backstage*“ und wird unter der Leitung von Prof. Hopf vom Wissenschaftsministerium im Rahmen des „*Sparkling Science*“ – Programms gefördert.

Science Backstage – explore how physics works and what physicists do. Schülerinnen und Schülern soll die Möglichkeit gegeben werden, Physik und PhysikerInnen direkt im Forschungsalltag zu erleben, abseits des üblichen Lehrplans, abseits des bekannten Schulsettings. Das Forschungsfeld Physik, die Arbeitsweisen der „*Scientific Community*“, ihre Wissenschaftskultur, die Forschungsmethodik, die Entstehung von physikalischem Wissen – kurz das „Wesen“ der Naturwissenschaften, (*Nature of Science*), soll erfahren und erforscht werden. Schülerinnen und Schüler haben im regulären Physikunterricht kaum eine Möglichkeit Physik und PhysikerInnen wirklich kennen zu lernen. Das Bild des

typischen Naturwissenschaftlers ist vorwiegend männlich geprägt und orientiert sich überwiegend an naiven Cartoon- oder Comicvorstellungen. Überwiegend werden Wissenschaftler als einzeln arbeitende Individuen ohne sozialen Kontext verstanden, das Wissen über die tatsächliche Entstehung und die Bedingungen, unter denen physikalische Erkenntnisse produziert werden ist tendenziell undifferenziert und unrealistisch. (vgl. Höttecke 2001a, S. 42ff)

Untersuchungen zeigen, dass für den Aufbau eines realistischen Wissenschaftsbildes, auch Lernerfahrungen in realistischen Settings erforderlich sind. (Abd-El-Khalick & Ledermann, 2000, Bencze & Elshof, 2004, zitiert nach Projektantrag Science Backstage) Diesen realistischen Rahmen „science in action“ erleben zu können versuchte das AECC Physik mit dem Projekt Science Backstage und in Kooperation mit den Forschungsgruppen Quantenoptik, Isotopenforschung und Physik der nanostrukturierten Materialien der Universität Wien zur Verfügung zu stellen.

Die wissenschaftliche Herangehensweise der SchülerInnen bestand aus ethnographischer Feldforschung. Diese ist ein klassisches Gebiet der qualitativen Sozialforschung, bei der Sozialforscher in die natürliche Umgebung, in das „Feld“ des zu untersuchenden Gegenstandes hineingehen. Hauptmethode ist die „teilnehmenden Beobachtung“, die zwei Vorteile verspricht: Einerseits wird die Realität des Untersuchungsgegenstandes möglichst nicht verzerrt, wie es durch andere soziologische Methoden geschehen kann. Andererseits kommen die Forscher näher in die Realität ihrer Untersuchungsgegenstände hinein, nehmen an alltäglichen Situationen teil und erleben auch die Innenperspektive der Beteiligten aus nächster Nähe. (vgl. Mayring 2002, S. 54f)

Um diesen Ansatz zu gewährleisten wurden die Schülerinnen und Schüler in mehreren Workshops in sozialwissenschaftliche Theorie und Methodik eingeführt, es wurden gemeinsam mit dem Projektteam und einer Ethnographin Forschungsfragen entworfen, sowie Forschungspläne und Ziele festgelegt.

Typische Forschungsfragen der Schülerinnen und Schüler lauteten z.B.:

- Wie sieht der Alltag eines Forschers / einer Forscherin aus?
- Unter welchen Arbeitsbedingungen findet Forschung statt?
- Welche soziale Hierarchien und Stellungen gibt es innerhalb der *Scientific Community*?
- Gibt es Kooperationen zwischen Forschern und welche Bedeutung haben sie?
- Welche Rolle hat der einzelne Forscher innerhalb der *Scientific Community*?

Die konkreten Forschungsmethoden sind der ethnographischen Feldforschung entnommen und beinhalten die Verwendung sämtlichen Materials, das den SchülerInnen und Schülern angemessen erschien um ihre Forschungsfragen zu beantworten. Dies beinhaltet z.B. direkte Beobachtungsprotokolle (Feldnotizen), Interviews, Videoaufnahmen oder Fotografien. (vgl. Flick, Kardoff & Steinke, 2009, S. 332ff)

Die von den SchülerInnen gemeinsam mit dem Projektteam erstellten Forschungsfragen zielen genau auf das Verständnis von *Nature of Science* ab. Durch die Methode der teilnehmenden Beobachtung der SchülerInnen am Forschungsalltag der *Scientific Community* sollte ein umfassendes Wissenschaftsbild entstehen, das über ein bloßes inhaltliches Verständnis physikalischer Sachverhalte, wie es der Regelunterricht liefern kann, hinaus geht.

2. Inhalt

Die vorliegende Diplomarbeit versucht einen wesentlichen Aspekt des gesamten Projektes näher zu durchleuchten: Die epistemologischen Überzeugungen der am Projekt „Science Backstage“ teilnehmenden Lehrkräfte und ihre Einstellungen zum Physikunterricht.

Epistemologische Überzeugungen betten sich in das breite Spektrum der fachdidaktischen Forschung rund um *Nature of Science* ein, das in den letzten Jahren auch in der deutschsprachigen Fachliteratur einen Aufschwung erlebt:

„Als GestalterInnen des Unterrichts kommt den Lehrkräften naturwissenschaftlicher Fächer eine maßgebliche Rolle bei der Entwicklung eines adäquaten Wissenschaftsbildes von Schülerinnen und Schülern zu. Neben der im Vordergrund stehenden Vermittlung von Fachwissen werden selten und eher implizit auch die jeweiligen Vorstellungen von der *Nature of Science* des Lehrers vermittelt.“ (vgl. Höttecke 2001a, S. 73)

Wenngleich die empirische Datenlage nicht so fundiert ist wie von SchülerInnenvorstellungen, liegt der vorliegenden Arbeit die Hypothese zugrunde, dass auch Lehrkräfte der Naturwissenschaften ein unzureichendes Bild von *Nature of Science* aufweisen.

Das Kapitel drei befasst sich mit dem aktuellen Forschungsstand der „*Scientific Literacy*“, der naturwissenschaftlichen Bildung. Es liefert zusammen mit Kapitel vier, in dem ein Abriss der historischen Entwicklung der Naturwissenschaften, insbesondere der Physik und der *Scientific Community* als Trägerin der Wissenschaftskultur gegeben wird, die theoretische Grundlage zu den empirischen Fallstudien.

In Kapitel fünf wird die Methode der qualitativen Forschung beschrieben und das *Teacher Beliefs Interview* vorgestellt.

Kapitel sechs enthält die Analyse der einzelnen Interviews, ihre Zusammenfassung und Kategorisierung, sowie die gewonnenen Ergebnisse zu den Forschungsfragen.

Kapitel sieben beschäftigt sich mit der Validierung der Ergebnisse und bietet einen Ausblick auf mögliche künftige Forschungsarbeiten.

2.1 Forschungsfragen

1. Welche Einstellungen zum Physikunterricht haben die teilnehmenden Lehrer und Lehrerinnen?
2. In welche Kategorie nach Luft und Roehrig lassen sie sich einordnen?
3. Welche Hinweise auf die Vorstellungen von der Natur der Naturwissenschaft lassen sich daraus ableiten?
4. Welche epistemologischen Überzeugungen der Lehrkräfte lassen sich erkennen?

2.2 Forschungsmethode

Um die gestellten Fragen zu beantworten wurden im November 2009 mit den teilnehmenden Lehrkräften halbstrukturierte Interviews durchgeführt. Die Fragen orientieren sich an einem von Luft und Roehrig (2007) entworfenen Interviewleitfaden, dem „*Teacher Beliefs Interview*“ (TBI) zur Erfassung von Einstellungen von jungen Lehrerinnen und Lehrern der Naturwissenschaft. Diese Fragen mussten für die vorliegende Arbeit erweitert werden um etwas über die Biographie, das Schulsetting und den Zugang zum Unterricht zu erfahren. Die Interviews wurden auf Tonband aufgenommen, anschließend transkribiert und einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2003[1983]) unterzogen. Das zu Grunde liegende Kategoriensystem für die Auswertung wurde direkt vom TBI übernommen.

3. Aktueller Forschungsstand

Allgemein herrscht Übereinstimmung, dass Naturwissenschaften für eine Gesellschaft ein unverzichtbares Bildungsgut darstellen und zwar unabhängig von den vorhandenen kulturellen Unterschieden.

So begründet Fischer bereits 1998:

- „Moderne Industriestaaten benötigen naturwissenschaftlich und technologisch gebildete Arbeitskräfte, um in einem Markt konkurrieren zu können.
- Individuen einer Gesellschaft benötigen selbst grundlegendes Wissen über Naturwissenschaften und Technik [...] um als Individuen und Konsumenten effektiv handeln zu können
- Naturwissenschaftliche Theorien sind eine große kulturelle Errungenschaft einer aufgeklärten Gesellschaft gegen Mystizismus und Obskurantismus und eine Herausforderung für das Individuum. Deshalb ist das Verstehen naturwissenschaftlich-aufklärerischer Ideen unabdingbarer Bestandteil der individuellen Entwicklung zu einem modernen Lebensstil.
- Bürger müssen in der Lage sein, gesellschaftliche Probleme naturwissenschaftlichen Inhalts zu verstehen, um an Diskussionen und demokratischen Entscheidungsprozessen teilhaben zu können.“ (Fischer (1998) zitiert nach Gräber & Nentwig 2002, S. 7)

In der fachdidaktischen Literatur des angelsächsischen Raumes hat sich in den 1950er Jahren der Begriff der „*Scientific Literacy*“ etabliert. Davon ausgehend hat dieser in den letzten Jahren auch in der deutschsprachigen Literatur Einzug gehalten, um der Forderung nach einer naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung einen Namen zu geben.

Im deutschsprachigen Raum war die Delphi-Studie (Häußler et al. 1983) eine der ersten empirischen Untersuchungen die in die Richtung einer „physikalischen Allgemeinbildung“ ging. Die ausgewählte Probandenstichprobe (n=73) wurde dabei mit der Frage konfrontiert: „Welche physikalische Bildung ist für den einzelnen in unserer Gesellschaft von heute und morgen überhaupt sinnvoll und wünschenswert?“ (vgl. Muckenfuß, 1995, S.

29ff). Für die didaktische Forschung eröffnete sich dadurch in den Folgejahren bis heute ein breites Feld des empirischen Interesses und reflexiven Diskurses.

Die Delphi-Studie brachte fünf Konzepte hervor, die komplementär aufzufassen sind und nach wie vor Bedeutung haben, wenn es um allgemeine Rechtfertigung des Physikunterrichts geht. Teilweise wurden Ansätze dieser Konzepte auch in den Lehrplänen verankert, wenngleich nach wie vor Uneinigkeit darüber herrscht, welche konkreten Ziele Physikunterricht nun verfolgen soll:

Konzept A: Physik und Gesellschaft	Konzept B: Physik im Alltag	Konzept C: Physik als Erlebnis	Konzept D: Physik als Denkgebäude	Konzept E: Physik und Beruf
Physikalische Bildung beinhaltet Einsicht, Verständnis und Urteilsvermögen hinsichtlich der Verflechtung von Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft, Politik und sozialer Lebenswelt. Sie befähigt zur Diskussion und zu kritisch reflektiertem Handeln im gesellschaftlich-politischen Rahmen, insbesondere hinsichtlich potentieller oder tatsächlicher Fehlentwicklungen.	Physikalische Bildung dient der praktischen Lebensbewältigung durch Wissen über und Verstehen von Funktionsweisen technischer Objekte und durch die Verfügbarkeit praktischer Fertigkeiten. Sie dient auch dem Erkennen und Vermeiden von Gefahren.	Physikalische Bildung fördert die Erlebnisfähigkeit, indem sie Einstellungen und Gefühle, mit denen der Mensch der Natur und Technik begegnet, fördert, steuert und differenziert. Sie kann zur zweckfreien und subjektiv befriedigenden Beschäftigung mit Physik führen, Interessen fördern und Aktivitäten auslösen, die auch einer sinnvollen Gestaltung der Freizeit dienlich sind.	Physikalische Bildung tradiert bedeutendes Wissensgut und dient der Entwicklung und Pflege naturwissenschaftlicher Kompetenzen (Denkmethoden und Begriffsschemata anwenden, Probleme rational lösen). Sie vermittelt ein angemessenes Bild von der Welt einschließlich eines aufgeklärten Bewusstseins. Sie hilft menschliches Handeln von Irrationalismen zu befreien.	Physikalische Bildung vermittelt Grundlagenqualifikationen für viele Berufe sowie einen Einblick in die von der Wissenschaft Physik geprägten Berufe (auch unter dem Aspekt der beruflichen Orientierung). Sie fördert Interesse und Fähigkeit, sich mit einem breiten Spektrum physikalischer Gebiete auseinanderzusetzen, sowie einen sachgerechten Umgang mit technischen Objekten.
<i>Themenbereiche:</i> Energieversorgungsanlagen, Atom- und Kernphysik, Anlagen zur Verarbeitung von Informationen ...	<i>Themenbereiche:</i> Elektrizität und Magnetismus, Verkehrsmittel, Wärme, Geräte im Haushalt ...	<i>Themenbereiche:</i> Naturphänomene, Optik, Astronomie, Geschichte der Physik und physikalische Methoden ...	<i>Themenbereiche:</i> Naturwissenschaftliche Methoden, Geschichte der Naturwissenschaften, Naturphänomene, Relativitätstheorie ...	<i>Themenbereiche:</i> Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Maßeinheiten und Meßverfahren, Geräte ...

Abbildung 1: 5 Konzepte physikalischer Bildung der Delphi-Studie (Quelle: Muckenfuß, 1995, S. 32)

3.1 Scientific Literacy

Aufgrund der Schwierigkeit einer adäquaten Übersetzung des Begriffes „*Scientific Literacy*“ (eig. „naturwissenschaftliche Alphabetisierung“) wurde der Begriff auch ins Deutsche übernommen. Darunter werden sowohl naturwissenschaftliche Bildung als auch naturwissenschaftliche Kompetenzen (PISA) subsummiert. Da der Begriff ein sehr weit

gefasstes Konzept mit verschiedenen Zielen und Begründungen beinhaltet, herrscht auch in der angelsächsischen Literatur keine Einigkeit über eine exakte inhaltliche Definition,

Der Bogen spannt sich einerseits von rein intellektuellen Begründungen, welche *Scientific Literacy* als Selbstzweck und Kulturgut einer aufgeklärten Gesellschaft charakterisieren. Andererseits werden utilitaristische und pragmatische Rechtfertigungen angeführt, dass naturwissenschaftliche Bildung in alltäglichen Kontexten hilfreich und nützlich sein kann. Des Weiteren folgt aus Berichten der OECD (2006), dass zwar die absolute Anzahl der Studienanfänger ansteigt, der relative Anteil an Studierender naturwissenschaftlicher Fächer aber kontinuierlich abnimmt. In den Fächern Physik und Mathematik sinken sogar die absoluten Zahlen an Studierenden. Es werden also mehr Menschen in naturwissenschaftlichen Studiengängen (vor allem den Lehramtsstudien) benötigt, um überhaupt eine fortlaufende Entwicklung in der Forschung und der Lehre sicherstellen zu können. (vgl. Bertsch 2008, S. 22)

Die Motive zur Erlangung von *Scientific Literacy* sind vielfältig und uneinheitlich, Konsens besteht aber über deren allgemeine Wichtigkeit und Unverzichtbarkeit.

Gräber und Nentwig (2002) stellen allerdings fest, dass eine große Kluft zwischen der Forderung nach *Scientific Literacy* und dem tatsächlichen Vorhandensein besteht: „das in der Schule erworbene Wissen junger Menschen ist lückenhaft, das Interesse an den naturwissenschaftlichen Fächern sinkt mit der Dauer der Schulzeit, und die Einstellungen zu den Naturwissenschaften sind eher negativ gefärbt. Es ist daher dringend erforderlich, Wege aus der Theorie in die Praxis der Schulklassen zu finden.“ (Gräber, Nentwig 2002, S. 7)

Internationale Vergleichsstudien der letzten Jahre (PISA, TIMSS) haben dies bestätigt: Der medial verbreitete „PISA-Schock“ 2006, ist uns noch gut in Erinnerung.

Was versteht man unter „Scientific Literacy“?

Da die Anzahl der Definitionen des Begriffs mit der Anzahl der Autoren fachdidaktischer Literatur steigt, ist es schwierig eine einheitliche Begriffserklärung zu geben. Es kann

lediglich versucht werden exemplarisch die verschiedenen Ansätze darzustellen um einen Überblick zu gewährleisten.

Der Begriff selbst geht laut Rodger W. Bybee (2002) auf James Bryant Conant im Jahr 1952 zurück und wurde daraufhin „mit großer Präzision und detailliert in den 60er, 70er, 80er und 90er Jahren definiert.“ (Bybee 2002, S. 23)

Bybee (2002) unterscheidet vier Dimensionen der *Scientific Literacy*, die in einem hierarchischen Verhältnis zueinander stehen:

1. *Nominale Scientific Literacy*
2. *Funktionale Scientific Literacy*
3. *Konzeptionelle / Prozedurale Scientific Literacy*
4. *Multidimensionale Scientific Literacy*

Als unterste Ebene identifiziert er die „*Nominale Scientific Literacy*“, die allen anderen Dimensionen zugrunde liegt. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass „Lernende Begriffe, Ideen und Themen zwar mit dem Bereich Naturwissenschaft und Technik assoziieren“, es sich dabei aber um „fehlerhafte Vorstellungen, naive Theorien, oder ein unvollständiges Verständnis handelt.“ (Bybee 2002, S. 25) Auf dieser Stufe herrschen mitunter völlig falsche oder gar keine Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Prozessen oder Konzepten sowie dem verwendeten Vokabular.

Auf der *funktionalen Ebene* werden Begriffe bereits korrekt und angemessen verwendet, jedoch im Sinne eines „Vokabelwissens“ reproduziert ohne in einen naturwissenschaftlichen Gesamtkontext eingebettet zu sein. Lernende auf dieser Stufe können einzelne Textpassagen mit naturwissenschaftlichem Vokabular lesen und schreiben und genügen den „minimalen Standards von *Literacy* im üblichen Sinne.“ (Bybee 2002, S. 26)

Auf der *konzeptionellen und prozeduralen Ebene* haben Lernende bereits ein umfangreiches Verständnis einer bestimmten naturwissenschaftlichen Disziplin, über die dort herrschende Normen und Fakten, Prozesse und Verfahren, sowie den zugrunde

liegenden konzeptionellen Ideen und Prinzipien. Diese Ebene ließe sich als Bedingung der Möglichkeit von naturwissenschaftlicher Erkenntnis beschreiben. Hierbei wird die wissenschaftstheoretische Begründung der eigenen Disziplin verstanden, jedoch noch nicht mit anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen in Beziehung gebracht.

Die multidimensionale *Scientific Literacy* kennzeichnet die oberste Ebene. Sie geht über die konzeptionelle / prozedurale Ebene insofern hinaus, als dass sie die verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen miteinander in Beziehung setzt und in ihrem historischen und sozialen Kontext versteht. Dabei werden die zugrunde liegenden wissenschaftstheoretischen Positionen, das Wesen der Naturwissenschaften und deren Abgrenzung von anderen wissenschaftlichen Disziplinen verstanden.

Bybee charakterisiert damit ein Stufenmodell der *Scientific Literacy*, das nicht eine einmalige Eigenschaft eines Menschen ist, sondern eine Entwicklung darstellt, von der einfachsten Stufe der nominalen *Scientific Literacy* bis zur komplexen multidimensionalen *Scientific Literacy*.

Die Frage ob die höchste Stufe der so verstandenen *Scientific Literacy* innerhalb der Schulzeit überhaupt erreicht werden kann, ist meines Erachtens fraglich.

Die Expert Group der OECD liefert für die PISA Studie 2006, bei der der Schwerpunkt der Fragestellungen auf naturwissenschaftliches Verständnis abzielte, eine andere grundlegende Definition von *Scientific Literacy*. Darin bezieht sich die *Scientific Literacy* einer Person auf:

1. “Scientific knowledge and use of that knowledge to identify questions, acquire new knowledge, explain scientific phenomena and draw evidence-based conclusions about science-related issues
2. Understanding of the characteristic features of science as a form of human knowledge and enquiry
3. Awareness of how science and technology shape our material, intellectual, and cultural environments

4. Willingness to engage in science-related issues and with the ideas of science, as a reflective citizen” (OECD 2006, S. 23)

Scientific Knowledge wird von der OECD Expert Group sowohl als Wissen von Naturwissenschaft als auch Wissen über Naturwissenschaft verstanden. Einerseits steht also das Wissen von naturwissenschaftlichen Inhalten und Fakten und andererseits die Anwendung dieses Wissens, die naturwissenschaftliche Methode, die Besonderheit der Naturwissenschaft und ihre Grenzen. Es gilt das Wissen zu erwerben jene Fragen identifizieren zu können, die naturwissenschaftlich beantwortet werden können, Belege und Daten kritisch zu hinterfragen und Schlussfolgerungen daraus ziehen zu können und zwischen wissenschaftlich evident und unwissenschaftlich spekulativ unterscheiden zu können, wenn die vorhandenen Daten keine definitiven Schlussfolgerungen zulassen.

Ähnlich dem Stufenmodell Bybee’s charakterisiert auch PISA *Scientific Literacy* als Entwicklung und nicht als Dichotomie, die vorhanden ist oder nicht. (vgl. OECD 2006, S. 25) Um laut der PISA Studie gewissermaßen „*scientific literate*“ zu sein, ist ein Naturwissenschaftsverständnis vorausgesetzt, das sowohl bestimmtes Wissen als auch Kompetenzen umfasst und in etwa der dritten Stufe Bybee’s (*konzeptionelle und prozedurale Scientific Literacy*) entspricht.

Diese Festlegung scheint willkürlich zu sein und zeigt unter anderen eine Schwäche des Konzeptes der *Scientific Literacy*: Je umfassender die Definition der *Scientific Literacy* desto mehr steigen auch die Anforderungen an den naturwissenschaftlichen Unterricht. Letztlich muss irgendwo eine Grenze gezogen werden, da sonst der Rahmen des naturwissenschaftlichen Schulunterrichts gesprengt werden würde.

Ebendieser Standpunkt wird von Morris H. Shamos vertreten, der *Scientific Literacy* überhaupt als Mythos identifiziert und die Suche der Naturwissenschaftsdidaktik danach als „sinnlos“ beschreibt. (vgl. Shamos 2002, S. 45) Er spricht sich dafür aus den Begriff als Ziel eines naturwissenschaftlichen Unterrichts überhaupt fallen zu lassen, da er in der Schule ohnehin nicht zu erreichen sei.

Ansatzpunkt für diese Kritik ist die Begründung für das Erreichen von *Scientific Literacy*. Wie bereits erwähnt, spannt sich dieser Bogen von intellektuellen bis zu utilitaristischen Rechtfertigungen:

Auf der einen Seite steht *Scientific Literacy* als eine Art Bürgerpflicht eines aufgeklärten Menschengeschlechts des 20./21. Jahrhunderts zu sein, der sich an den intellektuellen und kulturellen Wert von naturwissenschaftlicher Bildung erinnert, den Einfluss auf das tägliche Leben erkennt und eigenständige, unabhängige und wertfreie Urteile zu verschiedenen Problemstellungen fällen kann. Auf der anderen Seite steht die utilitaristische Begründung, die *Scientific Literacy* als notwendige Bedingung für den „Nachschub“ an Studierenden naturwissenschaftlicher Fächer identifiziert. Dies wird vor allem dadurch untermauert, dass sowohl Wirtschaft wie auch Forschung und Lehre naturwissenschaftlich (aus)gebildete Fachkräfte benötigen. Wenn es keine ausgebildeten Naturwissenschaftslehrer gibt, sinkt möglicherweise sowohl Qualität als auch Quantität an *Scientific Literacy* bei Schülerinnen und Schülern, was wiederum zu einer geringeren Anzahl an Studienabschlüssen führen könnte und einen weiteren Lehrermangel auf den Plan ruft. Dies führt zu einem infiniten Regress, der überspitzt formuliert, darin endet, dass naturwissenschaftliche Bildung als Kulturgut überhaupt verloren geht (vgl. Schaefer 2002, S. 85)

Wenn diese Begründungen auch allgemein nachvollziehbar klingen mögen, so sind sie für Shamos dennoch kritisierbar, denn einerseits „konnte noch nie bewiesen werden, dass der Ansatz eine kleine Gruppe von Schülerinnen und Schülern quasi ‘mit vorgehaltener Pistole‘ in naturwissenschaftliche Fächer zu drängen, wirklich effektiv ist. Tatsächlich entscheiden sich die meisten Schülerinnen und Schüler für Berufe im naturwissenschaftlichen Bereich aus Gründen, die mit dem naturwissenschaftlichen Pflichtunterricht überhaupt nichts zu tun haben.“ Andererseits lässt sich der intellektuelle/kulturelle Wert von naturwissenschaftlicher Bildung zwar nicht bestreiten, man kann aber dennoch nicht behaupten, dass diese wichtiger sei, als das Verständnis anderer intellektueller Disziplinen. (vgl. Shamos 2002, S. 46)

Den einzigen Grund, den Shamos gelten lassen will, ist der auf den amerikanischen Philosophen und Pädagogen John Dewey zurückgeführte Ansatz, dass naturwissenschaftlicher Unterricht aufgrund seiner Methodik allgemein logisches, kritisches Denken fördert, welches Schülerinnen und Schüler auf andere Lebensbereiche übertragen könnten. Dewey nannte dieses Denkvermögen „naturwissenschaftliche Geisteshaltung“. Leider hat diese These aber versagt, da sich naturwissenschaftlicher Unterricht zu sehr mit Inhalten und zu wenig mit der naturwissenschaftlichen Denkweise befasst. (vgl. Shamos 2002, S. 47)

Ähnlich argumentiert auch Pietschmann (2007), der im Vorwort zu „Geschichten zur Teilchenphysik“ schreibt:

„Diese Ergebnisse, Naturgesetze oder gar mathematische Formeln, können aber ohne Hintergrund nicht wirklich verstanden werden. So kommt es in der Physik zu der unsinnigsten Form des Auswendiglernens von „Stoff“, der weder verstanden, noch im Leben brauchbar ist. Wen wundert’s, dass dabei nur Ablehnung oder gar Gegnerschaft erzeugt wird. Wer den Weg und die Methode, die zu physikalischen Erkenntnissen führt, nicht kennt, kann die Ergebnisse wirklich nicht verstehen. Daher trat ich immer dafür ein, Physik nicht ohne zugehörige Wissenschaftstheorie zu lehren.“ (Pietschmann 2007, S. 7)

Gefordert wird also ein Verständnis der naturwissenschaftlichen Prozesse, statt naturwissenschaftlicher „Wahrheiten“, Messwerte und Fakten: „Es ist der Prozess, verifiziert durch die Ergebnisse, und nicht so sehr die Ergebnisse selbst, der die Kraft des logischen Denkens in den Naturwissenschaften zum Ausdruck bringt.“ (Shamos 2002, S. 47)

Diese beiden unterschiedlichen Auffassungen der *Scientific Literacy* lassen sich in ein polares Verhältnis zueinander bringen: Während Bybee eher die „Sachkompetenz“, also die inhaltliche Ebene in den Vordergrund stellt, hebt Shamos die „Metakompetenz“, die Prozessebene hervor. Wenn sich auch durchaus Parallelen und gegenseitige Abhängigkeiten der beiden Standpunkte erkennen lassen, so unterscheiden sie sich doch vor allem in der Forderung der praktischen Umsetzung im Unterricht, um die Bildungsziele *Scientific Literacy* zu erreichen. (vgl. Gräber et al. 2002, S. 139)

3.2 Bildungsstandards und kompetenzorientierter naturwissenschaftlicher Unterricht

In den letzten Jahren rückte im deutschsprachigen Raum der Begriff der „Kompetenz“ immer mehr in den Vordergrund. Dass der klassisch verstandene Bildungsbegriff scheinbar zugunsten des neuen Kompetenzbegriffs abdanken muss, hat laut de Boer (2008) auch einfache Gründe: „der Begriff der Kompetenz verweist seit der Debatte um

Bildungsstandards und Kompetenzen auf klare Erwartungen: Kompetenzen sollen messbar sein und mit entsprechenden Testinstrumenten erfasst werden können. Hier geht es um die Verbindung von Wissen und Können im Sinne der Befähigung zur Bewältigung verschiedener Situationen.“ (vgl. Boer de 2008, S. 19)

Dieser Ansatz wird auch in den internationalen Vergleichsstudien verfolgt. Auch die PISA Studie erfasst die „Grundkompetenzen“ von Jugendlichen in den drei Bereichen:

- Naturwissenschafts-Kompetenz (*Scientific Literacy*)
- Lese-Kompetenz (*Reading Literacy*)
- Mathematik-Kompetenz (*Mathematical Literacy*)

Hier ist die praktische Anwendung des Kompetenzbegriffs der *Scientific Literacy* am besten ersichtlich denn „die Festlegung der Testinhalte erfolgt so, dass nicht nur die Beherrschung des im Curriculum vorgesehenen Lehrstoffs abgedeckt wird, sondern insbesondere wichtige Kenntnisse und Fähigkeiten, die man im Erwachsenenleben benötigt, erfasst werden. PISA überprüft Kompetenzen, welche Basis für lebenslanges Lernen bilden und für die aktive Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und der Arbeitswelt notwendig sind.“ (Schreiner et al. 2009, S. 17)

Der Kompetenzbegriff gewinnt in der Diskussion um *Scientific Literacy* mehr und mehr an Bedeutung und ist daher genauer zu erörtern.

Unsere heutige „westliche“ Gesellschaft lässt sich mit „Wissensgesellschaft“ recht treffend umschreiben. Wir befinden uns in einem Zeitalter der Informationsflut, Wissen und Bildung werden als die wichtigsten Ressourcen in einem rohstoffarmen Europa angesehen. In unserer Zeit der globalen Vernetzung ist es quasi jederzeit möglich, auf eine Vielzahl von Informationen zuzugreifen: Wikipedia und Google sind dank iPhone und WePad jederzeit und überall aufrufbar. Klassisch verstandene Allgemeinbildung als Ziel eines Schulunterrichts muss also unter diesem Aspekt neu beleuchtet werden. Das Ziel eines modernen Unterrichts soll in erster Linie nicht Wissenserwerb sein, sondern die Aneignung verschiedenster allgemeiner Kompetenzen, um das Überangebot an Informationen zu ordnen und zu beurteilen. Schaefer (2002) formuliert überspitzt: „Dieses Geflecht aus praktischen Fähigkeiten, Sprachkenntnissen, einem grundlegenden Verständnis der Strukturen der Welt, biologischen Kenntnissen und ethischem Denken wird unserer jungen

Generation am ehesten das Überleben sichern, sowohl in einer harten Berufswelt als auch während der Zeit, die sie außerhalb des Berufs verbringt.“ (Schaefer 2002, S. 85)

Sein Vorschlag zur Erreichung von allgemeiner Bildung im Sinne einer „Lebenskompetenz“ umfasst drei Ebenen der *Scientific Literacy*: Die minimale, mittlere und maximale Lösung von *Scientific Literacy*.

Die minimale Lösung würde bedeuten, dass Biologie-, Chemie- und Physikunterricht in einen fächerübergreifenden, interdisziplinären naturwissenschaftlichen Gesamtunterricht einfließen und die jeweiligen LehrerInnen ihren Unterricht in aufeinander abgestimmter Weise vermitteln. Allerdings kämen die Funktionen eines solchen interdisziplinären naturwissenschaftlichen Wissens nur sehr gering zu tragen.

Die mittlere Stufe würde bereits zur Entwicklung einiger allgemeiner Kompetenzen, wie z.B. Umweltkompetenz oder der instrumentellen Kompetenz, also der Kompetenz mit Gerätschaften zu hantieren und einfache Messungen durchzuführen, oder Versuche aufzubauen), beitragen.

Um allerdings eine umfassende Lebenskompetenz zu erlangen bedürfe es der maximalen Lösung von *Scientific Literacy*. „Hier wird die Sachkompetenz Natur auf unterschiedliche Weise für jede Art von Kompetenzentwicklung nutzbar gemacht und daher optimal für Allgemeinbildung eingesetzt. Bei dieser Herangehensweise ist die pädagogische (und ökonomische) Effizienz des naturwissenschaftlichen Unterrichts am höchsten.“ (vgl. ebd. S. 90f)

Die einzelnen Stufen der Entwicklung zu einer allgemeinen Lebenskompetenz werden von Schaefer (2002) wie folgt dargestellt:

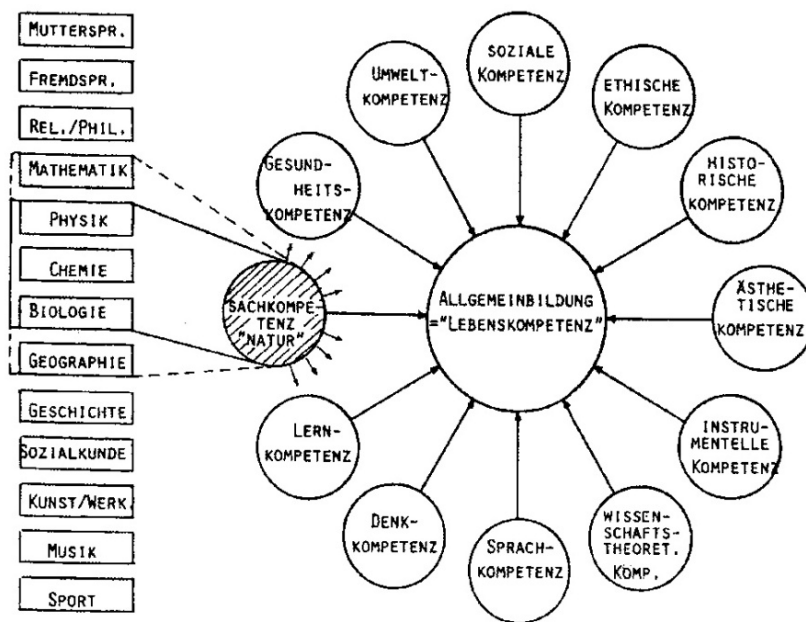


Abbildung 2: Minimale Lösung von *Scientific Literacy*: Biologie, Chemie und Physik entwickeln gemeinsam eine Sachkompetenz über Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Natur als Grundlage für die zukünftige Entwicklung allgemeiner Kompetenzen. (vgl. Schaefer 2002, S. 89)

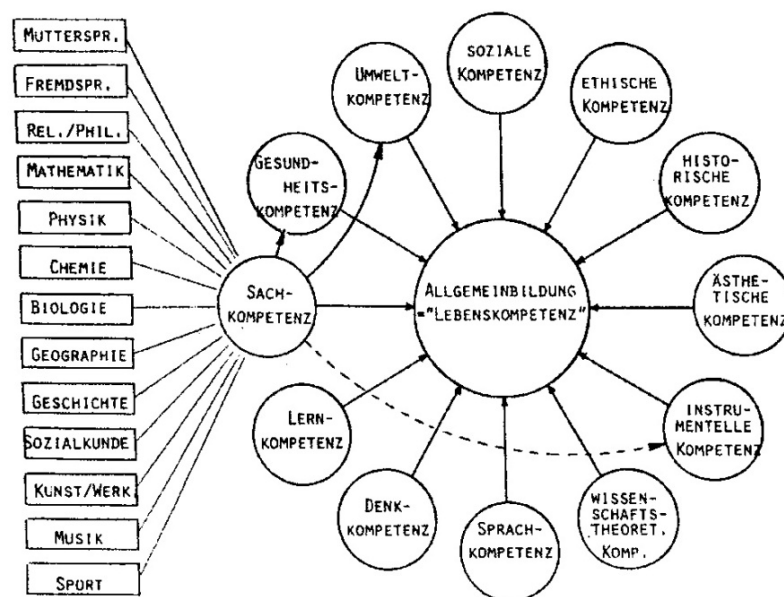


Abbildung 3: Mittlere Lösung von *Scientific Literacy*: Die Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Natur werden bereits angewandt und für einige allgemeine Kompetenzen, die aber mit den Naturwissenschaften nah verwandt sind, funktionalisiert. (vgl. Schaefer 2002, S. 89)

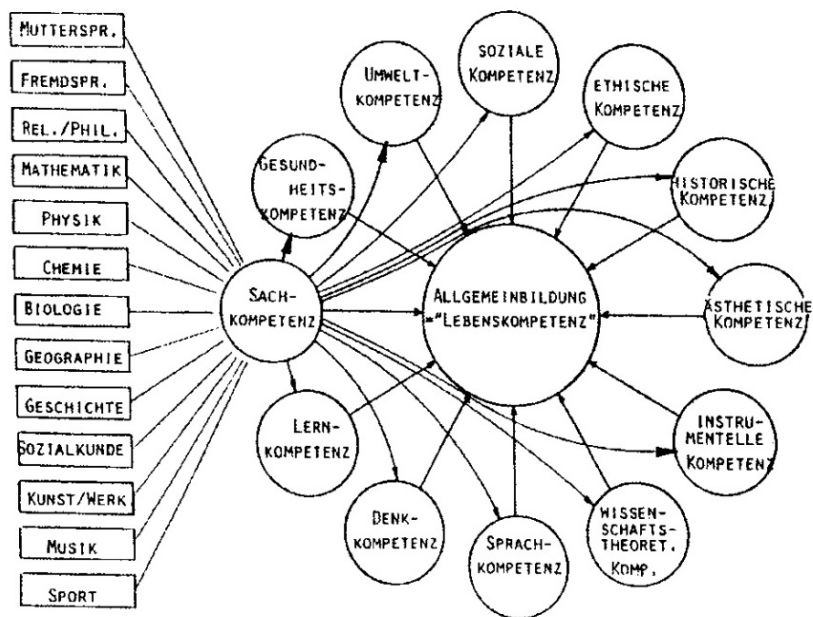


Abbildung 4: Maximale Lösung von *Scientific Literacy*: Die Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Natur werden auf alle allgemeinen Kompetenzen verwendet und funktionalisiert. (vgl. Schaefer 2002, S. 90)

Auch für Gräber, Nentwig und Nicolson (2002) geht die naturwissenschaftliche Bildung über den reinen Erwerb von Sachkenntnissen hinaus. Schulunterricht darf sich nicht darauf beschränken reproduzierbares Faktenwissen zu vermitteln, vielmehr muss naturwissenschaftlicher Unterricht in einen lateralen Kontext verschiedener Kompetenzen eingeordnet werden.

Für Gräber, Nentwig und Nicolson (2002) sind die drei übergeordneten Dimensionen *Wissen - Handeln – Bewerten* die Ziele eines kompetenzorientierten Unterrichts. *Scientific Literacy* wird als gemeinsame Schnittmenge dieser Grundkompetenzen charakterisiert:

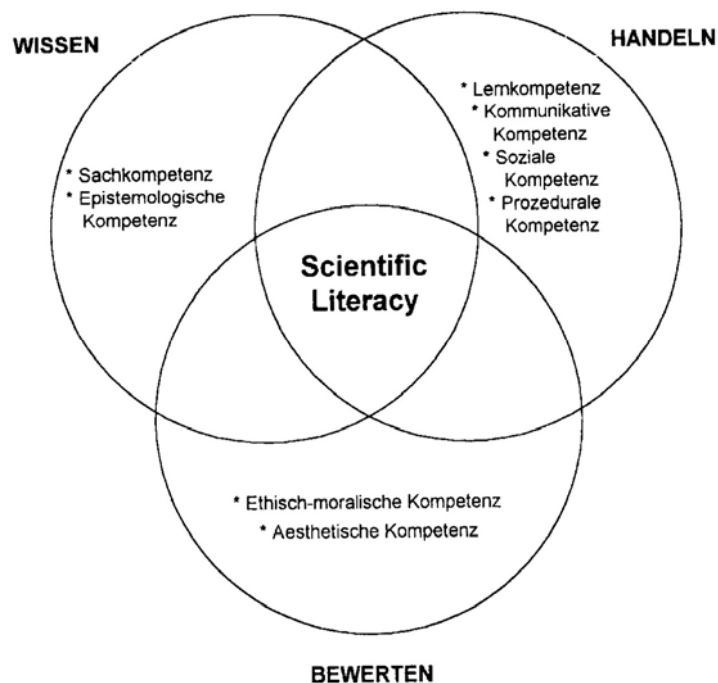


Abbildung 5: *Scientific Literacy* nach Gräber Nentwig und Nicolson (Gräber et al. 2002, S. 137)

Bildung im Allgemeinen und naturwissenschaftliche Bildung im Besonderen, wird von den Autoren als die Voraussetzung für menschliches Verhalten angesehen. Unverzichtbar ist für sie der Erwerb von *inhaltlicher Sachkompetenz*. Diese kann sowohl fachgebunden, als auch fächerübergreifend erworben werden und wird ähnlich wie Bybee's Stufenmodell hierarchisch aufgefasst. Sie wird zunächst einfache „Vokabeln“ wie Fachbegriffe und

grundlegende Fakten beinhalten und in ein umfassendes Verständnis von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen münden. Daneben steht die Komponente der *epistemologischen, oder wissenschaftstheoretischen Kompetenz*, welche die Abgrenzung der Naturwissenschaften zu anderen wissenschaftlichen Disziplinen beinhaltet, die naturwissenschaftliche Methodik, die historische Entwicklung der Begriffe und Inhalte, sowie deren Reflexion. (vgl. Gräber et al. 2002, S. 137) Diese Komponente wird im folgenden Kapitel ausführlich behandelt.

Unter der Dimension Handeln sind alle Kompetenzen, die Wissen und Bewerten überhaupt erst ermöglichen, subsummiert. Um sich Wissen aneignen zu können bedarf es verschiedener Lernstrategien, welche als *Lern- und Denkkompetenz* zusammengefasst werden. Diese stellen zwar fachspezifisch unterschiedliche Anforderungen, sind aber grundsätzlich für jeden Erwerb von Bildung erforderlich. Da Lernen (vor allem in der Schule) selten isoliert von anderen Personen stattfindet und isoliertes Wissen auch sinnlos erscheint, bedarf es sowohl einer *Sozialkompetenz* als auch einer *kommunikativen Kompetenz*. Zugleich ist das erworbene Wissen mit anderen zu teilen eine ebenso wichtige Voraussetzung für den Bildungserwerb, als die Anwendung desselben in einem sozialen Kontext. Schließlich bedarf es noch der Kompetenz sich Informationen zu beschaffen, sie nach ihrem Gehalt zu beurteilen und richtig einzuordnen. Diese prozedurale oder instrumentelle Kompetenz hängt stark vom jeweiligen Fach ab und spannt den Bogen von der Literaturrecherche in Bibliotheken oder dem Internet zur Interpretation und Analyse von Diagrammen und Tabellen bis hin zu selbstständigen Messungen und Experimenten sowie der Auswertung der entstandenen Daten. (vgl. Gräber et al. 2002, S. 138)

Darüber steht schließlich die Dimension Bewertung, die sowohl ästhetische als auch ethisch-moralische Komponenten beinhaltet. Beispielsweise wird in der Physik oder Mathematik gern die Einfachheit einer Formel zu erkennen als ästhetisches Maß angesehen oder in der Biologie etwa die Schönheit einer Kristallzucht. Die ethisch-moralische Kompetenz ist kultur- und gesellschaftsabhängig und historisch gewachsen. Da aber Debatten über Klonen, Stammzellenforschung oder die Entwicklung neuer Waffensysteme nicht abbrechen, bedarf es einer gewissen Kompetenz um die Brisanz dieser Sachverhalte überhaupt zu erkennen.

Alle diese Kompetenzen ergeben *Scientific Literacy* in individuell unterschiedlicher Ausprägung, je nach persönlichem Interesse und Präferenz. (vgl. Gräber et al. 2002, S. 139)

3.3 Aktueller Lehrplan für Physik

Eine umfangreiche Zusammenfassung der Forderung nach sämtlichen Konzepten der *Scientific Literacy* findet sich erwartungsgemäß im aktuellen Lehrplan für Physik, der mit dem Schuljahr 2004/05 in Kraft trat:

„Der Physikunterricht hat zum allgemeinen Bildungsauftrag der Schule, [...] beizutragen und damit in besonderer Weise den Erwerb von Schlüsselqualifikationen und dynamischen Fähigkeiten zu fördern. [...] Dadurch sollen die Schülerinnen und Schüler Einblicke in die Vorläufigkeit von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen erhalten und die Bedeutung neuer Sichtweisen bei anstehenden Problemen (Paradigmenwechsel) sowie die Physik als schöpferische Leistung der Menschheit und damit als Kulturgut erkennen. Der Physikunterricht hat einen wichtigen Beitrag zur Berufsorientierung und der persönlichen Berufswahl zu leisten.

Ziel des Physikunterrichts ist daher die Vermittlung des nötigen Rüstzeuges zum verstehenden Erleben von Vorgängen in Natur und Technik und keinesfalls nur das Informieren über sämtliche Teilgebiete der Physik.“ (Lehrplan Physik, BMUKK)

3.4 Zusammenfassung

Sowohl die PISA Studien betreffend, als auch die aktuelle pädagogische Diskussion um die Thematik der Lehrplangestaltung oder der Lehramtsausbildung, eröffnet sich hier ein nach wie vor interessantes aber auch kontroverses Feld, das Gegenstand aktueller Forschung ist und zukünftiger sein wird. Dabei sind die Ziele des Physikunterrichts

genauso facettenreich wie die Möglichkeiten und Wege sie zu erreichen. Hier einer bestimmten Schule den Vorzug zu geben hieße womöglich viele andere auszublenden. Ob es sich nun um das Stufenmodell von Bybee handelt oder das Dimensionsmodell von Schaefer, die Frage ob und wie weit die jeweiligen höchsten Stufen der *Scientific Literacy* innerhalb der Schullaufbahn überhaupt erreicht werden können, ist diskussionswürdig. Die OECD setzte mit PISA die Bildungs- und Kompetenzziele eines jungen Menschen gut begründet, aber dennoch willkürlich fest. Um nicht einem Methoden- und Wertestreit zu verfallen scheint diese Festlegung auch durchaus sinnvoll zu sein. Die Diskussionen um den Wert der Studie, ihrer Aussagekraft und Vergleichbarkeit der Ergebnisse werden allerdings nicht nur in Expertenkreisen geführt und zeigen wie brisant das Thema allgemein ist.

Den Begriff der *Scientific Literacy* gemäß Shamos gänzlich fallen zu lassen, halte ich trotz aller Schwierigkeiten, die er mit sich bringt, für wenig zweckmäßig. Shamos scheint in seiner Argumentation zu sehr den Dewey'schen Pragmatismus zu verfolgen. Für ihn macht der Begriff keinen Sinn, weil seine praktischen Konsequenzen nicht logisch begründet werden können. Ich denke aber genau die Vertiefung und Diskussion rund um das Thema konstituiert erst die Inhalte des Begriffes und fördert somit genau das, was von den verschiedenen Autoren gefordert wird: eine umfassende *Scientific Literacy*. Den Begriff fallen zu lassen hieße möglicherweise auch seine konstituierenden Inhalte fallen zu lassen und dies kann nicht im Sinn einer naturwissenschaftlich - fachdidaktischen Auseinandersetzung sein.

4. Die *Scientific Community* und Wissenschaftskultur

Wie in Kapitel eins schon erwähnt handelt das Projekt Science Backstage von den Vorstellungen und Überzeugungen der teilnehmenden SchülerInnen von *Nature of Science*. Im Gegensatz dazu beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit den Vorstellungen und Überzeugungen der beteiligten Lehrkräfte von *Nature of Science*. Dies bezieht sich nach Gräber und Nentwig auf die epistemologische Komponente der *Scientific Literacy*.

Was das „Wesen“ der Naturwissenschaften eigentlich ausmacht ist seit der Entstehung der Naturwissenschaften in Diskussion. Verschiedene wissenschaftliche Disziplinen nahmen sich dieser Frage an. Allen voran die Philosophie bzw. Wissenschaftstheorie und die Wissenschaftsgeschichte, aber auch die Physiker selbst, die vor allem am Beginn des vergangenen Jahrhunderts philosophische Sichtweisen auf ihre eigene Disziplin entwickelten und viel zur Klärung der Begriffe beitrugen. Interessante Aspekte kommen neuerdings durch die fachdidaktische Forschung und die Soziologie bzw. die Ethnographie hinzu, welche die *Scientific Community* und ihre eigene Kultur zum Forschungsgegenstand erklärt und damit ein weiteres breites Forschungsfeld eröffnet. Arnold (2004) versteht Kultur in diesem Zusammenhang als eine „mit anderen geteilte Art, die Welt zu sehen bzw. mit ihr umzugehen, die durch verschiedene Techniken der Einübung, Weitergabe und Erinnerung gesellschaftlich stabilisiert wird.“ (Arnold 2004, S. 22) Den Mitgliedern der *Scientific Community* werden bestimmte Überzeugungen konstatiert, die sie in vielen Fällen von vornherein dazu veranlassen ein Studium der Physik zu beginnen (vgl. Erlemann 2004, S. 53ff). Spätestens während dem Verlauf ihres Studiums werden sie in die kulturellen Praktiken der *Scientific Community* eingewiesen und vertreten nach außen hin oftmals einen kennzeichnenden Habitus. (vgl. Erlemann 2004, S. 79 ff)

Der folgende Abschnitt soll einen Versuch darstellen, die historische Genese der *Scientific Community*, insbesondere der Gemeinschaft der Physiker, ihrer Wissenschaftskultur und ihrem Selbstverständnis zu charakterisieren.

Ferner stellt sich heraus, dass in erster Linie die Abgrenzung der eigenen wissenschaftlichen Disziplin zu anderen wissenschaftlichen Disziplinen hin die jeweilige Kultur konstituiert. Insbesondere für die Physik galt es zu Beginn ihrer Entstehung diese Abgrenzung von der Philosophie und der Metaphysik klar zu zeichnen um sich als eigene

Forschungsdisziplin durchzusetzen. Diese zunächst intuitive und später methodische Abgrenzung zu anderen Disziplinen birgt - das vorige Kapitel mit einbezogen - eine Paradoxie in sich: Einerseits ist sie notwendige Voraussetzung um Naturwissenschaft überhaupt erst zu ermöglichen, andererseits ist es genau diese Abgrenzung, die eine umfassende *Scientific Literacy* zu verhindern vermag. Allein die ursprüngliche Schwierigkeit der begrifflichen Separation zwischen Naturphilosophie und Naturwissenschaft zeigt diese Dialektik auf. Die weitere Aufspaltung in die Einzelnaturwissenschaften bzw. der Entwicklung der einzelnen Disziplinen scheint aus einer Metaebene betrachtet bestenfalls pragmatisch. Mit zunehmendem Wissen der Menschheit wird es für den Einzelnen immer schwieriger bis unmöglich die gesamte Bandbreite der Naturwissenschaften abzudecken. Das Bild des thronenden „Universalgenies“ vergangener Tage ist uns noch gut in den Köpfen und trägt nach wie vor zu einer insgeheimen Glorifizierung der großen Wissenschaftler bei. Ab einem bestimmten Punkt des Erkenntnisstandes, ist es aber notwendig zu separieren: zunächst in einzelne naturwissenschaftliche Disziplinen, dann innerhalb der Fachdisziplin in einzelne Institute und Forschungsgruppen.

Die Fachdisziplinen unterscheiden sich einerseits durch die Festsetzung ihres Untersuchungsgegenstandes sowie andererseits durch die für jede Disziplin spezifischen Untersuchungsmethoden. Allen gemeinsam ist hingegen ihre inhaltliche Abgrenzung zu anderen Disziplinen. Zu wissen was das eigene Fach zu leisten vermag und wo seine Grenzen liegen ist wohl die tugendhafteste Eigenschaft eines Wissenschaftlers. Der Gegenstand der jeweiligen Untersuchung ist dabei zwingend verknüpft mit der besonderen Methode der Untersuchung. Beide bedingen sich wechselseitig und stehen damit in einem aporetischen Verhältnis zueinander: Naturwissenschaftliche Beschreibung eines Gegenstandes gelingt nur mit naturwissenschaftlichen Methoden und nur naturwissenschaftliche Methoden erlauben naturwissenschaftliche Beschreibungen von Gegenständen.

Es galt also für jede Fachdisziplin, nicht nur für die allgemeine Forschungspraxis, sondern auch für die Lehre, ein Rezept anzugeben um nicht der Willkür zu erliegen. Die beiden wesentlichen Fragen: Was ist die Methode der Naturwissenschaft und wo liegen ihre Grenzen, wurden von Popper als „die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie“ bezeichnet. Diese und andere Fragen sind methodologische Fragen, die im Lauf der Geschichte der Wissenschaftstheorie unterschiedlich beantwortet wurden.

Auch wenn wir später sehen werden, dass man heute allgemein der Auffassung ist, dass es „die eine“ naturwissenschaftliche Methode nicht geben kann, so macht es m. E. doch Sinn den historischen Verlauf dieser Entwicklung zu charakterisieren, einige wesentliche Eckpunkte aufzuzeigen, um vielleicht so die heutige Wissenschaftskultur, der *Scientific Community* einigermaßen nachvollziehen zu können.

4.1 Der Beginn des naturwissenschaftlichen Zeitalter

Der Beginn der „naturwissenschaftlichen Denkweise“ wird nach heutiger Auffassung gegen Ende des 16. Jahrhunderts mit einem Mann und seiner „neuen Methode“ in Verbindung gebracht: Galileo Galilei (vgl. Segrè 1997, S.33). Das mittelalterliche Denken der Scholastik war vom aristotelischen Syllogismus geprägt, und zog die Methode der logischen Beweisführung des deduktiven Schließens zur „richtigen“ Naturbeschreibung heran. Die Deduktion kennzeichnet sich durch das Schließen von einem allgemeinen Grundsatz auf einen besonderen Fall. Für die Scholastik bedeutete dies rein durch logische, d.h. gültige Argumentation. Dabei spielten die allgemeinen Grundsätze des Aristoteles, die als „absolute Wahrheiten“ galten, eine besondere Rolle. Diese passten vor allem auch in das Bild der Kirche, die als Autorität öffentliche Zweifel nicht duldete. Man war von der Unfehlbarkeit dieser Methode so sehr überzeugt, dass damit jeder Erkenntnisanspruch gerechtfertigt wurde.

Im 16. Jahrhundert kam es allerdings zu einigen naturphilosophischen und gesellschaftlichen Unruhen, die das aristotelisch tradierte Denken des Mittelalters langsam erschüttern sollten:

Die Reformation durch Martin Luther 1517, die Ablösung des ptolemäischen Weltbildes, das von Kopernikus 1543 eingeleitet wurde. die Entdeckung der Supernova 1572 durch Tycho Brahe, die exakte mathematische Beschreibung des kopernikanischen Systems durch Johannes Kepler 1604. (vgl. Pietschmann 2007, S. 63 ff.)

Wenngleich alle diese und noch mehr hier nicht aufgelistete Ereignisse in diesem Rahmen des Umdenkens hinein gehören, so war es doch Galileo Galilei (1564–1642) der mit einer neuen Methode und Fragestellung das naturwissenschaftliche Zeitalter einleiten sollte:

Es ist die Methode der quantifizierbaren Messung, der Durchführung eines reproduzierbaren Experiments, das im Gegensatz zur reinen Beobachtung von einer mathematischen Theorie geleitet wird. Darin besteht der Unterschied zwischen Beobachtung und Experiment: Eine Beobachtung geht von einem Alltagsphänomen aus, das in der Regel mit dem gesunden Menschenverstand zu beschreiben oder zumindest vereinbar ist. Es ist rein empirisch, d.h. sinnlich erfahrbar. Weizsäcker beschreibt darin die Hauptschwäche des Aristoteles: Er ging zu empirisch vor und konnte deshalb keine mathematische Naturlehre schaffen (vgl. Weizsäcker 2002, S. 110-111).

Der gesunde Menschenverstand wurde von den Aristotelikern zum unumstößlichen Dogma erhoben. Galileis großer Schritt war nun mit der „nuova scienza“, der „neuen Wissenschaft“, den Boden der alltäglichen Erfahrung zu verlassen und Gesetze aufzustellen, die mit der unmittelbaren Beobachtung nicht bestätigt werden konnten. Sie widersprachen sogar dem Alltagsverständnis weil sie nicht Teil einer wirklichen, sinnlichen Erfahrungswelt waren, dafür aber mathematisch einfach zu beschreiben und sogar vorzuberechnen waren. (vgl. Weizsäcker 1976, S. 107ff).

Töpfer und Bruhn (1976) heben den mathematischen Charakter der neuen Methode noch deutlicher hervor:

„Einen grundlegenden Wandel erfuhr die wissenschaftliche Methode erst durch Galilei, der es ablehnte, von unbewiesenen Hypothesen über den Aufbau der Welt auszugehen, sondern für wahr und wirklich nur die auf das physikalische Geschehen sich beziehenden Erkenntnisse ansah, die aus messender Beobachtung abgeleitet oder durch die messende Erfahrung bestätigt werden. [...] Erst mit Huygens und Newton wurde deutlich, daß der mathematische Charakter, der durch die Messung einem physikalischen Begriff zugeteilt wurde, das Wesentliche der neuen Methode war.“ (Töpfer und Bruhn 1976, zitiert nach Höttecke 2001a, S. 13)

Dieses „klassische“ Naturwissenschaftsverständnis brachte das neue Moment der „Objektivität“ in den naturphilosophischen Diskurs und versuchte so, sich als eigenständige Disziplin zu etablieren. Naturwissenschaftliche Erkenntnis soll nicht länger

durch mehr oder weniger überzeugende Argumente von einzelnen Individuen, oder durch reine empirische Beobachtung einer Erfahrungswelt entstehen, sondern nur durch objektive, messbare und reproduzierbare Größen eines Experiments sowie deren mathematischer Analyse. Diese Forderung machte natürlich eine exakte Definition der Methode notwendig um überhaupt erst Objektivität erreichen zu können. Auch die Anforderungen an das Experiment müssen von nun an genau definiert werden, um die Subjektivität des Experimentators auszuräumen und das Experiment von jeglicher Willkür zu befreien: „Die Naturwissenschaft [...] schließt daher alle Phänomene, die auf einzelne begabte Persönlichkeiten beschränkt sind, aus ihrem Bereich aus und betrachtet nur „objektive Phänomene“. Darunter versteht sie Ereignisse, die unabhängig von den dabei mitspielenden Menschen immer zum gleichen Ergebnis führen, wie etwa das Starten und Anfahren des Autos.“ (Pietschmann 1995, S. 13)

Die Rolle des „subjektiven Beobachters“ und der „beobachtbaren Größen“ sollte später bei der Beschreibung quantenmechanischer Effekte wieder ausführlich diskutiert werden, vor allem von Bohr, Pauli, Heisenberg und Einstein. Mit der Entwicklung der modernen Physik am beginnenden 20. Jhd. kam ohnedies ein neues dynamisches Element in die Diskussion und viele der epistemologischen Überzeugungen wurden neu diskutiert. Dieser Aspekt wird weiter unten noch näher beleuchtet.

Das „Wesen“ einer jeden Wissenschaft ist in irgendeiner Form „Erkenntnis“ zu produzieren. Da sowohl das „traditionelle“, als auch das „moderne“ Naturwissenschaftsverständnis eng mit der Entwicklung der Erkenntnistheorie verknüpft ist, wird im Folgenden ein kurzer Überblick über die philosophischen Positionen gegeben.

Der Ausschluss des Subjektiven wurde nicht nur von der neuen Naturwissenschaft gefordert, sondern auch in der Philosophie entstanden an der Wende vom 16. zum 17. Jahrhundert Denkansätze, die im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Naturwissenschaft erwähnt werden müssen. Dabei ist noch zu erwähnen, dass die begriffliche Trennung zwischen (Natur-) Wissenschaft und Philosophie für diese Zeit nicht möglich ist. Physik war wie Logik und Metaphysik ein Teil der Philosophie, „physica“ und „philosophia naturalis“ wurden synonym verwendet und bedeuteten dasselbe. (vgl. Lind, G. 1992, S. 38)

4.2 Philosophische Positionen

Rationalismus und Empirismus

Zur Zeit Galileis war es im angelsächsischen Raum Francis Bacon (1561-1626), der den Grundstein für eine neue Wissenschaft zu legen versuchte und damit die philosophische Richtung des Empirismus gründete. Das Ziel der Naturwissenschaft bei Bacon ist der Fortschritt, die praktische Nutzenanwendung und die „Naturbeherrschung“ durch den Menschen. Hervorzuheben ist, dass auch Bacon eine „richtige Methode“ voraussetzte um dieses Ziel zu erreichen. Diese sah er im Gegensatz zum aristotelischen Syllogismus in der Induktion; bei ihm verstanden als ein empirisches Sammeln und Vergleichen von einzelnen Tatsachen und dem Schließen auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten. Um seinem Anspruch gerecht zu werden dabei nicht völlig planlos und willkürlich vorzugehen, fertigte er ganze Systeme von Mustertafeln an. Leider scheiterte er an diesem Vorhaben, da er sich übernommen hatte und bis zu seinem Tod nur drei Teilstücke seines Hauptwerkes vollenden konnte. Auch verkannte er die Rolle der Mathematik völlig, da er zu ihr kein gutes Verhältnis pflegte. (vgl. Störig 2004, S. 343-349) Der auf ihn zurückgehende Grundgedanke des Empirismus wurde aber von den später viel bedeutenderen Philosophen John Locke (1632-1704), George Berkeley (1685-1753) und David Hume (1711-1776) aufgegriffen. Dieser Ansatz war für die abendländische Philosophie und die Naturwissenschaft von entscheidender Bedeutung.

Das philosophische Pendant zum gerade entstehenden angelsächsischen Empirismus war der Rationalismus der in Frankreich und Deutschland vor allem durch René Descartes (1596-1650), aber auch Christian Wolff (1679-1754) und Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1716) geprägt wurde.

Der Rationalismus - Gewissheit im Denken

Die entscheidende Wende in der aristotelisch geprägten abendländischen Philosophie vollzog sich aber durch den französischen Denker René Descartes. Für Descartes waren die mittelalterlichen Glaubensgewissheiten brüchig geworden.-Seine Suche galt einem

sicheren Fundament, auf dem sich alle weitere Erkenntnis aufbauen sollte. Die Methode, die Descartes für die Untersuchung verwendete, unterschied sich radikal von den bisher geübten Praktiken: Weder berief er sich auf die „heilige Schrift“, noch - wie es im Mittelalter üblich gewesen war - auf philosophische Autoritäten der Vergangenheit wie Aristoteles. Seine Methode war die des radikalen Zweifelns. In seinem 1641 erschienenem Hauptwerk „Meditationes de prima philosophia“ legt er den Grundstein für das analytische Denken. Zunächst stellte er alle vorherrschenden Meinungen und die sinnliche, also empirische Erkenntnis in Frage:

„Alles nämlich, was ich bis heute als ganz wahr gelten ließ, empfang ich unmittelbar oder mittelbar von den Sinnen; diese aber habe ich bisweilen auf Täuschungen ertappt, und es ist ein Klugheitsregel, niemals denen volles Vertrauen zu schenken, die uns auch nur einmal getäuscht haben.“ (Descartes 1986[1641], S.65). Wenn man aber an allem zweifeln kann, dann bleibt als einzige unbezweifelbare Gewissheit der Akt des Zweifelns selbst. Alle Inhalte des Wissens, alles, was ein „Ich“ über die Welt und sich denkt, kann falsch sein. Aber dass hier ein „Ich“ ist, das denken kann, das ist unbezweifelbar: „Das Denken (=Bewusstsein) ist es; es allein kann von mir nicht abgetrennt werden; Ich bin, Ich existiere. Das ist gewiss.“ (Descartes 1986[1641], S. 83). Für Descartes war damit klargestellt, dass sich Gewissheit und sicheres Wissen, nur aus der Arbeit des Denkens ableiten lässt. Wahr und gewiss ist, was klar und logisch korrekt gedacht werden kann. Darauf zielten die Regeln, die nach Descartes sichere Erkenntnis gewährleisten sollten ab:

- Nur das ist als wahr anzuerkennen, was klar und unbezweifelbar ist.
- Alle Schwierigkeiten sind in überschaubare Teilprobleme zu zerlegen, um sie nacheinander zu lösen.
- Immer hat man beim Einfachsten zu beginnen und zum Schwierigeren fortzuschreiten.
- Von allem sind vollständige Übersichten und Aufzählungen anzufertigen.

Mit diesen Überlegungen zur Methode des Rationalismus wurde Descartes zum Begründer des analytischen Denkens. Quelle der Erkenntnis ist die Vernunft, denn Gefühle und Erfahrungen gelten als unsichere, minderwertige Erkenntnisformen, die leicht der Täuschung unterliegen. Die Vernunft ist die Fähigkeit des Menschen, in Allgemeinbegriffen und logischen Zusammenhängen zu denken. Nichts kann als gewiss und gültig angenommen werden, bis es nicht von der Vernunft geprüft worden ist.

Der Empirismus – Erkenntnis durch Erfahrung

Descartes' rationalistisches Konzept blieb allerdings nicht unwidersprochen. Vor allem die angelsächsischen Philosophen John Locke, George Berkeley und David Hume vertraten einen gegen den Rationalismus gewandten empirischen Sensualismus, der als Quelle der Erkenntnis nur die Sinneswahrnehmung gelten lassen wollte. John Locke bezieht sich in seinem Hauptwerk „Ein Versuch über den menschlichen Verstand“, 1690 auf Thomas von Aquin (1225-1274), der den empiristischen Standpunkt schon Mitte des 13. Jahrhunderts auf den Punkt brachte: „Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu“ – Nichts ist im Verstand, was nicht vorher in den Sinnen war. (Schnädelbach 2004, S. 68)

Locke unterscheidet zwei Arten von Ideen: einfache und zusammengesetzte. Die einfachen Ideen sind Resultat der Sinneswahrnehmung und Grundlage unserer Erkenntnis. Zusammengesetzte Ideen sind vom Verstand kombinierte Sinneswahrnehmungen. Aus sich selbst heraus ist der Verstand aber zu keiner Erkenntnis fähig.

Radikaler noch als Locke hatten dann George Berkeley und David Hume das Prinzip der Wahrnehmung als Erkenntnisquelle behauptet. Nach Berkeley können wir überhaupt nur solchen Dingen Existenz zuschreiben, die wir wahrzunehmen im Stande sind. Ähnlich will Hume nur solche Gedanken und Begriffe gelten lassen, die auf eine Wahrnehmung zurückzuführen sind oder einer solchen entsprechen. Begriffe, denen keine sinnlichen Wahrnehmungen, keine empirischen Erfahrungen zugeordnet werden können, sind für ihn sinnlos (diese Formulierung wurde später vom Wiener Kreis wieder aufgenommen). So sind für Hume etwa alle Allgemeinbegriffe, aber auch abstrakte Prinzipien sinnlos, da sich für das Allgemeine keine Wahrnehmungsform finden lässt. (vgl. Störig 2004, S. 393ff)

Die Aufklärung durch Kant

Die Erkenntnistheorie der frühen Neuzeit kannte also zwei konkurrierende Positionen: Für den Rationalismus ist die Vernunft alleiniger Garant für sicheres Wissen, der Empirismus setzt bei der Erfahrung an. Beiden Richtungen sind aber gemeinsam, dass sie nur mehr objektiv Überprüfbares gelten lassen wollen und jeder Form von geheimnisvollem, exklusivem Offenbarungswissen oder religiösen Geltungsgründen abgeschworen haben.

Dies legte auf geisteswissenschaftlicher Ebene den Grundstein für das naturwissenschaftliche Denken der Neuzeit und distanziert sich ganz klar von der mittelalterlichen Scholastik. Da sich im abendländischen Denken seit Parmenides allerdings die Widerspruchsfreiheit als oberstes Denkprinzip etabliert hat, scheint es dennoch notwendig, sich für eine der beiden Positionen entscheiden zu müssen und die andere zu verwerfen, da sie den Erkenntnisgrund gegenseitig ausschließen.

Die Naturwissenschaft hat die beiden Ansätze nicht auf einer theoretisch-philosophischen Ebene zu lösen versucht, sondern durch eine Art Pragmatismus: Das Brauchbare an beiden Systemen wird herausgenommen. Sowohl die analytische Methode des Rationalismus als auch die empirische Grundlage des Experimentierens fließen in sie ein. Sie setzt nicht einen abstrakten Erkenntnisgrund als oberstes Prinzip und umschifft so gekonnt den Widerspruch: Die Naturwissenschaft beschränkt sich auf Beobachtung und Experiment und der mathematisch analytischen Beschreibung der Gesetzmäßigkeiten. (vgl. Schnädelbach 2004, S. 147)

Wie stark diese Darstellung vereinfacht ist und welche Aspekte sie ausblendet, soll noch erwähnt werden. Zunächst soll noch kurz die philosophische Reaktion auf dieses Dilemma erörtert werden, die man als Beginn der „Aufklärung“ bezeichnet und im Wesentlichen einem einzelnen Mann zuschreibt: Immanuel Kant stellte mit seinen Beiträgen zur Erkenntnistheorie die Naturwissenschaft auf das schwer anfechtbare Fundament des traditionellen Wissenschaftsverständnisses, das sich bis heute halten sollte.

Transzendente Erkenntnistheorie

Kant gelang es die Kluft zwischen Empirismus und Rationalismus durch die Entwicklung der „Transzendentalen Erkenntnistheorie“ zu überbrücken.

In seinem umfangreichen Hauptwerk, das 1781 unter dem Titel „Kritik der reinen Vernunft“ veröffentlicht wurde, hatte er es sich zur Aufgabe gemacht, noch einmal radikal das Erkenntnisproblem durchzudenken und prinzipiell zu untersuchen, unter welchen Bedingungen die Möglichkeit von Erkenntnis überhaupt gedacht werden kann. Diese Art der Fragestellung nannte Kant „transzendental“. Erkenntnis ist nur dann möglich, wenn beide Faktoren zusammenspielen - die sinnliche Anschauung (Erfahrung) und der

Verstand. Dabei stellt er gleich zu Beginn der „Kritik“ fest: „daß alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anfangt, daran ist gar kein Zweifel...“ (Kant 2002[1787], S. 49) und bezieht damit zunächst einen empiristischen Standpunkt. Er gibt aber auch sofort zu bedenken: „wenn aber gleich alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anhebt, so entspringt sie darum doch nicht eben alle aus der Erfahrung. (vgl. Kant 2002[1787], S.50)

Die reine sinnliche Wahrnehmung schafft noch keine Erkenntnis. Dazu bedarf es der ordnenden, gliedernden Kraft des Verstandes, der auch im Stande sein muss, die kausalen Zusammenhänge zu erklären. Die an sich diffusen Sinneseindrücke werden also durch den Verstand erst geordnet. Voraussetzung aller Erfahrung überhaupt sind aber erst einmal die „notwendigen Vorstellungen, die allen Anschauungen zum Grunde liegen.“: Raum und Zeit. (vgl. Kant 2002[1787] S. 84ff) Diese gelten „a priori“, d.h. vor jeder Erfahrung, denn jede mögliche Erfahrung setzt räumliches Nebeneinander und zeitliches Nacheinander voraus: was immer wir wahrnehmen - es hat sich irgendwann und irgendwo ereignet.

Was aber erst durch Erfahrung gewonnen werden kann, nannte er a posteriori - nach der Erfahrung. Sätze und Urteile, die ohne alle Erfahrung Gültigkeit beanspruchen können, heißen analytisch. Kant erläutert den Unterschied an einem einleuchtenden einfachen Beispiel: „Z.B. wenn ich sage: alle Körper sind ausgedehnt, so ist dies ein analytisches Urteil, da zu dem Begriff des Körpers kein neues Prädikat, das nicht schon vorher im Begriff selbst gewesen wäre, hinzukommt. Dagegen wenn ich sage: alle Körper sind schwer, so ist das Prädikat etwas ganz anderes, als das, was ich in dem bloßen Begriff eines Körpers überhaupt denke. Die Hinzufügung eines solchen Prädikats gibt also ein synthetisches Urteil.“ (vgl. Kant 2002[1787], S.58)

Analytische Sätze a priori haben den Vorteil, dass sie allgemein gültig sind und notwendig gelten – Ein Körper muss notwendig eine Ausdehnung haben und dies gilt für alle Körper. Sie haben aber den Nachteil, keine eigentlichen Erkenntnisse zu liefern: Sie sind tautologisch. Synthetische Sätze, also Erfahrungsurteile, bringen tatsächlich neue Erkenntnis ins Spiel. Sie haben nur den Nachteil, dass sie weder allgemein gültig noch notwendig sind. Weder trifft die „Schwere“ auf alle Körper zu, noch ist es allgemein für Körper notwendig, schwer zu sein. Wirklich wissenschaftliche Erkenntnis muss aber zugleich notwendig und allgemein sein - ansonsten ist sie zufällig, beliebig, unwissenschaftlich. Die entscheidende Frage muss also lauten: „Wie sind synthetische Urteile a priori möglich?“ Darin enthalten ist auch die Frage: „Wie ist reine

Naturwissenschaft möglich?“, „Wie ist reine Mathematik möglich?“ und „Wie ist Metaphysik –jedenfalls wenn sie als Wissenschaft gelten soll- möglich?“ (vgl. Kant 2002[1787] S. 68-69)

Kant beantwortet sie durch die in unserem Verstand liegenden a priorischen Kategorien, mit denen die Sinneserscheinungen Kraft des Verstandes verknüpft werden: Ordnungen herstellen, vergleichen, Kausalitäten finden u. ä.. Durch Erfahrung – a posteriori, erkennt man die gesetzesmäßige Ordnung in der Natur, aber dass sie als solche erkannt wird, liegt an den gesetzesmäßigen Normen unseres Verstandes: „Der Verstand schöpft seine Gesetze (a priori) nicht aus der Natur, sondern schreibt sie dieser vor.“ (Kant 1989[1783], §36)

Dieser revolutionäre Standpunkt sollte später bei der Entwicklung und Rechtfertigung der modernen Physik, insbesondere der Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik eine heftige Debatte hervorrufen. Vor allem Albert Einstein und später Karl Popper vertraten gegenüber ihren Zeitgenossen Nils Bohr und Werner Heisenberg einen „realistischen“ Standpunkt und wollten die Absolutheit einer gegebenen Realität, die uns nach und nach ihre Gesetze offenbart, retten. Sie beziehen sich dabei auf Kants Standpunkt einer absolut gegebenen Realität, die durch eindeutige Gesetzmäßigkeiten zusammengehalten wird. Popper selbst bezeichnet sich in seiner Autobiographie als „einen unorthodoxen Kantianer und Realisten“ (Popper 1982, S. 113). Aber auch die eigentlichen „Erfinder“ der Quantenmechanik Planck und Schrödinger hatten mit der neuen Wahrscheinlichkeitsinterpretation große Schwierigkeiten. Diese Diskussion über die Geltungsfragen in der Quantenmechanik gipfelte in der berühmten Einstein-Bohr-Debatte auf der fünften Solvay-Konferenz 1927 in Brüssel.

Interessant werden Geltungsfragen also dann, wenn durch irgendein (unerwartetes) Ergebnis oder Ereignis, die so sicher geglaubten Prinzipien infrage gestellt werden, so wie es bei der Entwicklung der modernen Physik der Fall war. In diesem Fall waren es genau die an der Entstehung der Quantenmechanik beteiligten Physiker, die sich philosophische Gedanken über den Wert ihrer Erkenntnisse machten und sich auf philosophische Theorien rückbezogen. Werner Heisenberg hebt die Beharrlichkeit des klassischen Paradigmas hervor:

„Man sollte vielleicht an dieser Stelle darauf hinweisen, daß es mehr als ein Vierteljahrhundert gedauert hat, um von der Planckschen Hypothese der Existenz der Energiequanten zu einem wirklichen Verständnis der quantentheoretischen Gesetze

vorzudringen. Daraus erkennt man, wie groß die Veränderungen in unserem grundlegenden Vorstellungen von der Wirklichkeit sein mußten, bevor man die neue Situation vollständig verstehen konnte.“ (Heisenberg 1979, S. 21)

Zunächst aber, ist diese Art der kantischen Fragestellung vor allem für PhysikerInnen völlig unwesentlich, zumal sie keinen Einfluss auf die eigentliche physikalische Tätigkeit hat. Die Frage ob oder wie Wissenschaft möglich ist, wird ganz einfach damit beantwortet, dass man Wissenschaft betreibt. Ob eine Aussage analytischer oder synthetischer Natur ist, ob sie a priori, oder a posteriori Gültigkeit hat, ob damit ein Erkenntnisanspruch gerechtfertigt oder die Wahrheit entdeckt wird, ist für die Physik zunächst weitgehend irrelevant. Genau das macht die klassische naturwissenschaftliche Methode aus: Sie funktioniert unabhängig von ihrer theoretischen Begründung. Carl Friedrich von Weizsäcker bringt es auf den Punkt, wenn er schreibt:

„Das Verhältnis der Philosophie zur so genannten positiven Wissenschaft lässt sich auf die Formel bringen: Philosophie stellt diejenigen Fragen, die nicht gestellt zu haben, die Erfolgsbedingung des wissenschaftlichen Verfahrens war. Damit ist also behauptet, dass die Wissenschaft ihren Erfolg unter anderem dem Verzicht auf das Stellen gewissen Fragen verdankt. Diese sind insbesondere die eigenen Grundfragen des jeweiligen Fachs.“ (Weizsäcker 1978, S. 167)

Mit anderen Worten funktioniert Physik oder allgemein Naturwissenschaft, weil sie bestimmte Geltungsfragen von vornherein ausklammert.

Heute ist man allgemein der Auffassung, dass es theoretisch begründete Geltungsgründe, Erkenntnis in einem philosophischen Sinn des „Letztgrundes“ in der Naturwissenschaft nicht gibt. Dennoch vertieft sich die universitäre physikalische Grundlagenforschung immer mehr in das eigene Fach und sucht nach neuen Erkenntnissen, nach vereinheitlichten Prinzipien, Gründen und Theorien. Welche davon aber gültig sind, bestimmt die Gemeinschaft der Physiker, die *Scientific Community* selbst. Diese Übereinkünfte geschehen durch internationale Konferenzen, durch die Auswahl der Publikationen in Fachliteratur, durch Anerkennung oder Missbilligung von Kollegen und Kolleginnen usw. Die *Scientific Community* bestimmt den Geltungsanspruch von physikalischen Erkenntnissen und kein anderes Kriterium wie es im folgenden Unterkapitel noch beschrieben wird. Auch in der physikalischen Forschung ist ein soziales, dynamisches und kulturelles Element vorhanden, das lange Zeit übersehen, oder ignoriert

wurde. Am deutlichsten zeigt sich dies in den wissenschaftstheoretischen Überlegungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

4.3 Das traditionelle Naturwissenschaftsverständnis

War das Verhältnis zwischen Philosophie und Naturwissenschaften seit jeher getrübt, so zeichnete sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine regelrechte Spaltung ab, die im deutschsprachigen Raum von Ernst Mach und im angelsächsischen von Bertrand Russell eingeleitet wurde. Beide lehnten es ab auf einer höheren Ebene zu denken und wollten „wissenschaftliche Probleme auch wissenschaftlich zu Ende denken.“ (Frank 1932, S. V) Jegliche Metaphysik, im weitesten Sinne, wurde ausgeklammert und abgelehnt, dies hält Mach im Vorwort zu Erkenntnis und Irrtum (1905) fest:

„Zunächst habe ich getrachtet, nicht etwa eine neue Philosophie in die Naturwissenschaften einzuführen, sondern eine alte abgestandene aus derselben zu entfernen, ein Bestreben, das übrigens auch von manchen Naturforschern recht übel genommen wird.“ (Mach 1905, VII)

Zu dieser Zeit widerfuhr der Physik ein gigantischer Um- und auch Aufschwung, der sowohl eine neue Epistemologie notwendig zu machen schien, als auch die folgenden Denkrichtungen nachvollziehen lässt. Diese Entwicklung in der Physik, die endgültige Abspaltung von der Philosophie, wie es Mach beschreibt, lässt Emilio Segrè von einem einzigartigen Zeitalter sprechen, das er in seiner Bedeutung mit der Renaissance für die Künste vergleicht (Segrè 1997, S. 474). Es war allerdings nicht die einzige in diesem Kontext erwähnenswerte Wissenschaftsentwicklung: Auch in der Psychologie kam es zu einer Loslösung von der Philosophie, vor allem durch Edmund Husserl, der mit dem vorherrschenden „Psychologismus“ abschließt und die Phänomenologie (*„Die Philosophie als strenge Wissenschaft“*) entwickelt, was wiederum die Psychologie erst als eigene Forschungsdisziplin ermöglichen sollte. Daneben entstanden nach Christian von Ehrenfels und Ernst Mach die Gestalttheorie, Sigmund Freud begründete die Psychoanalyse und Carl Gustav Jung (mit dem Wolfgang Pauli später einen anregenden Briefwechsel führte)

fundierte nach dem Bruch mit Freud die analytische Psychologie. In Wien bekam der bedeutendste Vertreter der „Würzburger Schule“ der Denkpsychologie, Karl Bühler, dessen wohl berühmtester Student und späterer Dissertant Karl Popper war, 1922 eine Professur. Gottlob Frege, Bertrand Russell und Ludwig Wittgenstein entwickelten die Sprachanalytik und bildeten damit den Zweig der analytischen Philosophie, mit der eine Brücke zu Logik und Mathematik gebaut wurde. Daneben entwickelte und formulierte Max Weber die verstehende Soziologie im deutschsprachigen Raum als Gegenstück zur positivistisch verstandenen Soziologie von August Comte aus dem 19. Jahrhundert.

Die Philosophie war die große Mäzene an Forschungsdisziplinen und gleichzeitig Leidensträgerin, da sie ihren eigenen Inhalt in die jeweiligen Fächer entschwinden sah: Auf der einen Seite hatte sich die „Naturphilosophie“ schon längst verabschiedet, auf der anderen Seite zersplitterte die Metaphysik, die nach der zermürbenden Kritik Kants durch den deutschen Idealismus des 19. Jahrhunderts mit Fichte, Schelling und Hegel wieder einen Aufschwung erfahren hatte, in die Fachdisziplinen Psychologie, Logik und Sprachanalytik.

Diese Entwicklung gipfelte in Wittgensteins Versuch durch den „Tractatus logico-philosophicus“ (1921), die Philosophie endgültig abzuschließen und alle philosophischen Probleme als Scheinprobleme zu entlarven oder auf Sprachprobleme zurückzuführen: „Alle Philosophie ist Sprachkritik.“ (Wittgenstein 2001, 4.0031) Für ihn gibt es keine philosophischen Probleme und alles was bisher von der Philosophie erschaffen wurde ist unsinnig. Es kann nicht einmal falsch sein, denn sonst wäre ja seine Negation wahr.

Seiner Auffassung nach gibt er nur 3 Arten überhaupt etwas auszusagen:

1. „Sinnvolle Sätze der Naturwissenschaft
2. Sinnlose Tautologien der Mathematik
3. Unsinnige Sätze der Metaphysik“ (Oeser 2003, S. 98)

Der logische Positivismus des Wiener Kreises

In genau diese Kerbe schlugen eine Gruppe von Männern die sich ab 1922 regelmäßig in einem kleinen Seminarraum in der Wiener Boltzmanngasse im mathematisch-

physikalischem Institut trafen, um aktuelle Probleme der Philosophie zu diskutieren. Das Hauptinteresse galt dabei dem Erkenntnisanspruch der Physik. Eingeladen und geleitet wurden die Treffen von Moritz Schlick, der in Berlin bei Max Planck promovierte und 1922 auf den ehemaligen Lehrstuhl für Naturphilosophie von Ernst Mach in Wien folgte. Diese Gruppe nannte sich Ernst-Mach-Gesellschaft und erlangte unter der Bezeichnung „Wiener Kreis“ bald große internationale Bekanntheit und beeinflusste sowohl die Wissenschaftstheorie als auch das Wissenschaftsverständnis des 20. Jahrhunderts maßgeblich. (vgl. Oeser 2003, S. 7) Bis zu Schlicks Ermordung durch Johann Nelböck 1936, fanden die Treffen immer donnerstags an verschiedenen Orten, unter anderem auch im „Haus Wittgenstein“ statt. (vgl. Edmonds & Eidinow 2001, S. 140ff) Das erklärte Ziel des Kreises war die Schaffung einer „Einheitswissenschaft“ nach physikalischem Vorbild, wie es schon Mach in Erkenntnis und Irrtum unter dem Prinzip der „Denkökonomie“ gefordert hatte. Es war klar, dass kein fachbezogener Forschungszweig von anderen isoliert gedacht und existieren kann. Es muss aber eine gemeinsame Grundlage geben, nach deren Regeln alle Wissenschaften funktionieren. Da nach Ansicht des Wiener Krieses dafür nur die Physik in Frage kommen kann, wurde diese Auffassung oft auch als „Physikalismus“ bezeichnet. Die gemeinsame philosophische Grundhaltung war der Neopositivismus, der auf den Positivismus Auguste Comtes zurückgeht und heute auch als logischer Positivismus oder logischer Empirismus bezeichnet wird. Diese Geisteshaltung hält sich nur an das wirklich, d.h. „positiv“ Gegebene, an das sinnlich Erfahrbare, an das Beobachtbare und lehnt damit jegliche Metaphysik aufs schärfste ab. Grundsätzlich gibt es nur 2 Arten von gültigen Aussagen: Solche die aufgrund ihres logischen Inhalts entweder richtig oder falsch sind (z.B. $2+2=4$) und solche die empirisch verifiziert werden können (z.B. Wasser siedet unter Normalbedingungen bei 100°C). Für die Gültigkeit empirisch verifizierbarer Sätze ist es aber nicht relevant, ob sie richtig oder falsch sind. Auch eine Aussage wie „die Erde ist eine Scheibe“ ein sinnvoller Satz, da er grundsätzlich verifizierbar ist. Hingegen sind Sätze wie „Gott existiert“ oder „man soll nicht töten“ weder logisch beweisbar, noch empirisch verifizierbar, demnach wie die gesamte Metaphysik, sinnlos.

Die Forderung nach einer rein wissenschaftlichen Weltauffassung formuliert Philipp Frank ganz deutlich im Vorwort zu „Das Kausalgesetz und seine Grenzen“:

„Da ich nicht der Überzeugung bin, daß eine über und jenseits der Wissenschaft arbeitende Philosophie für die Erkenntnis der Welt etwas leisten kann, was dem von der Wissenschaft

Geleisteten ähnlich ist, sind in dieser Schrift wenig Auseinandersetzungen mit philosophischen Theorien zu finden, mögen sie auch noch so geistreich, scharfsinnig und erhaben sein.“ (Frank 1932, S. VII)

Für die Philosophie wurde eine allgemeine „Verwissenschaftlichung“ gefordert: Sie soll die in den Naturwissenschaften verwendeten Begriffe schärfen und klären, sich aber nicht Fragen der Moral oder Ästhetik widmen, da diese subjektiven Empfindungen entsprechen und weder logisch begründet, noch empirisch bewiesen werden können. Dies sollte mit der Schaffung einfachster Beobachtungssätze möglich werden und bezieht sich auf Wittgensteins Forderung nach sinnvollen Sätzen, die er als „Elementarsätze“ bezeichnete. Ludwig Wittgenstein, der unregelmäßig an den Treffen des Kreises teilnahm, genoss besondere Aufmerksamkeit von Schlick (vgl. Edmonds & Eidinow 2001, S. 142) und lieferte mit seinen Beiträgen (auch wenn er sich später von seinem Frühwerk distanzierte) ein wichtiges Fundament für den logischen Positivismus. Sein 1921 erschienenes erstes Hauptwerk – und spätere Doktorarbeit – „Logisch philosophische Abhandlung“, beeindruckte aufgrund seiner besonderen und präzisen mathematischen Form, in der Wittgenstein grundlegende Begriffe auf einfache Art und Weise möglichst knapp zu definieren versuchte. Dieses Prinzip versuchte sich auch der Wiener Kreis zu eigen zu machen.

Bei dem Versuch diese wittgenstein'schen Elementarsätze zu präzisieren kamen unter der heterogenen Mitgliedergruppe allerdings durchaus verschiedene Vorstellungen zu Tage. Waren es bei Schlick noch nicht näher definierte „Beobachtungssätze“, versuchten Otto Neurath und Rudolf Carnap diese genauer zu fassen. Für sie waren es sogenannte „Protokollsätze“, die eine rein deskriptive Beschreibung von Vorgängen während eines physikalischen Experiments zum Vorbild haben:

„Hierunter sind die Sätze verstanden, die das ursprüngliche Protokoll etwa eines Physikers oder Psychologen enthält. Wir stellen uns hierbei das Verfahren so schematisiert vor, als würden alle unsere Erlebnisse, Wahrnehmungen, aber auch Gefühle, Gedanken usw. sowohl in der Wissenschaft als auch im gewöhnlichen Leben zunächst schriftlich protokolliert, so daß die weitere Verarbeitung immer an ein Protokoll als Ausgangspunkt anknüpft.“ (vgl. Carnap 1932, S. 432-465)

Otto Neurath und Moritz Schlick widersprachen mit dem Hinweis auf subjektive Komponenten, den Gefühlszustand und die psychische Verfassung des Forschers, die in

ein Protokoll ebenso einfließen wie objektive Beobachtungen. Diese unter „Protokollsatzdebatte“ bekannte Diskussion spiegelt das Problem wieder, dem sich der Wiener Kreis stellen musste: ein besonderes Kriterium zur Überprüfung der „sinnvollen Sätze“ zu entwickeln. Einige Vertreter des Wiener Kreises glaubten es im „empiristischen Sinnkriterium der Verifikation“ gefunden zu haben. Durch die Methode der Induktion sollen die einfachsten Protokollsätze zu allgemeinen Prinzipien zusammengefasst werden, die sich wiederum direkt an der Beobachtung verifizieren lassen: „eine echte Aussage muß sich endgültig verifizieren lassen“ (Schlick, zitiert nach Popper 2005[1934], S. 16) Noch deutlicher bei Waismann: „Eine Aussage beschreibt einen Sachverhalt. Der Sachverhalt besteht oder besteht nicht ... Kann auf keine Weise angegeben werden, wann ein Satz wahr ist, so hat der Satz überhaupt keinen Sinn; denn der Sinn des Satzes ist die Methode seiner Verifikation.“ (Waismann, zitiert nach Oeser 2003, S. 97)

Die Anwendung der induktiven Methode auf einfachste Protokollsätze hat die logische Konsequenz, dass naturwissenschaftliche Erkenntnis prinzipiell unbegrenzt ist. Denn durch das permanente Hinzufügen immer neuer Beobachtungssätze zu einem verifizierbaren Theoriensystem, nimmt auch die wissenschaftliche Erkenntnis immer mehr zu. Carnap fasst diesen Standpunkt in seinem Hauptwerk „Der logische Aufbau der Welt“, 1928 zusammen:

„es gibt keine Frage, deren Beantwortung für die Wissenschaft grundsätzlich unmöglich wäre. [...] ‚grundsätzlich beantwortbar‘ [heißt], wenn sie zwar heute praktisch nicht beantwortet werden kann, wenn aber ein Zustand der technischen Hilfsmittel denkbar ist, bei dessen Verwirklichung die Frage beantwortbar sein würde.“ (Carnap 1928, S. 180)

Dies zeigt die tiefe Überzeugung an die Fähigkeit der Wissenschaft und rechtfertigt auch die Überzeugung des „Physikalismus“. Die induktive Vorgehensweise des logischen Positivismus und auch die radikale Ablehnung der Metaphysik befand Karl Popper alles andere als befriedigend und widmete sein Hauptwerk „Logik der Forschung“ (1934) dieser Problematik.

Der kritische Rationalismus

Zur Person Karl Poppers ist zu sagen, dass er mit seinen Beiträgen zur Wissenschaftstheorie, Gesellschaftstheorie, Soziologie und Pädagogik wohl eine der wichtigsten Philosophen des 20. Jahrhunderts war. Vor allem mit der Begründung des kritischen Rationalismus in seinem Hauptwerk „Logik der Forschung“ (1934) trug er am nachhaltigsten zur Entwicklung der Wissenschaftstheorie des 20. Jahrhunderts bei. Dabei konnte er auf den Vorarbeiten seiner philosophischen Kontrahenten aufbauen, denn er war sowohl mit der Philosophie Wittgensteins, als auch Carnaps und Neuraths vertraut und kannte den Standpunkt des Wiener Kreises:

„Mir war klar, daß alle diese Leute nach einem Abgrenzungskriterium suchten, nach einer Abgrenzung nicht so sehr zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft, als vielmehr zwischen Wissenschaft und Metaphysik. Und mir war auch klar, daß mein altes Abgrenzungskriterium besser war als das ihre.“ (Popper 1982, S. 110)

Popper übernahm in den späten 1920iger Jahren eine inoffizielle Opposition zum Wiener Kreis, auch wenn er mit einigen Mitgliedern bekannt oder sogar befreundet war. Er beschäftigte sich mit den Inhalten zunächst aus reinem Interesse und wäre nie auf die Idee gekommen, sie in irgendeiner Form zu veröffentlichen. (ebd. S. 113) Dass er nie Mitglied des Kreises wurde, lag einzig und allein an Moritz Schlick. Denn „Mitglied war, wer von Schlick eingeladen wurde. Ich wurde nie eingeladen, habe mich aber auch nie aktiv um eine Einladung bemüht.“ (ebd. S. 115) Allerdings kannte Schlick Popper schon von dessen Promotion 1928, bei der er neben Karl Bühler in Psychologie der Prüfer in Philosophie war. Auch wenn sich Popper inhaltlich vom logischen Positivismus völlig distanzierte, gestand er in seiner Autobiographie ein: „Tatsache ist aber, dass ich mich sehr geehrt gefühlt hätte, wenn man mich eingeladen hätte.“ (ebd. S. 304) und spricht vor allem Moritz Schlick und Philipp Frank großen Dank aus, die trotz der scharfen Kritik die er an ihnen und dem Positivismus übte, für die Veröffentlichung seines Hauptwerkes „Logik der Forschung“ sorgten. (ebd. S. 122)

Die Logik der Forschung

Popper identifizierte in seinem Hauptwerk „zwei Grundprobleme der Erkenntnistheorie“:

Das Abgrenzungsproblem und

Das Induktionsproblem

„Von diesen beiden Problemen, [...] ist das Abgrenzungsproblem wohl das grundlegende: Die Vorliebe der empirischen Erkenntnistheorie für die „Methode der Induktion“ kann zwanglos dadurch erklärt werden, daß man die dieser Methode ein geeignetes Abgrenzungskriterium zu finden glaubte; insbesondere gilt das für jene empiristischen Richtungen, die man durch das Schlagwort „Positivismus“ zu kennzeichnen pflegt.“ (Popper 2005, S. 10)

Unter dem Abgrenzungsproblem versteht Popper aber nicht die Abgrenzung der „positiven Wissenschaften“ zur Metaphysik, diese ist nicht Gegenstand der Untersuchung. Er sah seine Aufgabe darin, die positive Wissenschaft von „Pseudowissenschaft“ (als Paradebeispiel einer solchen zog er gerne die Psychoanalyse heran) zu unterscheiden, die Begriffe zu definieren und klar als jeweils solche zu kennzeichnen. Der kritische Rationalismus kann zusammengefasst werden als ein logischer, rationaler Versuch eine Methodologie der Naturwissenschaft zu schaffen. Später versuchte Popper dieses Prinzip auch auf andere Fachdisziplinen anzuwenden. Die Abgrenzung zur Metaphysik, die zwar nicht zu den Naturwissenschaften gehören kann, aber dennoch nicht aus dem philosophischen Diskurs verschwinden soll, bringt nach Popper ein viel größeres Problem mit sich, was vor allem durch die „Sinnfrage“ aufkommt:

„Der positivistische Radikalismus vernichtet mit der Metaphysik auch die Naturwissenschaft: Auch die Naturgesetze sind auf elementarte Erfahrungssätze logisch nicht zurückführbar. Wendet man das Wittgensteinsche Sinnkriterium konsequent an, so sind auch die Naturgesetze, die aufzusuchen „höchste Aufgabe des Physikers ist“ (Einstein), sinnlos, d.h. keine echten (legitimen) Sätze.“ (ebd. S. 12)

Aus logischen Gründen ist die Sinnfrage auch gar nicht zu stellen und wenn sie gestellt wird, wird anstatt einer Abgrenzung zwischen Physik und Metaphysik genau das Gegenteil erreicht, nämlich eine Vermischung.

Unter dem Induktionsproblem versteht man die klassische Vorgehensweise nach Bacon, also das Sammeln und Vergleichen von einfachsten Beobachtungen und dem induktiven Schluss auf allgemeine Prinzipien. Wichtige Ergänzung durch den Wiener Kreis war die Sinnhaftigkeit und Verifikation der Sätze, d.h. die direkte Überprüfbarkeit von Theorien und Hypothesen anhand der Beobachtungs-, oder der Protokollsätze. Alle sinnvollen Sätze müssen einer logischen Struktur gehorchen und verifizierbar sein. Die Induktion kann aber nie ein Mittel zur Erkenntnis sein, so Popper, denn wie das einfachste und allbekannte Beispiel zeigt: „berechtigen uns noch so viele Beobachtungen von weißen Schwänen nicht zu dem Satz, daß alle Schwäne weiß sind.“ (ebd. S. 3)

Es muss also ein Kriterium gefunden werden, das weder die Sinnfrage beinhaltet, noch die Induktion als einzig mögliche Schlussform charakterisiert, denn diese wird als Methode von vornherein abgelehnt. Popper schlägt, um ein System auszuzeichnen, die deduktive Methode vor, den „Weg der Nachprüfung“ (ebd. S.16), und bezeichnet seine Methode als „deduktive Hypothesenprüfung“. Als Abgrenzungskriterium setzt er anstelle der Verifikation die Falsifizierbarkeit eines Systems, denn „Theorien sind nicht verifizierbar; aber sie können sich bewähren.“ (ebd. S.237) Und: „ein empirisch-wissenschaftliches System muss an der Erfahrung scheitern können.“ (ebd S.17)

Was bedeutet das? Hat der Wiener Kreis sich um das Auffinden elementarer verifizierbarer Sätze bemüht, aus denen mittels Induktion allgemeine Prinzipien hergeleitet werden, geht Popper den umgekehrten Weg: Seiner Ansicht nach müssen sich allgemeine Theorien oder Hypothesen immer durch die Erfahrung d.h. durch das Experiment bewähren. Der Bewährung maß Popper eine besondere Bedeutung bei, denn nur durch die ständige Überprüfung von Theorien könne man ein Maß an Sicherheit erlangen, bzw. sich der „Wahrheit“ annähern. Der Wahrheitsbegriff bei Popper spiegelt seinen realistischen Standpunkt wider, von dem er sich bis in seine späten Jahre nicht lösen konnte. So bezeichnet er Newtonsche Gravitationstheorie als „eine großartige Vermutung, eine erstaunlich gute Annäherung an die Wahrheit.“ (Popper 1994, zitiert nach Oeser 2003, S. 124)

Auch wenn der Begriff „Wahrheit“ in der Physik heute nicht mehr verwendet wird, haben sowohl der logische Positivismus als auch der kritische Rationalismus den Wissenschaftsbegriff des 20. Jahrhunderts entscheidend mitbestimmt. Die heute noch weit verbreitete Meinung, „physikalisches Wissen“ sei endgültig, unanfechtbar und „wahr“,

zeigt sich sowohl in der Philosophie des Wiener Kreises, als auch bei Popper, der eine Methode lieferte, auf die man sich verlassen konnte und vielfach immer noch verlässt. Sie findet sich auch in den Überzeugungen bei manchen der von mir interviewten Lehrkräfte wieder und bestätigt die Hypothese eines beharrlichen traditionellen Wissenschaftsbildes.

Dies verwundert auch nicht, wenn man die „Logik der Forschung“ studiert: Das ganze Werk ist aufgebaut um der inneren Konsistenz Genüge zu tun. Es scheint auf den ersten Blick schwer, eine Stelle zu finden, auf die es nicht eine argumentative Antwort geben kann. Dies zeigt sich auch daran, dass „die Logik“ bis zu Poppers Tod 1994 um 20 Anhänge von ursprünglich 270 Seiten auf beinahe 600 angewachsen ist. Dennoch gibt es einige Ansätze der Kritik: Einige Kapitel der Logik, und auch die ersten, bis 1966 ausgearbeiteten 12 Anhänge über Quantentheorie und Wahrscheinlichkeit, weisen Popper sehr klar als Realisten aus, der mit der Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik große Probleme hatte. Das Konzept der Unbestimmtheit, des Wahrscheinlichkeitscharakters und der Komplementarität passte nicht in das geschaffene Bild des kritischen Rationalismus. Seiner Ansicht nach, hat die heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation sogar metaphysische Aspekte: „...Heisenberg hat die Aufgabe, die Quantentheorie von metaphysischen Bestandteilen zu reinigen, noch nicht gelöst.“ (Popper 2005, S. 206) In Kapitel 77 der Logik entwirft er ein Gedankenexperiment, das die Unschärferelation als überflüssig erweisen soll. Diese Kritikpunkte wurden nicht zuletzt von den an der Diskussion beteiligten Physikern, Bohr, Einstein, Heisenberg und Schrödinger aufgenommen, was sich Popper zwar „sehr zu Herzen“ nahm (Popper 1982, S.128), aber dennoch seinen Standpunkt nicht zu ändern vermochte. Er war mit der Kopenhagener Deutung bis zuletzt nicht glücklich, wenngleich er einräumte, dass es ihm später nicht mehr um das „Verstehen“ im Sinne von „Bildern und Modellen“ ging, sondern um die „logische Kraft einer Theorie: ihrer Erklärungskraft, ihrer Beziehung zu relevanten Problemen und zu anderen Theorien.“ (Popper 1982, S. 129-130) Dies lässt fast vermuten, dass aus dem einstigen Kritiker Popper in Angelegenheit der Quantentheorie ein Pragmatiker geworden sein könnte.

Heute wird die Methode der Falsifizierbarkeit von den meisten Forschern als notwendige Bedingung für jede Theorie, unabhängig von ihrer Fachdisziplin, angesehen und bildet damit das Kriterium für Wissenschaftlichkeit: „Physiker und Nobelpreisträger Steven Weinberg preist den Wiener Denker als den größten Wissenschaftsphilosophen, und

Kosmologe Frank Tipler nennt Poppers Hauptwerk »Logik der Forschung« das bedeutendste Buch seines Jahrhunderts.“ (Matthews 2009, S. 72)

Allerdings entstanden in den letzten Jahren in der Grundlagenforschung der Physik Theorien, die eine nicht zu vernachlässigende Menge an Anhängern haben, die dem Kriterium der Falsifizierbarkeit aber nicht standhalten. Als Beispiele führt Matthews (2009) die Stringtheorie oder die Multiversumtheorie an. (vgl. Matthews 2009, S. 72) Um sie trotz der (heutigen) Unmöglichkeit sie zu falsifizieren, dennoch als wissenschaftlich zu begründen, reicht der kritische Rationalismus nicht aus. Im Sinne Poppers würden solche Forscher im besten Fall Metaphysik, im schlimmsten Fall Pseudowissenschaft betreiben.

Durch den von Popper vertretenen naiven Realismus, entsteht der Eindruck, dass wissenschaftliche Erkenntnis etwas Absolutes ist. Vielleicht ist sie zwar grundsätzlich unerreichbar, aber durch fortwährendes Bemühen kann man sich ihr doch annähern. Dies folgt ganz der Tradition Kants und der Vorstellung eines „Dinges an sich“ und drückt sich am stärksten dadurch aus, dass Popper den Begriff „Wahrheit“ im Zusammenhang mit naturwissenschaftlicher Erkenntnis verwendet.

Untersuchungen zu SchülerInnenvorstellungen über Naturwissenschaft weisen darauf hin, dass bei SchülerInnen eher eine Tendenz zum hier skizzierten naiven Realismus besteht. Auch wenn nicht gezeigt werden konnte, dass SchülerInnen die Vorstellung von Wissenschaft als etwas Absolutes oder Wahres haben, so ist das tatsächliche Naturwissenschaftsverständnis trotzdem überwiegend diffus und inkohärent. (vgl. Höttecke 2001a, S. 53ff)

4.4 Modernes Wissenschaftsverständnis

Einer Frage ging Popper nur ungenügend genau nach: Wie Hypothesen oder Theorien überhaupt gefunden werden, erklärt sich nicht durch strenge Logik sondern durch psychologische Prozesse. Diese Prozesse zu erforschen übersteigt die Möglichkeit einer rein logischen Methode. Popper selbst war sich dieser Problematik wohl bewusst und sah sich außerstande sie im Rahmen einer Logik der Forschung zu lösen: „Unsere Auffassung

..., daß es eine logische, rational nachkonstruierbare Methode, etwas Neues zu entdecken, nicht gibt, pflegt man oft dadurch auszudrücken, daß man sagt, jede Entdeckung enthalte ein „irrationales Moment“, sei eine „schöpferische Intuition“ (im Sinne Bergsons); ähnlich spricht Einstein über „...das Aufsuchen jener allgemeinsten ... Gesetze, aus denen durch reine Deduktion das Weltbild zu gewinnen ist. Zu diesen ... Gesetzen führt kein logischer Weg, sondern nur die auf Einfühlung in die Erfahrung sich stützende Intuition.“ (Popper 2005[1934], S. 8)

Auch Pauli weist auf die beschränkenden Grenzen der naturwissenschaftlichen Methode hin: „Der Naturwissenschaftler hat es mit besonderen Phänomenen und einer besonderen Wirklichkeit zu tun. Er hat sich auf das zu beschränken, was reproduzierbar ist. [...] Ich behaupte nicht, daß das Reproduzierbare an und für sich wichtiger sei als das Einmalige, aber ich behaupte, daß das wesentlich Einmalige sich der Behandlung durch naturwissenschaftliche Methoden entzieht.“ (Pauli 1984, S. 94)

Diese Haltung spiegelt sehr klar die Einstellung zur „harten“ Naturwissenschaft und erinnert an die Forderung Galileis: „Messen was messbar ist, messbar machen, was nicht messbar ist.“ Interessiert man sich für die Prozesse wie Gesetze, Hypothesen, Ideen und Einfälle zustande kommen, die Naturwissenschaft überhaupt erst ermöglichen, muss man den Denkraum der strengen Naturwissenschaft offensichtlich verlassen. Die Naturwissenschaft muss sich ihre eigenen Grenzen sehr scharf ziehen, um zuverlässige Ergebnisse produzieren zu können. Dies ist allerdings nicht immer so leicht möglich, wie von der Theorie gefordert wird.

Die soziologische Wende

Thomas Kuhn – Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen

Thomas Kuhn brachte 1962 mit seinem Essay „The structure of scientific revolutions“ ein neues Element in die Wissenschaftstheorie und begründete damit die nachhaltigste Entwicklung der folgenden Jahre. Zusammen mit dem Methodenkritiker Paul Feyerabend, der den Anarchismus für „eine ausgezeichnete Arznei für die Wissenschaft und die

Philosophie“ (vgl. Feyerabend 1983, S. 13) hält, leitete dies die sogenannte „soziologische Wende“ in der Wissenschaftsforschung ein.

Kuhn prägte in diesem Zusammenhang den Begriff „Paradigma“, den er an Stelle einer Reihe von anderen Begriffen verwendete, um bestehende wissenschaftliche Praxis zu charakterisieren. Das Paradigma charakterisiert die Wissenschaftskultur einer *Scientific Community* innerhalb eines bestimmten Zeitraumes. Es versteht sich einerseits als epistemologische Basis im Sinne einer kulturellen, philosophischen, naturwissenschaftlichen Geisteshaltung für bestimmte Meinungen, Werte und Methoden während einer Zeitperiode, die Kuhn als „normale Wissenschaft“ bezeichnet. Andererseits ist damit aber auch eine Forschungspraxis, also eine Tätigkeit innerhalb einer bestimmten Ethnizität gemeint. (vgl. Kuhn 1976, S. 186) Der Begriff selbst ist dabei zirkulär definiert, denn er beschreibt das „was den Mitgliedern einer wissenschaftlichen Gemeinschaft gemeinsam ist, und umgekehrt besteht eine wissenschaftliche Gemeinschaft aus Menschen, die ein Paradigma teilen.“ (ebd. S. 187)

Kuhn erkennt erstmals den sozialen Aspekt einer Wissenschaftskultur und die Wichtigkeit für das Funktionieren innerhalb einer bestimmten Forschungsgemeinschaft:

„Das Studium der Paradigmata, [...] ist für den Studierenden die wichtigste Vorbereitung für die Mitgliedschaft in einer bestimmten wissenschaftlichen Gemeinschaft, in der er später arbeiten will. Da er sich dort Menschen anschließen wird, welche die Grundlagen ihres Gebietes anhand derselben konkreten Vorbilder gelernt haben, [...] Menschen, deren Forschung auf gemeinsamen Paradigmata beruht, sind denselben Regeln und Normen für die wissenschaftliche Praxis verbunden.“ (Kuhn 1976, S. 26)

Damit erfasste Kuhn einen wichtigen Punkt der heutigen Forschung über *Nature of Science* und bringt einen qualitativen Charakter in ein Forschungsfeld, das sich im Bereich der Naturwissenschaften bisher auf quantitative Aspekte beschränkte. Dabei stehen dennoch die quantitativen Naturwissenschaften im Vordergrund Kuhn's Interesses. Ganz im Gegensatz zu den Sozialwissenschaften, bei denen die Frage offen bleibt, ob sie überhaupt schon Paradigmata erworben haben (vgl. ebd. S. 30), zeigt sich in den Naturwissenschaften das am Besten, was Kuhn eigentlich mit seinem Werk zeigen wollte.

Die wissenschaftliche Entwicklung geht im Gegensatz zu Popper nicht durch Deduktion von Hypothesen und dem fortwährenden Prüfen durch Experimente, nicht durch eine

schrittweise Annäherung an eine Wahrheit voran, sondern sie vollzieht sich sprunghaft, etappenweise, auf ein vorherrschendes Paradigma innerhalb einer Fachdisziplin folgt ein nächstes. Abgelöst wird das Alte vom Neuen durch eine Revolution, die im Sinne der kopernikanischen Wende verstanden und als „Paradigmenwechsel“ bezeichnet wird. Dies kann aber nur bei einer hinreichenden Ausprägung des Paradigmas innerhalb einer Forschungsgemeinschaft beobachtet werden. Kuhn nennt einige Beispiele solcher Revolutionen: unter anderem natürlich die kopernikanische Revolution, die Entdeckung des Sauerstoffs und der Röntgenstrahlen und Einsteins Relativitätstheorie.

Ob dies nun der popper'schen Auffassung von Wissenschaftsentwicklung widerspricht oder sie ergänzt, soll hier nicht näher beleuchtet werden. Für die weitere Untersuchung ist aber wichtig zu erkennen, dass naturwissenschaftliche Forschung und das aus ihr entspringende Wissen immer Komponenten enthält, die nicht direkt aus der Forschungsdisziplin selbst stammen, sondern sozial, kulturell, intersubjektiv und auch normativ durch das gerade vorherrschende Paradigma bestimmt sind. Kuhn drückt dies selbst am klarsten aus: „Die Erwerbung eines Paradigmas und der damit möglichen esoterischen Art der Forschung ist ein Zeichen der Reife in der Entwicklung jedes besonderen wissenschaftlichen Fachgebiets.“ (ebd. S. 26)

Heute hat der Begriff des „Paradigmas“ eine geradezu alltägliche Bedeutung. Der Begriff „Paradigmenwechsel“ wiederum birgt eine gewisse Dynamik, die sich mit Fortschritt und Entwicklung gut in Verbindung bringen lässt. Im aktuellen Lehrplan von 2004, wird die besondere Bedeutung für das Wissenschaftsverständnis hervorgehoben und in diesem Zusammenhang auch auf die Vorläufigkeit von Wissen hingewiesen.

Paul Feyerabend – Wider den Methodenzwang

Neben Thomas Kuhn ist noch Paul Feyerabend zu erwähnen, der mit seinen ironischen Aufsätzen, die unter dem Titel „Against method“ 1975 erschienen, nicht nur Popper und dem kritischen Rationalismus sondern auch Kuhn selbst eine gehörige Abfuhr erteilte. Feyerabend, der in seiner Wiener Studentenzeit mit dem logischen Positivismus in Berührung kam und später bei Popper in London studierte, rechnete gnadenlos mit seinen Lehrmeistern ab: Seiner Ansicht nach beseitigt Popper zwar einige Schwierigkeiten der

primitiven Philosophie des Wiener Kreises, bringt sie aber der Praxis der Wissenschaften um keinen Schritt näher. Aber auch Kuhn habe nichts verbessert, selbst wenn er einer der ersten war, der die Schulphilosophie wieder mit ihrem Gegenstand, nämlich den Wissenschaften verglich. Dennoch habe er diese nur mit den „leeren Gesten: „Paradigma“, „Krise“, „Revolution“, und so weiter...“ bereichert. (vgl. Feyerabend 1983, S. 376-379) Warum sollte, so Feyerabend, ein bestimmtes Prinzip, sei es Induktion oder Deduktion, Vernunft und Logik oder sinnliche Erfahrung über einem anderen stehen, wenn sich keines als das eindeutig bessere herausstellt? Der auf ihn zurückgehende Ausspruch „anything goes“ kennzeichnet seine Einstellung zur Wissensgenese. Er befürwortet einen „Methodenpluralismus“, den er in einem „heiteren Anarchismus“ sieht, der auch menschenfreundlicher und eher geeignet ist, zum Fortschritt anzuregen, als „Gesetz-und-Ordnungs“-Konzeptionen. (vgl. Feyerabend 1983, S. 13) Diese zentrale These wird an einer Reihe von Beispielen untermauert, dabei bleibt es allerdings. Worin die Methode des Pluralismus genau liegt, geht aus der Schrift nicht hervor. Feyerabend macht sich auch ganz bewusst keine Mühe eine eigene Methode vorzuschlagen, im Gegenteil: „Ich habe nicht die Absicht, eine Menge allgemeiner Regeln durch eine andere zu ersetzen; meine Absicht ist vielmehr, den Leser davon zu überzeugen, daß alle Methodologien, auch die einleuchtendsten, ihre Grenzen haben.“ (ebd. S.37)

Diese teilweise polemisch geschriebene Kritik auf bestehende philosophische Denkweisen, Kategoriensysteme und Methoden, wurden in der Fachwelt zunächst alles andere als begeistert aufgenommen. Heute herrscht allerdings der Konsens, dass sie von nachhaltiger Bedeutung für die Wissenschaftstheorie und das Wissenschaftsverständnis ist.

4.5 Zusammenfassung

Zusammenfassend zeigen diese neuen Perspektiven, dass es zwar schwierig ist, „harte“ Naturwissenschaft von anderen Wissenschaften mit qualitativen Forschungsmethoden abzugrenzen. Andererseits ist es notwendig um sie überhaupt erst zu ermöglichen. Die über die Jahrhunderte ihrer Entstehungsgeschichte gefestigte „naturwissenschaftliche Methode“, hat sich, was ihre Ergebnisse betrifft, bewährt und wird von der *Scientific Community*

getragen. Die seit den 1960iger Jahren aufkommenden neuern Aspekte, werden aber von der *Scientific Community* ganz bewusst ausgeklammert, da sich psychische und gruppensdynamische Prozesse, Motivation der einzelnen ForscherInnen etc. nicht naturwissenschaftlich beschreiben lassen. Dennoch müssen diese Aspekte in die Forschung einer Natur der Naturwissenschaften mit einbezogen werden um so eine umfassende multidimensionale *Scientific Literacy* zu erwerben. So verschwimmen die Methoden der jeweiligen Einzelwissenschaften zu einem „Methodenpluralismus“ und das Verständnis des Wissenschaftsbegriffs ist in einen jeweiligen historischen und kulturellen Kontext einzubetten. Durch diese Feststellung Feyerabends und der Charakterisierung sozialer, kultureller und subjektiver Aspekte des wissenschaftlichen Forschungsbetriebs durch Kuhn, eröffnete sich ein neuer Blickwinkel auf das Wesen der Naturwissenschaften. Bei der bisherigen Betrachtung wurde die Person des Forschers, die Zusammenarbeit in einer Gruppe, das Arbeits- und soziale Umfeld, usw. nicht beachtet. Diese Aspekte weisen einen schwer quantifizierbaren Charakter auf und blieben so für die physikalische Forschung irrelevant. Der Forschungszweig *Natur of Science* weist allerdings diesen Aspekten zentrale Bedeutung bei der Produktion wissenschaftlicher Erkenntnis zu. Für die Fachdidaktik wurde vor allem die Genese der *Scientific Literacy* von SchülerInnen interessant und geht ebenfalls auf die „soziologische Wende“ in den 1960iger Jahren zurück. Herrschte zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch eine Vorstellung von Physik und Naturwissenschaft die sich heute mit „traditionell“ umschreiben lässt, so hat sich das Wissenschaftsverständnis in der zweiten Hälfte in ein „modernes“ Bild gewandelt. Dieses beinhaltet neben quantitativen Aspekten, den „hard facts“, auch qualitative Merkmale, der Rolle des Forschers, seinen Arbeitsbedingungen und seiner Einbettung in das soziale Gefüge der *Scientific Community*. Die Doktrin einer einheitlichen, erfolgversprechenden Methode muss fallen gelassen werden. Wissenschaft und Forschung ist in einem dynamischen Feld komplexer sozialer Bedingungen zu betrachten. Forschung kann nicht unabhängig vom jeweiligen Forscher, seiner Sozialisation in der Wissenschaftskultur, seinen Motivationen und persönlichen Einstellungen geschehen. So verhält es sich auch mit den vorgestellten philosophischen Positionen: keine kann unabhängig von den anderen gedacht werden. Vielmehr zeigt sich, dass sie sich aufeinander beziehen oder in einem starken Konkurrenzverhältnis zueinander stehen. Dies allein zeigt schon die Dynamik in diesem Kontext und lässt so vielleicht auch leichter nachvollziehen, wie sich das heutige – vorläufige – Wissenschaftsverständnis entwickelt hat.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass auch der Blick auf die Wissenschaft genau wie die Wissenschaft selbst, im Sinne Kuhns einem Paradigma unterliegt und sich wieder ändern kann. Es ist durchaus möglich, dass das klassische Wissenschaftsverständnis wieder an Aktualität gewinnt und das heutige „moderne“ an Bedeutung verliert.

Ich möchte mich aus diesem Grund auch von einer Festlegung auf bestimmte philosophische Positionen distanzieren. Sämtliche der vorgestellten Wissenschaftstheorien (seien es Rationalismus, Empirismus, Kantianismus, Positivismus, Falsifikationismus oder „Anarchismus“) sind genauso wie die Wissenschaft selbst vorläufiger Natur und können keinen allgemein gültigen Anspruch stellen. Daher wird von jeglicher Wertung der einzelnen Positionen Abstand genommen. Weder wird eine „traditionelle“ Einstellung, abgelehnt noch irgendeine „moderne“, befürwortet.

Ich halte es allerdings eigentlich für jeden Menschen, insbesondere aber für LehrerInnen naturwissenschaftlicher Fächer, für sehr zweckmäßig über die einzelnen Positionen Bescheid zu wissen, einerseits um ein differenziertes Bild von einer Natur der Naturwissenschaften zu entwerfen, andererseits auch um zu einem überzeugten Selbstverständnis der eigenen Einstellung kommen zu können.

5. Die Erfassung der epistemologischen Überzeugungen der an Science Backstage beteiligten Lehrkräfte

Der folgende Abschnitt widmet sich nun dem empirischen Teil der Arbeit, der die epistemologischen Überzeugungen der an Science Backstage beteiligten Lehrkräfte zum Thema hat. Dabei ist es notwendig sich gleich zu Beginn mit einigen prinzipiellen Schwierigkeiten des Themas zu befassen, die bei der Fachlektüre bzw. spätestens bei der Auswertung der geführten Interviews auftauchen.

5.1 Was sind epistemologische Überzeugungen?

Eine sehr umfassende Definition von epistemologischen Überzeugungen gibt hier Priemer (2006):

„Epistemologische Überzeugungen bezeichnen individuelle subjektive Ansichten, Auffassungen und Theorien über die Genese, Ontologie, Bedeutung, Rechtfertigung und Gültigkeit von Wissen in den Wissenschaften. Sie spiegeln damit Grundauffassungen und Einstellungen gegenüber Wissenschaften wider.“ (Priemer 2006, s. 160)

Diese allgemeine Definition birgt einige Schwierigkeiten. Zum Einen lassen sich die einzelnen Begriffe nicht exakt voneinander abgrenzen. Wissenschaften können sowohl übergeordnet in einem allgemeinen Kontext verstanden werden, als auch fachspezifisch als Einzelwissenschaften aufgefasst werden. Die verschiedenen wissenschaftlichen Einzeldisziplinen weisen also unterschiedliche Zugänge zu epistemologischen Überzeugungen oder Einstellungen auf. Zum Anderen ist es dadurch natürlich äußerst schwierig die epistemologischen Überzeugungen einer Person zu testen oder abzufragen.

Die grundlegenden Forschungsarbeiten und Erkenntnisse zum Thema Einstellungen beanspruchte die kognitive Psychologie des letzten Jahrhunderts für sich. Die zentrale

Forschungsfrage dabei lautete, ob und wie Einstellungen und Verhalten korrelieren. Auf diese Arbeiten wird im Kapitel sieben noch genauer eingegangen.

Die fachdidaktische Forschung konzentriert sich auf ihre jeweilige Einzeldisziplin und fasst unter epistemologische Überzeugungen, die Ansichten einer Person zur Natur der Naturwissenschaft zusammen.

Doch auch hier ist eine klare inhaltliche Abgrenzung nicht ohne weiteres möglich, da sich die Ansichten zu *Nature of Science* in folgende 4 Punkte aufteilen lässt, die eng miteinander verwoben sind und sich nicht isoliert voneinander denken lassen:

1. Strukturierung und Klassifikation von Wissen:
Aufbau und Einteilung des Wissens in wissenschaftliche Einzeldisziplinen
2. Praxis der naturwissenschaftlichen Forschung:
Wissensgenese, Methoden und Verfahren, sozialer Kontext des Wissenschaftsbetriebs
3. Allg. erkenntnistheoretische Komponente:
Bedeutung und Gültigkeit von Aussagen, Theorien und Gesetzen, Begründung und Rechtfertigung von Wissen
4. Persönliche Bedeutung von naturwissenschaftlichen Inhalten:
Lernbarkeit und Nützlichkeit des wissenschaftlichen Wissens

(vgl. Priemer 2006, S. 160-161)

Diese Auflistung macht klar, dass die Konstruktion geeigneter Testverfahren zur Erfassung einzelner epistemologischer Überzeugungen äußerst schwierig ist. Die Bandbreite erstreckt sich von quantitativen Tests wie strukturierten Fragebögen über Methoden die der qualitativen Sozialforschung entnommen sind, wie Gruppendiskussionen, Auswertung von Unterrichtsmaterial, Nicht-Teilnehmende Beobachtung oder Interviews (vgl. Priemer 2006, S. 164)

Sämtliche Erhebungsverfahren haben Vor- und Nachteile bezüglich ihres Geltungsbereichs, dem Ziel der jeweiligen Untersuchung und der Güte der Ergebnisse.

Das in dieser Arbeit verwendete Teacher Beliefs beinhaltet allgemeine Fragen zur Unterrichtsgestaltung der Lehrpersonen, sowie Ansichten über ihre Rolle als LehrerIn. Es werden keine expliziten Meinungen oder Wissensbestände über die oben genannten Punkte abgefragt, dazu eignen sich quantitative Fragebögen oder Tests besser. Durch die qualitative Inhaltsanalyse lassen sich aber gut begründbare Schlüsse auf gewisse Einstellungstrends der einzelnen Lehrkräfte zu allgemeinen philosophischen Positionen, wie sie im vorherigen Kapitel beschrieben wurden, ziehen. Die Schwierigkeit der inhaltlichen Abgrenzung der epistemologischen Überzeugungen wird somit umgangen. Allerdings ist die „Härte“ der gewonnen Erkenntnisse nicht mit denen eines quantitativen Messverfahrens vergleichbar.

5.2 Quantitative – Qualitative Forschung

Dem „Erfolg“ der naturwissenschaftlichen Methode ist es zu verdanken, dass sich die rein quantitative Vorgehensweise auch in anderen wissenschaftlichen Disziplinen, wie der Psychologie oder der Soziologie durchsetzen konnte. Dabei sind natürlich die verwendeten Forschungsmethoden abhängig vom Untersuchungsgegenstand. Das Ziel einer jeder quantitativen Forschung ist es, harte empirische Daten zu liefern, die sich durch die jeweiligen Untersuchungen belegen lassen. Zu diesen Untersuchungsmethoden gehören in der Soziologie beispielsweise standardisierte Fragebögen und Tests, statistische Auswertung und Vergleich von Stichproben oder Querschnittstudien. Es gibt allerdings in den letzten 20 Jahren (vgl. Mayring 2002, S. 9) einen verstärkten Trend in Richtung eines qualitativen Vorgehens, das anstelle der „Beschreibung“ das „Verstehen“ eines Forschungsobjektes setzt. Geschichtlich lässt sich diese Entwicklung auf Max Weber zurückführen, der das einzelne Individuum, die subjektiven Motivationen seines sozialen Handelns als Forschungsgegenstand begründete.

Philipp Mayring prägte bereits 1989 den Begriff der „qualitativen Wende“ und propagierte damit einen qualitativen Zugang zu Forschungsobjekten als Erkenntnismethode.

Da das gesamte Projekt Science Backstage einen qualitativen Ansatz verfolgt und sich der empirische Teil dieser Arbeit auf das Forschungsfeld der teilnehmenden Lehrkräfte am Projekt bezieht, ist auch hier eine qualitative Methode zu bevorzugen. Aus diesem Grund wurde als Methode ein halbstrukturiertes Interview, das Teacher Beliefs Interview (TBI) mit anschließender qualitativer Inhaltsanalyse ausgewählt. Das Ziel dieser Arbeit ist, ein Verständnis über die epistemologischen Überzeugungen der beteiligten Lehrer zu bekommen und mögliche Gründe für ihr Verhalten im Unterricht herauszufinden. Das TBI stellt ein gutes Instrument zur Beantwortung dieser Fragen dar.

5.3 Voraussetzungen für qualitative Forschung

Als Kennzeichen der qualitativen Sozialforschung gehen fünf Grundlagen hervor, die Mayring als „Grundgerüst qualitativen Denkens“ postuliert. (vgl. Mayring 2002, S.19ff)

1. Subjektbezogenheit

Der Forschungsgegenstand in den Humanwissenschaften sind Menschen, daher muss die Forschungsfrage immer das Subjekt als Ausgangspunkt beinhalten

Das bedeutet, dass anstelle der Untersuchungsmethode und deren Analyse das Subjekt und die Ergebnisse der jeweiligen Untersuchung in den Vordergrund zu stellen sind. Die Methodologie soll keine übergeordnete Rolle in einem qualitativen Verfahren haben.

2. Deskription

Am Anfang einer Analyse steht die Beschreibung des Gegenstandsbereiches

Dieser Punkt gewährleistet die intersubjektive Nachprüfbarkeit der Ergebnisse. Nur wer den genauen Kontext kennt, in dem sich der Gegenstand befindet und das jeweilige Material, das nach qualitativen Methoden untersucht wurde, kann eine qualitative Analyse nachvollziehen. Daher ist eine genaue Beschreibung des Gegenstandsbereichs der Ausgangspunkt der qualitativen Analyse.

3. Interpretation

Der Untersuchungsgegenstand der Humanwissenschaften liegt nie völlig offen, er muss immer auch durch Interpretation erschlossen werden

Vom Menschen Hervorgebrachtes ist immer mit subjektiven Intentionen verbunden. Dies gilt für den gesamten Bereich der Untersuchung: Sowohl die Auswahl der Untersuchungsmethode, als auch des Gegenstandsbereichs sind seitens des Forschers, wenngleich gut begründbar, subjektiv. Die Auswertung des Materials unterliegt immer einer Interpretation seitens des Auswerter, denn auch wenn die Daten (eine Handlung oder Aussage) objektiv vorliegen, so haben sie sowohl für den Beobachter, als auch für den Beobachteten möglicherweise völlig andere Bedeutung. Die Bedeutungen sind hingegen von eigentlichem Interesse einer qualitativen Forschung.

4. Alltägliches Umfeld

Humanwissenschaftliche Gegenstände lassen sich nicht im Labor untersuchen und müssen daher in ihrem natürlichen, alltäglichen Umfeld untersucht werden

Humanwissenschaftliche Phänomene sind im Gegensatz zu Naturwissenschaften immer kontext- und situationsabhängig und lassen sich daher schwer in einem Labor realisieren. Die in den 1950iger und 1960iger Jahren in der Psychologie gemachten Laborexperimente mit Menschen riefen seitens der qualitativen Forschung die Kritik der Generalisierbarkeit auf den Plan. Natürlich ist sich auch der qualitative Zugang einer Realitätsverzerrung durch die Untersuchung bewusst, aber durch möglichst nahe Anlegung an reale Bedingungen und natürliche Lebenssituationen wird ein „Laboreffekt“ weitestgehend verringert.

5. Verallgemeinerung

Die Verallgemeinerung der Ergebnisse muss im Einzelfall schrittweise begründet werden

Wie schon in Punkt 3 erwähnt ist menschliches Handeln und damit der Untersuchungsgegenstand der Forschung fast immer situationsabhängig. Menschen und ihre Handlungsprämissen sind in einen kulturellen, historischen und persönlichen Kontext

eingebettet, die eine Verallgemeinerbarkeit des Ergebnisses schwierig macht. Daher muss die Verallgemeinerung in jedem besonderen Fall immer schrittweise begründet werden.

Für die vorliegende Forschungsarbeit gilt daher ganz allgemein:

- Die Interviews fanden alle vor dem Hintergrund des Science Backstage Projektes statt und müssen auch in diesem besonderen Kontext verstanden werden.
- Die teilnehmenden Lehrkräfte wussten zum Zeitpunkt der Interviews über gewisse Inhalte des Projektes nicht Bescheid, was möglicherweise zu bestimmten Vorurteilen gegenüber dem Projekt führte.
- Die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse sind, wenngleich an die noch vorzustellenden Kategorien des TBI angelehnt, interpretativ.
- Eine Verallgemeinerung der Ergebnisse ist aufgrund der Stichprobengröße ($n=5$) und deren subjektiven Auswahl schwer möglich. Sie kann nur theoriegeleitet erfolgen, wobei sich aber durchaus gewisse Trends abzeichnen und nachvollziehen lassen.
- Die verwendete Methode des narrativen, bzw. semistrukturierten Interviews hat zur Folge, dass der Erzählstrang des Interviewten, sein Antworten auf die Fragen und die damit verbundenen Bedeutungsinhalte von der jeweiligen Gesprächssituation, der Tagesverfassung und dem momentanen Gemütszustand der interviewten Person (sowie auch des Interviewers) abhängen.

5.4 Das *Teacher Beliefs Interview* von Luft und Roehrig

Wie schon in Kapitel eins beschrieben, liegt der vorliegenden Arbeit die Hypothese zugrunde, dass insbesondere Studierende und Lehrkräfte der Naturwissenschaften ein eher unzureichendes Bild vom Wesen der Naturwissenschaften haben. So konnten Rowell et al. (1982) anhand einer Stichprobe von 306 Studierenden verschiedener Fachrichtungen zeigen, dass Naturwissenschaftler eher zum Popperschen Falsifikationismus neigen als Kollegen aus künstlerischen Disziplinen. Einen Standpunkt der sich an der Kuhnschen Vorstellung von Naturwissenschaft orientiert, konnte er kaum feststellen. (vgl. Höttecke 2001a, S. 75)

Pomeroy (1993) fand heraus, dass Lehrkräfte der Sekundarstufe zumindest öffentlich einen eher „traditionellen“ Standpunkt einnehmen. Demnach seien Naturwissenschaften besonders objektiv, würden sichere Ergebnisse liefern und als oberstes Ziel, eine an der bacon'schen Sichtweise der „Naturbeherrschung“ orientierte Vorstellung haben. Diese positivistische Grundhaltung wird von Lehrern der Primärstufe eher abgelehnt. Pomeroy vermutet, dass die tiefere Sozialisation, bzw. die tiefere Einführung („deep initiation“) in die Normen und Regeln der *Scientific Community* der Sekundarstufenlehrer dafür ausschlaggebend ist (vgl. Kircher, 1995, S. 251). Höttecke (2001a) hält diese Auffassung für durchaus realistisch. Die Dauer und Intensität der naturwissenschaftlichen Ausbildung und der damit verbundenen Sozialisation in die *Scientific Community* können seiner Auffassung nach durchaus etwas mit der Entwicklung epistemologischer Vorstellungen zu tun haben, vor allem dann, wenn die WissenschaftlerInnen oder LehrerInnen an den Produktionsprozessen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen unreflektiert teilnehmen (vgl. Höttecke 2001a, S. 77). Dies würde auch voraussetzen, dass die Lehrpraxis an der Universität ein unzureichendes Bild von der Natur der Naturwissenschaften vermittelt. Eine Ansicht, die sich nach Erlemann (2004) bestätigt. Die von ihr durchgeführte teilnehmende Beobachtung und Interviewstudie am physikalischen Institut der Universität Wien zeigt, dass die Überzeugung der Wissens- und Erkenntnisproduktion immer wieder positivistische, also traditionell gefärbte Paradigmen enthält. (vgl. Erlemann 2004, S. 88)

Brickhouse (1989) zeigte, dass die naturwissenschaftliche Sichtweise der Lehrer mit ihrem Verhalten im Klassenzimmer korreliert. (vgl. Kircher, 1995, S. 250) Nott und Wellington (1995, 1996) haben LehrerInnen mit *Critical Incidents* konfrontiert um etwas über den Zusammenhang zwischen pädagogischen Entscheidungen und dem Wissen über *Nature of Science* festzustellen. Unter *Critical Incidents* sind Situationen verstanden in denen etwas Unerwartetes und Ungeplantes im Unterricht passiert und die ein unmittelbares Handeln erfordern, wie z.B. ein gescheitertes Demonstrationsexperiment. Die Autoren attestieren dabei den LehrerInnen ein gutes Wissen über *Nature of Science* und stellen fest, dass dieses Wissen in ihre pädagogische Praxis eingebettet ist. Ihrer Meinung nach, kommen inadäquate Handlungen im Sinne eines unzureichenden Verständnisses von *Nature of Science* nur dann vor, wenn die normativen Schranken des Unterrichts dies verhindern. Darunter fallen z.B. Zeitdruck, Erfüllung des Lehrplans oder sonstige Unterrichtsziele. Jedenfalls können die *Critical Incidents* einen Zusammenhang zwischen Unterrichtspraxis und Entwicklung der Vorstellung von *Nature of Science* erkennen lassen. Höttecke (2001a)

bemängelt allerdings die Untersuchungsmethode von Nott et. al., da diese Erkenntnisse durch Interviews und Gruppendiskussionen, nicht aber durch reale Unterrichtsbeobachtungen herausgekommen sind. (vgl. Höttecke, 2001a, S. 81)

Ähnlich sind auch die Ergebnisse der Hashweh's Studie (1996) von 35 Lehrkräften, die zeigte, dass konstruktivistische Einstellungen auch konstruktivistisches Verhalten im Unterricht zur Folge haben. (vgl. Luft & Roehrig 2007, S. 40)

Auf diesen Arbeiten aufbauend postulierten Julie Luft und Gillian Roehrig (2007), dass sich die Vorstellungen zu Unterricht, Wissensgenese und Wissenschaftsverständnis mit anwachsenden Berufsjahren weiterentwickeln.

Sie konnten in einem langwierigen und aufwendigen Prozess ein halbstrukturiertes Interview entwickeln, um die epistemologischen Überzeugungen von Lehrkräften zu erfassen. Sie erhofften sich daraus Lehrprogramme schaffen zu können um die Entwicklung der Überzeugungen in Richtung moderner, reformbasierter Überzeugungen zu lenken. Das ursprüngliche Interview enthielt acht standardisierte, offene Fragen zu grundlegenden Überzeugungen der Befragten zu der Rolle des Lehrers, Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts, Lehr- und Lernkonzepte usw. Ein langwieriger Prozess der Analyse anhand 75 transkribierter Interviews ermöglichte eine Kategorisierung dieser Einstellungen in ein fünfstufiges Kategoriensystem. Die erfassbaren Kategorien für die Fragen waren:

Tabelle 1: Kategorienbeschreibung des TBI (vgl. Luft & Roehrig 2007, S. 54)

Erfassbare Kategorie	Unterrichtsform	Zugrunde liegendes Wissenschaftsverständnis
Traditional (traditionell)	Lehrerzentriert	Traditionelles Wissenschaftsverständnis: Wissenschaft als unveränderliche Fakten, eindeutige, naturwissenschaftliche Methode
Instructive (instruktiv, belehrend)		
Transitional (vorübergehend, Übergangsform)		Wissenschaft objektiv, beständig , sicher
Responsive (reagierend, mitmachend)		
Reform-based (reformbasiert, „modern“)	Schülerzentriert	Modernes Wissenschaftsverständnis: Wissenschaft dynamisch, in sozial und kulturell begründeten Feld

In einem weiteren Schritt wurden noch einmal 40 Interviews mit Lehrern unterschiedlicher Berufserfahrung geführt und teilweise über einen zweijährigen Zeitraum wiederholt. Durch die Analyse von zwei unabhängigen Forschern und dem Vergleich mit den bereits vorhandenen Daten konnte eine Frage gestrichen werden und die verbleibenden mit den epistemologischen Überzeugungen der Interviewten verknüpft werden. Die Kategorien werden von den Autoren als „not comprehensive, [but] ... broad enough to depict the epistemological beliefs of science teachers“, bezeichnet. (Luft & Roehrig 2007, S. 43)

Die endgültigen Fragen der Autoren des TBI lauten wie folgt:

1. How do you maximize student learning in your classroom?
2. How do you describe your role as a teacher?
3. How do you know when your students understand?
4. In the school setting, how do you decide what to teach and what not to teach?
5. How do you decide when to move on to a new topic in your classroom?
6. How do your students learn science best?
7. How do you know when learning is occurring in your classroom?

Tabelle 2: Beispiel der Lehrerüberzeugungen von Luft und Roehrig (vgl. Luft und Roehrig 2007, S. 54):

Category	Example	View of Science
Traditional: Focus on information, transmission, structure, or sources.	I am an all knowing sage. My role is to deliver information.	Science as rule or fact.
Instructive: Focus on providing experiences, teacher-focus, or teacher decision.	I want to maintain a student focus to minimize disruptions. I want to provide students with experiences in laboratory science (no elaboration).	
Transitional: Focus on teacher/student relationships, subjective decisions, or affective response.	I want a good rapport with my students, so I do what they like in science. I am responsible to guide students in their development of understanding and process skills.	Science as consistent, connected and objective.
Responsive: Focus on collaboration, feedback, or knowledge development.	I want to set up my classroom so that students can take charge of their own learning.	Science as a dynamic structure in a social and cultural context.
Reform-based: Focus on mediating student knowledge or interactions.	My role is to provide students with experiences in science which allows me to understand their knowledge and how they are making sense of science. My instruction needs to be modified accordingly so that students understand key concepts in science.	

Adaption und Spezifikation der Fragen

Da die Fragen des TBI keine persönlichen und projektbezogenen Daten erfassen, wurde das Interview erweitert um etwas zur Biographie der Interviewpartner, der Schul- und Unterrichtssituation, zum Lehrer-Schüler Verhältnis etc. herauszufinden. Diese einleitenden Fragen wurden möglichst offen gestellt um den Interviewpartner zum freien Erzählen zu animieren (narrative Interviewform). Dies sollte einerseits eine angenehme Atmosphäre und ein gewisses Vertrauen schaffen um auf die folgenden TBI-Fragen möglichst ehrliche und nicht vorkonstruierte Antworten zu erhalten. Andererseits ermöglicht ein narratives Interview einen Zugang zu subjektiven Bedeutungsstrukturen, die durch ein zu systematisches Abfragen möglicherweise verborgen bleiben. (vgl. Mayring 2002, S. 72)

Anschließend wurden einige offene Fragen zum Projekt Science Backstage, zur Motivation der Teilnahme, den persönlichen Erwartungen und Vorstellungen vom Projektverlauf, aber auch direkte Fragen zur Handhabung an der jeweiligen Schule, oder der SchülerInnenzusammensetzung gestellt. Je nach Interviewpartner war es, abhängig von Umfang und Ausschweifung der Erzählung, notwendig wieder auf die eigentliche Intention der Befragung zurückzukehren um den roten Faden nicht zu verlieren und das Interview diesbezüglich zu regulieren. (vgl. Mayring 2002, S. 73)

Die Interviews gliederten sich in drei Teile: Zuerst sollten mit einem narrativen Interview allgemeine Fragen zur Biographie der Lehrkräfte erfasst werden, dann wurde zu spezifischen projektbezogenen Fragen übergeleitet, wobei auch hier die grundlegenden epistemologischen Kategorien von Luft und Roehrig im Hinterkopf behalten wurden. Zum Schluss wurden die übersetzten semistrukturierten Fragen des TBI gestellt.

Die Dauer der Interviews betrug jeweils ca. eine Stunde, wobei etwa die Hälfte der Zeit für das eigentliche TBI aufgewendet wurde. Eine Ausnahme bildet Fall D, da der Interviewpartner nach ca. 40 Minuten in den Unterricht musste und somit das Gespräch nach dieser Zeit abgebrochen wurde.

Auswertung

Als Methode der Auswertung wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2003[1983]) gewählt. Im Zentrum jeder inhaltsanalytischen Auswertung steht ein Kategoriensystem, das in meinem Fall direkt von Luft und Roehrig übernommen wurde. Der große Vorteil eines Kategoriensystems ist die intersubjektive Nachvollziehbarkeit der Analyse durch dritte, außerdem bietet es Anhaltspunkte der zu stellenden Fragen. Daneben „bedeutet das Arbeiten mit einem Kategoriensystem einen entscheidenden Punkt der Vergleichbarkeit der Ergebnisse, der Abschätzung der Reliabilität der Analyse.“ (Mayring 2003, S. 44) Neben dem bereits vorgestellten TBI wurden weitere Aspekte erhoben, die sich einerseits an diesem Kategoriensystem und andererseits direkt an den Forschungsfragen orientierten. Im Zuge der Analyse stellte sich allerdings heraus, dass das Kategoriensystem allein nicht ausreichte, um ein umfassendes Verständnis der epistemologischen Überzeugungen zu generieren. Die fünf vorgeschlagenen Kategorien sind meines Erachtens zu eng gefasst, es lassen sich nicht alle Aussagen eindeutig einer Kategorie zuordnen. Sie liefern allerdings einen guten Anhaltspunkt für die weitere Analyse. Die Ergebnisse der Studie entstanden also durch eine umfassende Inhaltsanalyse des gesamten vorliegenden Transkriptionsmaterials und nicht nur aus den gestellten Fragen des TBI.

Interviewfragen

Biographie der Interviewpartner und Schule an der unterrichtet wird

Erzählen sie mir etwas über die Schule in der sie unterrichten (Schüler-, Klassenzahl, Einzugsgebiete, Fächerverteilung, Schulbild,...)

Wie lange unterrichten Sie dort?

Wie lange unterrichten Sie insgesamt schon?

Warum haben Sie Physik (Lehramt) studiert?

Wie ist es dazu gekommen?

Welchen Zugang haben Sie zur Physik?

Was ist ihr Zweitfach?

Wie sieht eine typische Physikstunde bei Ihnen aus?

Was sollen Schüler aus Ihrem Physikunterricht mitnehmen? / Worum geht es Ihnen in Ihrem Physikunterricht?

Was ist für Sie eine gute/schlechte Physikstunde?

Projektteilnahme

Wie kam es zur Teilnahme am Projekt Backstage Science?

Wie wird das Backstage Science Projekt an Ihrer Schule gehandhabt (Wahlpflichtfach, Freifach, unverbindliche Übung,...)? Wie setzen sich die teilnehmenden SchülerInnen zusammen?

Warum haben Sie an dem Projekt teilgenommen?

Haben Sie schon einmal an einem ähnlichen Projekt oder einem anderen Sparkling Science Projekt teilgenommen?

Wie oft kommt (oder kam) es vor, dass Sie ein Projekt im Physikunterricht realisier(t)en?

Welche Erwartungen haben Sie persönlich an das Projekt Backstage Science?

Glauben sie, dass Ihnen die Teilnahme etwas „bringt“? Wenn ja, was?

TBI Fragen

Die Fragen des TBI übersetzte ich wie folgt:

1. Wie schaffen sie es, den Schülern in der Klasse am Meisten beizubringen?
2. Wie würden sie ihre Rolle als Lehrer beschreiben?
3. Woher wissen Sie, wann ein Schüler etwas verstanden hat?
4. Wie entscheiden sie welche Themen Sie unterrichten und welche Sie auslassen?
5. Wie entscheiden Sie zu welchem Zeitpunkt Sie zu einem neuen Thema übergehen?
6. Wie lernen Schüler Ihrer Meinung nach Physik am besten?
7. Woher wissen Sie wann in der Klasse Lernen vorkommt (etwas gelernt wird)?

6. Die einzelnen Interviews

Insgesamt liegen 5 Interviews von am Science Backstage Projekt teilnehmenden Lehrkräften vor. Die Interviews wurden auf Tonband aufgezeichnet, wörtlich transkribiert und anschließend inhaltsanalytisch ausgewertet. Die Auswertung der TBI Fragen erfolgte mit Hilfe von Atlas.ti, einem Computerprogramm zur qualitativen Forschung um eine leichter nachvollziehbare Inhaltsanalyse zu gewährleisten.

Fall A: Naturwissenschaftslehrer in einer französischsprachigen Privatschule mit französischem Schulsystem

Fall B: Physik/Informatik/Mathematik-Lehrerin einer katholischen Privatschule mit sprachlichem und wirtschaftlichem Schwerpunkt

Fall C: Physik/Mathematik-Lehrerin einer kooperativen (neuen) Mittelschule mit sprachlichem Schwerpunkt

Fall D: Physik/Geographie-Lehrer eines Gymnasiums mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt

Fall E: Physik/Deutsch-Lehrer einer Höheren technischen Lehranstalt mit bautechnischem Schwerpunkt

6.1 Fall A

Vorstellung des Materials:

Das Interview fand erstmals Mitte November 2009 am Vormittag in einem kleinen Sprechzimmer der Schule während einer Freistunde des Lehrers statt. Der zeitliche Umfang des Interviews betrug in etwa eine Stunde.

Nachdem ich etwa ein Viertel des Materials direkt vom Tonband transkribiert hatte, wollte ich das Interview auf den PC kopieren. Dabei stürzte aus unauffindbaren Gründen das Kopierprogramm bzw. der Rechner ab und beide Dateien, sowohl die originale auf dem Tonband, als auch die vermeintlich kopierte auf dem PC waren verloren. Dieser unglückliche Umstand machte es notwendig das Interview ein zweites Mal durchzuführen. Das zweite Interview fand dann eine Woche nach dem ersten Termin am Abend nach Unterrichtsende, ebenfalls in der Schule statt. Die Befragung dauerte 48 Minuten und das Transskript umfasst ca. 7600 Wörter. Zu der Wiederholung des Interviews ist zu sagen, dass Fall A am zweiten Termin zu manchen Fragen eine andere Stellungnahme abgab, als die Woche zuvor. Dies betraf in erster Linie die Fragen des zweiten Teils, also die Projekt bezogenen Fragen. Inwiefern das Absicht war, oder einfach nur Zufall lässt sich nicht bestimmen. Da die Fragen des TBI aber semistrukturierter Natur sind, ist anzunehmen, dass die Kategorisierung nach Luft und Roehrig davon im Wesentlichen unbeeinflusst blieb. Der erste Teil des Interviews zu Fragen des Schultyps und zur persönlichen Biographie wurde schon die Woche zuvor gestellt, daher wird Fall A wie jeder andere Fall behandelt und ausgewertet ohne explizit auf den Umstand der Wiederholung des Interviews Rücksicht zu nehmen.

Schule:

Fall A ist insofern auch als Ausnahme zu betrachten, da die Schule, an der er unterrichtet, eine Besondere ist. Das *Lycée Francais de Vienne* ist eine französische Privatschule im französischen Schulsystem. Die Schulpflicht in Frankreich beginnt mit 6 Jahren und endet mit 16, es gibt aber für Kinder ab 3 Jahre eine freiwillige ganztägige Vorschule, die mit dem Kindergarten vergleichbar ist. Die Vorschule ist in Grinzing und gehört organisatorisch zum *Lycée Francais de Vienne* dazu. Am Standort Alsergrund beginnen

die Schüler im Alter von 6 Jahren mit der Volksschule, die 5 Jahre dauert und wechseln mit 11 ins Gymnasium, das mit dem sogenannten „*Baccalauréat*“ mit 18 abschließt. Insgesamt umfasst die Schule etwa 1850 SchülerInnen und beschäftigt ca. 180 Lehrkräfte.

Die unterrichtenden LehrerInnen sind überwiegend als Beamte der französischen Regierung, bzw. der französischen Botschaft angestellt und bekommen auch ihr Gehalt in Frankreich. Da aber nur etwa ein Drittel der SchülerInnen französische StaatsbürgerInnen sind, gibt es auch vom Stadtschulrat beschäftigte Lehrkräfte und die Möglichkeit für österreichische SchülerInnen auch eine österreichische Matura in Deutsch, Geschichte und Geographie sowie Religion zu machen. Letzteres Unterrichtsfach sieht das französische Schulsystem gar nicht vor, da Aufgrund der Laizität auch gar keine Ausbildungsmöglichkeit zu einem Religionslehrer bzw. -lehrerin existiert. Der Unterricht in den genannten Fächern ist ähnlich dem eines österreichischen Gymnasiums.

Die übrigen Fächer werden im französischen System mit Zentralmatura und Französisch als Unterrichtssprache abgehalten, außerdem wird das Schuljahr in Trimester unterteilt.

In Frankreich gibt es drei Arten von Oberstufengymnasien:

das Fachgymnasium (*Lycée technologique*)

das Berufsgymnasium (*Lycée professionnel*)

das allgemeinbildende Gymnasium (*Lycée d'enseignement général*)

Allen gemeinsam ist der Schulabschluss mit der Bezeichnung „*Baccalauréat*“, das mit der Matura vergleichbar ist.

Bis zum Schulabschluss sind drei Stufen der Ausbildung zu absolvieren:

Seconde (15-16 Jahre)

Première (16-17 Jahre)

Terminal (17-18 Jahre).

Das *Lycée Français de Vienne* ist ein allgemeinbildendes Gymnasium, in dem die SchülerInnen nach einem Orientierungsjahr, (Stufe „Seconde“) wie in jedem anderen Lycée général, wiederum drei mögliche Spezialisierungen zur Wahl haben:

Das bacL (Schwerpunkt auf Sprachen, Literatur und Philosophie)

Das bacE.S. (wirtschaftlicher und sozialer Schwerpunkt)

Das bacS (naturwissenschaftlicher Schwerpunkt)

Die Letzte Stufe (Terminal) dient zur Bakkalaureatsvorbereitung und ist in der Unterrichtspraxis strenger auf den Lehrplan fixiert, als die Stufen vorher, da die kommissionelle Abschlussprüfung (vergleichbar mit der Matura) zentral vorgegebene Fragen zum Inhalt hat.

Neben dieser Zentralmatura und dem darauf abgestimmten Lehrplan gibt es noch andere wesentliche Unterschiede zum österreichischen Schulsystem:

In Frankreich sind die Studiengänge für manche Lehramtsstudien von den Diplomstudien entkoppelt, d.h. es gibt für Physik und Chemie ein eigenes Lehramtsstudium, Biologie ist mit Geologie gekoppelt und Geschichte mit Geographie. Andere Fächerkombinationen sind nicht möglich, da auch der Lehrplan diese Fächer als kombiniertes Fach vorsieht. Physik und Chemie werden als ein gemeinsames Unterrichtsfach mit einem gemeinsamen Lehrplan unterrichtet.

Dabei liegt der Unterrichtsschwerpunkt auf einem forschungsorientierten Arbeiten: Zusätzlich zum normalen „Regelunterricht“, der je nach Schulstufe, 2-3 Stunden Physik/Chemie umfasst, gibt es ab der sechsten Klasse im bacS-Zweig jede Woche ein 1,5 Stunden dauerndes verpflichtendes naturwissenschaftliches Praktikum, in dem die SchülerInnen zum selbstständigen Experimentieren, Rechnen und Modellfinden angeleitet werden. Diese Experimentierstunden dauern insgesamt 3 Stunden, die Schulklasse wird geteilt, eine Hälfte geht zuerst in Biologie/Geologie die andere in Physik/Chemie, dann wird gewechselt. Das Praktikum wird nicht als eigenes Fach geführt, sondern gehört zum Regelunterricht dazu. Der Inhalt der normalen Stunden ist im Prinzip zeitlich geregelt, es sollen etwa 60% Physik und 40% Chemie gemacht werden. A räumte aber ein, dass die Lehrer eigentlich machen können, was sie wollen. Lediglich die Unterrichtsinhalte sind in

Hinblick auf die Zentralmatura fix vorgegeben und geben damit auch in etwa den Unterrichtsumfang vor.

Da französische Schulen als Ganztagschulen geführt werden, haben die SchülerInnen allgemein auch mehr Unterricht als in Österreich.

Eine weitere Besonderheit ist das Beurteilungs- und Notensystem. Es gibt eine Skala von 0-20 Punkten, ab 10 Punkten gilt ein Fach als bestanden. Da aber im Gesamten die Durchschnittsnote zum Aufstieg in die nächste Schulstufe berechtigt, ist es möglich auch mit weniger Punkten pro Fach aufzusteigen, vorausgesetzt der/die SchülerIn hat in den anderen Fächern genug Punkte erreicht. Ist die Durchschnittsnote zwischen 8 und 10 Punkten, kann es zu Nachprüfungen in den entsprechenden Gegenständen kommen. In solchen Fällen wird in der Schlusskonferenz zwischen den Fachlehrern diskutiert und individuell entschieden.

Außerdem ist eine stetige Leistungsüberprüfung vorgesehen, verpflichtend sind mindestens 2 nachweisbare Leistungsfeststellungen pro Trimester, es könnten aber auch 20 sein. Im Prinzip kann man also alles benoten, so A.

Biographie:

Allgemein sieht sich Fall A in seiner Rolle als Lehrer, insbesondere als Gestalter seines Unterrichts stark dem französischen System verpflichtet, dahingehend sind auch manche Antworten des Interviews zu deuten. Durch die Zentralmatura ist vor allem in den letzten zwei Jahren der Lehrstoff fix vorgegeben und lässt keine Abänderung zu. A bezeichnet diese Tatsache meistens mit „Plan“ oder „Programm“, was nicht zu ändern ist. Die betroffenen Fragen des TBI („Wie entscheiden sie welche Themen sie unterrichten?“ und „Wie entscheiden Sie wann sie zu einem neuen Thema übergehen?“) werden in der Auswertung noch Erwähnung finden.

Andererseits räumt Fall A ein, früher ein typischer Verfechter des französischen Systems gewesen zu sein, was sich mittlerweile relativiert habe. Er könne nun nicht mehr sagen welches System besser sei, das österreichische oder das französische, da beide Vor- und Nachteile haben. Da die Unterrichtsinhalte, vor allem in den letzten beiden Schuljahren, stark auf die Zentralmatura ausgelegt sind, würden sich die SchülerInnen in ein paar

Teilgebieten sehr gut auskennen, haben dafür von manchen anderen Themen gar keine Ahnung. Als Beispiel nannte er die Quantenmechanik, die fast nicht im Programm ist.

Ursprünglich hat Fall A Physik als Diplomfach studiert, mit der Absicht in die Forschung zu gehen oder an der Universität eine Lehrstelle einzunehmen. Da er aber keine Anstellung an der Universität bekam studierte er das Physik/Chemie Lehramtsdiplom und landete nach 5 Jahren Unterrichtspraxis in Österreich, ursprünglich wieder mit dem Plan einen Posten an der Universität zu bekommen. Er ist nun 30 Jahre in Österreich am *Lycée Francais de Vienne* als Physik/Chemielehrer und seit 2 Jahren als Mitarbeiter des physikalischen Praktikums für Lehramtsstudierende an der Universität Wien tätig.

Zugang zu Physik

A gab an ursprünglich eher mathematisch veranlagt gewesen zu sein, die Leidenschaft für Physik sei erst später gekommen. In der Schule hatte er Physik nicht gerne. Mathematik war ihm dann aber doch zu mühsam und theoretisch, also studierte er doch Physik. Die Motivation für das ursprüngliche Physikdiplomstudium liegt in einer grundsätzlichen Zuneigung zum Fach und der Absicht in die Forschung zu gehen, begründet. Aus dem Gespräch war keine Reue an den misslungenen ursprünglichen Plänen zu erkennen, eher machte es den Eindruck, als wäre die entstandene Laufbahn die Bestmögliche.

Projekt allgemein

Ursprünglich sollten an *Science Backstage* zehn SchülerInnen teilnehmen, sechs aus einer sechsten und vier aus einer siebenten Klasse. Fall A gab an, absichtlich keine achte Klasse genommen zu haben, da die SchülerInnen dort zu wenig Zeit hätten. Die Motivation der SchülerInnen teilzunehmen, sah A nicht an einer besonderen Vorliebe für Physik begründet, sondern aus reinem Interesse an der Sache selbst. Allerdings war er sicher, dass ein paar Teilnehmer danach in Richtung Physik gehen werden. Drei der teilnehmenden SchülerInnen nutzen das Projekt auch als Maturavorbereitung, da in der siebenten Klasse eine Projektpräsentation als Probematura vorgesehen ist. Die Teilnahmemotivation dieser SchülerInnen war also möglicherweise nicht rein intrinsische Natur, wie Fall A glaubte.

Allgemein sind schulexterne Projekte am *Lycée Français de Vienne* eher die Regel als die Ausnahme, wenngleich A bis zum Interviewzeitpunkt noch nicht an einem direkt vergleichbaren Projekt teilgenommen hatte.

Projekterwartungen und Einflussnahme

Zuerst gab Fall A an, grundsätzlich immer gerne etwas außerhalb der Schule zu machen, da die SchülerInnen ja keine Ahnung von Physik hätten. Die Schulphysik wäre ja nicht wirklich Physik, was ein Labor oder eine Universität ist, welche Zeiträume ein Experiment in Anspruch nimmt, davon hätten die SchülerInnen keine klare Vorstellung. Die ursprüngliche Erwartung war, dass die SchülerInnen auch in irgendeiner Form am Forschungsbetrieb mitarbeiten können, die eigentliche Absicht der ethnographischen Forschung von *Science Backstage* war ihm nicht von Anfang an klar. Die Erwartungen an das Projekt gehen bei Fall A grundsätzlich in Richtung Motivation der SchülerInnen ein naturwissenschaftliches Studium zu beginnen. SchülerInnen würden ihre Studien oft nur zufällig aussuchen, daher nutze er gerne Veranstaltungen der Universitäten, z.B. auch den Tag der offenen Tür, oder eben die Projektteilnahme, um ihnen eine Ahnung davon zu geben und den Kontakt zur Außenwelt herzustellen. Für sich persönlich sah A die Möglichkeit einen Kontakt mit der Universität herzustellen und etwas zu lernen, da ein Lehrer am Ende seiner Karriere ja nur das Programm der Matura könne und sonst nicht mehr. Allmählich könne man so als Lehrer immer weniger erzählen, dies sei vor allem bei seinen französischen Kollegen, die nicht Deutsch sprechen, der Fall. In Frankreich haben Schule und Universität überhaupt nichts miteinander zu tun, was er ebenfalls sehr schade fand.

Die Erfolgchancen dieser Erwartungen betreffend, hielt sich A unter der Angabe keine vollständige Klarheit über den Verlauf des Projektes zu haben und eigentlich nichts zu wissen, vorsichtig zurück. Gleichzeitig betonte er aber, dass ihm das nichts ausmacht und die SchülerInnen bis zum Interviewzeitpunkt sehr zufrieden waren. Er habe zu den SchülerInnen gesagt, dass er nicht mehr wisse als sie und mit ihnen gemeinsam lernen und entdecken will.

Diese offene Grundhaltung dem Projekt gegenüber, spiegelt sich auch im unterschiedlichen Ergebnis der beiden Gruppen, die in den Forschungseinrichtungen

waren, wieder. Die Annahme war, dass die Gruppe der siebenten Klasse, die das Projekt auch als Maturavorbereitung nutzte, überdurchschnittlich viel Zeit investieren würde und dementsprechend auch die Schlusspräsentation aussehen würde. Tatsächlich war die Präsentation der sechsten Klasse aber viel umfangreicher, was den Schluss nahelegt, dass in dieser Gruppe mehr Zeit investiert wurde. Allgemein war die Motivation der Schüler A's am größten.

Fall A TBI:

Atlas.ti Kennzeichnung: (059:059)

Also die französische Matura ist eine Zentralmatura. Das heißt alle müssen dasselbe gleichzeitig machen, das heißt es gibt ein fixes Programm, wir dürfen nicht abweichen.

Atlas.ti Kennzeichnung (061:061)

F: Aber trotzdem liegt es in ihrem Ermessen wie viel Physik oder Chemie sie machen?

A: Nein, im Gesamten nicht. Also ich kann mir aussuchen wie ich es mache, aber das Programm ist fix. Ich könnte, aber das ist nicht gut für die Schüler, sagen, ich mache die gesamte Physik zwei Drittel vom Jahr und dann noch etwas Chemie.

➔ Fixer Lehrplan, aber zeitlich keine Vorgabe

➔ Schülerorientierte Jahresplanung

Codes: [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (083:084)

In Österreich sieht man ein bisschen mehr in alle Teilgebiete hinein. Unsere haben zum Beispiel keine Ahnung von Quantenmechanik, das ist fast nicht im Programm. Was schade ist! Also früher, das war typisch, war ich Verfechter des französischen Systems. Aber jetzt kann ich nicht sagen welches System besser ist. Ich sehe die Unterschiede. Ein paar

Sachen sind bei uns besser. Die Schüler kennen sich in einem Teilgebiet sehr gut aus, besser als jeder andere. Dafür haben sie von anderen Themen keine Ahnung.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (166:168)

Wenn die Schüler viel gefragt haben und viel reagiert haben. Wenn viel Dynamik drin ist. Und es gibt Klassen wo es tack, tack, tack, tack, und es bleibt auch im Fach, also manchmal geht es ein bisschen hinaus, manchmal hab ich Zeit und ich lasse das zu und manchmal muss ich sagen: Stopp, stopp, das geht jetzt zu weit und das hat damit nichts mehr zu tun! Aber manchmal kommen solche Fragen, also es gibt Klassen, bei der Frage sag ich, also jetzt müssen wir DAS sehen, also da sind, die sehen die Sache! Und andere, was weiß ich, aber wie gesagt ist das hängt nicht rein von den Schülern ab das ist Klassendynamik. Also für mich eine gute Stunde ist, wenn ich am Ende der Stunde kaputt bin, weil ich tack tack tack tack... aber weil die große Augen gemacht haben, weil die so viel gefragt haben und das war, „ich hab das einmal gesehen und...“ Ja. Wie gesagt, voriges Jahr hatte ich eine Klasse, die seit 20 Jahren so katastrophal war... die haben alle maturiert, aber das waren für mich schlechte Stunden. Und ich konnte nix machen, weil es war kein...äh ... ja...

- ➔ Will Dynamik in seinem Unterricht
- ➔ Gute Stunde = eigene körperliche Erschöpfung
- ➔ Große Augen bei Schülern

Code: [Schülerorientiert], [Transitional (Affektiv)]

Atlas.ti Kennzeichnung: (228:228)

ich will nicht ein Beispiel sein, also wie ich angezogen bin, wie ich spreche, ... das will ich nicht.

- ➔ Will keine Vorbildwirkung über Kleidung, Stil haben
- ➔ lehnt „klassisches“ Rollenbild ab

Atlas.ti Kennzeichnung: (230:232)

F: Also in solcher Hinsicht kein Vorbild sein?

A: Nein. Nein

➔ Will kein Vorbild sein

Code: [Anti-traditionell]

Atlas.ti Kennzeichnung: (233:233)

Und ich probiere wirklich egal was, weil es kommt immer die Frage: „Was denken sie? Sind sie dafür oder sind sie dagegen?“ Und dann bin ich strikt dagegen, dass ich etwas dafür sage. Ich versuche abzuwägen, aber ich probiere zu erklären, das sind die Probleme, es gibt keine gute Lösung.

➔ Will Schüler nicht durch seine Meinung färben

➔ Schüler sollen selbst kritisch Denken

Code: [Transitional] [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (241:241)

Aber wie gesagt, wir haben diese Themen und zwischen Frankreich und Österreich ist nicht alles so ... und ich möchte nicht, also die werden nicht rassistisch, aber ich möchte nur dass sie sehen, da gibt es Unterschiede... Und wir haben Klassen, die nach der 6ten fast keine Physik mehr machen, die haben nur eine Stunde, aber der Sinn ist, dass sie irgendwann einmal, also dass sie verstehen was in der Zeitung steht, wenn es ein bisschen über Physik oder wenn sie wählen sollen... also das ist auch mein Ziel, dass sie das ein bisschen wissen.

➔ Schüler sollen differenziertes Denken entwickeln

➔ Physikalische Bildung um ein bisschen Bescheid zu wissen

Code: [Reform-based]

Atlas.ti Kennzeichnung: (245:245)

Und auch als Bürger. Dass sie, wenn sie also nicht irgendwie, sondern dass sie wissen (betont) wie ... also es gibt keine gute, es gibt keine schlechte, alle haben Nachteile, die kann man wägen, aber dass sie verstehen, also nicht, dass sie denken „radioaktiv“ furchtbar und katastrophal, sondern dass sie wissen

➔ Will Schülern Argumentationswissen geben

➔ Schüler sollten Vorteile Nachteile aufzeigen und kritisch hinterfragen können

Code: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (247:249)

F: Sie fühlen sich oft auch als Entertainer?

A: Ja! Das sowieso! Also eine gute Stunde ist wenn sie gelacht haben oder auch ich und irgendwie, wo es reagiert hat!

➔ Rolle des unterhaltenden, mitmachenden „tour guides“

➔ Dynamik in Klasse wichtig

Code: [Transitional (Affective)] [Reform-based]

Atlas.ti Kennzeichnung: (261:261)

ich möchte sicher sein, dass sie immer fragen können, ohne von den anderen verspottet zu werden und ohne Angst vor mir zu haben. Das ist mir sehr wichtig.

➔ Möchte ein offenes Klima schaffen

➔ Schüler sollen immer fragen und argumentieren können

Code: [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (261:261)

Nein, Rezept...hab ich keines. Wie gesagt, das ist meine Methode, ich weiß, dass es andere gibt, aber eine (betont) Methode habe ich nicht. Es ist von mir abhängig, von der Klasse

abhängig....ich bin anders von einer Klasse zur anderen

➔ keine eindeutige Unterrichtsmethode

➔ geht auf Schüler/Klasse ein

Code: [Reform-based] [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (269:269)

Bei mir ist es sehr laut! Ich habe bei mir einen Pegel der viel höher ist als in anderen Stunden!

➔ Nimmt hohen Lärmpegel als positiv wahr

Code: [Transitional (Affective)]

Atlas.ti Kennzeichnung: (269:269)

Aber es ist nicht so, also Disziplinierung, so etwas hasse ich!

➔ Schülern sollen Raum zum freien Denken und Reden haben

Code: [Anti-traditionell]

Atlas.ti Kennzeichnung: (275:277)

Woher wissen Sie wann ein Schüler etwas verstanden hat?

A: Also zuerst: Blickkontakt. Man sieht das. Irgendwie.

➔ Verlässt sich auf seine Einschätzung/Erfahrung

Code: [Transitional (Affective)]

Atlas.ti Kennzeichnung: (277:285)

Dann machen wir sehr oft ziemlich schnell eine kleine Rechnung und dann geh ich entlang und sehe was alle machen und sehe ob sie das können oder nicht.

F: Ist das eine Art Überprüfung?

A: Nein, nein, ich gebe keine Note! Nur um zu sehen, hat der das kapiert, oder nicht?

➔ Kontrolle durch Rechenbeispiele, aber keine Leistungsüberprüfung

Code: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (285:285)

Und wenn ich sehe, 5, oder 6 haben es nicht kapiert, dann sag ich Stopp! Wir machen das nocheinmal für alle. Aber bei 2 oder 3 erkläre ich das so. Und wenn sie sagen, das geht noch immer nicht, dann sage ich wir machen einen Termin am Tag, also 2 oder 3 das noch einmal zu besprechen. Weil manchmal haben sie irgendwas am Anfang schon schlecht genommen und haben dann keine Chance das zu verstehen, weil sie von Anfang an irgendwas falsch genommen haben. Das ist sehr schwer für sie und für mich, manchmal zu wissen woher ... und in der Klasse kann man nicht so lange dabei bleiben!

➔ Entscheidet Schüler-/Klassenabhängig wie lange er bei einem Thema bleibt.

➔ Richtet Extratermine ein, wenn Zeit im Unterricht nicht ausreicht

Code: [Responsive] [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (285:289)

Dann hab ich sehr oft Schüler in der Mittagspause hier, also die haben zwischen halb eins und halb zwei Pause, aber die größeren Klassen können erst um eins essen, weil zuerst die kleineren gehen (er meint höheren), d.h. da hab ich eine halbe Stunde und da kann ich die Schüler treffen und ihnen das noch einmal erklären.

F: Mhm, d.h. da stellen sie ihre Zeit zur Verfügung um das...

A: Jaja, aber das ist ja nicht so viel! Aber das ist wichtig! Und sie haben sowieso Mail und Telefon und dann können sie mich kontaktieren.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (297:297)

Ich habe eine Schülerin, die ist ganz typisch ein bisschen lateral thinking. Die denkt nicht wie die anderen. Die stellt Fragen, also da steh ich oft vor ihr... Und sie sagt „nein, das geht nicht...“ und manchmal (schnippt) Ok, Antwort, „Ah!“ und sie hat es. Und manchmal nicht. Aber sie ist von den Besten! Nur, sie macht es nicht wie die Mehrheit, sie ist etwas anders. Aber ich bin froh jedes Mal wenn sie fragt. Und was ich nicht will, ist wenn die anderen, „ah noch immer dieselbe Frage“ und sie verspotten. Und dann bin ich sehr streng. Also wenn da kleine Bemerkungen kommen... das will ich, dass alle frei sind zu fragen!

- ➔ Beurteilt Schüler-/Klassen situationsabhängig
- ➔ Will dass Schüler frei Fragen und Denken können
- ➔ Freut sich über Schülerfeedback

Code: [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (318:318)

Nun, ich bereite etwas vor, das im Plan ist. Dann je nach Fragen der Schüler... Oder es gab heute die Nobelpreise, dann sprech ich davon, oder es gab in der Zeitung etwas das ist interessant dann mach ich das.

- ➔ Bereitet Schulstunden nach „Plan“ vor
- ➔ Geht dann auf Fragen ein
- ➔ Schülerinteresse im Vordergrund

Code: [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (318:322)

Aber sonst... Oder auch mit Kollegen von denselben Klassen bereiten wir dieses Praktikum vor, also machen wir irgendwie parallel, dass es vorbereitet ist, also so frei ist es nicht. Also wie man das macht innerhalb eines Jahres machen wir sowieso alle fast das Selbe. Das ist Programm. Da kann man nicht viel ändern.

F: Aha, d.h. da können die Schüler auch nicht viel auswählen, oder sie, das ist eher

vorgegeben?

A: Nein nein nein, das ist sehr streng, mit der Zentralmatura, da müssen wir hin.

- ➔ Hält sich wegen Zentralmatura ansonsten streng an Lehrplan
- ➔ Schüler können Unterrichtsinhalte nicht auswählen
- ➔ Systembedingt (nicht unbedingt eigene Ansicht)

Code: [Traditional] - [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (336:338)

F: Wie entscheiden sie denn wann sie Themen wechseln?

A: Naja, das ist so: wir müssen das gesehen haben, das ist geschriebenes Programm und die Schüler müssen das können. Das heißt wir machen einen Test, wenn wir glauben, die Schüler haben das kapiert.

- ➔ Systembedingter Unterrichtsplan
- ➔ Test bei vermutetem Konzeptverständnis

Code: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (340:342)

F: Und wenn sie es nicht kapiert haben?

A: Dann ist das ein Zeitproblem. Aber ich bleibe immer solange, normalerweise. Weil ich will nicht, also bei den kleineren Klassen kann man weitergehen, weil die werden es wieder machen. Aber ab der 6ten bleibe ich solange bei einem Thema, bis sie es verstanden haben.

- ➔ Bleibt solange bei einem Thema bis Schüler es verstanden haben
- ➔ Außer in Unterstufe, da Inhalte wieder vorkommen

Code: [Responsive] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (372:374)

F: Wie lernen Schüler Physik am besten?

A: (lange Pause) Für unser System müssen sie schon in der Stunde kapiert haben. Dann einmal lesen und dann üben. Diese Rechenbeispiele, das ist nur dann, wenn sie eine Formel haben, das muss dann passen.

- ➔ Systembedingte Unterrichtsform
- ➔ Schüler müssen lesen und üben
- ➔ Rechenbeispiele spielen zentrale Rolle, auch wegen Matura

Code: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (374:374)

Und dann will ich immer, dass sie die Ergebnisse interpretieren, wenn es möglich ist. Was heißt das? Eine kleine Interpretation. Ich habe z.B. die Maße beim wägen herausbekommen und ... das ist unmöglich, wer hat den Fehler gemacht?

- ➔ Schüler sollen interpretieren, kritisch reflektieren lernen

Code: [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (392:394)

Woher wissen sie wann in der Klasse etwas gelernt wird?

A: Naja, ich habe diese Tests und die haben auch kleine Übungen zu machen. Und dann eventuell kommt einer zur Tafel, aber das wird nicht benotet oder ich mach es oder ich gehe zu ihnen und sehe was haben sie gemacht, und aha ok, und dann seh ich ob das passt

- ➔ Tests und Übungen zur Lernkontrolle

Code: [Instructive]

Zusammenfassung:

Insgesamt konnten dem Interview 29 Items zur Kategorisierung entnommen werden. Die bezeichneten Zuweisungen „anti-traditionell“, werden allerdings nicht im Sinne von „reform-based“ verstanden und daher dieser Kategorie auch nicht zugewiesen. Die Kategorisierung war eindeutig und einfach möglich. In folgender Tabelle sind die einzelnen Zuweisungen dargestellt:

Tabelle 3: Kategorisierung Fall A

Kategorie	Traditional	Instructive	Transitional	Responsive	Reform-based
Zuweisungen	1	4	7	8	3
Unterrichtsstil	Lehrerzentriert				Schülerzentriert
	0				4

Interpretation:

Fall A will offensichtlich nicht als Vorbild für irgendeinen Archetypus „Lehrer“ stehen, seine Mehrfachantworten in dieser Hinsicht gehen eindeutig in diese Richtung (228:228), (230:232). Er schätzt es sehr an einer internationalen Schule tätig zu sein und will auch seinen SchülerInnen eine weltoffene Sicht vermitteln. Dazu gehört insbesondere, dass die SchülerInnen alle möglichen „Arten“ von Lehrern sehen, er selbst legt auf Kleidung und Äußeres wenig wert, aber er findet es gut, dass auch andere Arten an Lehrern an der Schule tätig sind. Seine eigene Rolle beschreibt er als „Entertainer“, in seinem Unterricht herrscht meist ein hoher Lärmpegel und es wird viel interagiert. Dies wird von ihm offensichtlich auch positiv wahrgenommen (247:249) (269:269).

Wichtig ist ihm eine Unterrichtsatmosphäre in der die Schüler alles fragen können, das Gespräch und das offene Unterrichtsklima sind fixer Bestandteil seines Unterrichts. Dies legt den Schluss nahe, dass ihm auch ein gutes Verhältnis zu den SchülerInnen wichtig ist. Eine für ihn gute Stunde ist dann, wenn er am Ende hinausgeht und körperlich erschöpft ist, weil die Klasse so dynamisch gearbeitet hat. Dabei ist ihm wichtig, dass die SchülerInnen selbstständig denken und sich nicht von seiner oder irgendeiner anderen

Meinung, vertreten durch Zeitungen oder Medien, blenden lassen. Sie sollen ein kritisches, reflexives Denken entwickeln und differenzierte Bilder von Sachverhalten zeichnen können. Wichtig dabei ist ihm, dass er eine Sache aus lateralen Perspektiven darstellt, die SchülerInnen sollen alle Vor- und Nachteile einer Sache kennenlernen und sich nicht auf einseitige Argumente verlassen. (233:233), (241:241), (245:245) Dazu ist es notwendig ihnen umfassendes Argumentationswissen zu vermitteln. Mehrfach genannt wurden von ihm die Wichtigkeit des freien Denkens und Redens und dass seine SchülerInnen immer alles fragen dürfen, also ein offenes Klima in seinem Unterricht vorherrscht. Auch wenn manche Schüler einen anderen gedanklichen Zugang zu einer Sache haben, duldet er keinen Spott, die gedankliche Freiheit ist ihm sehr wichtig. (297:297)

Geht es um physikalische Inhalte sollen die SchülerInnen ein Ergebnis sinngemäß interpretieren können, vor allem dann, wenn in einem Experiment oder einer Rechnung offensichtlich ein Fehler unterlaufen ist. Reicht die Unterrichtszeit nicht aus, die gesteckten Ziele zu erreichen, räumt er auch in der Mittagspause oder privat via Email für seine SchülerInnen Zeit ein. (285:289)

Seine Unterrichtseinheiten bereitet er in erster Linie nach dem „Programm“ vor, d.h. nach dem Lehrplan der, durch die Zentralmatura des französischen Schulsystems, streng vorgegeben ist (059:059, (061:061). Er betont, dass das auch so sein muss, er habe keine Möglichkeit davon abzuweichen, da die SchülerInnen ansonsten bei der Matura massive Defizite aufweisen würden. (318:322) (336:338) Seine eigentliche Motivation für Unterrichtsinhalte sind aber Themen, die die SchülerInnen interessieren könnten, oder die tagespolitisch gerade aktuell sind (241:241). Da der Plan aber fix vorgegeben ist, gibt es nicht viele Möglichkeiten zur Auswahl. Alle Antworten die der Kategorien „Traditional“, bzw. „Instructive“ zufallen, können so interpretiert werden, dass sie als Ursache eher das Schulsystem in dem Fall A unterrichtet haben, als seine eigene Überzeugungen.

Es ist allerdings schwer zu sagen ob dies von ihm negativ wahrgenommen wird. Zwar gab er an früher ein typischer Verfechter des französischen Systems gewesen zu sein, dies habe sich aber im Lauf der Zeit geändert und nun könne er nicht mehr sagen, welches System besser ist (083:084).

Zusammenfassend lässt die Auswertung des Interviews den Schluss zu, dass A's Interesse tendenziell schülerorientiert (Responsive) ist und er dementsprechend auch seinen Unterricht gestaltet. Wichtig ist ihm ein gutes Verhältnis zu den SchülerInnen und ein

offenes Unterrichtsklima, in dem die SchülerInnen keine Scheu haben zu fragen und ihren Standpunkt darzulegen. Allerdings ist er durch das Schulsystem an gewisse „traditionelle“ Richtlinien gebunden was Unterrichtsinhalte betrifft.

Insgesamt legen seine Aussagen dennoch die Vermutung nahe, dass seinem Unterrichtsstil auch ein modernes, dynamisches Wissenschaftskonzept zugrunde liegt. Dies lässt sich daraus ableiten, dass soziale Prozesse des Lernens, die Interaktion im Klassenzimmer, sowie die Gruppendynamik in seinem Unterricht allgemein eine große Rolle spielt.

6.2 Fall B

Vorstellung des Materials:

Das Interview mit Fall B fand in einem Besprechungsraum der Schule während einer Freistunde der Lehrkraft am 11. November 2009 statt und dauerte eine Stunde und fünf Minuten. Das Transskript hat einen Umfang von rund 9500 Wörtern.

Schule

Die Schule an der B unterrichtet ist eine kostenpflichtige katholische Privatschule in Wien Döbling, mit sprachlichem und wirtschaftlichem Zweig. Theoretisch besteht zwar kein Unterschied im Lehrplan, allerdings gab B an, dass sich jeder Lehrer wohl das herausnimmt, was ihn interessiert, da man nicht alles unterrichten kann, was im Buch steht. Für Physik gibt es in beiden Zweigen die gleiche Stundenverteilung, der wirtschaftliche Zweig hat zusätzlich einen Schwerpunkt auf Informatik.

Biographie

B unterrichtet seit 24 Jahren Physik, Informatik und Mathematik, in etwa gleichem Verhältnis. Sie studierte technische Physik und gab an, dass sie ursprünglich in die Forschung gehen wollte. Da aber familiäre, bzw. private Umstände dies verhinderten,

machte sie die Lehramtsprüfung und nahm noch Mathematik und Informatik hinzu. Physik war allerdings immer schon ihre große Leidenschaft, beeinflusst durch den Großvater, der Techniker war und den Vater, mit sie gemeinsam mathematische Rätsel und dergleichen löste. Seit der zweiten Klasse AHS war ihr klar, dass sie Physik studieren wollte und nahm sogar privaten Englischunterricht um notfalls in den realistischen Zweig des besuchten Gymnasiums wechseln zu können. Es folgten ein Geometrikurs an der Universität während der Schulzeit um eventuell auch Elektrotechnik studieren zu können. Mathematik war nicht so die Leidenschaft wie Physik, B gab an es aus „praktischen“, „sinnvollen“ und „gescheiten“ Gründen als Fächerkombination dazu genommen zu haben. Außerdem gab sie an, dass das mathematische Können für theoretische Physik wohl nicht ausgereicht hätte und sie daher wahrscheinlich auch nicht in die theoretische Physik gegangen wäre, obwohl schon ein grundsätzliches Interesse dafür bestehe. B machte während des Studiums beim CERN ein Sommerpraktikum und schrieb ihre Diplomarbeit über Computertomographie, da sie auch ein Interesse an medizinischen Anwendungen hatte.

Das Lehramtsstudium war nicht der ursprüngliche Plan von B, der eigentliche Plan wäre gewesen in die Forschung zu gehen. Da aber einerseits Halbtagsforschung mit Familie und wegen dem damaligen Wohnort in Oberösterreich nicht möglich war und andererseits mehrere Schulen in der Nähe des Wohnorts waren, kam die Idee mit Lehramt. Sie betonte gerne Lehrer zu sein und ihre Entscheidung nie bereut zu haben.

Zugang zu Physik

Allgemein lieferte B einige Aussagen, die auf einen eher pragmatischen Zugang zu Physik schließen lassen. Sie äußerte mehrfach ihr Interesse für technische Anwendungen und nannte als Beispiel funktionierende Automotoren die für Firmen und Wirtschaft wichtig wären, oder medizinisch-technische Anwendungen die sie als Diplomarbeitsthema wählte. Als Zweitfach studierte sie Mathematik, weil es praktisch war, außerdem nahm sie bereits während der Schulzeit einige Bürden auf sich, um überhaupt Physik, oder ein anderes technisches Studium, beginnen zu können. So nahm sie bereits in der Unterstufe privaten Englischunterricht und besuchte in der achten Klasse einen Kurs für darstellende Geometrie auf der technischen Universität Wien.

Projekt allgemein

Es gibt kein besonderes Wahlpflichtfach, oder Freifach wie von der Projektleitung ursprünglich geplant war, da erst im Sommer 2009 die Bestätigung zur Durchführung des Projektes kam und der Stundenplan schon erstellt war. B veranstaltet aber für die Oberstufe freiwillig einen „Pluskurs“ im Fach Physik mit verschiedenen Inhalten. Diese Kurse laufen im Rahmen der Begabungsförderung und sind für die SchülerInnen unverbindlich. Es melden sich durchschnittlich 10 Personen pro Jahr. Das Projekt Science Backstage läuft ebenfalls im Rahmen dieses freiwilligen Kurses. Die teilnehmenden SchülerInnen kommen aus den 6.-8. Klassen, wobei B nicht alle SchülerInnen auch im Regelunterricht hat. Ursprünglich sollten 9 SchülerInnen an Science Backstage teilnehmen, es wurden aber im Verlauf des Projektes aus diversen Gründen weniger. Bei den letzten Workshops im März 2010 waren noch 5 SchülerInnen anwesend. Die SchülerInnen bekommen für die erfolgreiche Mitarbeit eine Teilnahmebestätigung in Form einer Urkunde bzw. eines Teilnahmezeugnisses.

Projekterwartungen und Einflussnahme

Bei Erwartungen an das Projekt gab B an, dass die Neugier nicht unbedingt für Physik aber für Naturwissenschaften allgemein in den Kindern geweckt wird, wenn sie echte Forschung sehen und nicht nur theoretisch davon hören. Dabei erwartete B nicht, dass alle Physik studieren werden, sondern ein Verständnis und eine Aufgeschlossenheit gegenüber Forschung haben, weil man ja nicht weiß, wo die Leute später einmal sitzen werden. Sie verwies in diesem Zusammenhang auf den Beinahe-Ausstieg Österreichs aus dem europäischen Kernforschungsprogramm.

Sie persönlich habe auch inhaltlich etwas gelernt, vor allem bei den Vorträgen aus der Auftaktveranstaltung. So waren ihr zum Beispiel über den Versuchsbeschleuniger der Isotopenforschung vorher nicht alle Anwendungen bewusst. Die Einstellung gegenüber dem Projekt gegenüber war betont positiv, wenngleich eingeräumt wurde, dass es wahrscheinlich nicht genug Schulen, LehrerInnen und SchülerInnen betreffen würde. Es sei aber immerhin ein Anfang.

Im laufenden Projektfortschritt wurde immer deutlicher, dass die ursprünglichen Erwartungen B's nicht mit dem tatsächlichen Inhalt des Projektes übereinstimmten. B

wollte offensichtlich andere Inhalte für den Begabungsförderungskurs in ihrer Schule durchsetzen. Die Intention des Projektes Science Backstage, nicht inhaltlich physikalisch zu arbeiten, sondern das Forschungsfeld der Physiker aus einer soziologischen Perspektive zu erforschen, waren B nicht klar, bzw. war eine Ablehnung demgegenüber zu bemerken.

Diese ablehnende Haltung wurde zuerst beim Lehrerworkshop augenfällig, in dem B ihre Ablehnung gegenüber soziologisch-qualitativen Forschungsmethoden offen aussprach. („Ich kann damit nicht so viel anfangen.“)

Es folgte eine längere Emailkorrespondenz mit dem Projektteam in der sie immer wieder ihren Standpunkt klar machte. Außerdem äußerte sich die Ablehnung auch in den Gesprächen und Interviews mit den Schülerinnen und Schülern.

Fall B TBI:

Atlas.ti Kennzeichnung: (17:17)

Faktisch ist es so, dass man natürlich keinesfalls das alles unterrichten kann was im Buch steht und es nimmt sich daher jeder Lehrer heraus, das ihn interessiert und unterrichtet das dann wahrscheinlich gründlicher, dafür vielleicht nicht alles.

➔ Orientiert Unterrichtsinhalte an Buch

➔ Jeder Lehrer (auch sie selbst?) unterrichtet was ihn interessiert

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (192:192)

Ah, ich hatte z.B. die Klasse die ich jetzt als Klassenvorstand zur Matura geführt hatte, wie die in der zweiten dritten Klasse waren, da waren die total begeistert von Physik und ich hatte natürlich auch keine Disziplinprobleme, weil ich die Klasse auch in Mathematik und als Klassenvorstand hatte. Und da hab ich mit ihnen ganz viel Experimente gemacht und sie durften auch selber so kleine Experimente mitbringen und durften die selber vortragen und dann mussten sie sozusagen das Experiment zeigen und dann sollten sie physikalische Begründung erfinden. Wobei die Begründung nicht richtig sein musste, sie sollte nur in

sich logisch sein. Sie hatten dann durchaus zum Teil falsche Begründungen, das wurde dann besprochen was daran nicht stimmt sozusagen.

- ➔ Disziplin spielt eine Rolle bei Auswahl der Unterrichtsinhalte
- ➔ Schüler „dürfen“ auch Experimente machen
- ➔ Schüler werden angeleitet die „richtige“ physikalische Begründung zu finden

Codes: [Instructive] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (193:193)

Dann hab ich ah manchmal eine Oberstufenklasse und manche Klassen sind gut diszipliniert, da kann man sehr schön auch Experimente machen, wobei ich persönlich am liebsten sie im Bereich der Optik mach, weil mich das auch am Meisten interessiert.

- ➔ Unterrichtet was sie interessiert
- ➔ Unterrichtsgestaltung hängt von Disziplin ab

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (197:197)

Und dann gibt's natürlich, wenn Klassen weniger gut diszipliniert sind da mach ich dann allenfalls Lehrerversuche, aber überwiegend theoretischen Unterricht. Und in der siebenten, achten Klasse überwiegt natürlich auch der Unterricht in der Theorie, weil das sind halt einfach auch Themenstellungen, die kaum Experimente zulassen. Weil wenn wir z.B. über Astronomie unterrichten oder über Urknall, oder Beschleuniger beim CERN, oder so ah, das lässt ja keine Experimente zu.

- ➔ Unterrichtsinhalte an Lehrplan oder Buch orientiert
- ➔ Instruktion überwiegt, vor allem in der Oberstufe oder schlecht disziplinierten Klassen

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (197:197)

Also Fallweise kommt dann schon ein Experiment, aber ansonsten überwiegen natürlich insbesondere in der siebenten und achten Klassen diese Themen, wobei die Kinder meistens dann in der achten Klasse davon ziemlich begeistert sind. Also grad so Themen wie Urknall, Entstehung der Welt und so, das interessiert sie einfach.

- ➔ Schülerfeedback spielt keine tragende Rolle bei der Auswahl der Unterrichtsinhalte.
Es wird aber als positiv empfunden, wenn Interesse seitens der Schüler besteht.

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (205:205)

Genau! Auch Philosophie, so, weiß ich so Überlegungen mit ahm, ob man jetzt also nur etwas als Hypothese verwendet oder als Rechenmodell, weil's praktischer ist, so wie bei Galilei oder die Diskussion mit der Kirche und so weiter. Und das sind Themen die sie in der achten Klasse, also vielleicht liegt's auch daran, dass es mich sehr interessiert, also jedenfalls das kommt dann recht gut an in den Klassen.

- ➔ Eigenes Interesse wird auf Schüler projiziert

Codes: [Lehrerzentriert] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (217:217)

es kommt ja mitunter vor, dass dann eine Schülerin irgendwas fragt, was dann aktuell ist. Z.B. wie dann beim CERN alles in der Zeitung gestanden ist, dass das Experiment nicht funktioniert hat... Naja da tut man sich dann natürlich schwer, wenn man gerade die Optik unterrichtet und sagt: „Leute jetzt red ma nicht über den CERN, jetzt simma grad bei der Optik.“ Sondern da spring ich dann halt einmal und dann ist halt jetzt das am Plan. Ich komm dann schon irgendwann komm ich dann schon wieder zurück zu dem ursprünglichen Plan.

- ➔ Bei direkten Anregungen seitens der Schüler durchaus Bereitschaft darauf einzugehen
- ➔ Generell unterrichtet sie nach ihrem Plan

Atlas.ti Kennzeichnung: (221:221)

wenn dann irgendwas ist, was dann sozusagen dazu passt und irgendein Schüler interessiert sich und sagt „ich hab da aber gelesen...ah das und das“, dann wird man ja blöd sein, dass wenn einer sich dafür interessiert, dass man das dann nicht aufgreift.

Codes: [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (225:225)

Overheadfolien, oder Lückentext, die ich zu irgendeinem bestimmten Thema mach oder so, das heb ich mir schon auf und tu es dann je nachdem ob es für die Klasse geeignet ist oder nicht, also manchmal schau ich mir das an, also für diese Klasse passt das nicht, dann nehm ich halt je nachdem, weil es ist eben unterschiedlich wie die Klassen arbeiten. Es gibt Klassen, die arbeiten sehr gut, wenn sie einen Lückentext vor sich haben und andere arbeiten besser wenn sie einen Film sehen und andere müssen auf alles irgendwie selber draufkommen...

- ➔ Je nach Klasse werden verschiedene Methoden angewendet um Inhalte zu vermitteln
- ➔ Dürften aber eher instruktive Methoden sein

Codes: [Responsive] [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (233:237)

Also überwiegend schon ein Frontalunterricht was ich mach. Überwiegt. Es ist nämlich auch so, dass entgegen dem was in den Zeitungen und so immer propagiert wird, die Schüler insbesondere in der Oberstufe wollen (betont) das auch nicht anders. Weil sie kommen selber drauf; es ist ineffizient, so viel Zeit haben wir nicht, dass sie auf alles draufkommen. Weil wenn ich jetzt, sagen wir, angenommen ich will ihnen jetzt das Snelliussche Brechungsgesetz beibringen. Gut, da kann ich natürlich schon einmal eine Stunde sie herumprobieren lassen und sie sollen sich aufzeichnen wie der Strahl gebrochen wird und dann sollen sie halt einmal den Winkel messen und so... aber jetzt wenn ich jetzt noch lang sozusagen herum tu, bis die auf irgendwas draufkommen, dann verlier ich ja

jetzt noch drei Stunden und dann haben wir eigentlich nix gemacht sozusagen...so viel Zeit haben wir einfach nicht. Wir haben ja nicht so viel Unterrichtsstunden! Daher muss man einfach versuchen die Zeit die man hat möglichst effizient zu nutzen.

- ➔ Zeitmangel als Hauptargument für stark strukturierten, lehrerzentrierten Unterricht
- ➔ Es dominiert klassischer lehrerzentrierter Instruktionsunterricht
- ➔ Verteidigt wird diese Position durch Zeitmangel und Ineffizienz von schülerorientiertem Unterricht

Codes: [Instructive] [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (250:250)

Also es geht mir jetzt z.B. darum, dass wenn sie dann in irgendeiner Zeitung einen Artikel lesen, dass sie dann in der Lage sind, den einigermaßen zu verstehen. Das heißt, dass sie so viel Basiswissen haben, dass sie dann wenn sie irgendwas lesen, vom CERN oder unlängst war über neue Uhren, die besonders genau sind, oder so, wenn sie irgend so einen Artikel lesen, dass sie sich einerseits dafür interessieren und dass sie andererseits, wenn sie ihn dann lesen, auch zumindest ... so in groben Zügen, sofern es sich um einen Artikel sagen wir in Presse oder Standard, also nicht unbedingt auf „Heute“ Niveau handelt, ah, dass sie auch diesen Artikel dann verstehen.

- ➔ Wichtig ist Basiswissen zu vermitteln
- ➔ Alltagskompetenzen und Interesse sollen generiert werden

Codes: [Transitional - Content]

Atlas.ti Kennzeichnung: (265:267)

F: Kommen auch grundlegende, allgemeine Prinzipien, Kausalitätsprinzip, transzendente Prinzipien wie Raum und Zeit; kommt das in ihrem Unterricht vor, welche Bedeutung diese für die Physik und in der Physik haben?

D: Hm... also, Relativitätstheorie unterrichte ich natürlich schon, aber was sie jetzt gesagt haben wüsste ich eigentlich selbst nicht was sie damit meinen.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (296:296)

Also eine gute Stunde ist es dann, meines Erachtens, wenn ich das Gefühl hab, dass die Kinder ... man spürt das. Wenn sozusagen die Klasse ... wie wenn sie auf einen Zug aufspringen. Und dann merkt man hoppla, jetzt hab ich sie.

➔ Affektive Beurteilung der Unterrichtssituation

Codes: [Transitional - Affective]

Atlas.ti Kennzeichnung: (300:300)

Die sind halt über das, sind sie irgendwie draufgekommen: „Oh das ist ja faszinierend und da gibt's Überlegungen und da gibt's Konflikte und man kommt nicht so“..., weil normalerweise wird ihnen das ja immer so präsentiert: Aha, die Formel für das Brechungsgesetz lautet, die Formel für die Geschwindigkeit lautet, die Formel für die Frequenz einer Welle lautet... Zack, wird an die Tafel geschrieben, wird eingerahmt, ist so. Und dann sind sie draufgekommen: Aha, da muss sich ja wer Gedanken machen, da muss man draufkommen und dann hat man Schwierigkeiten damit und dann ist das nicht gut genug und man muss das ergänzen oder verbessern oder so, oder überhaupt über den Haufen schmeißen, oder zumindest einen Kompromiss finden, wie bei Welle-Teilchen.

➔ Offensichtlich wird oft nach dem unterstrichenen Schema unterrichtet

➔ Erkenntnis ihrerseits, dass auch andere Methoden existieren

Codes: [Instructive] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (312:312)

ich erklär irgendwas und die Kinder stellen Fragen und ich versuchs noch einmal zu erklären und irgendwann kommt eine: Aahh! Jetzt hab ich's verstanden. Nicht? Man spürt das einfach.

➔ Affektive Beurteilung des Lehrer- Schülerverhältnisses

Codes: [Transitional - Affective]

Atlas.ti Kennzeichnung: (308:308)

irgendwann einmal hab ich eine Schülerin gefragt: Wann wurde denn das Rad erfunden. Und dann hat sie halt überlegt, ja 1850 vielleicht? Dann hab ich sie gefragt, ob sie vielleicht schon mal einen Pferdewagen gesehen hat, dann kam so: ahja, na vielleicht 1650? (schmunzelt, lacht) Und da bin ich draufgekommen, dass sie überhaupt keinen Zusammenhang erstellen, zwischen dem was sie in Geschichte lernen und dem was sie da in Physik lernen.

➔ Erkenntnis dass Kontextualisierung physikalischer Inhalte notwendig ist

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (324:328)

Naja, die Katastrophalstunden sind eher die, wo ich disziplinär nicht zu recht komm. (Pause) ... da ist halt dann Frontalunterricht, wird an die Tafel geschrieben, wird diktiert ist aber natürlich fad. Für mich genauso wie für die Schüler. Dann funktioniert! Nicht, wenn ich der Klasse diktier, ah ja funktioniert. Und dann wird diktiert und dann wird abgeprüft und die Sache hat sich. Aber da entsteht dann keine Diskussion, oder so... Da ist es dann wirklich nur Frontalunterricht im Sinne dessen, dass ich halt das an die Tafel schreib oder als Overheadfolie hinleg: Das ist abzuschreiben ist nächste Stunde zu können, wird geprüft.

➔ Frustration über manche Schulstunden erkennbar

➔ Grund wird in mangelnder Disziplin gesucht

➔ Abhilfe wird durch instruktive Disziplinierung geschaffen

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (351:351)

Also am erfolgversprechendsten ist wenn man irgendwas z.B. wenn man ihnen einen Film zeigt und bei dem Film ihnen aber einen Lückentext z.B. gibt, so dass sie gezwungen sind sich auf den Film zu konzentrieren und sie dann diesen Lückentext machen und man dann aber dasselbe noch auf andere Methoden sozusagen noch einmal macht.

- ➔ Wiederholung und Methodenvariation als Merkmal guten Unterrichts
- ➔ Schüler müssen offensichtlich gezwungen werden etwas zu tun

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (351:351)

dann versuch ich immer das sie das auf total andere Weise machen. Also dass sie z.B. zu dem Thema ein Kreuzworträtsel erfinden müssen, weil da müssen sie sich nämlich dann überlegen ah, welche Frage kann man denn zu dem, zu der Antwort stellen oder so. Also irgendein Spiel zu entwickeln funktioniert relativ gut. Oder das man ein Quiz gestaltet oder so irgendwie, also das Ganze noch einmal irgendwie anders, so dass es auf völlig andere Weise wiederholt wird und sie dann gezwungen sind ah, selber nachzudenken.

- ➔ Schüler werden durch Aufgabenstellung gezwungen selbstständig nachzudenken
- ➔ Wiederholung spielt eine zentrale Rolle
- ➔ Kreative Aspekte spielen dabei durchaus eine Rolle

Codes: [Traditional]

Atls.ti Kennzeichnung: (355:359)

D: Aber, ja dass sie selber gezwungen sind drüber nachzudenken.

F: Das ist also ein wichtiger Punkt bei Ihnen?

D: Ja genau. Selbst wenn sie jetzt nicht alles über die elektromagnetische Strahlung wissen, aber das was sie da jetzt selber geschrieben haben, auf ihrem Domino, das wissen sie dann wenigstens.

- ➔ Lehrerfolg wird über Merkfähigkeit der Schüler definiert
- ➔ Wieder der betonte Zwang von Lehrerseite

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (367:367)

Naja, es gibt natürlich, dass man ihnen eine Powerpointpräsentation zeigt und ausdruckt und bespricht oder so, ah dass sie selbst irgendwas im Internet recherchieren sollen, funktioniert natürlich nur mit Klassen die disziplinar in Ordnung sind, weil sonst machens was anderes als das zu suchen, was sie sollen...

➔ Instruktive Unterrichtsgestaltung

➔ Disziplin spielt eine große Rolle

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (371:375)

Ich hab z.B. mal mit einer weniger intelligenten Klasse, da wollte ich ein Projekt machen über alternative Energien und hab sie sogar in Gruppen eingeteilt: Windenergie, Sonnenenergie und so weiter und sie sollen jetzt im Internet recherchieren und dann haben sie natürlich in Windeseile 350 000 Seiten gehabt und auf jeder Seite sind natürlich 70 Seiten gewesen und die Aufgabenstellung war aber, dass sie eine Zusammenfassung schreiben, die über höchstens 2 Seiten lang ist und die sind effektiv daran gescheitert, dass sie nicht das herausfiltern konnten, was denn da wesentlich ist. Es kommt halt auf die Klasse an. Nicht, in der Klasse hats halt nicht funktioniert. Ich mein es ist dann halt Solarenergie auf klassische Weise gekommen, dass ich halt dann präsentiert hab: Gut, funktioniert so und so, Zettel ausgeteilt hab. Ah, ist halt so.

➔ Unterrichtsmethoden sind an Disziplin der Klasse gebunden

➔ Unterrichtsmethoden hängen von „Intelligenz“ der Klasse ab

➔ Lehrerzentrierte Vorgaben der Unterrichtsmethoden und Inhalte

Codes: [Lehrerkonzentriert] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (381:383)

F: Wie beschreiben sie ihre Rolle als Lehrer?

D: lange Pause. Naja, 2 Dinge: Wissensvermittler und ah, Erzieher, wenn man so will. Wobei die Erzieherrolle in der Oberstufe zunehmend abnimmt.

➔ Lehrer ist Wissensvermittler und Erzieher

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (385:387)

Das heißt dann in der Oberstufe in erster Linie Wissensvermittler?

D: Ja. Und Neugier wecken. Eigentlich ist mir das das Wichtigste. Viel wichtiger noch als dass sie viel können. Also z.B. diese achte Klasse die ich übernommen hatte, die hatten zuvor einen Kollegen, der weggegangen ist von der Schule, wo sie sehr wenig gelernt haben. Das heißt die haben sehr wenig Basiswissen. Aber in jeder Stunde wo ich hinein komm lauschen sie wie die Luchse und sie total neugierig und wollen es wissen. Und das ist mir viel wichtiger als das sie alles können.

➔ Selbstbild des „Experten“

➔ Methoden des „Neugier weckens“ werden nicht näher genannt

➔ Es ist anzunehmen, dass dies eher durch inhaltlich vielfältige Auswahl ihrerseits erreicht werden soll

Codes: [Instructive] – [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (391:391)

Sie müssen dann ja in jedem Studium zurechtkommen, egal ob sie Jus studieren, Medizin oder Physik, was sicher weniger wahrscheinlich ist. Aber angenommen sie studieren jetzt Jus. Dann sind sie später dann einmal irgendwo in einer Stelle tätig und z.B. meine Schwester die hat auch Jus studiert und die ist Richter und dann ist sie irgendwann einmal gekommen mit einem Fall wo Öl abgefüllt worden ist und das Öl war heiß und dadurch hat es mehr Volumen gebraucht und im Endeffekt hat die Firma die beliefert wurde weniger Öl gekriegt. Das heißt auch der Jurist kann unter Umständen dann später auf so was angewiesen sein.

Oder wenn dann ein Wissenschaftsminister beschließt, dass wir den CERN nicht brauchen, dann liegt das natürlich in Wirklichkeit daran, dass er zu wenig weiß darüber. Weil wenn er was weiß darüber, dann würde er nicht auf die Idee kommen.

- ➔ Unterrichtsziel ist offenbar dass SchülerInnen Alltagskompetenzen generieren, da physikalisches Wissen eine große gesellschaftliche Bedeutung hat

Codes: [Transitional - Content]

Atlas.ti Kennzeichnung: (399:403)

Ja, das ist natürlich, weil man natürlich, so viele Stunden sinds nicht, dann ist es ein Nebengegenstand unter Anführungszeichen, da lernt mans dann halt auswendig für den Test und dann vergisst mans. Und das betrachte ich als völlig sinnlos. Also dass sie jetzt auswendig lernen: welche 3 Methoden zur Wärmeleitung gibt es? Dann ratschens des runter und habens natürlich sofort nach dem Test wieder vergessen. Das ist in meinen Augen völlig sinnlos. ... Und dann sagt man halt, na wie ist denn das, hast du schon mal auf eine kalte Tüschnalle draufgegriffen, ah und dann sollen sie draufkommen. Und dann ist mir aber nicht so wichtig, dass sie jetzt sagen können, weiß ich, dass das Konvektion oder so heißt, sondern dass sie es einfach verstanden haben von Prinzip her.

- ➔ Auswendiglernen wird als sinnlos betrachtet, entspricht aber offensichtlich der Erfahrung
- ➔ Versucht durchaus schülerorientierte Methoden anzuwenden
- ➔ Maßstab wird aber von ihr angelegt

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (405:419)

F: Woher wissen sie denn, wann ihre Schüler etwas verstanden haben?

D: Das weiß ich natürlich nicht immer. Aber das ist der Grund, warum ich mündlich frag. Weil, da kann ich ruhig fragen, wieso glaubst du denn dass das so ist und wie funktioniert das, kannst du es mit eigenen Worten erklären oder so? Weil der typische Fall ist ja auch, wenn man sie z.B. Referate halten lässt, dann tun sie was wunderschön herunterlesen und dann sagt man ihm mal so: kannst du das mit deinen Worten erklären? Endstation.

Also ich sag ihnen dann immer: wie würdest du es formulieren, wenn du es einem zehnjährigen Kind erklären würdest?

Und dann müssen sie versuchen, das so sehr zu vereinfachen, dass es eben geht.

Wenns klappt, dann ist es schön, weil dann weiß ich: ah, jetzt haben sie es verstanden.

- ➔ Schülerverständnis wird über Wiedergabe des Gelehrten in eigenen Worten aufgefasst
- ➔ Nachfragen ihrerseits um Schülerverständnis zu erkennen ist wichtig (mündliches Prüfen)

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (430:437)

F: Wie entscheiden sie welche Themen sie unterrichten und welche sie auslassen?

D: Na gut, es gibt natürlich einen Basislehrstoff, den man sozusagen zumindest in groben Zügen näherungsweise einhalten sollte. Also zumindest müssen gewisse Themen zumindest kurzfristig einmal gestreift werden. Ansonsten tu ich's natürlich zum Teil, wenn sich Projekte ergeben so wie die Ausstellung vom Institut für Hochenergiephysik natürlich dann einfach den Lehrplan durchbrechen und sag okay es ist jetzt in der sechsten Klasse nicht Lehrstoff, na gut, dann machen wir halt die Kreisbewegung in der siebenten Klasse, und jetzt in der sechsten obwohls eigentlich noch nicht am Lehrplan steht jetzt die Teilchenphysik oder so. Das geht wenn ich weiß, dass ich eine Klasse weiterführe. Wenn nicht, dann müsst ich's halt dem anderen Lehrer sagen, wir haben getauscht und so weiter.

Also irgendeine Basis muss man sich schon an den Lehrplan halten, aber ansonsten muss ich eigentlich sagen: ich unterrichte das, was mich interessiert.

I: Also, sie haben persönliche Vorlieben innerhalb der Physik...

D: Genau. Und das ist, da ist immer wieder ist irgendein Anstoß. So wie z.B. der Vortrag über den VERA Beschleuniger, nicht und gut, dann wird eben jetzt einmal der unterrichtet. Und zwar gleich für die ganze Klasse, nicht nur für die Projektteilnehmer.

- ➔ Unterrichtsinhalte orientieren sich an ihrem eigenen Interesse
- ➔ Unterrichtsinhalte ergeben sich oft durch äußere Anstöße (eher Lehrer bestimmt)
- ➔ Lehrplan ist „in groben Zügen“ einzuhalten

Codes: [Instructive] [Traditional] [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (444:450)

F: Wenn ein Schüler z.B. irgendeine Frage stellt, die aber überhaupt nicht zum Thema passt, sind sie da auch bereit dem Zeit einzuräumen?

D: Ja, da passiert es auch durchaus, dass ich vom Thema abkomme.

Ich versuch meistens dann die Frage kurz zu beantworten und dann, wenn das also irgendetwas aufwendigeres ist, wo ich aber finde, das ist Wert, dass man das macht, dann sag ich: pass auf ich werde das bis irgendwann vorbereiten, aber jetzt machen wir das Kapitel noch fertig und dann kommt das auch als Unterrichtsthema.

- ➔ Sie entscheidet, was es „wert“ ist zu unterrichten
- ➔ Bereitet Inhalte sorgfältig vor
- ➔ Reagiert tendenziell wenig auf Schülerfeedback

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (454:458)

Naja, man kann schwer sagen wann ein Thema fertig ist, weil fertig kann ein Thema natürlich nie sein grundsätzlich. Aber wenn ich halt das Gefühl hab, dass im Wesentlichen die Basis von dem Thema der Klasse vermittelt worden ist. Meistens machen wir dann also eine mündliche Wiederholung, wo ich dann alle aufrufe, dann war das Thema abgeschlossen und dann kommt das nächste. Nur versuch ich dann natürlich schon, da leg ich großen Wert darauf, dass dann das Thema nicht abgeschlossen ist, sondern dass man dann drauf kommt, dass dieses Thema dann dort und dort auch noch eine Rolle spielt.

Also abgeschlossen kann ein Thema nicht sein. Aber irgendwann muss man dann halt was Neues unterrichten.

- ➔ Neues Thema wenn das Gefühl da ist, das wesentliche sei unterrichtet worden
- ➔ Abschluss durch mündliche Wiederholung (Prüfung)
- ➔ Themen können zwar nicht abgeschlossen sein - trotzdem folgt dogmatischer Abbruch ihrerseits

Codes: [Instructive] [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (466:466)

Ja, also es bin schon ich der entscheidet.

➔ Lehrer entscheidet

Codes: [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (476:478)

F: Wie lernen ihrer Meinung nach Schüler Physik am besten?

D: (lange Pause) Also jedenfalls sicher nicht indem sie vom Schulbuch das lesen und auswendig lernen. Sondern meines Erachtens eben schon indem sie versuchen halt draufzukommen. Wie schon gesagt, in dem sie selber versuchen die Zusammenhänge herauszufinden, natürlich mit Hinweisen. Sonst werden sie ja nicht fertig.

➔ Physiklernen geschieht durch Schülerinteresse

➔ Aus Zeitgründen werden sie mit Hinweisen versorgt

Codes: [Responsive] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (499:499)

Allgemeines Lernen, natürlich, wenn ich sag nächste Stunde Wiederholung, dann werdens natürlich mal alle die Wiederholung auswendig lernen schön brav.

➔ Auswendiglernen als Praxis

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (503:503)

Fallweise sag ich okay, wenn jetzt etwas schwieriger ist, wer jetzt eine richtige Antwort gibt, der kriegt ein Plus eingetragen.

Atlas.ti Kennzeichnung: (507:507)

Es gibt ganz vereinzelt, also einmal da hatte ich eine Klasse, die haben diese mündlichen Wiederholungen nicht ernst genommen, so nach dem Motto nur ein Test zählt, die mündlichen Wiederholungen sind ja wurscht. Die haben nie was gelernt. Da hab ich dann gesagt, okay Leute, wenn ihr nix lernts, dann machen wir halt mal einen Test, Teststoff ist alles was wir bis jetzt gehabt haben.

- ➔ „Richtige“ Antworten werden positiv benotet
- ➔ Test als Disziplinierungsmaßnahme
- ➔ Gute Noten als Unterrichtserfolg

Codes: [Traditional] – [Instructive]

Zusammenfassung:

Tabelle 4: Kategorisierung Fall B

Kategorie	Traditional	Instructive	Transitional	Responsive	Reform-based
Zuweisungen	12	15	12	3	0
Unterrichtsstil	Lehrerzentrier				Schülerorientiert
	6				0

Interpretation:

Bei Fall B zeigte sich eine eindeutige Tendenz zu einem traditionellen, instruktiven Unterrichtsstil. Es wurden kaum Aussagen getätigt die sich in eine schülerorientierte Kategorie einordnen ließen.

Einer genaueren Analyse bedürfen allerdings die weniger eindeutig kategorisierbaren Aussagen, die einen Hauptteil der [Transitional] Kennzeichnung ausmachen. Auch wenn die überwiegenden Zuweisungen [Traditional] und [Instructive] sind, zeigt sich in manchen Aussagen eine stark kontextabhängige Unterrichtsform.

Aus mehreren Aussagen geht hervor wie wichtig Disziplin im Unterricht ist ((192:192), (197:197), (324:328) und (367:367)). Davon hängt offensichtlich auch die Unterrichtsgestaltung ab, ob Schülerexperimente oder sonstige schülerorientierte Arbeiten durchgeführt werden oder ob Frontalunterricht dominiert. Bei entsprechender Disziplin kommen aber durchaus auch Schülererarbeitungsphasen vor, wie z.B. das Ausfüllen eines Lückentextes (225:225) oder die Recherche im Internet zu einem Thema (367:367). Allerdings wird der Erfolg dieser Stile eher als negativ, zumindest als stark klassenabhängig und schwer kontrollierbar wahrgenommen. Dieser Wahrnehmung folgte als Konsequenz ein lehrerzentrierter und pragmatischer Zugang zum Unterrichten. Auch die ausführliche Darstellung des Zeitproblems in der Schule deutet darauf hin. So wird argumentiert, dass in der Oberstufe oft einfach zu wenig Zeit vorhanden ist, um einen schülerorientierten Unterricht zu gestalten und dass die SchülerInnen das auch einsehen und gar nicht anders wollen (233:237).

Auf Anregungen der SchülerInnen wird eher beiläufig eingegangen ((217:217), (221:221)), es sei denn das Thema ist es „wert“ unterrichtet zu werden, dann bereitet sie auch gerne eine Stunde dazu vor (444:450). Es ist anzunehmen, dass das Thema dann wiederum eher als Expertenvortrag abgehandelt wird. Diese Vermutung stützt sich auch auf die Aussage in (430:437), die ebenso wie (454:458), (466:466) und (17:17) die Vermutung einer Lehrerzentrierung der Unterrichtsinhalte nahelegt. So verhält es sich auch mit Unterrichtsthemen allgemein, der Zeitfaktor wird auch hier als Argument angeführt (454:458). Zwar kann ein Thema grundsätzlich nie fertig sein, aber irgendwann muss man etwas Neues machen, auch um den Lehrplan zu erfüllen (430:437). SchülerInnenwünsche spielen dabei kaum eine Rolle, das Programm wird vom Lehrer vorgegeben (466:466). Dabei wird das eigene Interesse auch gerne auf die SchülerInnen projiziert (205:205) und als positive Verstärkung ihrer Einstellung wahrgenommen (197:197).

Als Unterrichtsziele gibt sie an gewisse Basiskonzepte vermitteln zu wollen, die den SchülerInnen im Alltag helfen sollen (250:250) (391:391). Allgemein ist physikalische Bildung etwas Nützliches und Brauchbares, auch erwähnt wird die Wichtigkeit des „Neugierde Weckens“. Die Methoden dazu werden allerdings nicht näher angeführt. Um ihre Unterrichtsziele umzusetzen, kommt in erster Linie die Methode der Wiederholung zum Tragen. Dabei werden die Wissensinhalte in anderer Form noch einmal präsentiert oder von den SchülerInnen erarbeitet (351:351). Als Leistungsüberprüfung setzt Fall B auf mündliche Prüfungen, da man so am besten etwas über das Verständnis herausfinden kann.

Etwas auswendig lernen hält sie für völlig sinnlos (399:403), entspricht aber möglicherweise ihrer Erfahrung. Wenn eine Schülerin das Gelernte allerdings in eigenen Worten wiedergeben kann, wird angenommen, dass er/sie es auch verstanden hat (405:419). Zwar ist Fall B durchaus der Meinung, dass Physik am besten gelernt wird, wenn die SchülerInnen versuchen von selbst auf etwas draufzukommen, aber sie brauchen dafür auch immer Hinweise, da sie sonst einfach nicht fertig werden. Dies verweist wieder auf ihre Rolle als Experte. So umschreibt sie auch ihre Rolle als Lehrer: Wissensvermittler und Erzieher, wobei letzteres in der Oberstufe abnimmt (381:383).

Sämtliche dieser Haltungen weisen auf eine traditionelle Auffassung von Unterricht und Lehrerrolle hin. Ihre Aufgabe als Lehrerin in der Schule ist es den SchülerInnen etwas beizubringen, sie mit „Basiswissen“ (250:250) auszustatten und auf das Leben vorzubereiten. Das Selbstbild des Experten wird durch sorgfältige und strukturierte Unterrichtsvorbereitung aufrecht erhalten. Als Unterrichtsmethoden werden erprobte und bewährte Rezepte eingesetzt, die in fast 25 Jahren Berufspraxis gemacht wurden. Im Verhältnis zu den SchülerInnen versteht sie sich als eine eher strenge aber sorgsame Erzieherin, dies drückt sie auch dadurch aus, dass sie ihre SchülerInnen, gleich welcher Altersstufe immer als „Kinder“ bezeichnet.

Es ist stark anzunehmen, dass diesem traditionellen Selbstbild und der Praxis des instruktiven und stark strukturierten Unterrichts, in dem Disziplin eine wichtige Rolle spielt, auch ein traditionelles Verständnis von Naturwissenschaft zugrunde liegt. (Natur-) Wissenschaft wird offensichtlich als ein System aus Regeln und Tatsachen verstanden und wird auch in dieser Form präsentiert. Diese Schlussfolgerung stützt sich auch auf die Hinweise in (265:267), in der sie direkt angesprochen, ein eher unreflektiertes Bild der Natur der Naturwissenschaften vermittelt. Hinzu kommt die ablehnende Haltung gegenüber dem Forschungsansatz und Inhalt des Projektes. Aus mehreren Emails geht hervor, dass sie sich mehr physikalische Inhalte gewünscht hätte, außerdem konnte sie mit dem qualitativen Charakter der Forschungsarbeit „nicht viel anfangen“.

6.3 Fall C

Vorstellung des Materials

Das Interview fand am 12. November 2009 nach Schulschluss im Vorbereitungsraum des Physiksaals der Schule statt. Es dauerte ca. eine Stunde und das Transskript umfasst 8750 Wörter.

Schule

Die Schule befindet sich im 22. Bezirk und wird in der Unterstufe seit 2003 als Schulversuch einer Kooperativen Mittelschule geführt. Fall C gab als Grund dafür möglicherweise den ressourcenaufwendigen und schülerorientierten Unterricht seit Eröffnung der Schule an. In vielen Klassen war Teamteaching üblich und damit dies weiterhin möglich war, sei man umgestiegen. Seit 2009 werden die ersten Klassen nach dem Modell der Wiener Mittelschule geführt.

In der Oberstufe liegt der Schwerpunkt eindeutig auf Sprachen, Naturwissenschaften laufen selbst im realistischen Zweig auf Sparflamme und gehen kaum über die Mindeststundenanzahl hinaus. Im Sprachzweig gibt es in der Oberstufe nur fünf Stunden Physik, drei in der sechsten Klasse und zwei in der achten. Dies hat natürlich Auswirkungen auf den Unterricht, auch wenn kein definitiver eigener Lehrplan für den Sprachzweig existiert. C gab an, dass sich jeder Lehrer so seinen privaten Lehrplan macht, weil man in der Realität mit fünf Stunden Unterricht in zwei Jahren nicht den ganzen Oberstufenstoff abdecken kann. Auch wenn offiziell ein perfekter Physikunterricht abgehalten wird, sehe die Praxis eher so aus, dass beispielsweise ein Lehrer Mechanik in der sechsten Klasse und Quantenmechanik in der achten Klasse macht und sonst nichts. Auch sie selbst muss manche Sachen weglassen und Schwerpunkte setzen, weil es anders einfach nicht geht.

Im Normalfall wird ab der fünften Schulstufe eine Klasse als reine Sprachklasse und eine mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt geführt, aber bei schülerreichen Jahrgängen kommt es auch vor, dass je zwei Klassenzüge zustande kommen. Im Schuljahr 2009/10 gibt es in der achten Klasse fünf Parallelklassen. Insgesamt besuchen derzeit 980 SchülerInnen die Schule und werden von 121 LehrerInnen unterrichtet.

Biographie

Fall C plante von Anfang an Lehrerin für Mathematik zu werden, da sie in ihrer Schulzeit bereits ein Talent für das Erklären von mathematischen Zusammenhängen bemerkte und Spaß daran hatte ihren Klassenkameraden Nachhilfe zu geben. Sie gab außerdem an, schon als Jugendliche gern mit Zahlen gespielt zu haben. Als ein Schlüsselerlebnis in dieser Zeit bezeichnete sie das Lesen des „Glasperlenspiels“ von Hermann Hesse, das ihr die faszinierende Welt der Zahlen aufzeigte.

C begann also ursprünglich Mathematik auf Lehramt zu studieren und wollte das zweite Fach erst nach dem Abschluss dieses Studiums machen, da private Interessen und familiäre Gründe zwei Fächer zu studieren zeitlich nicht zugelassen hätten. Zwar schloss sie das Mathematiklehramtsstudium ab, hat aber nie ein zweites Fach begonnen. Erst einige Jahre später kam das Verlangen das Lehramtsstudium doch noch zu beenden wieder auf. Die Gründe für das Physikstudium waren dann einerseits pragmatischer Natur, da es gute Berufsaussichten mit dem Unterrichtsfach Physik gab. Andererseits stand auch die Überlegung Chemie, oder Darstellende Geometrie im Raum. C gab aber an, von diesen Alternativen Physik am wenigsten gekannt zu haben und sah es daher als persönliche Herausforderung an, dieses Fach zu studieren. Das Studium dauerte wegen ihrer Kinder dann doch länger als erwartet und so war es auch nicht leicht eine Anstellung als Lehrerin zu bekommen, da der Wiener Stadtschulrat die Altersobergrenze auf 45 Jahre festgelegt hat und sie erst mit 46 fertig geworden ist. Nach einiger Beharrlichkeit erhielt C aber eine Stelle als Physiklehrerin und sah die Richtigkeit ihrer Studienwahl bestätigt. Sie unterrichtet nun seit 9 Jahren hauptsächlich Physik.

Zugang zu Physik

Ursprünglich war C's Zugang zur Physik eindeutig mathematischer Natur und sie betonte es sehr genossen zu haben, dass die Hürde Mathematik, die für viele Studierende ein Problem darstellt, eigentlich nicht vorhanden war. Während des Studiums entwickelte sie durch die Erziehung ihrer Kinder einen „*historischen Zugang*“ des Geschichtenerzählens, den sie auch in manchen Schulstunden umsetzt. Als Beispiel nannte sie den „Stromkrieg“ am Ende des 19. Jahrhunderts, wo sie gerne über die damaligen Leute und deren Lebensumstände erzählt. Als zweiten Zugang erwähnte sie die Faszination des Beobachtens und physikalischen Beschreibens von Alltagsphänomenen. Im Unterricht

macht sie gerne einfache Demonstrationsexperimente und lässt die SchülerInnen dann beobachten und erklären was sie sehen. Sie nannte als Beispiel das Fadenpendel und wie erstaunlich es ist, dass ein Viertel aller Schüler trotz ausprobieren immer wieder erklärt, dass dessen Schwingungsdauer von der Masse abhängt, anstelle der Länge des Fadens. Ihrer Ansicht nach verstehen die SchülerInnen oft überhaupt nichts mehr, für sie sei alles wie eine Black Box. Kennt man aber die physikalischen Zusammenhänge nicht, ist vielerorts der Manipulation durch Werbung und generell Medien Tür und Tor geöffnet. Als Beispiel nannte sie die Umstellung von analoger Audiotechnik auf digitale, wo massiv Werbung gemacht wurde und sie dem blinden Vertrauen in Zeitungsartikel oder sonstige Medien durch Ausbildung zum kritischen Denken entgegenhalten möchte.

Projekt allgemein

Fall C konnte für Science Backstage kein verpflichtendes Fach einrichten, da die Zeit für die Beantragung nicht ausgereicht hat. Sie veranstaltet aber ein geblocktes Freifach, das einmal im Monat drei bis vier Stunden stattfinden soll. Ursprünglich sollten an Science Backstage 11 SchülerInnen teilnehmen, 8 aus einer achten und 3 aus einer fünften Klasse mit sprachlichem Schwerpunkt. Es wurden im Lauf der Wochen allerdings immer weniger, da aus diversen Gründen einige SchülerInnen ausstiegen. Dies gipfelte am zweiten Tag des ersten großen Veranstaltungsblocks Mitte Dezember 2009, an dem sämtliche SchülerInnen in einer kollektiven Aufbruchsstimmung das Projekt verließen. Als Gründe gaben sie an, zu wenig Informationen erhalten zu haben, wie viel Arbeit das Projekt machen würde und dass sich das für ein freiwilliges Fach in der Schule nicht auszahlt. Außerdem hätten sie zum Zeitpunkt der Präsentationen im April und Mai Matura und somit keine Zeit das Projekt bis zum Ende mit zu machen. Seitens Fall C wurden diese Argumente zurückgewiesen, sie habe die SchülerInnen sehr wohl über alles informiert. Von Seiten des Projektteams ist zu sagen, dass die Termine so angesetzt wurden, dass sie nicht mit derartigen schulischen Verpflichtungen kollidierten. Was die entscheidenden Gründe für den Projektabbruch auch waren, letztlich war die Teilnahme an Science Backstage freiwilliger Natur. Da die SchülerInnen nicht überredet werden konnten dabei zu bleiben, wurden sie auch nicht dazu gezwungen.

Projekterwartungen und Einflussnahme

Nachdem Fall C im Schuljahr 2008 bereits bei einem Sparkling Science Projekt mitgemacht hat und sehr fasziniert war, wie sich manche SchülerInnen „*hineingesteigert haben*“, wollte sie unbedingt wieder bei einem ähnlichen Projekt mitmachen. Die Initiative teilzunehmen kam eindeutig von ihrer Seite. Da sie, durch den Schultyp veranlasst, sehr wenig Unterrichtszeit für Physik hat, nutzt sie auch jede Gelegenheit mehr Physik zu machen.

Die Projektziele und Inhalte wurden von ihr auf den Schultyp genau passend beschrieben. Zum einen wählte Fall C das Projekt ganz bewusst aus, da die teilnehmenden SchülerInnen alle aus Sprachklassen kämen und die ethnographische Feldforschung dem Zugang der SchülerInnen zu Physik und Technik vielleicht mehr entspräche als bloße physikalische oder technische Inhalte. Die SchülerInnen sollten Informationen über die Arbeitsweise, den Ort, Kollegen und Kolleginnen und die Tätigkeiten eines Forschers sammeln. Zum anderen führte sie an, dass das Projekt insofern interessant wäre als dass es den SchülerInnen in Richtung Berufsausbildung auch Möglichkeiten aufzeigen könnte. Die Schule im 22. Bezirk liegt weit außerhalb des Stadtzentrums und die SchülerInnen hätten im Gegensatz zum Lycée Francais de Vienne, das ja direkt neben dem physikalischen Institut liegt, keinen wirklichen Bezug zur Universität oder Studenten.

Fall C TBI:

Atlas.ti Kennzeichnung: (111:115)

Das zweite was ich ihnen schon gerne vermitteln würde, ist nämlich auch dieses ja, wenn ich also jetzt wirklich top bin, was heißt das. Was muss ich wissen, was muss ich nicht wissen. Weil auf der einen Seite, wenn man das Internet anschaut, man hat also Wikipedia mit sehr einfachen Sachen und dann hat man Uniseiten, wenn man also jetzt, also nicht... und dann hört man gleich auf. Das ist viel zu kompliziert.

- ➔ Konterkariert Expertenstatus mit Laienstatus
- ➔ Experte wird offensichtlich als höherwertig angesehen

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (173:175)

Also auch irgendwelche Versuche, wenn ich sie demonstrier, nicht? Also was sieht man wirklich? Und wie kann mans erklären. Und das hab ich bis heute beobachtet. Nicht. Nehmen sie nur ein schönes Fadenpendel. Das hängt von der Masse nicht ab, wie das Pendel schwingt. Jeder Physiker weiß, das hängt von der Länge des Fadens ab. Lassen sie das Schüler ausprobieren. Es gibt immer, ich weiß nicht ein Viertel der Klasse, die erklärt wenn sich die Masse ändert, schwingt das Pendel anders.

- ➔ PhysikerInnen (sie als solche) sind Experten
- ➔ Schüler sollen zwar selbstständig beobachten
- ➔ Erkenntnis aber oft nur durch Expertenanleitung

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (190:190)

Physikstunde kann sein, dass ich mir einmal bewusst, also es kann eine Physikstunde sein, dass ich ihnen bewusst amal eine Geschichte erzähl, wie in der 8ten Klasse historisch einmal den Kampf von Tesla und Edison, Gleichstrom gegen Wechselstrom. Versuche ein bisschen die Zeit zu beschreiben, was die Leute angehabt haben, wie sie sich fortbewegt haben, dass es nur Kerzen gab, dass es diesen AHA Effekt gab, als der Eddison ein Theater erleuchten konnte oder einen großen Saal, welche Verblüffung das hervorgerufen hat und so.

- ➔ Erzählt als Expertin
- ➔ Lehrt durch Instruktion

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (191:191)

Das nächste kann sein, dass wir genau, weil wir ein paar Phänomene besprochen haben, ich den Schülern die Anleitungen foliere und dann sage, die eine Gruppe macht Versuch eins, die andere Versuch zwei usw. und ihr schaut dass das funktioniert und dann demonstriert ihr euch das gegenseitig.

- ➔ SchülerInnen sollen sich untereinander austauschen
- ➔ Formuliert Anleitungen nach ihrer Erwartung

Codes: [Responsive] [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (203:203)

Das nächste ist, dass ich manches mal, also wirklich so ja Lückentexte, Kreuzworträtsel, etwas anderes gebe und sag jetzt arbeitet mal mit dem Buch und versucht das herauszufinden. Genau mit Arbeitsanleitung. D.h. dann sitzen die mit Buch und schaun die Information. Oder manchmal wenn ich gute Internetseiten find, die sehr brauchbar sind, dann gehen wir in den Informatiksaal hinunter, kommt auch immer mal vor und dann sozusagen, sollen sie das mit dem Internet recherchieren und genau schaun.

- ➔ Genaue Arbeitsanleitung: Lehrerzentrierter Unterricht

Codes: [Instructive] [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (203:203)

Und dazwischen gibt's dann auch immer wieder diese Stunden, die geteilt sind. Ein Teil red' ich, ein Teil rechnen sie oder ich rede und sie geben irgendwelche Antworten dazwischen, halt auch hie und da mal dieser klassische Frontalunterricht so ungefähr.

- ➔ Klassischer Frontalunterricht offensichtlich negativ konnotiert
- ➔ Dennoch scheinbar gängige Praxis

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (227:227)

Also die meisten Stunden find ich von meiner Seite gute Stunden.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (235:235)

Also ich hab Stunden erlebt, also eine Stunde kann ich erinnern, wo ich am Anfang gedacht hab, das ist jetzt das Ende meiner Lehrerkarriere, wo ich sie was ausprobieren hab lassen und die waren restlos begeistert. Und der Lärmpegel war so laut, dass der Direktor kam um nachzuschauen was los ist (lacht). Und zum Schluss kam und sagte: „Ich hab noch nie so begeisterte Schüler gesehen, die waren ja alle bei der Sache!“

➔ Lärmpegel wird als positiv wahrgenommen

Codes: [Transitional (Affektive)]

Atlas.ti Kennzeichnung: (239:239)

Das kann man natürlich auch als schlechte Stunde bezeichnen, aber ich hab dann beschlossen, wenn ich die Rückendeckung vom Chef hab, dann wars wohl die beste Stunde bisher! Und von daher halt ich mich also zurück was jetzt gut und schlecht ist.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (247:247)

Gut, ich bin ein irgendwo selbstausbeuterischer Mensch was unterrichten betrifft. Also ich versuch immer am Schulanfang zu schaun wo die Leute ihre Interessen haben, oder wo sie eher abzuholen sind, was sie eher mögen. Und ich stell jedes Jahr meinen Unterricht um und häng das eher an diesen Themen auf, die sie haben. Weil sie können ja in Themen die die Schüler interessieren sehr viel Physik hineinpacken.

➔ Geht auf Schülerinteressen ein

➔ Kein starres Unterrichtskonzept

Codes: [Reform-based] [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (255:255)

Also ich weiß ein Jahr, wir hatten Schüler die wollten keine Elektrizität in der 4ten Klasse,

die wollten über Kernkraftwerke und Atomphysik reden. Dann hab ich gesagt: Kein Problem, wir fangen mit der Atomphysik an und wie der Kern aufgebaut ist und Spaltung und Fusion und kamen über Kernkraftwerke, na ja, was erzeugen Kernkraftwerke? Strom! Also hatten wir die Elektrizität trotzdem wieder da.

➔ SchülerInnen sollen das Gefühl haben mitentscheiden zu können

➔ Unterricht vollzieht sich aber nach Lehrervorstellung

Codes: [Instructive] [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (283:284)

Also wenn wir die Optik nehmen, dass wir also schon wissen, dass eben Abendrot, oder Morgen, nicht, dass wenn also so schön der Sonnenaufgang ist und Nordlicht zwei komplett verschiedene Dinge sind. Die zwei haben nichts miteinander zu tun und dann auch wissen warum. Warum ich das Abendrot auf der ganzen Welt sehen kann und das Nordlicht nur am Nordpol, nicht?

Und das sind auch Sachen, dass sie das erklären können und einmal gehört haben.

➔ Betrachtet sich als Experten, der falsche Vorstellungen richtig stellt

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (295:295)

Aus dem, dass ich glaube, dass man sich nicht alles selber beibringen kann. Dass also manchmal eine gute Erklärung sehr notwendig ist. Ich glaube aber dass, wie wir alle wissen, wenn wir einen guten Reiseführer einmal erlebt haben, der spannend erzählt, aber am Ende haben wir uns gar nichts gemerkt, weil er zuviel erzählt hat. (lacht) d.h. wenn also das zuviel ist, dann schalten auch die Schüler ab. D.h. dieses selber erfahren, dass das auch dazugehört. Dass sie sich erinnern, das kann ich selber nachmachen, selber beobachten, dieses auch lernen was ich wirklich und was ich nicht.

➔ Versucht auf die SchülerInnen einzugehen

➔ SchülerInnen sollen selbstständig lernen

➔ Anleitung ihrerseits aber notwendig

Codes: [Responsive] [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (299:299)

Ich glaub dass dieser Mix, etwas was ich selber vorbereitet hab, etwas wo ich einmal eine Erklärung gehört hab, etwas was ich selber ausprobiert hab, dass dieser Mix am ehesten dazu beiträgt, dass sie was behalten.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (305:305)

F: Wie würden sie denn ihrer Rolle als Lehrer beschreiben?

A: Also ich würde sagen, die ist eine Doppelrolle. Das eine ist schon noch immer der kompetente Fachmann, oder die kompetente Fachfrau, die gute Erklärungen liefern kann. Also die sagt, ich erklär's dir so, dass du es verstehst, wenn du jetzt einen Text gar nicht verstehst. Ich glaube wenn ein Lehrer nicht erklären kann, hat er seinen Beruf verfehlt. Weil wen frag ich dann?

➔ Expertenrolle

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (315:315)

Das zweite ist man muss ein Coach sein, d.h. die Schüler steuern können und da muss ich natürlich ein entsprechendes Hintergrundwissen haben, dass ich unterscheiden kann: Verrennt der sich jetzt auf ein Nebengleis, bleibt er noch dabei? Oder kann ich ihm die Freiheit geben, er kann ruhig so recherchieren.

➔ Rolle des Coaches wird offensichtlich so verstanden, die SchülerInnen zu einem „richtigen“ Ergebnis zu führen

Codes: [Reform-based] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (319:319)

Weil mein Aha-Erlebnis war wie ich Mathematik angefangen hab zu studieren, das ist jetzt auf Mathematik bezogen, aber das war so mein Schlüsselerlebnis. [...] damals wars so, man musste ankreuzen und wenn man 90% angekreuzt hat, dann ist man durchgekommen. Der Prof. hat sich diese Liste genommen und angeschaut wer das Beispiel nicht angekreuzt hat und hat gesagt, z.B. „Frau Kollegin, haben sie sich irgendetwas zu diesem Beispiel überlegt?“ Und dann hab ich gesagt „ja, aber ich bin nicht weitergekommen.“ Und er hat gesagt „wissen sie was, mich würde das interessieren, ihre Überlegung. Sagen sie mir die, oder demonstrieren sie mir die mal an der Tafel. Sie haben nicht angekreuzt, sie können höchstens noch ein Kreuz dazubekommen, sie können nichts verlieren.“ Und der hat dann sozusagen sich auf meine Ideen einlassen können und hat gesagt: „das ist eine Idee, die sie zum Ziel führen kann. Sie gehen zwar jetzt in die Gegenrichtung, aber wenn sie überlegen was sie damit erreicht haben, können sie mit dem und dem Schritt doch zum Ziel kommen.“ Der konnte das. Das war für mich das, ich muss so gut in meinem Fach sein, dass ich nicht die eine Lösung die Schüler zwingen zu gehen, sondern dass ich mich einlassen kann als Coach, und sagen kann, „fang mal an und ich geh mit dir dann den Weg bis zum Ende.“ Und da find ich es manchmal fast schade, dass man als Physiklehrer zu wenig Physikausbildung hat, ich hätt manchmal gern mehr.

- ➔ Ein Lehrer – hier als Coach bezeichnet – muss ausgezeichnetes Fachwissen haben
- ➔ „Ziel“ ist die richtige Lösung des Beispiels, dort führen mehrere Wege hin
- ➔ Offensichtlich wird auch physikalisches Wissen in diesem Sinn verstanden

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (344:344)

Ich mach am Ende einen Test. Ich sag, das ist die Aufgabe, ihr müsst schauen, dass die Sachen richtig sind.

- ➔ Test kontrolliert Lernerfolg

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (363:365)

F: Woher wissen sie, wenn ein Schüler etwas verstanden hat?

A: (Pause) Ahm aus verschiedenen Situationen heraus. Weil ich Schüler auch viel selber machen lasse, merk ich wenn die das den anderen erklären. Also wenn der jetzt kommt und sagt ich erklär dirs, nehm ich an, der hat es verstanden.

- ➔ Schülerverständnis wird aus Eigenständigkeit und Reproduzierbarkeit abgeleitet
- ➔ Hinweise auf Annahme

Codes: [Responsive] [Transitional (Affektive)]

Atlas.ti Kennzeichnung: (365:365)

Das zweite ist, wenn man so Lehrer Schülergespräche macht, welche Fragen stellen sie dann. Manche stellen sehr interessante Fragen, wo ich mir denk: ja, der hats jetzt verstanden und der denkt weiter. Und das dritte ist, hie und da, wenn ich also manche Sachen wiederhole und es mir erzählen lasse.

- ➔ Verständnis wird affektiv beurteilt

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (379:381)

Wie entscheide sie welche Themen sie unterrichten und welche nicht?

A: Also es gibt so ein paar Themen wo ich mir denke, die sind wesentlich. Also z.B. Elektrizität will ich nicht auslassen. Weil das denk ich, ist so ein wesentliches Thema. Und dann lass ich also schon auch bei manchen Themen die Schüler mitentscheiden, ob sie das interessiert oder nicht.

- ➔ Manche Unterrichtsinhalte werden ihrerseits als wesentlich festgelegt
- ➔ Manche Themen stehen zur Disposition

Codes: [Instructive] [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (385:385)

Naja, also ich mein ich mag Astronomie wirklich gern, aber das ist natürlich ein Thema, das ist auch gar nicht wirklich mehr im Lehrplan drinnen, aber wenn's die Schüler wirklich interessiert, wenn's ihnen Spaß macht, dann mach ich's trotzdem.

➔ Projiziert eigene Interessen auf Schüler

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (397:401)

Das eine, also das was ich da jetzt nicht so hab, was ich selber nicht so hinbekommen hab von den Versuchen her, war Kennlinien von Dioden oder so darzustellen, deswegen lass ich die Halbleiterphysik auf ein Minimum beschränken, weil ich mir denk, wenn ich es ihnen nicht zeigen kann, was hier gemeint ist, dann ist das auch ... also welche Ressourcen und welche Möglichkeiten hab ich. Das ist natürlich auch entscheidend.

F: So was würden sie dann eher auslassen.

A: Das lass ich dann eher aus.

➔ Passt Unterrichtsinhalte an ihre Fähigkeiten an

➔ Expertenstatus darf nicht gefährdet werden?

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (403:405)

Und wie entscheiden sie jetzt wann sie ein Thema abschließen und zum nächsten weitergehen?

A: Also von meiner Unterrichtsvorbereitung hab ich so ein Gefühl wie lang so ein Thema in etwa brauchen wird. Von dem heraus. Und dann schau ich eben, also von meiner Planung her, wie viel Zeit hab ich? Also ich hab jetzt in den 4. Klassen durch die Schulautonomie Tage, wir machen Berufsorientierung, hab ich also 2 Wochen jetzt die Schüler nicht gesehen. Jetzt hab ich natürlich geschaut, egal wie es ist, das eine Kapitel ist fertig, rein von äußeren Umständen. 2 Wochen nicht gesehen, wir fangen jetzt ein neues

Kapitel an.

➔ Themenvertiefung und Auswahl wird in erster Linie durch Zeit beeinflusst

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (419:421)

F: Wie lernen Schüler ihrer Meinung nach Physik am besten?

A: Also ich glaub dass der Anfang in der Unterstufe, dass da Versuche sehr wichtig sind, damit sie mal ein paar Bilder in den Kopf kriegen. Also dass ist so mein Konzept ihnen viele Phänomene zu zeigen. Dass sie es auch einordnen können.

➔ (Lehrer-?) Versuche sehr wichtig um Phänomene aufzuzeigen

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (429:429)

Es gab einmal von PING dieses praxisorientierte Naturwissenschaftliche Gesamtkonzept von der UNI Kiel in Deutschland. Wo man also vom Alltag ausgeht, dann Physik macht und dann [schaut] was kann ich im Alltag verändern. Die haben da so ein Konzept vorgestellt und eines heißt: „Ich und die Sonne.“ So über bisschen mit Sonne erforschen, wie weit weg sind die einzelnen Planeten, natürlich kommen dann auch einzelne Phänomene hinein wie so, rotes Papier erwärmt sich anders als gelbes Papier und so, solche Dinge. Und das lass ich sie mal erforschen und nachschaun, Thermometer, wie schaut das überhaupt aus... es ist für mich immer verblüffend, wenn die Leute es verkehrt halten (lacht), warum der Messfühler oben ist! (lacht) Man muss das in einer dritten Klasse erklären, nicht! Alle diese Dinge.

➔ Bettet Unterrichtsinhalte in Gesamtkonzepte ein

➔ Entscheidung liegt auf Lehrerseite

➔ Hebt Expertenstatus hervor

Codes: [Instructive] [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (449:455)

F: Wie kann man denn feststellen, wann in der Klasse ein „Lernen“, ein Lerneffekt passiert?

A: Also das eine ist, dass wenn ich sie recherchieren lasse und ich merke, die brauchen eher mehr Zeit als weniger Zeit, weil sie so intensiv lesen. Da denk ich mir, das ist also so ein Lerneffekt. Die sind jetzt wirklich dabei. Wenn die in der halben Zeit fertig sind, denk ich mir, die haben das überflogen und haben dann keine Ahnung. Wenn ich also merk wie die bei der Sache sind. Also gar nicht unbedingt ob es jetzt leise ist oder ob sie das lesen, sondern ob die jetzt mehr oder weniger Zeit brauchen, ob die mehr oder weniger schreiben, ist ein Effekt gelernt.

➔ 1. Lernen wird über Intensität der Auseinandersetzung mit einem Thema definiert

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (455:456)

Ja manchmal merk ich's auch im Nachhinein, wenn sie sehr witzig dann sozusagen über die Sachen reden, wo ich mir denk, ja das haben sie jetzt durchschaut. Das taugt ihnen jetzt. Jetzt können sie auch drüber reden, weil jetzt verstehen sie es. Weil wenn das kein Thema ist, wenn das nie wieder vorkommt, dann denk ich mir, das ist an ihren Köpfen außen vorbei gegangen. Das hat sie nicht wirklich berührt.

➔ 2. Lernen über Interaktion mit anderen Schülern definiert

Codes: [Responsive] [Reform-based]

Atlas.ti Kennzeichnung: (458:469)

F: Machen sie eigentlich auch Tests, oder wie kommen sie zur Note?

A: In der Oberstufe ist es in dem Realgymnasium vorgegeben, weil die schreiben dann in der siebenten und achten (Klasse) Schularbeiten in Physik und können auch schriftlich maturieren, da ist klar, dass die das können müssen. In den Sprachklassen ist es auch so, dass ich mir manchmal bei einem Thema etwas recherchieren lasse. Ich habe ihnen z.B.

einmal über das Thema Radioaktivität gesagt, es gibt sehr viele nützliche und positive Anwendungen für die Menschen, Radioaktivität ist also nicht immer mit der Atombombe zu verknüpfen. Ich hätt gern gewusst, warum es nicht schädlich ist. Sie sollen herausfinden, welche Anwendungen es gibt.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (467:469)

F: Also mit expliziten Forschungsfragen?

A: Ja, Anwendungen in der Medizin, in der Technik in der Kunst gibt es, also eben auch so Stationen wie sie jetzt im Projekt vorkommen. Welche Anwendungen gibt es. Und dann eben gefragt, kann man sie ersetzen, ist das eine Methode die man durch andere ersetzen kann? Warum hat sie Vorteile? Warum wird sie verwendet? Und dann auch die Begründung, warum es nicht gefährlich ist. Und dann hab ich ihnen genau vorgegeben, was ich haben will.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (473:473)

Ja die mündlichen Wiederholungen sind so das permanente ... wobei ich sagen muss, ich bin als Lehrer so, ich merk mir die herausragenden Leute, weil ich mir das nicht jede Stunde aufschreibe. Dass ich also 10 Leute gefragt hab und dann am Ende sitz und sag, die 10 müsst ich mir jetzt notieren. Dann stell ich irgendwann fest, ich hab die letzten 2 Wochen in keiner Klasse was aufgeschrieben (lacht), was mach ich jetzt? Im Zweifelsfall die bessere Note... der wird schon was gesagt haben (lacht).

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (473:473)

Wobei ich sagen muss, ich bin als Lehrer so, ich merk mir die herausragenden Leute, weil ich mir das nicht jede Stunde aufschreibe. Dass ich also 10 Leute gefragt hab und dann am Ende sitz und sag, die 10 müsst ich mir jetzt notieren. Dann stell ich irgendwann fest, ich

hab die letzten 2 Wochen in keiner Klasse was aufgeschrieben (lacht), was mach ich jetzt? Im Zweifelsfall die bessere Note... der wird schon was gesagt haben (lacht).

➔ Affektive Beurteilung der Schülerleistungen

Codes: [Explikation]

Zusammenfassung:

Die Auswertung des Materials in Fall C erwies sich als überaus schwierig. Eine eindeutige Zuordnung der getätigten Aussagen zu den vorgegebenen Kategorien war kaum möglich, da sie sich inhaltlich häufig widersprachen ((295:295), (363:365), (191:191), (379:381), (255:255), (315:315)) und so eine mehrfache Zuordnung möglich wurde.

Es tauchen sowohl lehrerzentrierte als auch schülerzentrierte Unterrichtskonzepte nebeneinander auf, die Unterrichtsmethoden reichen vom klassisch-instruktiven Frontalunterricht bis zu reformbasierender Projektarbeit. Der „Traditional“ Kategorie zuordenbare Aussagen werden gleichzeitig mit „Responsive“ zuordenbaren Aussagen getätigt. Das Material war schwer zu interpretieren und das zunächst entstandene Bild inhomogen und undifferenziert. Nach mehreren Durchläufen der Inhaltsanalyse entstand aber dennoch ein klares Bild, das sich zwar nicht primär aus den Zuordnungen der Kategorien konstituiert, aber anhand einiger nicht zuordenbarer Explikationen aus dem Interview, nachzeichnen lässt.

Tabelle 5: Kategorisierung Fall C

Kategorie	Traditional	Instructive	Transitional	Responsive	Reform-based
Zuweisungen	10	12	5	6	3
Unterrichtsstil	Lehrerzentriert				Schülerorientiert
Zuweisungen	2				1

Interpretation:

Der von C genannte „selbstaussbeuterische“ Zugang zum Unterricht lässt einerseits eine Schülerorientierung vermuten, die auch durch andere Aussagen bestätigt werden kann. So wird die eigene Rolle unter anderem als „Coach“ verstanden und es wird auch versucht durch differenzierten Unterricht auf die Schülervorstellungen einzugehen. Insgesamt bleibt aber der Eindruck, dass Fall C eine doch lehrerorientierte und eher traditionelle Einstellung hat. Zumindest dürfte die Selbstreflexion auf ihren Unterricht ein getrübtetes Bild darstellen. Sie ist zwar davon überzeugt, guten Unterricht zu halten (227:227), es ist aber anzunehmen, dass dies aus der Projektion ihrer Überzeugungen auf die SchülerInnen resultiert. Z.B. gibt sie in (385:385) an, Astronomie sehr gern zu mögen, bringt das aber gleich auch mit Schülerinteresse in Verbindung. Als einzige schlechte Stunde fällt ihr ein Zwischenfall mit dem Direktor des Hauses ein (235:239), was sich aber letztlich auch als positiv herausgestellt hat. Inhaltlich schlecht empfundene Stunden werden gar nicht erwähnt.

Viele ihrer Aussagen verweisen auf eine Expertenrolle, die sie als Lehrerin einnimmt und unterstreichen damit eine eher traditionelle Einstellung. Dies zeigt sich unter anderem bei (379:381) und (255:255): Einerseits lässt sie die SchülerInnen auswählen um sie andererseits dann doch zu dem zu lenken, was ihr „wesentlich“ erscheint. Auch die Erwähnung des Reiseführers in (295:295) ist in diesem Zusammenhang so zu verstehen: Er muss einerseits Experte sein um seinen Job gut machen zu können, andererseits aber so viel Gefühl haben, seine Zuhörer nicht mit Details zu überfordern. Äußerst widersprüchlich ist in diesem Zusammenhang die zuerst erwähnte Überzeugung, dass man sich nicht *„alles selber beibringen kann“* und die darauffolgende Aussage, dass die SchülerInnen durchaus *„selber nachmachen, selber beobachten“* sollen. Auch die Aussagen in (305:305) und (315:315) sind widersprüchlich: Hier wird wieder der Expertenstatus erwähnt und somit eine traditionelle Überzeugung konstituiert. Andererseits erwähnt sie die Rolle des Coachs, was zunächst auf eine Reform-basierte Einstellung hindeutet. Der Widerspruch hebt sich auf, wenn man bemerkt, dass die Funktion des Coaches und seiner Aufgabe offensichtlich missverstanden wird. Ihrer Interpretation nach muss ein Coach in der Lage sein, den Coachee zum Ziel zu führen (319:319). Gemeint ist damit aber wahrscheinlich das von ihr gewählte Ziel, nicht das des Schülers oder der Schülerin. Dies drängt die Interpretation auf, dass dieses „Ziel“ als richtig angesehen wird,

möglicherweise als absolut. Damit ist der Coach aber nicht Wegbegleiter im Reform-basierten Sinn, sondern wieder ein instruierender Lehrer im traditionell verstandenen Sinn. Sämtliche zunächst schülerorientiert gefärbte Aussagen, beinhalten Elemente, die auf mehr oder weniger starke Strukturierung des Unterrichts hindeuten. Vor allem die mehrfache Erwähnung der genauen Arbeitsanleitung ((295:295), (191:191), (203:203)), implizit in (458:469), unterstreicht diese Vermutung.

Nicht eindeutig ist auch ihre Ansicht wie SchülerInnen Physik am besten lernen oder wann überhaupt in der Klasse gelernt wird. Diese Aspekte sind eher affektiv konnotiert, sie verlässt sich vielfach auf ihr Gefühl und ihre situative Einschätzung ((403:405), (419:421), (299:299)). Direkt angesprochen (449:455) zeigt sich ein gegensätzliches Bild: Einerseits wird Lernen über die Intensität der Auseinandersetzung mit einem Thema definiert, was einer traditionellen Einstellung entspricht. Andererseits versteht sie Lernen auch in der Interaktion zwischen den SchülerInnen, was einer Responsive, bzw. Reform-based Haltung entspricht.

Zusammenfassend lässt sich folgendes Bild zeichnen:

Der Unterrichtsstil von Fall C ist trotz der Bemühungen, die SchülerInnen mitentscheiden zu lassen, dem erwähnten Projektunterricht (429:429), der Methodenvielfalt (203:203) und der nachvollziehbaren schülerorientierten Kategorisierung, dennoch stark strukturiert und lehrerzentriert. Mehrfach erwähnt wird die Expertenrolle des Lehrers, die expliziten Arbeitsanleitungen und die wesentlichen Unterrichtsinhalte. Dies führt zu dem Schluss, dass das zugrunde liegende epistemologische Verständnis von Physik und Naturwissenschaften im traditionell-positivistischen oder kritisch-rationalistischen Bereich anzusiedeln ist. Wissenschaft und ihre Erkenntnisse werden offensichtlich als konsistent und objektiv angesehen und Physikunterricht hat die Aufgabe das vorhandene Wissen in möglichst einfacher und altersgemäßer Form zu präsentieren. Dies versucht Fall C auch gewissenhaft zu tun, verlässt sich bei der Reflexion ihres Unterrichts aber nur auf ihr Gefühl, das die Projektion ihrer eigenen Interessen und Motive auf die SchülerInnen widerspiegelt. Diese affektive Haltung spielt auch bei der Beurteilung der SchülerInnen eine Rolle (473:473) und wirkt verstärkend auf ihre Selbstwahrnehmung und Lehrerrolle, die überaus positiv und selbstüberzeugt dargestellt wurde.

6.4 Fall D

Vorstellung des Materials

Das Interview fand am 17.11. im Besprechungszimmer der Schule statt. Unvorhergesehener Weise musste mein Interviewpartner die Folgestunde supplieren, weshalb das Interview nach ca. 45min abgebrochen werden musste. Das Gespräch fand insgesamt also unter Zeitdruck statt. Das Transskript umfasst ca. 6000 Wörter, daran erkennt man auch, dass die Antworten D's aufgrund des Zeitdrucks eher kurz ausgefallen sind. Die zentralen Fragen des TBI wurden aber alle gestellt und auch hinreichend ausführlich beantwortet, lediglich Frage 5 des TBI (Wie entscheiden Sie zu welchem Zeitpunkt Sie zu einem neuen Thema übergehen?) ging sich dann zeitlich nicht mehr aus.

Schule

Die Schule im 10. Bezirk ist ein Gymnasium und Realgymnasium und bietet seit fünf Jahren drei verschiedene Schwerpunkte mit eigener Fächerverteilung an. Der Lehrplan wurde in der Oberstufe an die Zweige angepasst und neue Fächer, in denen man auch maturieren kann, wurden eingerichtet. Die Zweige heißen „öko2social“, mit wirtschaftlichem Schwerpunkt, Nachhaltigkeit, Statistik und Ökologie, „com.media“ mit sprachlichem Schwerpunkt, Kommunikationstechnologie und Informatik, sowie „science“ mit Schwerpunkt auf Naturwissenschaften und Mathematik. Im „science“-Zweig wird zusätzlich ab der 6. Klasse ein zweistündiges Labor angeboten. Ursprünglich war der Plan dieses Labor fächerübergreifend zu gestalten, es hat sich aber herausgestellt, dass das von der Durchführbarkeit eher schwierig ist. Nun gibt es zumindest einmal im Jahr ein fächerübergreifendes Thema, z.B. Klimawandel, die restlichen Unterrichtsinhalte sind auf die einzelnen Fächer aufgeteilt. Die unterrichtenden Lehrkräfte absolvierten - wo es nötig war – an der pädagogischen Hochschule Zusatzausbildungen um die Unterrichtsinhalte gestalten zu können. Insgesamt gehen ca. 950 SchülerInnen und 100 Lehrkräfte täglich durch das Schultor.

Biographie

D absolvierte 2007 das Unterrichtspraktikum und unterrichtete somit beim Zeitpunkt des Interviews seit 3 Jahren. Er gab an, dass er eigentlich immer schon Lehrer werden wollte, da ihm die Arbeit mit Kindern und Jugendlichen als Sporttrainer immer viel Spaß bereitet hat. Da seine beiden Eltern Lehrer an Wiener Hauptschulen sind, glaubte er auch schon ein Berufsbild gehabt zu haben. Lediglich die Fächer waren ihm nicht von Anfang an klar. Von der Schulausbildung her lagen Naturwissenschaften nahe, da er selbst ein Realgymnasium mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt besuchte. Das angestrebte Chemiestudium wurde ihm von einem Freund ausgeredet, der meinte es wäre sehr fad. Die zweite Alternative Geschichte kam nicht in Frage, da er in der Schule nicht Latein hatte und das Latinum nachholen hätte müssen. So entschied er sich letztlich für Physik. Als Zweitfach wählte er aus pragmatischen Gründen Geographie. Letztlich habe sich das aber als Glücksgriff herausgestellt, da sich die beiden Fächer vom Unterrichtsstandpunkt aus gesehen ganz gut ergänzen. Physik zielt eher auf das Verständnis ab, wogegen in Geographie einfach gewisse Sachen gelernt werden müssen.

Zugang zur Physik

Das Physikstudium fiel D anfangs recht schwer, er musste einige Vorlesungen wiederholen um die Prüfungen zu bestehen. Seine Diplomarbeit verfasste er in Geographie über ein Wirtschaftsthema. Er gab außerdem an selbst nie naturwissenschaftlich geforscht zu haben, sondern lediglich die Pflichtpraktika gemacht zu haben. Seinen Zugang zur Physik beschrieb er in der Faszination Alltagserscheinungen erklären zu können, außerdem sei es innerlich sehr befriedigend, in den Kindern eine Erkenntnis hervorrufen zu können. Dies ist in der Physik als einem der wenigen Fächer in der Schule möglich, da man Versuche machen, den Alltagsbezug herstellen und die Welt erklären kann. Außerdem war ihm von Anfang an klar, dass, wenn die Kinder einen praktischen Bezug zu etwas haben, der Unterricht „einfach ein wenig aufgelockert ist“.

Das Stichwort Alltagsbezug, bzw. Alltagserfahrung fiel in diesem Kontext mehrmals. Zusätzlich zu den Angaben seiner zufälligen bzw. pragmatischen Studienwahl, sowie sich beim Studium schwer getan zu haben und dass er seine Diplomarbeit in Geographie schrieb, legt den Schluss nahe, dass D eine eher naive Vorstellung von Physik hat und sich

in den Dimensionen der *Scientific Literacy* nach Bybee (2002) eher noch auf Stufe 2, der Funktionalen *Scientific Literacy*, befindet.

Projekt allgemein

D versucht jedes Jahr ein Wahlpflichtfach Physik für die Oberstufe mit verschiedenen Inhalten, unter anderen die Programmierung eines Legoroboters, einzurichten. Das Projekt Science Backstage läuft im Schuljahr 2009/10 im Rahmen dieses Wahlpflichtfaches für die sechste und siebente Klasse. Insgesamt waren ursprünglich 11 SchülerInnen bei Science Backstage dabei, im Verlauf des Projektes verringerte sich die aktive Teilnehmeranzahl auf 7 SchülerInnen. D meinte er sei eher passiv zum Projekt gekommen, da die ursprüngliche Initiatorin des Projektes eine ehemalige Lehrerin an der Schule war und so den Kontakt herstellte. Das Projekt lag dann aber 2 Jahre auf Eis, bis es endgültig bewilligt wurde und die Administration sei dann mit der Frage, ob er es machen wolle, an ihn herangetreten. Grundsätzlich ist die Schulleitung für derartige Projekte durchaus zugänglich, was D auch für den Grund hält, dass er an Science Backstage teilnimmt. Er sei mehr durch Zufall und weniger aus Eigeninitiative dazugekommen.

Projekterwartungen und Einflussnahme

Außerdem gab er an, grundsätzlich immer gerne Sachen zu machen, die nicht „08/15“ sind, dass er gerne Abwechslung in seinen Unterricht bringt, da er glaubt, dass sich die SchülerInnen die meiste Zeit in der Schule langweilen. Er erhofft sich also mit dieser Art von Projekt die SchülerInnen für sich gewinnen zu können. Inhaltlich ist Science Backstage auch insofern interessant, da die SchülerInnen in Kontakt mit der Universität kommen, einmal sehen wie es dort aussieht, kompetente Leute kennenlernen und neue Erfahrungen sammeln. Außerdem würde auch er neue Erfahrungen machen, ist gespannt auf die Kooperation mit der Uni und den Labors und freue sich auf die allseitige Horizonterweiterung. Er betrachtet das Ganze als win-win-Situation, wenngleich er gespannt ist, wie die SchülerInnen mit dem Überschreiten der Niveaustufe zwischen Schule und Universität zurechtkommen.

Seine Vorstellungen und Erwartungen decken sich im Wesentlichen mit den Projektzielen, es ist also anzunehmen, dass der Projektantrag von ihm vor dem Interview durchgelesen und rezitiert wurde. D war von allen beteiligten Lehrern der engagierteste, was sich in stets zeitgerechter Abgabe der Anforderungen und guter Kommunikation zeigte.

Fall D TBI:

Atlas.ti Kennzeichnung: (23:23)

eigentlich wollt ich Chemie machen, aber dann hab ich von einem Freund gehört, dass das ein bissl sehr fad ist und wie man sich in so Studieneingangsphasen dann leicht beeinflussen lässt, hab ich überlegt und ok,nehm ma halt Physik. Weil Physik, da kann ich Versuche machen, da kann ich die Welt erklären, da kann ich den Alltagsbezug herstellen für die Kids und mir war damals schon klar, wennst unterrichtest, dass wenn Kinder einen praktischen Bezug zu was haben, dann ist einfach der Unterricht ein bissl aufgelockert.

- ➔ Naive Vorstellung von Physik zu Studienbeginn
- ➔ Wurde eher zufällig ausgewählt
- ➔ Wichtig ist Umsetzbarkeit im Unterricht ➔ Schülerverhältnis

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (63:63)

Mein Zugang zur Physik ist sicherlich der, dass ich einen unheimlichen Spaß hab, anderen Leuten Alltagserscheinungen zu erklären, die sie in ihrem Alltag sehen. Das macht speziell bei Jugendliche, dieses Aha, dieses Oho, das macht mir persönlich viel Spaß. Und wenn ich dann bei den Kinder, also das Leuchten in den Augen ist übertrieben, aber du merkst das schon an der Körperhaltung, am Gesichtsausdruck, Hoppla, „Aso is des!“ Des gibt mir a innere Befriedigung, deshalb macht auch der Job sehr viel Spaß. Und das ist glaub ich in der Physik, in einem der wenigen Fächer in der Schule möglich.

- ➔ Sonderstellung der Physik im schulischen Kontext
- ➔ Rolle des erklärenden Experten

➔ Affektive Beurteilung des Unterrichtserfolgs

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (71:71)

Es gibt ja da diese, also uns haben sie immer gesagt auf der Uni, du holst die Kinder dort ab, wo sie sind, mit ihren Alltagserfahrungen und da kann man mit der Physik sehr gut ansetzen. Du musst natürlich schon auf eine abstrakte Ebene rauf, schaun was taugt ihnen nicht so, aber wenn sie ein bissl Motivation haben, dann geht das schon.

➔ Versucht auf SchülerInnen einzugehen

➔ Setzt bei Schülervorstellungen an (Wagenschein)

Codes: [Responsive] [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (87:87)

hier ist der Lehrkörper sehr durchgemischt, jung, mittel, alt, sehr offen für neue Sachen, für innovative Entwicklungen, das hat der Laaer Berg auch schon seit längerem, also diese Tendenz. Und das ist natürlich für einen jungen Pädagogen, der sich einbringen will, der Ideen hat, der ein bissl gestalten will der Idealfall.

➔ Findet seine Rolle im jungen, idealistischen Pädagogen

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (143:143)

Vom Schülerversuch, den ich sehr gern hab, dass die kids selber Sachen in die Hand nehmen, Lehrerversuch bin i net so der Fan, weil erstens die Zeit oft nicht da ist das vorzubereiten im Kammerl und zweitens auch oft nicht klappt. Das ist dann für die Schüler zwar lustig, aber auch nicht wirklich befriedigend, dass da fachlich was gezeigt wird was dann nicht funktioniert. Also eher Schülerversuche. Bin ein Fan von Arbeitsblatt, dass die Schüler dann 5-10 Minuten Zeit haben mit ihrer eigenen Geschwindigkeit, mit ihrem eigenen Wissen, Sachen die wir gemacht haben zu trainieren.

- ➔ SchülerInnen sollen selbst tätig werden
- ➔ Lehrer- (Demonstrationsversuch) negativ wahrgenommen, da er oft nicht funktioniert.
- ➔ Vermeidung von *Critical Incidents*
- ➔ Möglicherweise Lehrerzentrierte, traditionelle Ursache
- ➔ Bei Aufgabenstellung schülerorientiert

Codes: [Responsive] [Instructive] [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (145:147)

F: Sind das Einzel- oder Gruppenarbeiten?

A: Einzelarbeiten, ich mach das individuell, um jedem Schüler mit seinem eigenen Lerntempo, mit seinem eigenen Fähigkeiten da entgegenzukommen.

- ➔ Weiß dass nicht alle SchülerInnen gleich schnell lernen und geht darauf ein

Codes: [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (153:155)

Das ist ein ziemlich gutes Buch, weil es ist immer so zweigeteilt, linke Seite ist die Informationsseite und rechte Seite ist Arbeitsblatt, für Lehrer die halt mehr mit dem Buch machen. Ich mach da lieber mein eigenes Ding, mach meine eigenen Blätter. Hin und wieder, wennst zuwenig Zeit hast zum vorbereiten, nimmst das Buch her und fertig.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (159:159)

Wenn ich das Gefühl habe, die brauchen jetzt einen Input, um den Spaß zu haben, dann mach ich einen kurzen 5-10 minütigen Theorieinput. Der ist ziemlich straight. Ahm, brech das Ganze aber wirklich runter auf das, was sie halt jetzt brauchen. Hin und wieder lass ich sie auch selber ausprobieren, dass sie von selbst draufkommen: „aha, so klappt das also...“, das funktioniert aber selten, also da ist es mit unseren Schülern eher so, dass du

ihnen was vorkaut und die kauen es dann nach, so ungefähr. Das klappt besser mit dem Lernerfolg. Ja.

- ➔ Theoretische Inputs um Spaß für SchülerInnen zu generieren
- ➔ Lernerfolg wird eher über instruktive Einheiten hergestellt
- ➔ Spaß auf Seiten der SchülerInnen wird vorgeschoben um instruktiven Stil zu legitimieren

Codes: [Instructive] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (167:167)

I glaub in einer guten Physikstunde gibt's 5-10 Minuten in denen der Schüler geistig voll da ist und neue Synapsen bildet, wie es so schön heißt. Den Rest der Zeit kann ich nicht von dem Jugendlichen verlangen, dass er voll da ist. Er ist körperlich anwesend, aber es geht nicht, dass er 50 Minuten voll bei der Physik ist, das schaff net ich, wie soll des ein 12-13 Jähriger machen?

- ➔ Weiß, dass SchülerInnen begrenzte Aufmerksamkeit haben und geht darauf ein

Codes: [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (175:175)

A schlechte Stunde hab ich heut gehabt in Geographie, eine Stunde wo einfach nur die Schüler was ins Heft schreiben und aus dem Buch lesen. Da wird mir fad, da denk ich ma: „heast die ganze Klasse passt net auf, is eh kloa, weil's saufad is!“ und da geh ich dann aus der Stunde auch ziemlich frustriert raus und denk mir, ok das war jetzt ein Blödsinn, das hat nix gebracht, für die nicht, für mich nicht, das war absolut unnötig!

- ➔ Instruktiver Unterrichtsstil wird als negativ empfunden

Codes: [Responsive] [Schülerorientiert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (195:195)

Wenn mir fad ist, ist den kids fad und das ist eine schlechte Stunde. I hab einfach die

Erfahrung gemacht und wenn's nur 5 Minuten sind, wo die kids ein bissl was machen können, is schon a bissl ein Methodewechsel. Methodenwechsel ist wichtig.

- ➔ SchülerInnen und ihm selbst soll nicht fad werden
- ➔ Setzt Methodenwechsel ein um dies zu erreichen

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (197:199)

F: was sollen deine Schüler mit nach Hause nehmen?

A: Aus dem Physikunterricht amal, dass sie wissen was Physik eigentlich ist. D.h. Beobachten der Natur, beschreiben der Natur, versuchen, erklären vorhersagen. Das mach ich seit der zweiten und zieh ich bis in die 8te durch. Also die physikalische Methode halt. Dass es ein bissl klar wird warum es Naturwissenschaften gibt, dass alles einen Grund hat, dass es nicht nur ein Schulfach ist. Natürlich auch dann, dass sie ein bissl einen Bezug haben zu technischen Geräten, dass sie einen Alltagsbezug herbeiführen können.

- ➔ Klassisches Bild von naturwissenschaftlicher Methode
- ➔ Pragmatischer Vermittlungsansatz

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (200:200)

Unabhängig vom Physikunterricht leg ich Wert auf Disziplin, jetzt nicht so wie beim Bundesheer, aber so, dass die kids die Möglichkeit haben zu lernen wenn sie wollen. Das ist aber in beiden Fächern wichtig, die ich hab.

- ➔ Disziplin wichtig

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (202:204)

F: Also es geht schon auch um eine gewisse Vorbildwirkung auch?

A: Ja! Natürlich. Also wenn du in der Klasse stehst und ein Jahr lang gewisse Regeln einhältst, selber, dann gewöhnen sich die Schüler im positiven wie im negativen daran. Damit erleichterst du dir auch selber das Leben als Lehrer.

➔ Lehrer muss Regeln einhalten um leichteres Leben zu haben

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (208:208)

Ja, die physikalische Methode, natürlich ist mir wichtig, dass ich ihnen diese Konzepte in die Köpfe pflanz. Also Teilchenkonzept z.B., das wird von der Unterstufe bis zu Oberstufe gemacht. Was sehr interessant ist, ist immer so Alltagsvorstellungen zerstören, beinhart, jetzt in der 8ten mit Raum und Zeit und Masse, das macht mir total viel Spaß, weil da kollabiert das gesamte Weltbild. Das ist echt geil! Und in der Unterstufe halt so Sachen wie, ja warum fallen schwere Körper nicht schneller als leichte und so. Also das ist schon sehr spannend.

➔ Er pflanzt Konzepte

➔ Findet Spaß am zerstören der Weltbilder

➔ Lehrerzentrierte Unterrichtsauffassung

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (216:216)

Ich schau mir den Lehrplan an und setz dann aber meine Schwerpunkte, wo ich sag, ok das interessiert mich, wenn mich das interessiert kann ich's besser rüberbringen, dann interessiert auch die kids. Also zumindest ist die Wahrscheinlichkeit größer als wenn ich jetzt ein Thema mach, wo ich mir selber denk: „puh, da könnt i ma was spannenderes vorstellen“, dann kommts auch so rüber.

➔ Unterrichtsinhalte werden über persönliches Interesse festgelegt

➔ Eigene Interessen werden auf SchülerInnen projiziert

Codes: [Lehrerzentriert] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (216:216)

Also was mich interessiert sind so die höhere Physik, also Relativitätstheorie, Quantenmechanik, Elementarteilchenphysik, find ich extrem spannend, mach ich teilweise auch schon in der Unterstufe. Weil die kids dann solche Ohren kriegen und ja, das CERN ist sowieso ein Riesenthema, da hast eine Schlagzeile „Weltuntergang“ und dann kommen die kids zu dir, weil die kennen keinen anderen Physiker und stimmt das und du erklärst ihnen mit Händen und Füßen, na ja eigentlich doch nicht... ahm, das ist für mich spannend. Was mach ich noch gern in der Unterstufe? Optik. Ziemlich spannend wenn's um Lichtgeschwindigkeit geht. Sterne und so, das taugt mir auch. Da kann man auch viele Geschichten erzählen.

➔ Genießt die Rolle des Experten

➔ Orientiert Unterrichtsinhalte an seinen eigenen Interessen

Codes: [Instructive] [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (220:220)

Ich schau doch bewusst, dass ich physikalische Inhalte mit Jahreszahlen verbinde, ja. Letztes Mal hat sich ein Achtklassler mockiert darüber, „ja Herr Fessor, warum schreiben sie immer 1905 und 1906, wozu soll des gut sein?“ Dann hab ich ihm das erklärt, das ist leichter zu lernen, wenn du das mit Jahreszahlen verknüpfst, dann war das ok für ihn. Ich schau mal ob das funktioniert. Das ist meine erste 8te, ja. Ich mach das immer wieder gern, die historische Entwicklung, Verknüpfung des theoretischen Inhalts mit einem realen Ereignis... und wenn's der Weltkrieg ist, Atombombe, 2ter Weltkrieg, verbinden die das und haben, aha, Kernspaltung zu der Zeit. Absolut mein Ding, ja.

➔ Ansatz eines historisch-genetischen Unterrichts

➔ Probiert offensichtlich Neues aus

Codes: [Reform-based]

Atlas.ti Kennzeichnung: (224:226)

F: Wie wie schaffst du es, den Schülern in der Klasse am Meisten beizubringen?

A: Ich wiederhole. Ich nutze meinen Unterricht sehr um Sachen, die mir wichtig sind, Teilchenkonzept z.B. zu wiederholen. Teilweise 3, 4 Mal. Da sag ich den Leuten, Leute, 5 Minuten, wiederholen wir. Schauts euch das Heft an, lests das. Das mach ich 3, 4 Monate durch, jede Stunde immer wieder und hoff halt, dass da irgendwas picken bleibt, ohne dass sich die Schüler jedes Mal zu Hause hinsetzen müssen um was zu lernen, was sie meistens ja nicht machen. Ich setz auf die Methode wiederholen.

➔ Wiederholung um Lernerfolge zu garantieren

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (230:231)

Und dann hast welche drinnen, die hast ein Jahr später, oder die wechseln zu einem Kollegen und dann sagt der Kollege, „heast wieso weiß denn der das nicht?“ Obwohl ich das mit denen 10 Mal besprochen hab. Da musst natürlich als Lehrer ziemlich aufpassen, dass du nicht die Schuld bei dir suchst, sondern auch ganz klar ist, dass Lernen ein Prozess ist, der von beiden Seiten kommen muss und da kann die eine Seite noch so gut sein, wenn der Schüler zumacht, geht halt gar nix.

Aber ich bin dann immer noch ein bissl Idealist und sag: wenn ich das mit der Unterstufenklasse 10 Mal wiederhol, dann sollten zumindest die Grundlagen hängen bleiben.

➔ Hebt Expertenstatus hervor

➔ Lernen wird als zweiseitiger Prozess verstanden, der nicht nur durch eine („noch so gute“) Seite funktionieren kann

➔ Wiederholung einzige Lösungsstrategie

Codes: [Lehrerzentriert] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (237:239)

F: Wie würdest du deine Rolle als Lehrer beschreiben?

A: Wissensvermittler, Erzieher in kleinerem Ausmaß, Ansprechperson für Probleme, für Konfliktsituationen in der Schule. Ahm, was noch? Organisator, also einer der im

Hintergrund die Fäden zieht, damit die Schüler dann Projekt machen können, wie eben z.B. Backstage Science, oder das Legoding, oder Exkursionen und Veranstaltungen. Ziemlich vielschichtiges Anforderungsprofil.

➔ Lehrer ist in erster Linie Wissensvermittler

➔ In zweiter Linie kommt vielschichtiges Anforderungsprofil

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (249:255)

F: hast du ein Lehrerkostüm, in das du reinschlüpfst, bevor du in die Schule gehst?

A: Ja schon, ahm, das ist ein ziemlich strenges und ziemlich, wie soll ich sagen, streng und möglich unnahbar zu wirken. Das ist so der Schutzanzug, den ich mir am Anfang mal angezogen hab und der wird immer mehr durchlöchert. Gott sei Dank!

Ich hab mir am Anfang gedacht und bin mit Hemd und Sakko und so weiter, was ich gar nicht bin! I bin halt eher einer casual, bissl sportlich und das hat sich mit der Zeit gezeigt, ok, die Schüler akzeptieren dich so wie du bist, ich hab meine strenge Seite, wo ich sag, jetzt ist Disziplin und das ist meine Grenze und das bin aber ich. Das hab ich zum Teil erst lernen müssen, das locker werden. Dieses, ok, es ist halt einfach ein bissl ein Chaos. Und jetzt siehs amal a bissl locker. Das kann man lernen. Das hab ich auch die letzten Jahre gemacht.

➔ Ahmte zu Karrierebeginn eine Rolle nach, die als hilfreich empfunden wurde

➔ Musste erst lernen, dass auch andere Rollen akzeptiert werden

➔ Findet langsam seinen eigenen Stil

➔ Verhältnis zu (Meinung von) den SchülerInnen wichtig

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (259:259)

Ja, ich hab das halt teilweise gespielt, war nicht authentisch. Und es ist aber ganz wichtig, dass du authentisch bist.

➔ Betonung auf Authentizität

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (263:263)

A: Ja, auf der einen Seite bin ich natürlich einer, der Regeln vorgibt und auch exekutiert. Da aber wird dem Lehrer aber sehr viel Spielraum gelassen, das ist von Kollege zu Kollege verschieden. Auf der anderen Seite bin das ich als Mensch, der da drinnen steht und versucht mit seinem persönlichen Hintergrund, den er hat, Sachen zu vermitteln: Wissen, auch Werte...

F: Also eine gewisse Vorbildhaltung?

A: Im Guten wie im Schlechten, ja.

➔ Rolle als dualistisch wahrgenommen

➔ Regeln und Disziplin wichtig

➔ Bewusstsein über soziale Bedeutung der Rolle

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (271:272)

Hab aber jetzt auch, letzte Woche mit einer Mutter gesprochen, deren Tochter ich eben mit einem Augenzwinkern gesagt hab, „du pass auf, die Note die du da jetzt auf die Wiederholung gekriegt hast, das ist deine Jahresnote.“ Mit einem Lächeln im Gesicht und das ist bei ihr überhaupt nicht so angekommen, dass das Gegenteil gemeint war! Sie hat das todernst genommen, ist nach Hause gestürmt, Oberstufenschülerin und geweint und Katastrophe und die Mutter ist gleich los! Also da musst schon aufpassen, welche Botschaften und wie die ankommen. Auf der anderen Seite denk ich mir wieder, ich hab 150-200 Schüler und da kann ich nicht bei jedem aufpassen, welche Botschaft ich schick. Ich weiß natürlich, dass es so ankommen kann, aber ja, solche Situationen entstehen wenn Menschen zusammenarbeiten.

Aber ich hab dann mit der Mutter gesprochen und mich bedankt, das ist ein nützliches Feedback, sonst hätt ich das gar nicht gemerkt und so, aber man muss halt aufpassen, dass

du dich nicht wie ein Fahnderl im Wind richtest. Also auf dem Standpunkt, den du hast, und ich bin halt eher der lockere Typ, mit am bissl am Schmäh und, dass du so halt auch bleibst.tisch, wie es so schön heißt.

- ➔ Will gutes Verhältnis zu seinen SchülerInnen
- ➔ Eigenes Handeln wird selbstkritisch reflektiert
- ➔ Andererseits pragmatisch gelöst

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (278:280)

F: Woher weißt du, wann ein Schüler was verstanden hat?

A: Haha, das weiß man nie (lacht). Ein Schüler ist unheimlich gut darin, Sachen wiederzugeben ohne sie verstanden zu haben. Der ultimative Beweis wär dann, wenn sie dann nach 5 Jahren, nachdem sie maturiert haben, herkommen und sagen, ja passt und i hab jetzt das und das studiert aus Interesse, ich glaub dann haben sie es verstanden. Ansonsten gibt's im Schulalltag, der Erfolg, dass Schüler etwas verstehen, vielleicht noch wenn's nach ein paar Jahren, nachdem sie dich gehabt haben, zu dir kommen und sagen: „Herr Fessor, heut is nebelig und i kann ihnen das erklären, warum es nebelig ist.“ Einfaches Beispiel. Dann haben sie es verstanden. Aber nur durch einen Test, oder nur durch eine Prüfung ist es sehr schwer herauszufinden, ob ein Schüler etwas verstanden hat.

- ➔ Verständnis nicht prüfbar
- ➔ Wird mit Merkfähigkeit gleichgesetzt
- ➔ Äußert sich an Wiedergabe von Gelerntem

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (284:284)

Ja, ich seh das immer am Gesicht der Schüler! Also speziell bei den Unterstufenschülern die Körpersprache. Wenn sie so wurrkert werden, dann merkst, ok da passiert jetzt was in den Köpfen. Sie haben vielleicht noch nicht die Sprache dazu das auszusprechen.

➔ Lernerfolge/Verstehen werden affektiv beurteilt

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (294:300)

F: Woher weißt du wann etwas gelernt wird?

A: Das Lernen kann man sehr gut überprüfen, wenn man eine schriftliche oder mündliche Prüfung macht. Dann sieht man, ob einer lernen kann. Es gibt halt Leute, die sitzen im Unterricht, aha passt, check ich, brauch ich nicht lernen. Und die sitzen dann bei einer schriftlichen Überprüfung und können nichts. Du merkst zwar, dass die das verstanden haben, aber wenn ich dann nach einer Funktion frag, oder ein erörtere das Problem, verlange, dann kommt da nix.

F: Ist dir für das Verstehen das Lernen wichtig?

A: Ja, weil ich gesehn hab, dass wenn sie die Schule schaffen wollen, müssen sie gewisse Stoffmengen beherrschen, wenn sie die Matura schaffen wollen müssen sie an einem Tag 4 mündliche Prüfungen schaffen und d.h. ich muss wissen wie ich lerne. Und dieses Werkzeug muss ich ihnen beibringen. Und darauf trainier ich sie. Das sind dann eben meistens die Tests und die Prüfungen. Auch Großwiederholungen mit selbst ausgearbeiteten Fragen, da kriegen sie eine Woche Zeit oder so, einfach mit dem Ziel, dass sie Werkzeuge in die Hand kriegen, damit sie die Matura und dann in weiterer Folge wenn sie die Uni gehen kriegen sie ein 70, 80 Seiten Skript und müssen das können, dass sie damit ein bissl dealen können.

➔ Sieht seine Aufgabe darin SchülerInnen auch das Lernen beizubringen

➔ Durch Übung und Wiederholung

➔ Erfolg wird durch Prüfen und Tests festgestellt

➔ Begründet durch normative Vorgaben des Schulsystems

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (306:309)

F: Und wie lernen Schüler deiner Meinung nach Physik am besten?

A: Sie brauchen einen Alltagsbezug, damit sie sich was vorstellen können. Sie brauchen eine klare, nachvollziehbar Theorie, einen Input, wenn sie auch vielleicht beim ersten Mal, wenn's der Lehrer an die Tafel schreibt, nicht nachvollziehen können, aber dann wenn sie sich zuhause hinsetzen. Und dann liegt's an jedem Schüler selber, sich den Stoff einzutrichern!

Also auch eine gewisse Selbstständigkeit einfordern.

- ➔ Klare, nachvollziehbare Theorien
- ➔ Alltagsbezug um Vorstellung zu generieren
- ➔ Wenn sie es in der Schule nicht lernen, dann zu Hause

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (311:313)

F: Wie entscheidest du welche du unterrichtest und welche du auslässt?

A: Das was mich interessiert mach ich. Punkt eins. Punkt zwei: Tagesaktualität. Und ansonsten lässt einem der Lehrplan auch freie Hand. Also das ist ok so. Vor allem in der Oberstufe kann man sich das gut aussuchen, was man wann macht. Das find ich sehr angenehm. Viele Kollegen haben einen anderen Fokus als ich, die machen lieber Elektrotechnik, oder einer Magnetismus, ist ok. Wir haben uns jetzt schulintern darauf geeinigt, dass wir gewisse Sachen in der Unterstufe alle machen. Weil sollten die Schüler Klasse wechseln, dass die nichts nachholen müssen. Und dann kann jeder Lehrer das machen was halt sein Steckenpferd ist. Was ich auch gut und wichtig finde, weil wenn ein Lehrer motiviert ist bei seinem Thema, das besser rüberbringt, als wenn man sagt: du musst jetzt das Thema machen.

- ➔ Unterrichtsinhalte werden über persönliches Interesse festgelegt
- ➔ Argumentiert über Schülerorientierung (Projektion)
- ➔ In Unterstufe normative Vorgaben

Codes: [Lehrerzentriert] [Transitional]

Zusammenfassung:

Bei der Auswertung des TBI zeigt sich ein sonderbarer Trend: Während die allgemeinen Fragen bezüglich des Unterrichts und des Projekts insgesamt eine schülerorientierte Färbung haben, deuten sämtlich Antworten des TBI auf traditionelle und eher lehrerzentrierte Überzeugungen hin. Die Kategorie mit den meisten Zuweisungen ist hingegen „transitional“:

Tabelle 6: Kategorisierung Fall D

Kategorie	Traditional	Instructive	Transitional	Responsive	Reform-based
Zuweisungen	7	6	10	3	1
Unterrichtsstil	Lehrerzentriert				Schülerorientiert
	4				5

Interpretation:

Fall D hält sich für einen jungen und idealistischen Pädagogen (87:87), der gerne neues ausprobiert (220:220), Projekte umsetzt (237:239) und auch fachdidaktische Konzepte eines schülerorientierten Unterrichts verfolgt (71:71). Hier spricht er implizit Schülervorstellungen von physikalischen Konzepten an und versucht darauf altersgemäß einzugehen. Außerdem ist er sich über die kognitiven Kapazitäten der SchülerInnen sehr bewusst (167:167), (145:147) und deutet an, dass er versucht in seinem Unterricht darauf Rücksicht zu nehmen. Dieser Überzeugung gemäß, lässt er SchülerInnen gerne in Einzelarbeit Arbeitsblätter oder Aufgaben aus dem Buch lösen um auf das Lerntempo des jeweiligen Schülers oder der Schülerin individuell eingehen zu können (153:155). Diese schülerorientierte Haltung wird noch untermauert durch die Biographie von Fall D, seinem Zugang zu Physik und den Gründen Physik zu studieren. Hierunter gab er äußerst zufällig wirkende Umstände an, ursprünglich wollte er Chemie oder Geschichte studieren (23:23) und kam dann erst durch Abraten eines Freundes zur Physik. Den Plan Lehrer zu werden

hatte er jedoch immer schon, (möglicherweise durch seine Eltern begründet, die beide Lehrkräfte an Wiener Hauptschulen sind) außerdem machte ihm die Arbeit mit Kindern immer schon sehr viel Spaß. Der Physik kommt dabei innerhalb des Schulsettings eine besondere Rolle zu, da sie als eines der wenigen Fächer in den SchülerInnen eine augenscheinliche Erkenntnis hervorrufen kann (63:63). Dies gibt er auch als persönlichen Zugang zu Physik an: er hat „unheimlichen Spaß daran Leuten Alltagserscheinungen zu erklären“ (63:63). Lernerfolge und Verstehen merkt er am Gesichtsausdruck oder der Körperhaltung der SchülerInnen (284:284). Schlechte Stunden kennzeichnet er als solche in denen ihm selbst und den SchülerInnen einfach nur fad ist und die er als „absolut unnötig“ empfindet (175:175), (195:195). Diese affektiven Beurteilungen von Unterrichtsstunden lassen sich alle der Kategorie „Transitional“ zuordnen. Ebenfalls in diese Kategorie fällt die aus mehreren Aussagen hervorgehende Wichtigkeit eines guten Lehrer-Schülerverhältnisses. Er erwähnte einen Zwischenfall mit einer Schülerin, die er durch eine unbedachte Bemerkung gekränkt hat und die in ihm eine kritische Selbstreflexion ausgelöst haben dürfte (271:272). Diesen inneren Konflikt konnte er nur pragmatisch aufheben, es bleibt aber der Eindruck, dass diese Lösung für ihn eher inakzeptabel ist. Nach außen hin ist es ihm sehr wichtig authentisch zu bleiben, wie auch aus (249:255) und (259:259) hervorgeht: Versuchte er am Anfang seiner Lehrerkarriere sich noch in ein Kostüm des unnahbaren, professionellen Anzugträgers zu zwingen, so stellte er nach und nach fest, dass ein authentisches Auftreten bei den SchülerInnen viel besser ankommt. Außerdem gibt er an, froh über diese Entwicklung zu sein. Auch diese Erwähnung deutet auf die subjektive Wichtigkeit eines guten Lehrer- Schülerverhältnisses hin. Seine Rolle in diesem Verhältnis nimmt er aber durchaus als gespalten wahr: denn um seinem persönlichen Anspruch neben Wissen auch Werte zu vermitteln und als Vorbild aufzutreten (202:204), (263:263) nachzukommen, muss er Regeln festlegen und diese auch exekutieren. Daher ist Disziplin auch ein wichtiger Faktor seines Unterrichts (200:200).

Insgesamt deutet dieses Selbst- und Unterrichtskonzept also doch eher auf eine traditionelle Überzeugung sowohl des Unterrichtens, als auch bezüglich der Vorstellung von *Nature of Science* hin.

Dieser Eindruck bestätigt sich wenn man sich weitere Aussagen genauer ansieht: In (197:199) erwähnt er die Vermittlung der „physikalischen Methode“, Beobachten, Beschreiben, Erklären und Vorhersagen. Wichtig ist ihm zu vermitteln, dass alles einen Grund hat und warum es Naturwissenschaften überhaupt gibt. Auch die in (23:23)

erwähnte ursprüngliche naive Vorstellung von Physik als Unterrichtsgegenstand, „Versuche machen, Welt erklären“ passt in diesen Kontext. Für ihn brauchen SchülerInnen klare und nachvollziehbare Theorien sowie einen Alltagsbezug um sich etwas vorstellen zu können. Schaffen es die SchülerInnen nicht beim ersten Mal in der Schule den „Input“ nachvollziehen zu können, dann müssen sie sich eben zu Hause hinsetzen und lernen (306:309). Implizit erwähnt wird mehrfach die Rolle des Experten im Unterricht, was ebenso auf eine traditionelle Einstellung von *Nature of Science* kennzeichnet. In (208:208) bezeichnet er sich selbst als denjenigen, der den SchülerInnen „Konzepte in die Köpfe pflanzt“. Außerdem macht es ihm Spaß Alltagsvorstellungen zu zerstören und Weltbilder kollabieren zu lassen. Seine Unterrichtsinhalte plant er nach seinen eigenen Interessen (311:313), (216:216), vor allem Quantenmechanik und Relativitätstheorie werden genannt, die er teilweise auch schon in der Unterstufe macht. Wenn ihn ein Thema interessiert könne er es auch besser vermitteln. Im Vordergrund steht also eine lehrerzentrierte Einstellung, die auf die SchülerInnen umgelegt wird (216:216). So lässt sich auch die Vermeidung von Demonstrationsexperimenten interpretieren (143:143). Da ein ungewollter Ausgang zwar für die SchülerInnen lustig sein kann, aber ansonsten nicht „wirklich befriedigend“ ist, vermeidet er sie eher und setzt auf Schülerexperimente. Dies deutet darauf hin, dass er für die sogenannten critical incidents möglicherweise keine adäquaten Lösungsstrategien parat hat und daher seinen Unterricht stark strukturieren muss um seine Expertenrolle nicht zu gefährden. Insgesamt verweist dies deutlich auf eine traditionelle Überzeugung bezüglich der Vorstellung von *Nature of Science*. Auf die direkte Frage nach seiner Rolle als Lehrer (237:239), bezeichnet sich D in erster Linie als Wissensvermittler und als Erzieher, erst in weiterer Folge werden Organisator für Projekte oder Ansprechperson für SchülerInnen genannt. Etwas subtiler wird diese Haltung auch in (230:231) angesprochen. Als Methode zur Wissensvermittlung setzt er auf die Wiederholung (224:226), (230:231) und kennzeichnet auch so das Verständnis auf Seite der SchülerInnen: Wenn sie bestimmte Unterrichtsinhalte nach ein paar Jahren immer noch wissen, dann hätten sie es verstanden (278:280). Lernen kann man „sehr gut“ durch schriftliche oder mündliche Prüfungen kontrollieren (294:300). Insgesamt ist es auch seine Aufgabe im Hinblick auf die Matura, den SchülerInnen Werkzeuge zu geben, wie sie gewisse Stoffmengen bewältigen können. Dahingehend werden sie von ihm „trainiert“. Auch die Aussage in (159:159) unterstreicht diesen instruktiven Zugang zum Unterricht, auch wenn hier der Spaß der SchülerInnen vorgeschoben wird um eine Legitimation für sich selbst herzustellen.

Zusammenfassend bleibt der Eindruck, dass Fall D sich auf der Suche nach einer für ihn passenden Rolle als Lehrer befindet. Einerseits lassen sich stark traditionell gefärbte Aussagen erkennen, die möglicherweise aus der Zeit der Ausbildung stammen, durch das Schulsetting oder auch die Eltern bestimmt sind. D hat den unbedingten Anspruch die gedacht vorgegeben normativen Aufgaben zu erfüllen. Er möchte sowohl Vorbild sein als auch Wissensvermittler und strukturiert demnach auch stark seinen Unterricht. Andererseits ist seine innere Einstellung eindeutig schülerorientiert, er wollte immer schon Lehrer werden und mit Kindern arbeiten und hat Spaß an seinem Job, wenn er das Gefühl hat ihn gut zu machen. Wichtig dabei ist ihm ein gutes Verhältnis zu den SchülerInnen, dass sie ihn akzeptieren, und als authentisch wahrnehmen.

Insgesamt bleibt also die Zuordnung zu Transitional und dem zugrunde liegenden Verständnis von *Nature of Science*, das indifferent und teilweise naiv ist. Inhalte der Physik und allgemein der Naturwissenschaft werden als objektives und sicheres Wissen angesehen und auch in dieser Form unterrichtet. Es ist allerdings möglich, dass sich im weiteren Verlauf der Berufserfahrung das Unterrichtsverhalten eher in Richtung Instructive entwickelt, wie es sich mit den epistemologischen Überzeugungen verhält, ist kaum prognostizierbar.

6.5 Fall E

Vorstellung des Materials:

Fall E fand nur schwer Zeit das Interview zu geben und kam zum Interviewtermin über 30 Minuten zu spät. Das Interview fand in einem Rahmen zeitlichen Drucks statt und es dauerte eine Weile, bis die Atmosphäre entspannter war. Es wurde an einem Freitagabend in den Räumen des Instituts geführt und hatte eine Dauer von etwa einer Stunde. Das Transkript umfasst 8100 Wörter.

Schultyp:

Fall E unterrichtet als einziger Interviewpartner in einer berufsbildenden höheren Schule, einer Bautechnik HTL in Wien. Die Schule wird eher wie ein Betrieb geführt, hat eine eigene Versuchs- und Prüfanstalt dabei, mit der viel Geld verdient wird und die SchülerInnen arbeiten am Bauhof auch an Werkstücken, die dann auch verkauft oder für karikative Zwecke verwendet werden. E meint, man könnte die Schule als Firma mit extrem vielen Lehrlingen bezeichnen. Es sind rund 1500 Schüler, davon ca. 20% Mädchen und über 150 Lehrkräfte dort beschäftigt. Da es aus organisatorischen Gründen einfach zu managen ist (Turnunterricht), gibt es eigene Mädchen- und Burschenklassen.

Physikunterricht findet in den ersten drei Jahren zu je zwei Wochenstunden statt und heißt „angewandte Physik“. Da der Schwerpunkt des Unterrichts auf bautechnische Berufsausbildung liegt, wird wahrscheinlich viel mehr gerechnet, als in der AHS und der Unterrichtsschwerpunkt liegt mehr auf technischen Anwendungen von Wärmekraftmaschinen, Elektromotoren bis Haushaltsverkabelungen. Physik ist auch kein Maturafach, da in der vierten und fünften Klasse kein Unterricht mehr stattfindet.

Biographie

Fall E gab an aus strategischen Gründen Physik studiert zu haben, da er die rationelle Weltanschauung der Physik, den Kampf gegen den Mystizismus immer sehr geschätzt hat. Generell wollte er etwas Technisches, Handwerkliches oder etwas Experimentelles machen, eine rein formale Wissenschaft wie Mathematik wäre ihm zu wenig gewesen. Ursprünglich wollte er eigentlich Werkerziehung studieren, da er aber die künstlerische Aufnahmeprüfung an der Akademie nicht bestand, wurde es eben Physik. Außerdem war es ihm nicht recht in der schulischen Hierarchie als Werkerzieher ungefähr mit den Leibeserziehern gleichgestellt zu sein, was Physik einen weiteren Vorzug gab. Als Zweitfach studierte er Deutsch, was sich als interessanter Glücksgriff herausstellte, da ihm seit IMST klar ist, dass *Scientific Literacy* sehr viel mit Leseverständnis zu tun hat. Zu Studienbeginn sei das aber intuitiv gewesen. E unterrichtet insgesamt nun seit 8 Jahren Physik an verschiedenen Institutionen.

Zugang zu Physik

Seinen Zugang zu Physik beschreibt E als einerseits praktisch, technisch und experimentell. Andererseits ist es das Modellieren und Berechnen, die Beschreibung der Wirklichkeit nach einem rationellen (gemeint ist wahrscheinlich rational) Weltbild, dass man weiß, den Dingen bis auf Quantenebene auf den Grund gehen zu können. E beschreibt sich selbst weder als fromm noch als philosophisch, aber sein rationaler Zugang zu Physik sei auch ein Zugang zum Leben. Er bezeichnete sich auch als pragmatisch.

Während des Interviews wurde der Eindruck Pragmatismus weiter verstärkt, da E die Nützlichkeit physikalischer Allgemeinbildung öfters hervorhob. Dies ist möglicherweise auch auf den Schultyp zurückzuführen, da Physik als „angewandte Physik“ unterrichtet wird und sich insofern inhaltlich von einer AHS unterscheidet. Der Schwerpunkt der Schule liegt auf technischen Anwendungen und so wird auch der Physikunterricht gehandelt, wenngleich sich E eindeutig als Allgemeinbildner versteht. Da Physik nur die ersten drei Jahre unterrichtet wird, ist dieses Selbstverständnis möglicherweise auch wieder auf den Schultyp zurückzuführen, da sämtliche allgemeinbildenden Unterrichtsgegenstände (mit Ausnahme von Deutsch und Englisch) nur drei Jahre unterrichtet werden.

Laut E dürfe Wissenschaft allgemein per se keinen Erkenntnisanspruch haben, sondern soll unter nachvollziehbaren Kriterien Theorien aufstellen, diese im Nachhinein wieder hinterfragen, verifizieren oder falsifizieren. Generell ist er der Meinung, dass es handgreiflichere Probleme gibt, als physikalische Fundamentaltheorien über 8 oder 26 Dimensionen. Da seine Schüler außerdem eher selten anfangen in die richtige Richtung zu fragen unterrichtet er meistens sehr klassisch, solche Dinge kommen in seinem Unterricht also kaum vor.

Projekt allgemein

Durch berufliche Bekanntschaft mit der Projektleitung wurde E via Email gebeten Science Backstage zu unterstützen. Da er es als seinen Job betrachtete, bot er seine Unterstützung an, war aber dann negativ überrascht, so hineingezogen zu werden. Es habe sehr schnell eine Eigendynamik entwickelt, die zwar interessant ist aber aus beruflichen Gründen

wurde es ihm schnell zu viel. Hätte er von Anfang an gewusst, wie viel Arbeit Science Backstage macht, hätte er nicht daran teilgenommen.

An der Schule musste er mit einem Kollegen eine Klasse tauschen um überhaupt geeignete Schüler für das Projekt begeistern zu können, da seiner Ansicht nach nur Leute der dritten Klasse in Frage kamen und er sonst keine dritte Klasse unterrichtete. Als Mitte September 2009 die Bitte kam ein Wahlpflichtfach oder Ähnliches einzurichten war es außerdem viel zu spät das zu tun, das wäre Anfang Mai vielleicht noch möglich gewesen aber nicht zu diesem Zeitpunkt. Das bedeutet, dass das Projekt nebenbei in seinem Unterricht laufen muss. Die teilnehmenden Schüler wurden von ihm bewusst ausgewählt, vier sind Repetenten, die den Physikstoff der dritten Klasse schon einmal gehört haben und daher den Viertklässlern ebenbürtig sind. Er wollte ihnen damit zusätzliche Aufmerksamkeit zukommen lassen, da es wichtig für sie ist, nicht das Gefühl zu haben einfach nur mit zu rücken. Außerdem sind sie damit als Repetenten vom regulären Physikunterricht freigespielt, da sie im letzten Jahr in Physik gut abgeschnitten haben und nicht noch einmal alles lernen brauchen. Die anderen beiden sind sehr gute Schüler und wurden von ihm gebeten das Projekt zu unterstützen.

Generell ist es eher die Ausnahme dass Projekte an der Schule genehmigt werden und stattfinden. Die Ressourcenverteilung findet, anders als in einer AHS, beim Abteilungsvorstand oder in der Direktion statt und die „Allgemeinbildner“ haben eine andere Stellung an der Schule als die Fachlehrer. Dies sei ein Defizit, das bewusst ist und wogegen phasenweise auch gesteuert wird. Es ist allerdings unklar, ob E die Schulleitung von Anfang an überhaupt über die Projektteilnahme informiert hat, dieser Verdacht schöpft sich auch aus dem unkooperativen Verhalten, das Projekt auf der Homepage der Schule zu präsentieren. Relativ klar zeigte sich jedenfalls, dass Science Backstage seitens der Schule keine große Resonanz findet.

Projekt Erwartungen

Die Frage nach den Erwartungen an das Projekt löste bei E ein Schmunzeln aus und beantwortete auch sogleich, dass er sich genau das erwarte: Das ein oder andere Schmunzeln auf Schüler- oder Projektmitarbeiterseite. Allgemein halte er die Idee für „liab“ vor allem, da seine technisch vorgeformten Buben auch eine gewisse

Verständnislosigkeit artikuliert haben was den Inhalt des Projektes betrifft. Hätte man ihnen gesagt, dass sie ein Praktikum machen müssen und hinterher eine Arbeit schreiben, hätten sie das wahrscheinlich verstanden, aber dass sie nun selbst als Forscher mit soziologischen Forschungsfragen konfrontiert sind und was es bedeutet über Arbeitsabläufe, Strukturen oder Hierarchien zu forschen, war ihnen anfangs nicht so klar. Er habe das Gefühl, die Schüler seien zwar amüsiert darüber, aber eher abwartend und neutral. Manche vielleicht interessiert. Außerdem ist er davon überzeugt, dass sie auch ihm zuliebe mitmachen.

Für ihn selbst erwartete er sich keinen Lerneffekt, da er als Hauptfachphysiker durchaus Ahnung von Forschung zu haben glaubt. Er hat seine Diplomarbeit an der Berliner Humboldt-Uni über Solarzellen gemacht und weiß was Forschung ist. Andererseits räumte er ein, dass er durchaus das eine oder andere aus dem Projekt lernen wird, da seine letzte Physikvorlesung auch schon Jahre her ist. Nur über den wissenschaftlichen Zugang erwartete er sich allerdings keine Lerneffekte.

Fall E TBI:

Atlas.ti Kennzeichnung: (1:3)

F: Warum hast du Physik studiert?

A: Aaaaahm, das war eine strategische Überlegung, ahm die Alternative dazu wäre Werkerziehung gewesen und da muss man eine künstlerische Aufnahmeprüfung schaffen, Punkt 1. Punkt 2 ist, aaaaahm, weil ich, die rationelle Weltanschauungsweise der Physiker, also das gegen den Mystizismus und und und, anzukämpfen immer sehr geschätzt habe.

➔ Schätzt das „Weltbild“ der Physiker

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (40:40)

Ja, wie erwähnt, also so das praktisch, technische, das experimentelle, machma was,

probieren wir was aus, schauma ob das funktioniert, das ist das eine. Das andere ist natürlich das modellieren, das berechnen, schaun, kann ich die Wirklichkeit beschreiben und das dritte ist, dass man ein rationelles Weltbild aufspannt. Und halt weiß, dass man den Dingen bis auf Quantenteilchen auf den Grund gehen kann, oder es zumindest versucht.

➔ Gemeint ist wahrscheinlich „rationales“ Weltbild

➔ Wirklichkeit beschreiben

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (44:44)

Ehrlich gesagt... ich bin kein Philosoph. Was ich weiß ist, dass der Einstein mal gesagt hat, so am Ende der Wissenschaft steht wieder der Herrgott... Äääähm (Pause) I bin also weder fromm, no besonders philosophisch unterwegs, des net. Aber es ist einfach ein Zugang zum Leben auch...

➔ Unterstreicht rationales Weltbild

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (52:52)

Wenn's passt, sag i amal, da muss eine geeignete Stimmung entstehen, also dieses... das kennst vielleicht, dass man das als Sternstunden bezeichnet, wenn die Schüler plötzlich von selber anfangen in die richtige Richtung zu fragen, wenn ma das hermeneutisch herauskitzelt aus ihnen und in solchen Momenten kann man dann darauf eingehen. Sehr oft ist aber muss ich zugeben mein Unterricht ganz ganz klassisch, wo wir halt einfach miteinander ...so jo...(klopft auf den Tisch)

➔ Sehr oft klassischer Unterricht, weil SchülerInnen nicht in die richtige Richtung fragen

➔ Gemeint ist wahrscheinlich mäeutisch (sokratische Methode der didaktischen Gesprächsführung), nicht hermeneutisch

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (56:56)

Jo, aber i waaß net. Also wenn ma, also am wichtigsten sind mir gruppendynamische Prozesse in Klassen, also dass die achtsam miteinander umgehen, dass die vorsichtig sind in ihrer Ausdrucksweise, dass sie neugierig sind aufs Leben überhaupt, net nur für Physik und aaaa von mir aus auch politische oder wirtschaftsentwicklungstechnische Sachen, ökologische Sachen und erst in zweiter Linie wärs mir wichtig, dass die irgendwelche Formeln können.

- ➔ Lehrer-Schüler- und Schüler-Schülerverhältnis steht im Vordergrund
- ➔ Physikinhalt nicht an oberster Stelle

Codes: [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (60:60)

Naja, also Wissenschaft darf per se keinen Erkenntnisanspruch haben. Sie hat den Anspruch wissenschaftliche äh ... (Pause). Das ist jetzt schwer zu sagen, wart einmal. Dass.... Sie hat den Anspruch unter nachvollziehbaren Kriterien Theorien aufzustellen und die im Nachhinein wieder zu hinterfragen, zu verifizieren oder falsifizieren. Des wär der Anspruch der Wissenschaft.

- ➔ Unklares Bild von Wissenschaft
- ➔ Begriffe zwar bekannt, aber nicht verstanden

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (64:68)

Hach, es gibt auch herrlich depperte Theorien, die eigentlich nix bringen.... Wie heißen die, diese Nobelpreise, diese komischen Theorien?

F: Meinst du die Quantenschleifengravitation, Stringtheorie,...?

A: Ja, ja. Das hab ich auch immer... Das interessiert mich aber auch nicht besonders, da hab ich mich net so schlau gemacht darüber. Also ich denk mir es gibt sehr viel so viel handgreiflichere Probleme der Menschheit, als ob man mit 8 oder mit 26 Dimensionen

auskommen muss...

➔ Hebt pragmatischen Zugang zu Physik hervor

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (141:141)

Ich bin Hauptfach Physiker, ja. I hab auf der TU Physik studiert und war auch wirklich in der Forschung, war ein Jahr auf der Humboldt-Uni in Berlin und hab dort meine Diplomarbeit über Solarzellen geschrieben, oiso i waaß was Forschung is, i waaß was a Impactfaktor is, was a Publikation is äh... jo.

➔ Hebt Expertenstatus hervor

➔ Behauptet zu wissen was Forschung ist

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (145:145)

Über Forschung hab i keinen Lerneffekt, oiso des kann i ma net vorstellen. [...] ich werd sicher das ein oder andere im Zuge dieser Geschichte lernen, weil ja, mein Gott, meine letzte Physikvorlesung ist eine Ewigkeit her. Also ich weiß zwar was die da auf da VERA machen, aber ... Aber über den wissenschaftlichen Zugang werd ich nicht viel lernen.

➔ Lehnt eine offene Lernhaltung gegenüber *Nature of Science* ab

➔ Wenn etwas gelernt wird, dann eher Fachinhalte

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (153:153)

Also so, ich lass sie gern arbeiten, muss ihnen halt vorher trotzdem den Input geben und leider leider leider sind fast alle Lehrbücher, oder alle Lehrbücher oder die Verschriftlichung von physikalischen Inhalten zu schwierig für Schülerhirne zu verstehen, dass man es sich in einer mühsamen und anstrengenden Auseinandersetzung verbal gegenseitig mit ständigen Feedbackschleifen wieder beibringen muss. D.h. mein

Unterricht schaut so aus, dass ich ihnen was erklär, mit Händen, Füßen, Film, Tafel und Anschauungsmaterial bis sie's verstanden haben und dann müssen sie dazu arbeiten. Und wenn ich dann das Gefühl hab, die Hälfte der Klasse hat des halbwegs gecheckt, dann gemma weiter.

- ➔ SchülerInnen sollen beschäftigt sein
- ➔ Brauchen aber den Input von ihm mit vielen Wiederholungen, da Lehrbücher zu anspruchsvoll für „Schülerhirne“
- ➔ Instruktiver Unterricht, Schülerverständnis wird nach Gefühl gemessen

Codes: [Instructive] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (157:157)

Ahm, wann ich Tests mach, bin ich leider immer sehr desillusioniert. Weil dann stell ich ihnen, also meine Aufgaben gehen halt wenig in Richtung auswendig lernen und Abprüfbarkeit, sondern eher so Richtung PISA und da bist halt dann blass.... Also viele meiner Tests muss ich leider wiederholen. Und ich bin auch in der Schule, glaub ich, als recht strenger Lehrer verschrien.

- ➔ Hält sich für strengen Lehrer (hinterlässt den Eindruck das zu genießen)
- ➔ Ist von Schülerleistungen öfters enttäuscht (Ziele nicht erreicht?)

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (161:161)

Jo, was halt Hirnschmalzverwendung angeht. Net dass ich von ihnen verlange, dass sie das Buch auswendig lernen, überhaupt net! Und ich streiche ihnen auch genug Themen heraus. Aber das was ich mache und was ich versuche ihnen zu erklären und mit ihnen gemeinsam erarbeite, das will ich halt auch, dass das dann da ist.

- ➔ Klares Unterrichtsziel: SchülerInnen sollen das können, was er macht

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (177:177)

ich hab mit Kollegen in mühsamer Kleinarbeit Schülerversuchskästen aufgebaut für Mechanik und und und und, also die tun sehr viel praktisch arbeiten. Wobei das den Schülern taugt. Sie entwickeln eine gewisse handwerkliche Fertigkeit bei Dingen die man nicht für notwendig gehalten hätte. Also wie stell ich eine schiefe Ebene in einem gewissen Winkel auf, das können die sonst nicht. Ich bin mir nur über die Nachhaltigkeit der erworbenen Kompetenzen net ganz im Klaren, weil man prüft ja selten Praxisfertigkeiten ab.

- ➔ Durchaus reform-basierte Ansätze
- ➔ SchülerInnen sollen selbst arbeiten
- ➔ Allerdings wird wieder Prüfung erwähnt bzw. Nachhaltigkeit (eher instruktiver Zugang)

Codes: [Reform-based] [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (177:177)

Das andere ist, mir wärs fast wichtiger ihnen Zusammenhänge innerhalb eines technischen Weltbildes zu vermitteln, als praktische Fertigkeiten, daher geh ich in letzter Zeit eher wieder weg von diesen Schülerversuchsreihen. Mach wieder eher Demonstrationsversuche oder kurze Videoclips, die halt schnell gehen und widme dann die Zeit der gemeinsamen Lektüre, Verknüpfung und so.

- ➔ Zusammenhänge innerhalb eines technischen Weltbildes, nicht darüber hinaus
- ➔ Geht für ihn am besten mit Demonstrationsversuchen und Lektüre

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (181:181)

wie soll man sagen, also du hast an Kernstoff da geht's durm, was ist ein Energieumsatz, was is a Leistung von einer Maschine oder so und dann hast ein rund herum wo du das größenordnungsmäßig einordnen kannst, wo du weißt in welchem Industriezweige kommt was vor in welchen Größenordnungen bewegt man sich im Normalleben oder so

irgendwie. Und um das alles zu verknüpfen mit Alltagsanschauungen verwend ich immer mehr Zeit mit Lektüre von Zeitungsartikeln und so um das normal zu machen. Ahm, ich verwend, das mach ich aber erst seit zwei, drei Jahren, verwende viel Zeitungsausschnitte aus z.B. der Forschungsbeilage vom Standard oder solche Sachen, oder auch vom Science, solche Artikel, die populärwissenschaftlich aber net falsch sind und ausführlich genug um auch den Schülern beim Lesen noch Verknüpfungsmöglichkeiten zu geben. Weil die Physikbücher sind so dicht formuliert, dass des, des steht abstrakt da und wird nicht mehr umgesetzt.

- ➔ Will die Unterrichtsinhalte mit Alltagsvorstellungen verknüpfen
- ➔ Verwendet Zeitungsartikel um Alltagsprobleme zu generieren

Codes: [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (196:198)

F: Und wie schaut eine gute Physikstunde aus für dich, deiner Meinung?

A: (lange Pause) Das wichtigste ist einmal die Stimmung in der Klasse. Es muss passen für Schüler und Lehrer. Wenns nur die Schüler lustig haben find ich's nicht gut, wenn's nur der Lehrer lustig hat a net. Es muss die Stimmung passen, es muss eine Arbeitshaltung da sein, es muss der Ordnungsrahmen passen, ahm und ich muss das Gefühl haben, es muss gearbeitet werden. Ahm, das passiert eigentlich auch meistens. Ich bin selten wirklich unzufrieden mit meinen Stunden.

- ➔ Er muss das Gefühl haben, dass gearbeitet wird
- ➔ Meistens ist er mit Stunden zufrieden
- ➔ Die Stimmung muss eine Arbeitshaltung zulassen, dazu ist ein Ordnungsrahmen einzuhalten

Codes: [Transitional] [Lehrerzentriert]

Atlas.ti Kennzeichnung: (206:210)

weiß noch, kann mich erinnern hab ich eine zweite Klasse gehabt, Samstag damals noch Unterricht, 3te, 4te Stunde, dreißig Rabauken in der zweiten Klasse glauben sie in der HTL

schon sie kennen sich aus und können einem jungen Lehrer was erzählen. Ich damals frischest vorbereitet, also noch nicht sattelfest im Stoff und auch vermittlungstechnisch, da hab ich also reihenweise Stunden verschissen. Das war massiv anstrengend.

Ja, mittlerweile bin ich grau, ja... jetzt... hams anscheinend genug Respekt vor mir. Selten dass ich meine Stimme erheben muss um deutlich zu werden.

- ➔ Früher viele schlechte Stunden (disziplinär verstanden)
- ➔ Heute mit Unterrichtserfahrung ist das anders
- ➔ Respekt ist scheinbar wichtige Komponente im Unterricht

Codes: [Lehrerzentriert] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (222:224)

F: Wie schaffst du es den Schülern in der Klasse am Meisten beizubringen?

A: (lange Pause) Ziemlich sicher indem man es ihnen vorzeigt. Also so wie kleine Kinder durch nachmachen lernen, lernen glaub ich auch 15, 16 17jährige irrsinnig viel indem sie es einfach einmal sehen. Stressfrei sehen. D.h. ich mach relativ viel, bleiben wir beim Experiment, ich zeig ihnen wie das geht und lass ich sie nachbauen. Bleiben wir beim rechnen, oder zuerst amal natürlich die Theorie, aber rechnen... ich stell ein Problem, eine Fermiaufgabe sag ich amal, und dann versuch ich das zu lösen. Und dabei geh ich meinen Gedankengang laut durch. So, es wird kommentiert. Eine Seite der Tafel ist sozusagen das Programm und rechts steht wie bei einem guten Programmierer der Kommentar dabei, dass das sozusagen nachvollzogen werden kann. Und ich glaub das schätzen sie. Also ich hab Schüler die beim Test an und für sich ... und ich erkenne Phrasen wieder. (längere Pause) Manche, i mein, brauchma jetzt net drüber reden, welche Lerntypen es gibt, ich hoff ich bedien alle, manche sprechen auf Verbales mehr an, die Leut müssen ein Heft haben, wo sie mehr oder minder schön mitschreiben...

- ➔ Stark strukturierter Unterricht: Vorzeigen, Nachmachen
- ➔ Er versucht gestellte Aufgaben zu lösen, SchülerInnen sollen durch nachahmen lernen

- ➔ Bei Test kommen auswendig gelernte Phrasen vor, dies wird als Erfolg wahrgenommen

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (228:228)

Heftführung ist Pflicht, wie schön ist mir wurscht. Ich sag ihnen immer lernen sollen sie aus dem Buch, weil da ist es relativ sicher richtig. Ähm, aber sie müssen ein Heft führen. So wie wir ja, wenn du was schnell abschätzt nimmst an Kaasettel und schmierst. Und so schaun auch meine Physikhefte aus. Jo, dann gibt's die gestalterischen Typen a.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (234:240)

F: Wie würdest du also deine Rolle als Lehrer beschreiben?

A: (lange Pause) Najo, Anleiter zum, zum, zum Fragen beantworten. Also Anleiter zum Fragen stellen und Anleiter zum ... Anleiter klingt jetzt blöd. I bin der, der die Fragen evoziert und gleichzeitig der, der sie einerseits natürlich, das wär aber langweilig, sofort beantworten kann, der ihnen aber die Möglichkeit gibt diese Fragen zu beantworten. So würd ich meine Rolle beschreiben. Und je besser die Fragen, desto besser sind die Noten. [...]

Ich freu mich natürlich über intelligente Fragen auf die ich selber nicht gekommen wär, aber meistens kommen nur Fragen auf die ich selbst auch käme.

- ➔ Rolle des Wissensvermittlers und Experten: er könnte die Antworten sofort geben
- ➔ Gute Noten zeugen von Unterrichtserfolg
- ➔ Hebt sich durch seinen Expertenstatus deutlich von Schülerinnen ab

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (266:268)

F: Wie kannst du denn, oder kannst du es feststellen, wann ein Schüler etwas verstanden hat?

A: (lange Pause) Meistens im direkten Gespräch. Da kommt man am ehesten drauf ob sie Verständnisprobleme haben oder nicht. Ahm, ich bin fast immer mit fast allen Arbeitsergebnissen zufrieden. I bin mir ziemlich sicher, dass sie es verstanden haben. Wie lang sie es verstanden haben und wie lang das sozusagen dann erinnert bleibt, ist wieder was anderes. Es kann schon passieren, dass dann 4t klässler kommen: „Herr Fessor, wie war das in der zweiten?“ und sich das noch mal erklären lassen. Ahm, aber ich glaub dass ich fast allen meinen Schülern dieses Minimum, das was ich mir als Minimum definiert hab, das ist auch die Latte über die sie drüberspringen müssen, wenn sie einen vierer wollen, das geht bei fast allen hinein. Und bei denen bei denen es nicht hineingeht, sonst würd ich's nicht so beurteilen, ahm, reicht's mir halt einfach nicht. Das kann aber unterschiedlichste Gründe haben. Das kann einerseits natürlich intelligenzmäßig problematisch sein, wenn Schüler einfach mit so formal-abstrakten Rechnereien sich irrsinnig schwer tun, dann gibt's Schüler die einfach keinen Bock haben auf Physik, dann gibt's Schüler, die überhaupt nix tun und in anderen Gegenständen, genauso hängen, oiso. Jo.

- ➔ Verständnis wird im Lehrer-Schüler-Gespräch überprüft und affektiv beurteilt
- ➔ Auch über Merkfähigkeit definiert
- ➔ legt Minimumstandards für eine positive Note fest

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (276:276)

Ich geb ihnen wahnsinnig viel so freiwillige Hausübungen. Und so z.B. machts ein Modell in Excel und gebts mir die Diagramme ab... Oder bringts was mit in dieser Richtung, recherchierts was. Und das sind natürlich eher die besseren Schüler, die das machen, aber auch immer Schüler, die vielleicht wenig verstehen, aber halt fleißig sind und eine gute Note wollen, die machen das auch. Und je mehr die in diese Richtung tun, desto besser werden die auch. Also das merkt man, die Auseinandersetzung mit einem Thema, wurscht ob im Unterricht oder in der Freizeit no na net was bringt. Weil wenn ich mich mit einem

Thema auseinandersetze, werde ich sprachlich sicherer, ich verstehe irgendwann einmal worum es da eigentlich geht und mehr will ich auch nicht.

- ➔ SchülerInnen müssen sich auch selbst mit einem Thema auseinandersetzen
- ➔ „Man“ merkt die Erfolge
- ➔ Anleitungen sind aber offensichtlich stark strukturiert, Ziele vom Lehrer definiert

Codes: [Instructive] [Responsive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (293:293)

Ich will nicht Sachen komplett weglassen die eigentlich im Lehrplan stehen, ich find die Schüler haben ein Recht darauf das auch einmal gehört zu haben. Ich kann mich noch mit Schrecken an meine ersten Vorlesungen auf der UNI erinnern, wo Dinge erwähnt wurden, „das setz ich voraus, das ist Maturastoff“ und ich hab das noch nie gehört! Ich schwörs dir, ich hatte das noch nie gehört! Und das sollt eigentlich wirklich nicht passieren. Ich finde, wo vergibt sich ein Lehrer was, wenn er eine Doppelstunde zu einem Thema macht? Es muss weder abgeprüft werden, noch sonst was, aber er kann ja einmal was dazu machen. Und wenn's ein Zeitungsartikel und ein kurzer Film und ein bissl ein Input ist, ja? Mehr muss es ja auch nicht sein, dass die ungefähr wissen, ok, sagen wir Hausnummer jetzt, irgendein Gebiet ist halt!

- ➔ Unterrichtsinhalte sind vom Lehrplan vorgegeben
- ➔ SchülerInnen haben ein Recht darauf Dinge zu lernen
- ➔ Ein guter Lehrer sollte alles vom Lehrplan machen

Codes: [Instructive] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (319:321)

F: Also ich hab auch schon gehört, es gibt Leute die schmeißen ihre Vorbereitungen jedes Jahr weg ...

A: Also, das Papier kann ich mir vorstellen. Aber die Vorbereitung die du im Kopf hast, kannst nicht wegschmeißen! Da kommt jedes Jahr der selbe Topfen heraus! Oder, Topfen ist jetzt abwertend, aber na, außerdem wenn man weiß, dass es funktioniert, also im

Rahmen aller Evaluationsmöglichkeiten, die einem Lehrer zur Verfügung stehn, warum soll man das dann nicht auch so machen?

- ➔ Sein Unterrichtskonzept funktioniert „im Rahmen aller Evaluationsmöglichkeiten“
- ➔ Warum sollte es geändert werden?
- ➔ Vorbereitung (Vorstellung) im Kopf kann man nicht ändern

Codes: [Explikation] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (323:325)

F: Und was den Zeitpunkt angeht, wann sagst du: jetzt ist es Zeit zu einem neuen Thema zu wechseln?

A: (lange Pause) Also meine größeren Kapitel, überschriftsweise, brauchen 6, 7 Doppelstunden. Also sagen wir mal die Bewegung, die Dynamik in der ersten, da sind wir jetzt irgendwo schon beim Wurf, zusammengesetzt, bissl Luftwiderstand kann man da jetzt noch reinbringen und dann ist es aus. Da kommt ein Testerl dazu, oder auch eben eine Schülerarbeit, die entsprechend bewertet wird und dann freuts mich nicht mehr und die Schüler nimmer, also das ist einfach wenn das ausgelutscht ist. Wenn man weiß, jetzt haben wir viel zu dem Thema erfahren, jetzt kennen sie sich halbwegs aus, da freuts dann eigentlich nur mehr Freaks, da weiter in die Tiefe zu gehen. Und dann fang ich das nächste Kapitel an. Also jetzt z.B. fang ich in der ersten an mit Kräften, Statik, Drehmomentsgleichung auf Lagerkräften, bissl so bauphysikalische Sachen. Und das wieder, das zieht sich jetzt bis Semester. Dann nach Semester, fang ich ein bissl an mit Drehbewegung, da machen wir Planetensystem und ein paar künstliche Schwerkraft einer Raumstation und weißt so, da könnens wieder ein bissl phantasieren, weg von der Bauphysik und dann gegen Sommer, wenn's heiß wird, fang ich so gern an zu pritscheln mit ihnen und da machen wir Auftrieb und Bernulli und so Geschichten. Und das sind so vier große Blöcke, damit komm ich über ein Schuljahr drüber.

- ➔ Stark strukturierter Unterricht
- ➔ Fixer Fahrplan, pro Thema 6-7 Doppelstunden, Abschluss mit Test
- ➔ Bei einem Thema weiter in die Tiefe gehen freut nur „Freaks“

Codes: [Lehrerzentriert] [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (327:337)

F: Jetzt in so einem Extremfall, wenn du nur 3 Stunden statt 6 hast, was kürzt du dann heraus?

A: Was ich da herauskürze? Die Feedbackschleifen, den Test, also alles wo es darum geht ob sie das verstanden haben, sondern dann kriegen sie mehr, also sagen wir ich kürze das weg, wo es ums ... ja.

F: Also du kürzt nicht den Stoff?

A: Na i kürz net den Stoff. Ich kürz den Test und das wo ich weiß, ob sie es jetzt verstanden haben. Weil das ist dann am Schuljahresende, da hab ich ja eh eine Note. Und da geht's mir drum, da ist mir wichtig, dass die einmal einen Zeitungsartikel zu dem Thema, ja nehmen wir von mir aus, in einer dritten, wenn ich dann, da wird's knapp mit der Quantenphysik, das ist so mein letztes Kapitel, und dann machen wir noch Spektren und dann machen wir noch Halbleiter und dann kommst halt irgendwie ins Dotieren und in Solarzellen rein und dann merkst hoppala, jetzt sind noch ein paar Prüfungen und dann sind nur noch 3 Stunden und ich hab die Relativitätstheorie noch nicht gemacht, dann hock ich sie halt vor den Fernseher, weil die lernen dann eh und haben 100 Prüfungen und zeig ihnen ein schönes Video dazu, zu allgemeiner und zur speziellen und wenn's Fragen gibt, werden die besprochen, aber dann prüf ich's nimmer ab. Sondern wart was von ihnen kommt.

- ➔ Schülerverständnis nicht wichtig, da am Ende des Schuljahres eh eine Note da ist
- ➔ Wichtig ist, dass alles gemacht wird, auf Tests und Wiederholung wird unter Zeitdruck verzichtet
- ➔ Im Notfall gibt es ein schönes Video zu einem Thema

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (343:353)

F: Und was Themen angeht, können die Schüler irgendwie auswählen, sagst du: das ist das Programm, das könnten wir alles machen?

A: Nein, nein. Das Programm geb ich und der Lehrplan vor. Auf solche Sachen lass ich

mich nicht mehr ein.

F: Hast du mal gemacht?

A: Ja. War nicht besonders zufrieden stellend.

F: Wieso?

A: Ahm, weil im Zuge der Diskussion mit der ganzen Klasse rauskommt, dass das immer wieder nur einzelne Schüler sind, die sich dann für ein Thema interessieren, das können sie im Rahmen des Unterrichts, wenn das dran ist, ja? Aber sozusagen, die Entscheidung, wann sind sie in der Lage auch mathematisch was zu checken, die liegt bei mir. Punkt aus Ende, brauchma net diskutieren und die Sache hat sich.

- ➔ SchülerInnen werden nicht aktiv in Unterrichtsgestaltung mit einbezogen
- ➔ Wurde ausprobiert aber als negativ empfunden
- ➔ Daher stark strukturierter Unterricht

Codes: [Traditional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (357:370)

F: Wie lernen Schüler deiner Meinung nach Physik am besten?

A: Indem sie sich mit dem Thema, mit dem Stoff mit den Aufgaben auseinandersetzen. Also es, ohne Fleiß kein Preis. Es gehört ein gewisses Engagement, körperlich und geistig dazu.

Auseinandersetzen heißt, arbeiten am Thema, überlegen, anschauen, zerlegen wenn's ein Gerät ist, zamstecken, äh Größenordnungen abschätzen, recherchieren im Internet, in der Bibliothek, ähm, mitm Papa drüber reden, also einfach ... daran arbeiten.

F: Ahm, und funktioniert es so? Machen die Schüler so mit?

A: Najo, bis dorthin wo ich sag da ist mein vierer. Und manche machen nicht einmal das. Also ich definier das schon ganz klar, was ich will von ihnen.

- ➔ Klar definierte Vorgaben
- ➔ Erwartet von den SchülerInnen auch Engagement und Eigeninitiative

Codes: [Instructive] [Transitional]

Atlas.ti Kennzeichnung: (371:373)

F: Und das sagst du ihnen am Anfang des Jahres? Oder müssen die da erst draufkommen?

A: Die kommen sagen wir mal beim ersten Test drauf, in welche Richtung das geht was ich will. Aber die Art der Beispiele, die Art der Anregungen, die ist immer gleich bei mir.

Codes: [Explikation]

Atlas.ti Kennzeichnung: (383:385)

F: Woher weißt du, wann in der Klasse allgemein etwas gelernt wird, wann da ein Lerneffekt passiert?

A: Hm. Das halt ich für sehr schwierig, weil Schüler geben einem manchmal vor zu lernen obwohl sie es nicht tun oder sonst was. Also, ähm, das siehst ja nicht, die haben ja keine Anzeige: „jetzt lern ich gerade“. (Pause) Ich glaub am meisten lernen sie, wenn sie ins arbeiten geraten, wenn sie so in den flow reinkommen, wo sie mit roten Backen dasitzen und was tun. Und das merkst sehr schnell, da musst nach 10 Minuten lüften, weil die Luft schnell grauslich ist. Das ist so der Moment wo was weitergeht.

➔ Lernen passiert bei Beschäftigung mit einem Thema, beim Arbeiten

➔ Ansonsten schwer zu überprüfen

Codes: [Instructive]

Atlas.ti Kennzeichnung: (406:406)

Also manchmal sag ich schon auch: Herrschaften, das ist eine Formel, die will ich, dass ihr die könnt. Ja? Und dann gibt es Leute, die haben einen 5er auf den Test und sagen, jetzt wünsch ich mir eine Prüfung, dann sag ich jetzt schreibst mir diese Formel an die Tafel und erklärst mir was die Buchstaben sind. Ich mein, das ist wie in Englisch, manchmal muss man Vokabeln lernen. Und wenn der dann nicht in der Lage ist, weiß ich, eine Beschleunigung ist Δv durch Δt hinzuschreiben, oder er schreibt falsch hin oder so, dann lass ich ihn natürlich anrennen. Dann sag ich ihm, heast das ist nicht ok. Du brauchst dich nicht zu einer Prüfung melden, wennst dann nix kannst. Die ist ja dazu da,

dass du zeigst, dass du es ausgebessert hast.

Aber in dubio pro reo, also net auf ungut oder so.

- ➔ Inhalte müssen zwar gelernt werden
- ➔ Im Zweifelsfall aber eher auf Schülerseite

Codes: [Transitional]

Zusammenfassung:

Bei der Analyse des Interviews mit Fall E zeigte sich sehr bald ein eindeutiger Trend in Richtung traditionelle, instruktive Unterrichtsgestaltung, die lehrerzentriert und stark strukturiert ist:

Tabelle 7: Kategorisierung Fall E

Kategorie	Traditional	Instructive	Transitional	Responsive	Reform-based
Zuweisungen	14	10	5	2	1
Unterrichtsstil	Lehrerzentriert				Schülerzentriert
	3				0

Interpretation:

Fall E erläutert gleich zu Beginn des Interviews seine Gründe für das Physikstudium: Die naturwissenschaftliche Sichtweise der rationalen Weltanschauung und den Kampf gegen den Mystizismus hat er immer schon sehr geschätzt ((1:3), (40:40), (44:44)). Auffallend dabei ist, dass er manche Begriffe verwechselt und völlig falsch verwendet, als es der Zusammenhang vermuten ließe. So setzt er „rationell“ mit „rational“ gleich und versteht scheinbar unter „hermeneutisch“ die mæeutische Methode der sokratisch-didaktischen Gesprächsführung (52:52). Das Bild von Wissenschaft zeigt sich dann ebenfalls als unklar und undifferenziert. Zwar sind Fall E die Begriffe „verifizierbar“ und „falsifizierbar“

bekannt, aber sie werden undifferenziert verwendet. Außerdem dürfe Wissenschaft keinen Erkenntnisanspruch haben, sondern Theorien aufstellen und diese dann im Nachhinein wieder hinterfragen (60:60). Dies hat zunächst den Anschein als sei überhaupt kein Verständnis von einer Natur der Naturwissenschaft vorhanden. In weiterer Folge zeigt sich dann, dass die vertretene Auffassung äußerst traditionell gefärbt ist.

In mehreren Aussagen wird der Expertenstatus hervorgehoben (141:141), (234:240) und seine Unterrichtsplanung ist tendenziell lehrerzentriert. So macht er kaum noch Schülerversuche sondern entweder Demonstrationsversuche (177:177) oder problemorientierte Lektüre von Zeitungsartikeln (181:181). Letzteres ist zwar eine moderne Methode der Physikdidaktik, geht aber im Gesamtbild der traditionellen Färbung der Unterrichtsgestaltung eher unter. Schülerinnen sollen im Physikunterricht Zusammenhänge innerhalb eines technischen Weltbildes lernen und müssen sich um dies zu erreichen auch intensiv mit dem Stoff auseinandersetzen (276:276), (357:370). Wichtig ist ihm im Unterricht zu merken, dass die SchülerInnen an einem Thema arbeiten. Die intensive Auseinandersetzung mit einem Thema garantiert am ehesten einen Lernerfolg (153:153), (196:198), (357:370). Dafür muss allerdings auch der Ordnungsrahmen passen, den er durch Disziplin und Respekt aufbauen will (196:198), (206:210). Andere Hinweise auf die selbstüberzeugte Haltung des Experten geben (141:141) und (145:145), in denen er auf das Projekt Science Backstage angesprochen, eine ablehnende Haltung neuer Lerneffekte für sich selbst ausdrückt. Schließlich wisse er was physikalische Forschung ist und werde daher über die *Nature of Science* wohl kaum etwas lernen. Auch durch die Aussage in (319:321) wird die Rolle des allwissenden Experten weiter verstärkt: Wenn etwas funktioniert (gemeint sind Unterrichtsinhalte und Konzepte), warum sollte man es dann ändern? Außerdem sei es ohnehin nicht möglich die Vorbereitungen, die man im Kopf hat zu ändern. Dies deutet an, dass es sich mit epistemologischen Überzeugungen ähnlich verhalten könnte und würde Fall E noch deutlicher in die traditionelle Kategorie einordnen.

Die SchülerInnen werden auch kaum in die Unterrichtsgestaltung mit einbezogen, das Programm wird vom Lehrer oder dem Lehrplan strikt vorgegeben (343:353) und ist auch jedes Jahr ziemlich gleich (319:321). Für die einzelnen Themen ist ein klarer Zeitumfang eingeplant, die meisten Kapitel werden in 6-7 Stunden abgehandelt, danach wird zum nächsten übergegangen, unabhängig davon, ob die SchülerInnen Verständnisprobleme

haben oder nicht (323:325), (327:337). Die SchülerInnen haben ein Recht darauf sämtliche Themen die im Lehrplan stehen zumindest einmal zu hören.

Die Unterrichtsziele E's sind klar definiert und werden durch Tests, schriftliche Arbeiten oder Prüfungen abgefragt. Dabei ist ihm aber auch ein gutes Lehrer-Schülerverhältnis wichtig und im Zweifelsfall gibt er immer die bessere Note her (406:406). Wichtig sind ihm neben den physikalischen Inhalten vor allem gruppendynamische Prozesse in den Klassen und gute Umgangsformen (56:56). Wie Gruppendynamik durch die starke Strukturierung des Unterrichts gefördert wird, ist allerdings unklar.

Zusammenfassend lässt sich Fall E's Unterricht genauso skizzieren: er ist stark strukturiert, lehrerzentriert und instruktiv. Es finden sich kaum Erwähnungen, die einen schülerorientierten Unterricht andeuten, was möglicherweise auch auf den Schultyp zurückzuführen ist. Fall E unterrichtet in einer großen HTL, in die SchülerInnen aus verschiedenen sozialen Schichten und mit stark inhomogener schulischer Vorbildung kommen. Möglicherweise ist so die stark traditionell anmutende Strukturierung zu verstehen. Dies allein würde den Schluss noch nicht gestatten, dass Fall E auch eher ein traditionelles Bild von Physik und Naturwissenschaften hat. Doch sieht man sich die Anfangs angeführten Aussagen an, so lässt sich diese Bild sehr wohl skizzieren. E glaubt nicht, dass er über Forschung oder wissenschaftlichen Zugang noch etwas lernen wird, betont die Vorzüge der „naturwissenschaftlichen Sichtweise“ und hebt an anderer Stelle seinen pragmatischen Zugang zu Physik hervor (64:68). Er räumt außerdem ein, kein Philosoph zu sein und sich für manche Themen schlichtweg nicht zu interessieren. Dies alles zusammengesetzt lässt vermuten, dass Fall E Physik als Naturwissenschaft nicht ernsthaft reflektiert und erklärt die resultierende Kategorisierung. Physikalische Erkenntnisse werden bestenfalls als diskussionswürdige Tatsachen anerkannt, die Erkenntnisgenese im Kontext der *Nature of Science* wurde bisher offensichtlich kaum hinterfragt.

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

7.1 Einstellung und Verhalten

Wie schon in Kapitel sechs erwähnt, zeigten sich bei der Auswertung der Interviews einige Schwierigkeiten. Neben dem inhaltlichen Problem, dass keine expliziten epistemologischen Überzeugungen abgefragt wurden, gestaltete sich auch das Schließen auf die philosophischen Grundhaltungen aus dem TBI als nicht unverfänglich. Der Grund dafür liegt in der Theorie der Einstellungen selbst. Um diese Schwierigkeiten nachvollziehen zu können und die Ergebnisse zu erklären muss etwas weiter ausgeholt werden und Theorien zu Einstellungen aus der Psychologie betrachtet werden.

Einstellungen von Personen nehmen innerhalb der kognitiven Psychologie ein großes Kapitel ein. Neben der behavioristischen Psychologie, die sich stark an naturwissenschaftlichen Messverfahren orientiert und kognitive Vorgänge aus ihrer Untersuchung weitgehend ausklammert, liefert die kognitive Psychologie gut untersuchte Erklärungen für verhaltensrelevante Bewusstseinsabläufe.

Herkner (2003[1991]) definiert Einstellungen wie folgt:

„Die Einstellung einer Person zu einem Objekt ist ihre subjektive Bewertung des Objektes. Einstellungsobjekte können Reize, Verhaltensweisen oder kognitive Elemente (kognitive Systeme) sein.“ (Herkner, 2003[1991], S. 181)

Erste Untersuchungen über Einstellungen und Verhalten in der Sozialpsychologie gehen bis in die 1930iger Jahre zurück. Ziel aller Untersuchungen war herauszufinden, wie Einstellungen und Verhalten korrelieren. Entgegen den Erwartungen stellte sich heraus, dass Einstellungen keinen signifikanten Einfluss auf Verhalten haben und es wurde in Erwägung gezogen den Einstellungsbegriff überhaupt wieder fallen zu lassen (vgl. Herkner, 2003[1991], S. 211)

Ein interessanter Aspekt kam allerdings durch die Formulierung der heute weithin anerkannten *Dissonanztheorie* von Leon Festinger (1957) hinzu.

Der Dissonanztheorie zu Folge hat umgekehrt das Verhalten einer Person einen (intersubjektiv unterschiedlichen) Einfluss auf die Einstellung der Person. Grundlegende

Annahme ist, dass Menschen dazu neigen, kognitive Elemente (Bewusstseinsinhalte) in ein konsonantes, d.h. harmonisches Verhältnis zueinander zu bringen. Entstehen dissonante Relationen werden sie nach Möglichkeit in konsonante übergeführt.

Wird durch diverse Gründe ein einstellungsdiskrepantes Verhalten an den Tag gelegt, ist es oft leichter die Einstellung zu ändern und so konsonante Relationen zu erzeugen, als das Verhalten. Die Gründe sich einstellungsdiskrepant zu verhalten können dabei durch äußere Umstände veranlasst sein, z.B. normative Schranken, auferlegte Pflichten oder physisches Unvermögen. Sie können aber auch durch innere psychische Vorgänge, wie z.B. subjektive Bewertung des Verhaltens, der Vorfreude auf eine Belohnung, oder eine psychophysische Abhängigkeit nach bestimmten Substanzen sein. Viele dieser Untersuchungen wurden daher mit Rauchern durchgeführt, die der Theorie gut entsprachen.

Eine umfassende Theorie zum Thema Einstellung und Verhalten lieferten dann Fishbein (1967) und Fishbein und Ajzen (1975) (vgl. Herkner, 2003[1991], S. 213) Dieser Theorie zu Folge wird das Verhalten einer Person von unterschiedlichen kognitiven Variablen beeinflusst: Gemeinsam mit Einstellungen beeinflussen private und soziale Normen (innere und äußere Ansprüche an die Person) die lange Zeit unbeachtete Komponente der Verhaltensintention. Das Verhalten selbst hängt dann von der Verhaltensintention ab:

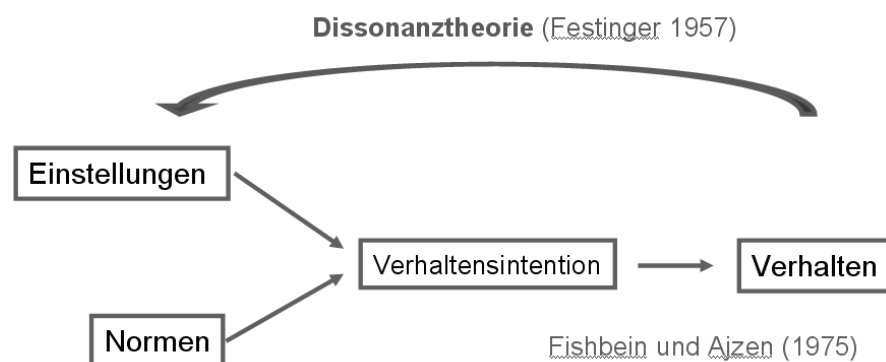


Abbildung 6: vereinfachte Theorie nach Fishbein und Ajzen (1975) , die rote Ergänzung der Dissonanztheorie stammt nicht von den Autoren (vgl. Herkner (2003[1991], S. 211 ff)

Es versteht sich von selbst, dass diese Darstellung stark vereinfacht ist und viele interessante Aspekte ausklammert. Die Theorie wurde in den Folgejahren durch Kritiker und die Autoren selbst maßgeblich erweitert und präzisiert.

Für die Interpretation der Forschungsergebnisse werden aber alle relevanten Aspekte hier gut abgebildet. Es reicht zu wissen, dass Einstellung auf Verhalten keine signifikante Kausalbeziehung aufweist und dass sich ein Verhalten durch verschiedene multiple Ursachen (innere und äußere) ergibt.

Da mit dem TBI keine expliziten epistemologischen Überzeugungen, also Einstellungen, abgefragt wurden, mussten sie über die Inhaltsanalyse erschlossen werden. Die Fragen des TBI sind auf bestimmte Vorstellungen von Unterricht und Verhalten im Unterricht, Verständniskonzept von SchülerInnen und des Selbstbildes von der Rolle als LehrerIn ausgerichtet. Vor allem wenn die Interviewten ein Beispiel aus dem Unterrichtsalltag schilderten, stammten diese eben aus der Unterrichtspraxis, spiegelten also ein Verhalten wider und keine Einstellung.

Wie weit diese nun mit den epistemologischen Überzeugungen korrelieren lässt sich nicht sagen. Es ist zwar davon auszugehen, dass auch die befragten LehrerInnen dissonante Relationen zu vermeiden versuchen. Die Dissonanztheorie liefert ja Hinweise auf einen mehr oder weniger starken Kausalzusammenhang in umgekehrter Richtung. Insofern wäre der Schluss von den getätigten Aussagen auf die zugrunde liegenden Einstellungen zulässig. Allerdings kommen bei jedem einzelnen Fall in unterschiedlicher Ausprägung die normative Komponente des Schulsystems und die Verhaltensintention, die subjektiven Ziele und Gründe der jeweiligen Person zur Geltung wobei diese nicht immer in eindeutiger Weise festzustellen sind. Bei der Interpretation wurde versucht auf diese Komponenten explizit Rücksicht zu nehmen.

7.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Fall A verfolgt in seinem Unterricht ein schülerorientiertes Konzept, aus seinen Aussagen geht hervor, dass ihm Interaktion und gedankliche Freiheit im Unterricht wichtiger sind als

formale Normen. Allerdings erwähnte er des Öfteren die normativen Schranken des Schulsystems, dem er sich auch in Hinblick seines Unterrichtserfolges unterwerfen muss. Die subjektive Bewertung dieser normativen Komponente konnte nicht eindeutig erhoben werden, da Fall A ausweichend auf entsprechende Fragen reagierte. Dennoch ist der Schluss zulässig, dass seiner Unterrichtspraxis ein modernes Bild von Wissenschaften zugrunde liegt.

Ein gegenteiliges Bild zeigte sich bei Fall B. Ihr Unterricht ist stark auf Disziplin ausgerichtet, die Inhalte sind überwiegend lehrerzentriert bestimmt. Es finden sich kaum Aussagen die sich den Kategorien [Responsive] zuordnen lassen, [Reform-based]-Aussagen kommen gar nicht vor. Ihre Rolle als Lehrerin versteht sie in erster Linie als Wissensvermittlerin, neue Unterrichtsinhalte orientiert sie an Vorträgen von Experten oder anderen Anstößen. Dies drängt den Schluss auf, dass wissenschaftliches Wissen von ihr als etwas sehr Beständiges wahrgenommen wird und charakterisiert damit eine traditionelle Vorstellung von *Nature of Science*.

Fall C erwies sich als sehr schwierig in der Interpretation. Vor allem die Zuordnungen zu den einzelnen Kategorien des TBI brachte hier keinen Aufschluss über die Vorstellung von *Nature of Science*. Durch mehrere Durchgänge der Inhaltsanalyse konnte aber dennoch das Bild der eher traditionellen Ansicht von Wissenschaft begründet werden. Vor allem die Charakterisierung des Experten der Wissenschaft ist hierfür verantwortlich. An mehreren Stellen des Interviews finden sich diesbezügliche Aussagen.

Ebenfalls schwierig zu interpretieren war Fall D. Seine Rolle als Lehrer ist relativ klar an eine traditionelle Vorstellung des Lehrers geknüpft, hinzu kommt die subjektive Wichtigkeit der normativen Komponente des Schulsystems. Sein Unterricht orientiert sich stark an diesen normativen Vorgaben, allerdings konnte in vielen Aussagen und auch durch seine biographischen Daten eine deutliche schülerorientierte Haltung festgestellt werden.

Wie elaboriert sein Verständnis von *Nature of Science* ist, kann nicht eindeutig gesagt werden. Da Fall D erst seit drei Jahren unterrichtet ist davon auszugehen, dass sich seine Einstellung in eine der beiden Extreme entwickeln wird.

Bei Fall E wirken sich die normativen Komponenten des Schultyps möglicherweise stark beeinflussend auf die Unterrichtsgestaltung aus. Er unterrichtet als einziger Interviewpartner an einer berufsbildenden Schule, in der der Physikunterricht eine eher untergeordnete Rolle spielt. Seine Aussagen bezüglich der Motivation für das Physikstudium und die Aussage, sich für philosophische aber auch manche physikalische Themen nicht zu interessieren, lässt aber doch relativ klar auf ein traditionelles Wissenschaftsverständnis schließen.

7.3 Güte der Ergebnisse

Ob sich die hier in der Arbeit gezogenen Schlüsse in eine der beiden Kategorien „richtig“ oder „falsch“ einordnen lassen, lässt sich an dieser Stelle nicht beantworten. Dazu würden weitere Untersuchungen (mit anderen Methoden) möglicherweise mehr Aufschluss geben. Es stellt sich dann allerdings die Frage wie weit Ergebnisse unterschiedlicher Messinstrumente überhaupt miteinander vergleichbar sind.

Das TBI stellt ein gutes Instrument dar, eine begründbare Hypothese über bestimmte philosophische Grundhaltungen zu bekommen. Das Kategoriensystem ist dabei eine hilfreiche Unterstützung, es reicht aber nicht aus um bestimmte Positionen dezidiert festzustellen. Dazu sind die Kategorien einerseits zu eng gefasst und die Interviewfragen andererseits zu offen gestellt. Außerdem lassen sich in manchen Antworten der Interviewten im Sinne des Kategoriensystems durchaus widersprüchliche Aussagen feststellen. Somit ist eine eindeutige Zuordnung zu den Kategorien schwierig bis kaum möglich. Das Kategoriensystem und die Interviewfragen passen schlichtweg nicht gut zusammen. Durch die qualitative Inhaltsanalyse sind die gezogenen Schlüsse argumentativ

nachvollziehbar. Eine weitere Einschränkung ist aber, dass das TBI konstruiert wurde um die Einstellungen, bzw. die Einstellungsänderungen von Junglehrern mit vergleichsweise wenige Unterrichtspraxis zu erfassen. Da allerdings vier von fünf LehrerInnen bereits zehn oder mehr Jahre unterrichten, ist die Validität der Ergebnisse diskussionswürdig.

Die Validierung der Ergebnisse ist im Rahmen dieser Diplomarbeit nur begrenzt möglich. Um eine wirkliche Validierung zu erreichen, müssten die Inhaltsanalysen von unabhängigen Sozialforschern in mehreren Durchgängen durchgeführt und miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden allerdings im fachdidaktischen Forschungsseminar ausführlich diskutiert. Die einzelnen Fälle wurden detailliert beschrieben und die Inhaltsanalyse nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt. Die Interpretationen sind allerdings subjektiv und können daher keinen allgemein gültigen Anspruch erheben. Dennoch sind die Ergebnisse im Rahmen der durchgeführten Studie und mit der verwendeten Methode der qualitativen Inhaltsanalyse glaubwürdig.

Abschließend ist noch zu erwähnen, dass keine/r der von mir interviewten Personen auf eine bestimmte Position festgesetzt wird. Das Interview fand unter den besonderen Bedingungen des Science Backstage Projektes statt, die Theorie und die Reliabilität des TBI sind bestenfalls diskussionswürdig und keineswegs determinierend. Das Kategoriensystem hat sich nur teilweise als hilfreich herausgestellt um eine bestimmte „Ahnung“ zu bekommen, welchen Unterrichtsstil die befragte Person hatte. Ob und wie das Verhalten im Unterricht allerdings mit epistemologischen Überzeugungen zusammenhängt, ist fraglich. Was die Persistenz von Einstellungen im Allgemeinen und epistemologischen Überzeugungen im Besonderen betrifft gibt es unterschiedliche Auffassungen. Es ist leicht möglich, dass sich die Einstellungen einer Person im Lauf der Zeit ändern. Das TBI wurde auch mit diesem Gedanken entworfen: Durch mehrere Interviews von Junglehrern über einen längeren Zeitraum, sollten Änderungen ihrer Einstellungen festgestellt werden. Wie die Autoren die Vergleichbarkeit der Ergebnisse hergestellt haben ist allerdings unklar. Dies ist auch eines der Grundprobleme der qualitativen Forschung: die klassischen Gütekriterien sind hier wenig tragfähig. Nach Mayring (2002) gilt der Grundsatz, dass die Gütekriterien der qualitativen Forschung ihren

jeweiligen Methoden angemessen sein müssen (vgl. Mayring 2002, S. 141-142). Damit wird den Konstrukteuren von Messinstrumenten eine große Verantwortung zugesprochen, denn die Gütekriterien können nur sie festlegen. Wie sorgfältig sie dabei vorgehen kann nie mit Exaktheit bestimmt werden. Für die Ergebnisse dieser Arbeit heißt das folgendes:

Die Befragung mit dem Teacher Beliefs Interview, seiner Theorie und Kategorien, hat zum Zeitpunkt der Analyse des Materials, das im November 2009 mit den an Science Backstage beteiligten Lehrpersonen entstanden ist, genau dieses Ergebnis hervorgebracht. Es ist schwer die Interviews, Aussagen und Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Jeder Interviewte antwortete anders auf die Fragen und die Antworten hatten unterschiedliche Bedeutungsinhalte für die Befragten. Das Ergebnis der Befragung wird als einmalig und nicht allgemein gültig oder repräsentativ charakterisiert. In diesem Sinn darf es also, wie jedes andere Ergebnis einer wissenschaftlichen Untersuchung auch (ein „modernes“ Wissenschaftsverständnis vorausgesetzt), nur als vorläufig verstanden werden.

8. Literaturverzeichnis

AECC Physik Online verfügbar unter: <http://aeccp.univie.ac.at/>

Arnold, M. Fischer R. (Hg.) (2004): Disziplinierungen. Kulturen der Wissenschaften im Vergleich. Wien: Turia + Kant (11).

Bertsch, Ch. (2009): Forschend-begründendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht Online verfügbar unter: http://imst.uni-klu.ac.at/imst-wiki/images/2/2b/Dissertation_ChristianBertsch.pdf

BMUKK., Online verfügbar unter:
http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11862/lp_neu_ahs_10.pdf.

Boer de, H. (2008): Bildung sozialer, emotionaler und kommunikativer Kompetenzen: ein komplexer Prozess. In: Rohlf, C.; Harring, M.; Palentien, C. (Hg.): Kompetenz - Bildung. Soziale, emotionale und kommunikative Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 19–34.

Bybee, R. W. (2002): Scientific Literacy - Mythos oder Realität? In: Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T.; Evans, R. (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 21–44.

Carnap, R. (1928): Der logische Aufbau der Welt. Berlin-Schlachtensee: Weltkreis Verlag.

Carnap, R. (1932): Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft. In: Erkenntnis, H. 2, S. 432–465.

Descartes, R. (1986 [1641]): Meditationes de prima philosophia. Philipp Reclam jun. (Hg.). Stuttgart: Reclam.

Dubs, R. (2002): Scientific Literacy: Eine Herausforderung für die Pädagogik. In: Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T.; Evans, R. (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 69–82.

Edmonds, D. J. & Eidinow J. A. (2001): Wie Ludwig Wittgenstein Karl Popper mit dem Feuerhaken drohte. Eine Ermittlung. Stuttgart/München: DVA.

Erlemann, M. (2004): Inszenierte Erkenntnis. Zur Wissenschaftskultur der Physik im universitären Lehrkontext. In: Arnold, M. Fischer R. (Hg.): Disziplinierungen. Kulturen der Wissenschaften im Vergleich. Wien: Turia + Kant (11), S. 53–89.

Feyerabend, P. (1986 [1975]): Wider den Methodenzwang. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Fischer H.(1998): Scientific Literacy und Physiklernen. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (2), S. 41–52.

Flick, U.; von Kardoff, E.; Steinke, I. (Hg.) (2009): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 7. Aufl. Hamburg: Rowohlt.

Frank, P. (1932): Das Kausalgesetz und seine Grenzen. Frank, P. & Schlick M. (Hg.). Wien: Julius Springer.

Gräber, W.; Nentwig, P. (2002): Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In: Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T.; Evans, R. (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 7–20.

Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T., et al. (Hg.) (2002): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich.

Gräber, W.; Nentwig, P.; Nicolson, P. (2002): Scientific Literacy - von der Theorie zur Praxis. In: Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T.; Evans, R. (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 135–145.

Häußler, P. (Hg.) (1992): Physikunterricht und Menschenbildung. Kiel: IPN.

Heisenberg, W. (1979): Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze. Busche, J. (Hg.). Stuttgart: Reclam.

Höttecke, D. (2001a): Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen. Niedderer, H. Fischler H. (Hg.). Berlin: Logos (16).

Höttecke, D. (2001b): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der "Natur der Naturwissenschaften". In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. Jg.7, S. 7–23.

Luft, J. & Roehrig, G. (2007): Capturing Science Teacher's Epistemological Beliefs: The Development of the Teacher Beliefs Interview. In: Electronic Journal of Science Education, H. 11/2, S. 38–63.

Kant, I. (1989 [1783]): Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können. Stuttgart: Reclam.

Kant, I. (2002 [1787]): Kritik der reinen Vernunft. 2.Auflage. Stuttgart: Reclam.

Kuhn, T. S. (1976[1962]): Die Struktur der wissenschaftlichen Revolutionen. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Lind, G. (1992): Physikunterricht und Menschenbildung. Eine historische Einführung. In: Häußler, P. (Hg.): Physikunterricht und Menschenbildung. Kiel: IPN, S. 37–54.

Mach, E. (1905): Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung. Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Matthews, R. (2009): Manche Schwäne sind grau. In: Spektrum der Wissenschaft, H. 03, S. 72–76.

Mayring, P. (2002): Qualitative Sozialforschung. 5. Aufl. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

Muckenfuß, H. (1995): Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. 1. Aufl. Berlin: Cornelsen.

Muckenfuß, H. (2000): Naturwissenschaftliche Bildung – Fehlanzeige an Deutschlands Schulen? Online verfügbar unter: http://www.physik.uni-regensburg.de/didaktik/Vorl/emp_Forschung/emp_Befunde_PhyUnt_Muckenf.pdf

Oelkers, J. (2002): "Wissenschaftliche Bildung": Einige notwendige Verunsicherungen in beiden Richtungen. In: Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T.; Evans, R. (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 105–120.

Oeser, E. (2003): Popper, der Wiener Kreis und die Folgen. Die Grundlagen der Wissenschaftstheorie. Wien: Facultas.

Pauli, W. (1984): Physik und Erkenntnistheorie. Braunschweig: Vieweg & Sohn.

Pietschmann, H. (1995): Das Ende des naturwissenschaftlichen Zeitalters. Stuttgart: Weitbrecht.

Pietschmann, H. (2007): Phänomenologie der Naturwissenschaft. Wissenschaftstheoretische und philosophische Probleme der Physik. 2., erw. Aufl. Wien: Ibero-Verl. - Europ. Univ. Press.

Popper, K. (1982 [1974]): Ausgangspunkte. Meine intellektuelle Entwicklung. Hamburg: Hoffmann und Kampe.

Popper, K. (2005 [1934]): Logik der Forschung. 11. Aufl. Tübingen: Mohr Siebeck.

Projektantrag Science Backstage lang final.pdf

Reichert, J. (2009): Abduktion, Deduktion und Induktion in der qualitativen Forschung. In: Flick, U.; von Kardoff, E.; Steinke, I. (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 7. Aufl. Hamburg: Rowohlt, S. 276–286.

Rohlf, C.; Harring, M.; Palentien, C. (Hg.) (2008): Kompetenz - Bildung. Soziale, emotionale und kommunikative Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Schaefer, G. (2002): Scientific Literacy im Dienste der Entwicklung allgemeiner Kompetenzen - "Fächerübergreifende Fächer" im Schulunterricht. In: Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T.; Evans, R. (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 83–104.

Schnädelbach, H. (2004): Erkenntnistheorie. zur Einführung. Hamburg: Junius Verlag GmbH.

Schreiner, C.; Schwantner, U. (Hg.) (2009): PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt. Graz: Leykam.

Schwarz, Gerhard (1992): Raum und Zeit als naturphilosophisches Problem. Neuaufl. Wien: WUV Univ.-Verl.

Segrè, E. (1997[1981,1984]): Die großen Physiker und ihre Entdeckungen. Von den fallenden Körpern zu den Quarks. München: Piper.

Shamos, R. W. (2002): Durch Prozesse ein Bewusstsein für die Naturwissenschaften entwickeln. In: Gräber, W.; Nentwig, P.; Koballa, T.; Evans, R. (Hg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 45–68.

Weizsäcker, C. F. (1976): Die Tragweite der Wissenschaft. Stuttgart: Hirzel.

Weizsäcker, C. F. (1978): Deutlichkeit. München: Hanser Verlag.

Weizsäcker, C. F. (2002): Große Physiker. Von Aristoteles bis Werner Heisenberg. München: Deutscher Taschenbuchverlag GmbH & Co. KG.

Wittgenstein, L. (2001 [1921]): Logisch-philosophische Abhandlung. Tractatus logico-philosophicus. Kritische Edition. McGuinness, B.; Schulte, J. (Hg.): Suhrkamp.

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: 5 Konzepte physikalischer Bildung der Delphi-Studie (Quelle: Muckenfuß,1995, S. 32).....	7
Abbildung 2: Minimale Lösung von <i>Scientific Literacy</i> : Biologie, Chemie und Physik entwickeln gemeinsam eine Sachkompetenz über Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Natur als Grundlage für die zukünftige Entwicklung allgemeiner Kompetenzen. (vgl. Schaefer 2002, S. 89).....	16
Abbildung 3: Mittlere Lösung von <i>Scientific Literacy</i> : Die Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Natur werden bereits angewandt und für einige allgemeine Kompetenzen, die aber mit den Naturwissenschaften nah verwandt sind, funktionalisiert. (vgl. Schaefer 2002, S. 89).....	16
Abbildung 4: Maximale Lösung von <i>Scientific Literacy</i> : Die Grundkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Natur werden auf alle allgemeinen Kompetenzen verwendet und funktionalisiert. (vgl. Schaefer 2002, S. 90)	17
Abbildung 5: <i>Scientific Literacy</i> nach Gräber Nentwig und Nicolson (Gräber et al. 2002, S. 137).....	18
Abbildung 6: vereinfachte Theorie nach Fishbein und Ajzen (1975) , die rote Ergänzung der Dissonanztheorie stammt nicht von den Autoren (vgl. Herkner (2003[1991], S. 211 ff) 163	

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kategorienbeschreibung des TBI (vgl. Luft & Roehrig 2007, S. 54)	58
Tabelle 2: Beispiel der Lehrerüberzeugungen von Luft und Roehrig (vgl. Luft und Roehrig 2007, S. 54):	60
Tabelle 3: Kategorisierung Fall A	81
Tabelle 4: Kategorisierung Fall B	100
Tabelle 5: Kategorisierung Fall C	118
Tabelle 6: Kategorisierung Fall D	137
Tabelle 7: Kategorisierung Fall E.....	159

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name	Dominik Ertl
Geburtsdatum	03.11.1980
Adresse	Nussdorferstraße 38, 1090 Wien
Kontakt	dominik.ertl@univie.ac.at

Ausbildung:

1987-1991	Volksschule Uttendorf
1991-1999	Gymnasium Braunau
2001-2002	Diplomstudium Physik
2002-2003	Lehramtsstudium Physik, Chemie
2003-2010	Lehramtsstudium Physik, Philosophie, Psychologie

Berufliche Tätigkeit:

2000-2001	Ableistung des Zivildienstes beim ÖRK
2007-2009	Vertragslehrer für Physik am RG 1, Schottenbastei 7-9
seit 2009	Projektmitarbeiter am AECC Physik, Universität Wien
seit 2009	Nachhilfelehrer bei Fa. Multi Lingua, Wien