



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Theoriegeleitete Fallstudie zur Anwendung von
fachdidaktischem Professionswissen eines Biologielehrers
während des Unterrichts zum Themenkomplex
„Soja als Weltwirtschaftsphänomen“

verfasst von / submitted by

Raphaella Aspalter

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

Wien, 2016 / Vienna, 2016

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

A 190 353 445

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

Lehramtsstudium UF Spanisch
UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Suzanne Kapelari, MA

Vorwort

Kurz vor Fertigstellung dieser Diplomarbeit führte ich ein knappes, aber im Nachhinein betrachtet sehr interessantes Gespräch. Meine Mama fragte mich aus heiterem Himmel, wann ich denn eigentlich für mich selbst die Entscheidung getroffen habe, dass ich Lehrerin werden möchte. Ich konnte ihr darauf keine wirklich gute Antwort geben. Das brachte mich zum Nachdenken.

Heute glaube ich, dass es meine eigene Schulzeit war, die mich in diese Richtung gebracht hat. Schon als Kind machte es mir nichts aus, nachmittags die Nachhilfelehrerin für meine beiden jüngeren Schwestern zu spielen. Ganz im Gegenteil. Diese Dynamik des Lehrens und Lernens hatte für mich damals schon - und heute umso mehr - etwas sehr Spannendes.

Meine Faszination für das Unterrichten führte mich als logische Konsequenz zu einem Lehramtsstudium und infolgedessen fünf Jahre später zu dieser abschließenden Diplomarbeit.

Der Grund, weshalb ich ein Diplomarbeitsthema aus dem fachdidaktischen Bereich gewählt habe, liegt für mich auf der Hand. Da ich in nicht mehr allzu ferner Zukunft als Lehrerin tätig sein und Unterricht für SchülerInnen gestalten werde, gibt es für mich nichts Treffenderes als eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit ebendieser Thematik. Als ich dann Frau Ass.-Prof. Mag. Dr. Suzanne Kapelari die Möglichkeit eröffnet hat, mein Studium mit einer Diplomarbeit zum fachdidaktischen Professionswissen von LehrerInnen abzuschließen befasste ich mich näher mit dieser Thematik und entdeckte dabei eine neue Seite an mir: mein Interesse für die wissenschaftliche Unterrichtsforschung.

Die praktische Arbeit, welche den Grundstein für meine Diplomarbeit legte, war der ausschlaggebende Grund für die Weckung meines Interesses. Es ergab sich die Möglichkeit, dass ich an der Mascil-LehrerInnenfortbildung zum Thema Sojaanbau teilnehmen und daraufhin den Unterricht eines Biologielehrers zu diesem Unterrichtsinhalt beobachten konnte. Ich erfasste mein Datenmaterial aus insgesamt vier Biologiestunden an einer Wiener Schule und ergänzte dieses durch ein Interview mit dem Lehrer.

Die Vorarbeiten und das eigentliche Verfassen der Diplomarbeit gelangen mir im Anschluss an die praktische Phase nur mit Hilfe der vielen unterstützenden Personen, welchen ich an dieser Stelle besonders danken möchte.

Zuallererst möchte ich meinen Dank meiner Diplomarbeitsbetreuerin Frau Ass.-Prof. Mag. Dr. Suzanne Kapelari aussprechen, welche mir die Möglichkeit zum Verfassen dieser Arbeit eröffnet hat. Ihre Betreuung dieser wissenschaftlichen Arbeit, ihre Unterstützung und Ratschläge machten für mich die anfangs so große Herausforderung des Verfassens einer Diplomarbeit machbar.

Von ganzen Herzen möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir mit ihrer finanziellen Unterstützung das Studium ermöglicht haben und mir dabei stets das Gefühl vermittelten, an mich zu glauben. Ich kann getrost behaupten, dass ich mit meiner Familie eine Stütze habe, von welcher ich stets emotionalen Rückhalt und seelischen Beistand bekomme. Danke für so viel Vertrauen, Fürsorge und Liebe!

Einen ganz besonderen Dank möchte ich dabei der Person aussprechen, die mich im Laufe meines bisherigen Lebens wohl am stärksten geprägt hat, meiner Mama, welche immer das Beste für mich wollte und versucht hat mich in jeder Situation zu stärken. Dafür bedanke ich mich von ganzem Herzen bei ihr.

Den nötigen Ausgleich bekam ich aber nicht nur von Seiten meiner Eltern und meiner beiden Schwestern, mit welchen ich auf viele schöne und vor allem liebevolle Momente zurückblicken kann, sondern auch von Seiten meiner langjährigen Freunde, die - wie man so schön sagt - eine zweite Familie für mich darstellen. Vielen Dank für so viel Spaß und Freude, genauso wie für Trost und Ablenkung!

Meiner Freundin Sabine möchte ich besonders für ihren Beistand, emotionalen Rückhalt und nicht zuletzt für das Korrekturlesen der vorliegenden Arbeit danken! Mit ihrer liebevollen und entspannten Art konnte sie mit all meinen Launen und Sorgen umgehen und half mir dabei, wieder zurück zu meiner eigenen entspannten Art zu finden.

Ebenso möchte ich jenen Freunden danken, die mich während der Studienzeit begleitet haben und diesen Abschnitt meines Lebens zu einer unvergesslichen Zeit gemacht haben!

Zum Schluss gebührt ein großer Dank demjenigen Lehrer, der mich in seinen Unterricht eingeladen hat und mir dadurch die Durchführung dieser Fallstudie ermöglichte. Er war mit seiner freundlichen Art stets für einen regen Gedankenaustausch bereit und ermöglichte mir so eine kollegiale Zusammenarbeit im Laufe der Datenerhebung für diese Diplomarbeit.

Vielen Dank!

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel verfasst habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und noch nicht veröffentlicht.

Wien, am 15.06.20116

Raphaela Aspalter

Gendergerechte Sprache

Um der weiblichen sowie der männlichen Form gerecht zu werden, wird in der gesamten vorliegenden Arbeit gendergerechte Sprache mit Verwendung des Binnen-I verwendet.

Trotz aller Sorgfalt und mehrmaligem Korrekturlesen kann es sein, dass der eine oder andere Fehler übersehen wurde. Ich bitte die LeserInnen darüber hinwegzusehen.

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG.....	6
TEIL 1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....	8
1 Naturwissenschaftliche Grundbildung.....	8
1.1 Definition von Naturwissenschaftlicher Grundbildung	8
1.2 Naturwissenschaftliche Grundbildung nach PISA	9
1.3 Scientific Literacy	10
1.4 NOS: Nature of Science	11
1.5 Epistemologische Überzeugungen.....	13
2 Forschendes Lernen	14
2.1 Der Inquiry-Ansatz	14
2.2 Ziele von forschendem <i>Lernen</i> nach dem National Research Council	16
2.3 Die Schwierigkeit der Begriffsabgrenzung.....	16
2.4 Herausforderungen bei <i>Forschendes Lernen</i>	18
3 Problemorientiertes Lernen	21
3.1 Definition und Ursprung von <i>problemorientiertem Lernen</i>	21
3.2 Ziele von <i>problemorientiertem Lernen</i>	23
3.3 Rolle der Lehrperson beim <i>Problemorientierten Lernen</i>	25
3.4 Scaffolding.....	28
3.5 Die Zone of Proximal Development nach Vygotsky (1978)	32
3.6 Selbstständigkeit und Selbstbestimmung als Lernziele von natur- wissenschaftlichem Unterricht.....	33
4 Das Mascil-Projekt.....	35
5 Lernen in Kontexten	38
5.1 Bezug zur Wissenschaft.....	41
5.2 Motivation und Interesse als Folge und Ziel von Lernen in Kontexten	42
5.3 Lernen in Kontexten: Herausforderung im Unterricht	43
6 Das Weltwirtschaftsphänomen Soja im Unterricht.....	45
6.1 Die Sojabohne als Weltwirtschaftsphänomen.....	45
6.2 Was macht die Sojabohne so besonders?.....	46
6.3 Soja im Biologieunterricht.....	47
6.4 Wie wichtig ist der Themenkomplex Soja für die Lebenswelt der SchülerInnen?	50
6.5 Welche Lerngelegenheiten bietet der Themenkomplex Soja im Biologieunterricht?	52
7 Professionswissen von LehrerInnen.....	54
7.1 Grundlagen zum Professionswissen von LehrerInnen	54
7.2 Professionswissen von LehrerInnen nach Shulman	55
7.3 Modell zum Professionswissen von LehrerInnen nach Julie Gess-Newsome.....	60
7.3.1 Entstehung des Modells.....	60
7.3.2 Das PCK Summit Modell.....	61

8	Forschungsfrage dieser Einzelfallstudie	66
TEIL 2: METHODIK ALLGEMEIN		67
9	Erforschung von Biologieunterricht	67
9.1	Stellung der Biologiedidaktik.....	67
9.2	Aufgaben der Biologiedidaktik	67
9.3	Biologiedidaktische Forschung	68
10	Erhebungs- und Auswertungsmethoden.....	70
10.1	Theoriegeleitete Fallstudie.....	70
10.2	Festlegung des Materials	71
10.3	Analyse der Entstehungssituation	72
10.4	Aufbereitung und Analyse des Datenmaterials	72
10.5	Reflexion und Limitationen in der Datenaufzeichnung und -auswertung.....	75
10.6	Art der Darstellung der Forschungsergebnisse.....	76
10.7	Unterrichtsbeobachtungen	77
10.8	Das problemzentrierte Interview.....	79
TEIL 3: DARSTELLUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....		81
11	Entstehung der Analysekategorien	81
12	Wissen über SchülerInnen	82
13	Pädagogisches Wissen	85
14	Fachliches Wissen.....	98
15	Zusammenfassung.....	100
LITERATURVERZEICHNIS.....		102
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....		108
ANHANG.....		109
16	Abstract.....	109
17	Transkriptionsregeln	111
18	Interviewleitfaden.....	112

Einleitung

Das grundlegende Ziel von naturwissenschaftlichem Unterricht sollte sein, bei jungen Menschen Interesse für die Naturwissenschaften zu wecken, ihnen das Wesen der naturwissenschaftlichen Forschung verständlich zu machen und sie zu kritischen Mitgliedern der modernen Gesellschaft zu erziehen. Die SchülerInnen sollen dazu befähigt werden, selbstbestimmt Entscheidungen auf der Grundlage eines Verständnisses für naturwissenschaftliche Inhalte und Phänomene treffen zu können. Dies stellt eine Herausforderung für die Zukunft dar.

Dafür braucht es ausgebildete Lehrkräfte mit entsprechendem Wissen und Fähigkeiten, welche ihren Unterricht der Erreichung der eben genannten Ziele widmen. Mir ist bei Vorliegen dieser Diplomarbeit durchaus bewusst, dass Unterricht eine schwer zu strukturierende Situation darstellt. Es handelt sich dabei immer um komplexe, vielschichtige und sozial-geprägte Situationen welche aus der Kombination mehrerer Einflussfaktoren entstehen und deshalb nur schwer in greifbaren Daten festzumachen sind.

Die vorliegende qualitative Einzelfallstudie soll durch offene und deskriptive Methoden eine Auseinandersetzung mit dem fachdidaktischen Professionswissen eines Biologielehrers in seiner Anwendung im tatsächlichen Unterrichtsgeschehen anstreben und versuchen die gewonnenen Ergebnisse theoretisch zu verorten. Dazu wird das Modell des Professionswissens von LehrerInnen nach Julie Gess-Newsome und Kollegen (2015) verwendet.

Die Gliederung der vorliegenden Arbeit ist darauf ausgerichtet, eine für die LeserInnen möglichst stringente Kette der Argumentation zu bieten.

Der theoretische Teil dieser Diplomarbeit beginnt mit einer Auseinandersetzung mit einem grundlegenden Ziel von naturwissenschaftlichem Unterricht, nämlich der naturwissenschaftlichen Grundbildung. Kapitel zwei und drei widmen sich dann den theoretischen Verortungen von schülerInnenzentrierten Unterrichtsformen wie die des *forschenden* und *problemorientierten Lernens*. Die Mascil-LehrerInnenfortbildung wird als Ausgangssituation dieser Studie in ihren Projektgrundsätzen im darauffolgenden Kapitel kurz beschrieben. Bezugnehmend auf das Mascil-Projekt wird der Fokus in Kapitel fünf auf das sogenannte „Lernen in Kontexten“ gelegt.

Um auch die Unterrichtssituationen fachlich-theoretisch zu fundieren, widmet sich Kapitel Nummer Sechs der fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Auseinandersetzung mit dem Themenkomplex „Soja als Weltwirtschaftsphänomen“.

Als Abschluss des ersten Teils dieser Arbeit wird das Professionswissen von LehrerInnen vor dem Hintergrund der vor mir aufbereiteten Literatur theoretisch verortet. Dieses Kapitel stellt die eigentliche Grundlage für den praktischen Teil meiner Diplomarbeit dar.

Im Methodik Teil wird ein detaillierter Einblick in die verwendeten Datenerhebungs- und Auswertungsmethoden gegeben, um die Nachvollziehbarkeit der gewonnenen Ergebnisse dieser Einzelfallstudie für die LeserInnen zu gewährleisten.

Anschließend werden die Ergebnisse dargestellt und im Diskurs mit der fachdidaktischen Literatur verortet und interpretativ aufbereitet. Abschluss meiner Arbeit bildet eine kurze Zusammenfassung.

Teil 1 Theoretische Grundlagen

1 Naturwissenschaftliche Grundbildung

1.1 Definition von Naturwissenschaftlicher Grundbildung

Da es sich bei dieser Diplomarbeit um eine theoriegeleitete Fallstudie im Rahmen von naturwissenschaftlichem Unterricht handelt, darf die im Hintergrund stehende Intention des besagten Unterrichts nicht vernachlässigt werden: nämlich die Schüler und Schülerinnen bei der Entwicklung von naturwissenschaftlicher Grundbildung zu unterstützen.

Der Bildungsbegriff kommt in der Alltagssprache häufig vor und wurde damit zu einem Begriff, den viele Menschen gerne verwenden, aber nur wenige konkret definieren können. Da eine Diskussion zu diesem Begriffsverständnis den Rahmen dieser Diplomarbeit überschreiten würde, wird die bekannte und häufig zitierte Definition von Wilhelm von Humboldt verwendet. Er versteht unter Bildung unter anderem „alles, was Menschen Wert gibt, umfassenden Zweck [...]; höchste Mannigfaltigkeit in der Ausbildung, Sinn für Gabe und Genuss jeglichen Grades und jeglicher Art, und dann Kraft genug, die höchste Mannigfaltigkeit aufs höchste zu vereinfachen, das Viele immer auf das Eine zu beziehen, in jedem einzelnen immer Seiten zu finden, wo es mit allem zusammenschmilzt [...]“ (Humboldt, Gesammelte Werke, Band 1, S. 82; zitiert nach Menze 1965, S. 127).

Nach Klafki wird mit dem Begriff Bildung „der Prozess der Auseinandersetzung mit der Umwelt betont, in dem sich das Individuum die Welt und sein Selbst verstehend erschließt“ (Klafki, 1980 zitiert nach Gropengießer & Kattmann, 2008, S. 49). Konkrete Inhalte von Bildung können jeweils nur bezogen auf konkrete gesellschaftliche und geschichtliche Situationen bestimmt werden. Biologie und Biologieunterricht im Sinne von naturwissenschaftlicher Grundbildung soll nach Gropengießer und Kattmann (2008) in der heutigen Gesellschaft dabei helfen, ein rational fundiertes Selbst- und Weltverständnis entwickeln zu können.

Der Begriff der naturwissenschaftlichen Grundbildung ist unter anderem so aktuell, da der Schwerpunkt der PISA-Studie 2006 sowie auch 2015 auf eben diesem Konzept lag. Als Gründe dafür wurde von der OECD angegeben, dass ein angemessenes Verständnis von

Naturwissenschaften und Technik für junge Menschen in der Schulausbildung das notwendige Werkzeug für eine erfolgreiche Gestaltung der individuellen Zukunft in einer modernen Gesellschaft sei. Außerdem ermöglicht ihnen ein solches Verständnis die Partizipation an politischen Diskussionen und Entscheidungen mit naturwissenschaftlichen Zusammenhängen (Lembens, Weiglhofer & Stadler, 2009).

Gropengießer und Kattmann (2008) interpretieren die Forderung nach naturwissenschaftlicher Grundbildung als einen Aufruf zu integriertem naturwissenschaftlichen Unterricht. Sie betonen einen angemessenen Bezug zur Lebenswelt als Ausgangspunkt (s. Kapitel 5) und befürworten altersgemäß fachlich orientierte Phasen im Prozesses des Erlangens von naturwissenschaftlicher Bildung und solche der fächerübergreifenden Anwendung und Problemlösung (*problemorientiertes Lernen* s. Kapitel 3).

1.2 Naturwissenschaftliche Grundbildung nach PISA

Wie schon erwähnt, lag der Fokus der PISA-Studie 2006 unter anderem auf naturwissenschaftlicher Grundbildung. Es wird dabei betont, dass nicht die Überprüfung von naturwissenschaftlichen Inhalten an vorderster Stelle steht, sondern vielmehr die Fähigkeit „naturwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen, Phänomene naturwissenschaftlich zu erklären und naturwissenschaftliche Beweise in realen wissenschafts- und technologiebezogenen Situationen zu nutzen“. (OECD, 2007, S. 39)

Die OECD definiert in ihrem Bericht von 2007 naturwissenschaftliche Grundbildung anhand von zwei zentralen Kompetenzen. Einerseits das „naturwissenschaftliche Wissen einer Person und deren Fähigkeit, dieses Wissen anzuwenden“ und andererseits das „Verständnis der charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens“ (ebda, S. 42). Ernennt man diese zwei Punkte als Zielsetzungen einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, dann könnte man die erste beschriebene Kompetenz mit dem Konzept der Scientific Literacy und die zweite mit dem Verständnis der Nature of Science ausführen. Eine fachliche Klärung dazu soll in den nächsten beiden Unterkapiteln (s. Kapitel 1.3 und 1.4) stattfinden. Neben diesen beiden Bildungszielen des naturwissenschaftlichen Unterrichts betont die OECD außerdem, dass SchülerInnen lernen sollen, den naturwissenschaftlichen und technologischen Einfluss auf unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umgebung bewusst wahrzunehmen und sich selber dazu im

Stände sehen, sich mit naturwissenschaftlichen Inhalten auf reflektierende Art und Weise auseinanderzusetzen (OECD, 2007).

1.3 Scientific Literacy

Naturwissenschaftliche Grundbildung als Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts hat in der einschlägigen Literatur verschiedene Bezeichnungen. Durchgesetzt hat sich vor allem der aus dem englischsprachigen Raum stammende Begriff der Scientific Literacy. Dieser wird in deutschsprachigen Auseinandersetzungen mit der Thematik oft als „Naturwissenschafts-Kompetenz“ übersetzt, wobei davor gewarnt wird, das deutschsprachige Konzept der Kompetenz mit dem Begriff der Literacy (Lese- und Schreibfähigkeit) gleichzusetzen (Lembens, Weiglhofer & Stadler, 2009).

Scientific Literacy hat sich in der bildungswissenschaftlichen Diskurssprache als zentraler Begriff etabliert. Die wohl am häufigsten zitierte Definition stammt aus dem Jahr 1996, als Bybee und Trowbridge versuchten alle Aspekte von Scientific Literacy wie folgt festzuhalten:

„School science education contributes to the broader goals of education by providing students with a scientific understanding of the natural world through knowledge of the basic concepts of science, scientific modes of inquiry, the nature of the scientific endeavor, and the historical, social and intellectual contexts within which science is practiced. The ability to apply such scientific knowledge to aspects of one's personal and civic life is referred to as scientific literacy.“ (Bybee & Trowbridge, 1996 zitiert nach Lembens, Weiglhofer & Stadler, 2009, S. 32-33)

In späterer Literatur wurde diese Definition oft übernommen und mit Erweiterungen gespickt. Dies führte zu einer Vielzahl von sehr ähnlichen Begriffsbestimmungen. Nach De Boer (2000) ist als Scientific Literacy das zu verstehen, was die Gesellschaft über die Naturwissenschaften wissen sollte, um die Welt in welcher sie lebt, verstehen zu können. Er distanziert sich jedoch von spezifischen Inhalten als Vorbereitung für einen bestimmten (wissenschaftlichen oder technischen) Beruf, vielmehr vertritt De Boer mit seiner Definition ein umfassendes, integriertes und funktionales Verständnis der Naturwissenschaften. Ähnlich beschreibt Gebhard Scientific Literacy als die Fähigkeit mündiger BürgerInnen, die „soziale und persönliche Welt aktiv vor dem Hintergrund eines umfassenden Verstehens dieser Welt gestalten zu können“ (Gebhard, 2003 zitiert nach Lembens, Weiglhofer & Stadler, 2009, S. 32). Es wird der bedeutende Unterschied zum deutschsprachigen Konzept der Kompetenz sichtbar,

da Scientific Literacy in diesen Definitionen der Status einer Kulturtechnik zugesprochen wird. SchülerInnen sollen verstehen, dass sie in einer von Naturwissenschaften durchdrungenen Gesellschaft leben. Folglich ist es das Bildungsziel von naturwissenschaftlichem Unterricht, ein entsprechendes Wissenschaftsverständnis bei den SchülerInnen zu fördern (Bybee, 2002), eine notwendige Kulturtechnik, welche sie dazu befähigt als mündige BürgerInnen an eben dieser Gesellschaft aktiv teilhaben zu können.

Um Missverständnisse zu vermeiden wird auf den folgenden Seiten dieser Arbeit der englische Begriff der Scientific Literacy neben dem umfassenden Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung beibehalten und nicht ins Deutsche übersetzt.

Gropengießer & Kattmann betonen in Hinblick auf die modernen Entwicklungen der Biologie die Forderung nach einer „vertiefenden Methodenkenntnis und Methodenkritik“, folglich eine „wissenschaftspropädeutische Akzentuierung des Unterrichts“ (2008, S. 50). Sie heben für den Biologieunterricht vier zentrale Aufgabenfelder hervor, welche schlussendlich auch Scientific Literacy (als Ziel von naturwissenschaftlichem Unterricht) definieren sollten:

- „Lesbarkeit der lebendigen Natur
Die Lernenden sollen das Leben auf der Erde in seinen Formen, Wechselwirkungen und seiner Geschichte wahrnehmen und verstehen. [...]
- Verständnis der eigenen (menschlichen) Natur
Die Lernenden sollen ihren Körper und die menschliche Natur wahrnehmen und verstehen und im Umgang mit sich selbst und anderen nutzen. [...]
- Biologie als Modus der Welterschließung
Die Lernenden sollen die wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen der Biologie kennen lernen, anwenden, reflektieren und kommunizieren. [...]
- Rolle der Biologie in der Gesellschaft
Die Lernenden sollen die Beziehung zwischen der Biologie und ihren gesellschaftlichen Anwendungen erfassen und deren Folgen für das Leben und Überleben bewerten.“
(ebda, S. 51)

1.4 NOS: Nature of Science

Wie im PISA Bericht der OECD erwähnt, sollen SchülerInnen im Laufe des naturwissenschaftlichen Unterrichts ein „Verständnis der charakteristischen Eigenschaften der

Naturwissenschaft“ entwickeln (OECD, 2007, S. 42). Der Begriff Nature of Science aus der anglo-amerikanischen Literatur befasst sich mit eben dieser Natur (dem Wesen) der Naturwissenschaften.

Kremer, Specht, Urhahne und Mayer sehen NOS als Teil der Scientific Literacy und somit auch als Bildungsziel von Biologieunterricht. Sie beschreiben NOS als ein konfuses, schwer einzugrenzendes Bündel von Aspekten der Naturwissenschaft (Kremer et al., 2014).

Folgt man Priemer (2006), so beinhaltet das Verständnis der Natur der Naturwissenschaften Wissen über die Genese, die Ontologie, die Bedeutung, die Rechtfertigung sowie die Gültigkeit von naturwissenschaftlichem Wissen. Er entwickelt diese Eingrenzung in Anlehnung an die Arbeiten von Mc Comas, Clough und Almazora (1998) und übersetzt deren 15 Aussagen zum Wesen der Naturwissenschaften wie folgt:

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

- Naturwissenschaften und Technik beeinflussen sich gegenseitig.
- Naturwissenschaftliche Ideen werden von sozialen und historischen Faktoren beeinflusst.

(aus dem englischen Original von Mc Comas et al., übersetzt von B. Priemer, 2006
zitiert nach Ertl, 2010)

Viele BildungswissenschaftlerInnen haben sich den Aussagen von Mc Comas et al. angeschlossen und verweisen auf die Bedeutung von Nature of Science im Sinne der oben genannten Dimensionen für einen erfolgreichen und sinnvollen naturwissenschaftlichen Unterricht (Kremer et. al, 2007).

1.5 Epistemologische Überzeugungen

Eng mit dem Konzept der Nature of Science verbunden stehen die epistemologischen oder erkenntnistheoretischen Überzeugungen. Ledermann nennt neben der Wissenschaft als Weg der Wissensgewinnung und diesbezüglichen Werten und Einstellungen die Epistemologie von Wissenschaft als zentralen Aspekt der Nature of Science (Ledermann, 1992, nach Ledermann, 2007).

Erkenntnistheoretische Überzeugungen beinhalten Vorstellungen zur allgemeinen Struktur von Wissen sowie zum Prozess des Wissenserwerbs. Urhahne und Hopf beschreiben die epistemologischen Überzeugungen als „intuitive Theorien“, welche neue Inhalte vorkonstruieren und somit den Wissenserwerb beeinflussen (2004, S. 71). Epistemologische Überzeugungen haben dementsprechend bedeutenden Einfluss auf Lernprozesse und die Konstruktion von neuem Wissen. Um Nature of Science lehren zu können, dürfen sie folglich nicht außer Acht gelassen werden.

2 *Forschendes Lernen*

In der internationalen fachdidaktischen Bildungsdiskussion werden immer wieder neue Modelle von verbesserten Lernstrategien und Unterrichtsmodellen vorgestellt und besprochen. Die Notwendigkeit einer solchen Weiterentwicklung hat Sawyer sehr treffend zusammengefasst:

„While the standard model of schooling was designed to prepare students for the industrial age, the global shift to the knowledge economy will require the rethinking of schooling in order to accommodate evolving needs” (Sawyer, 2008 S. 45)

Geht man von naturwissenschaftlicher Grundbildung als zentrales Bildungsziel von modernem Unterricht aus, so tut sich die Frage auf, wie SchülerInnen ein angemessenes Verständnis von NOS erwerben und wie ihre Scientific Literacy gefördert werden kann. Es geht um die Vermittlung eines realistischen Bildes von Naturwissenschaften und Förderung der eigenen Forschungskompetenzen (Schwartz, Ledermann & Crawford, 2004). In Anlehnung an diese wissenschaftliche Komponente der naturwissenschaftlichen Grundbildung soll folgendes Kapitel dem Unterrichtsansatz des *forschenden Lernens* gewidmet werden.

Im englischen Sprachraum als Inquiry-based Learning bezeichnet, ist das *forschende Lernen* zu einem vieldiskutierten Begriff im fachdidaktischen Diskurs geworden und gilt nach dem National Research Council als äußerst effektives und erstrebenswertes Methodenkonzept (NRC, 2000). Vereinfacht dargestellt sollen die SchülerInnen dabei das Wesen und die Arbeitsweisen von Naturwissenschaft näher kennen und verstehen lernen und sich so zu reflektiv-denkenden BürgerInnen der Gesellschaft entwickeln, die in der Lage sind, ihr erlangtes Wissen und Fähigkeiten in außerschulischen Situationen anzuwenden und damit selbstständig fundierte Entscheidungen treffen zu können.

2.1 Der Inquiry-Ansatz

Erste Ideen und Vorstellungen zum Inquiry-Ansatz finden sich bereits bei dem Philosophen und Pädagogen John Dewey Anfang des 20. Jahrhunderts. Dewey erkannte 1910, dass naturwissenschaftlicher Unterricht auf mehr abzielen sollte, als auf das Erlernen und starre Wiedergeben von Fakten und Gesetzmäßigkeiten. Schafft man es, SchülerInnen die Methoden und Eigenarten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung verständlich zu machen, so

befähigt man sie zur selbstständigen Konstruktion von neuem Wissen auch außerhalb des institutionellen Rahmens (Dewey, 1910 nach Barrow, 2006). Für Barrow (2006) liegt das Hauptaugenmerk im *forschenden Lernen* sowohl auf einem Verständnis der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise, als auch auf der Selbstständigkeit der Lernenden.

Dewey begann seine Ausführungen zum Inquiry-based Learning mit einer Einteilung des Forschungsprozesses in sechs Schritte (Dewey, nach Barrow 2006):

1. die Wahrnehmung einer perplexen Situation
2. die Definition und Präsentation der Problemstellung
3. das Formulieren einer tentativen Hypothese
4. das Überprüfen dieser Hypothese, mittels Sammeln empirischer Daten
5. die wiederholte Überprüfung mit konkreten Testverfahren
6. die Zusammenfassung und die Reaktion auf das Ergebnis

Sechs Jahre später griff Dewey diesen Prozess der Erkenntnisgewinnung wieder auf und erweiterte ihn um den Schritt der Reflektion als abschließendes Element. Wie auch in seinen vorangehenden Arbeiten betont er die Bedeutung der aktiven Teilnahme der Lernenden im ganzen Lernprozess und teilt den LehrerInnen, neben den aktiv involvierten SchülerInnen, die Rolle der Prozessbegleiter („facilitator“) zu (Barrow, 2006).

Die Hervorhebung von interaktiven Lernumgebungen wird in der fachdidaktischen Literatur immer wieder unterstützt, so auch bei Renkl in seinem Handbuch zur Bildungsforschung. Lernende sollen demnach vor allem zu einer „aktiven Auseinandersetzung mit dem Lernstoff“ angeregt werden und in Laufe dessen „instruktionale Unterstützung erfahren“ (Renkl, 2010, S. 742). Er verweist auf die Konzepte des gelenkten Entdeckens („guided discovery“) im Rahmen des Entdeckenden Lernens und hebt ebenso die „Bedeutung der Eigenaktivität der Lernenden“ aber auch die „Notwendigkeit der Unterstützung“ (s. Kapitel 3.4 Scaffolding) durch die Lehrpersonen hervor.

Auch Gropengießer & Kattmann plädieren für einen aktiven schülerzentrierten Lernprozess unter Bezugnahme des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses. Biologisches Wissen entsteht aus einem Wechselspiel von Empirie und Theorie. In Bezug auf dieses Wechselspiel wird auf fachgemäße Arbeitsweisen für den naturwissenschaftlichen Unterricht verwiesen und Methoden wie Beobachten, Untersuchen, Vergleichen und Experimentieren mit besonderem

Wert für die Entwicklung von Scientific Literacy und einem Verständnis für Nature of Science hervorgehoben (Gropengießer & Kattmann, 2008). Die Autoren stehen dafür ein, SchülerInnen nicht vor fertige Tatsachen und Fakten zu stellen, sondern sie in den eigentlichen Prozess der Wissensk Konstruktion aktiv einzubauen.

„Die Lernenden sollen vielmehr Einblick gewinnen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und auf welchen Voraussetzungen sie beruhen. Die Kenntnis und Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden ist deshalb ein wichtiges Ziel im Biologieunterricht.“ (ebda, S. 239)

2.2 Ziele von forschendem *Lernen* nach dem National Research Council

Der National Research Council definiert drei Lernziele von *forschendem Lernen*:

- das Verstehen von naturwissenschaftlichen Inhalten, Phänomenen und naturwissenschaftlicher Forschungsarbeit
- die Fähigkeit, eigenes Wissen mit Zuhilfenahme wissenschaftlicher Erkenntnismethoden zu konstruieren: Planung, Durchführung und Auswertung von eigenen Untersuchungen
- ein Verständnis für die Herkunft des Wissens: Wie kommen NaturwissenschaftlerInnen von Forschungsergebnissen auf naturwissenschaftliche Ergebnisse (NRC, 2000)?

Der National Research Council charakterisiert mit diesen Zielsetzungen ein *forschendes Lernen* mit starkem Bezug zum tatsächlichen wissenschaftlichen Erkenntnisprozess, dieses wird in der Literatur häufig als *forschungsorientiertes Lernen* bezeichnet. Die Lernenden sollen die verschiedenen Schritte naturwissenschaftlicher Forschung durchlaufen, dabei neues Wissen kreieren und die Methoden von NaturwissenschaftlerInnen kennen lernen.

Ein anderes wesentliches Ziel dieses Unterrichtsansatzes ist die Förderung der Selbstständigkeit der Lernenden. Der National Research Council unterstreicht in seinen Überlegungen zu *forschendem Lernen* das selbstständige, aktive Handeln der SchülerInnen. Die Art und Weise des eigenständigen Handelns und die selbstständige Verantwortungsübernahme gelten als wichtige Qualitätskriterien für Inquiry-based Learning (NRC, 2000).

2.3 Die Schwierigkeit der Begriffsabgrenzung

Im Kennenlernen naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden sehen auch Hof & Mayer (2009) einen großen Vorteil für die Lernenden beim Ansatz des *forschenden Lernens*. In der Literatur findet sich generell eine Vielzahl von positiven Folgen eines schülerzentrierten, aktiven Lernprozesses, welcher am wissenschaftlichen Forschungsprozess ausgerichtet sein sollte. Es lässt sich jedoch kein klar definierter Konsens finden, was konkret unter dem Ansatz „Forschendes Lernen“ zu verstehen ist. Es gibt keine klaren Abgrenzungen, dafür aber Weiterentwicklungen früherer Definitionen, andere Perspektiven auf die Thematik und daraus ableitend neue Definitionsversuche. Mayer & Ziemek (2006) haben beispielsweise eine Gliederung von forschendem Lernen in vier Teilaspekte vorgenommen, welche auf der nachfolgenden Grafik dargestellt wird.

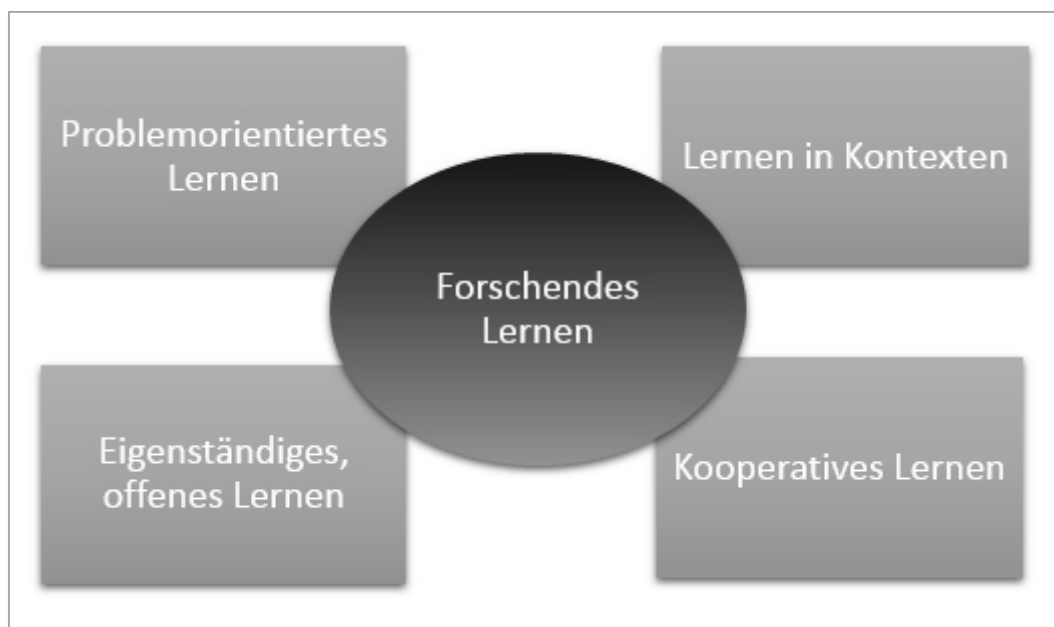


Abb. 1: Aspekte des Forschenden Lernens (verändert nach Mayer & Ziemek, 2006 zitiert nach Hof & Mayer, 2009, S. 72)

Eine detaillierte Auseinandersetzung mit den beiden Aspekten „*Problemorientiertes Lernen*“ und „*Lernen in Kontexten*“ folgt in den Kapiteln 3 und 5 (S.21; S. 38) dieser Diplomarbeit.

Nach Mayer & Ziemek ist *forschendes Lernen* folglich vor allem ein auf ein Problem ausgerichtetes, schülerzentriertes, eigenständiges und offenes Lernen, welches einen Kontextbezug zum alltäglichen Leben der Lernenden beziehungsweise der Wissenschaft und Technik haben sollte.

Eine noch weitere Definition des Begriffes *forschendes Lernen* präsentiert Winnie Harlen in mehreren ihrer Arbeiten und distanziert sich damit etwas vom strengen wissenschaftlichen

Weg der Erkenntnisgewinnung. Ihre Vorstellungen zu *forschendem Lernen* umfassen alle Lernprozesse und -ergebnisse, mithilfe jenen sich die SchülerInnen mittels eigenständigem Tun neues Verständnis für naturwissenschaftliche Inhalte und Phänomene gewinnen. Es ist wichtig festzuhalten, dass für Harlen physische sowohl als auch mentale Aktivitäten zu diesem Kriterium des eigenständigen Tuns zählen.

„It is based on recognition that ideas are only understood, as opposed to being superficially known, if they are constructed by students through their own thinking about their experiences” (Harlen, 2010, S. 5).

Im Unterricht muss das nicht zwingend ein, an wissenschaftlichen Arbeitsweisen orientierter Forschungsprozess sein, sondern kann eben auch durch direkte Beobachtung von Materialien oder Phänomenen, durch Überprüfen von Informationsquellen wie Literatur, durch Einholen von Expertenmeinungen, aber auch durch Diskussionen erfolgen, bei denen die SchülerInnen ihre Ideen teilen, erklären und mit Argumenten verteidigen müssen.

„This leaning will involve the development and use of skills of observation, raising investigable questions, planning and conducting investigations, reviewing evidence in the light of what is already known, drawing conclusions and communicating and discussing results” (ebda, S. 5).

Inquiry Learning kreiert für Harlen tiefergehendes Wissen bei den SchülerInnen und steht damit im Gegensatz zur Wissensvermittlung im Sinne von Faktenweitergabe. Die Lehrperson nimmt dabei eine Schlüsselfunktion im Lernprozess ein, indem sie nicht nur ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in den Unterricht miteinbringt, sondern den Lernprozess, durch ihren Charakter, ihre Haltungen, ihre Werte und Einstellungen und zwischenmenschlichen Fähigkeiten bedeutend prägt. Dies soll selbst bei einem schülerzentrierten Unterrichtsansatz nicht in Vergessenheit geraten.

2.4 Herausforderungen bei *Forschendes Lernen*

Wie bereits erwähnt, gestaltet sich eine Konsensfindung zur Definition von *forschendes Lernen* als sehr schwierig, sodass der Begriff aktuell ein sehr weites, unklares Spektrum von unterrichtlichen Aspekten umfasst. Barrow untersuchte verschiedene Definitionsansätze (wie beispielsweise von Minstrell, Barman und Ledermann) und kam zu dem Fazit, dass eine einheitliche und allgemein akzeptierte, vereinfachende Bestimmung des Begriffs aktuell nicht möglich sei:

„there is no uniform agreement among the science education community about what is the meaning of inquiry as recommended by the NRC (1996)“ (Barrow, 2006, S. 275).

Neben diesem Fehlen einer einheitlichen Definition verfügt der Ansatz des *forschenden Lernens* auch über andere Herausforderungen. Aus Gründen der Einfachheit sollen folgende drei Unterpunkte beispielhaft für die Schwierigkeiten stehen, mit welchen man sich bei einer Behandlung der Thematik auseinandersetzen muss. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit allen Aspekten des Themas, die derzeit in der fachdidaktischen Community diskutiert werden, würde den Rahmen dieser Arbeit bei Weitem übersteigen.

a) Wissenschaft ist nicht gleich Unterricht

Wissenschaftliches Vorgehen lässt sich im schulischen Unterricht aufgrund mehrerer Tatsachen niemals spiegelbildlich umsetzen. Blickt man über die institutionellen Rahmenbedingungen wie Lehrpläne etc. hinweg, bleibt einerseits immer noch der immense Zeit- und Arbeitsaufwand, den ein authentischer Forschungsprozess benötigen würde. Andererseits wäre ein solcher wissenschaftlicher Erkenntnisprozess „dem Vermögen der meisten Lernenden“ nicht angemessen. Die „Grundsätze wissenschaftlichen Vorgehens und die Logik der Schlussfolgerungen“ können von SchülerInnen nur sehr schwer nachvollzogen werden. Naturwissenschaftlicher Unterricht kann demnach dem Anspruch eines wissenschaftlichen Forschungsprozesses im institutionellen Rahmen der Schule nicht gerecht werden (Gropengießer & Kattmann, 2008, S. 241).

Vorgeschlagen wird daher eine Konzentration auf einzelne Aspekte oder Forschungsschritte wie zum Beispiel das Lernen und Üben von Hypothesenaufstellung, Beobachtungen, Messungen, Erstellung von Vergleichen oder das Interpretieren von Ergebnissen. Gropengießer und Kattmann vertreten die Auffassung, dass naturwissenschaftliche Zusammenhänge so gut als möglich mit einfachen, überschaubaren Problemstellungen verdeutlicht werden sollten, die Forderung nach einem Durchlaufen des gesamten wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses formulieren sie jedoch nicht.

b) SchülerInnenvorstellungen zur Thematik

Beginnt man das *forschende Lernen* bei der Hypothesenbildung, dürfen die gedanklichen Vorannahmen und Erwartungen der Lernenden nicht außer Acht gelassen werden (ebda, S. 241-242). Der Unterricht sollte die SchülerInnen bei ihrem derzeitigen Wissensstand abholen und sie auf eventuelle Fehlvorstellungen aufmerksam machen, da diese den relativ offenen

Prozess des Forschens und Entdeckens wesentlich beeinflussen können. Der zusätzliche Zeit- und Arbeitsaufwand einer solchen Miteinbeziehung des individuellen Vorwissens der Lernenden wirkt sich letztendlich jedoch positiv auf den Lernprozess aus, wie Barrow mit Verweis auf Ergebnisse von fachdidaktischen Studien aus der Wirksamkeitsforschung erklärt. Er verdeutlicht, dass es für eine erfolgreiche Produktion eines tiefergehenden Verständnisses für die Naturwissenschaften unumgänglich ist, an das Vorwissen der SchülerInnen anzuknüpfen und dieses im Prozess der Integration von neuem Wissen zu berücksichtigen (Barrow, 2006, S. 275).

c) Sozialformen beim *forschenden Lernen*

Wissenschaftliche Erkenntnismethoden und die gewählte Sozialform des Unterrichts stehen zueinander in enger Verbindung. Gropengießer und Kattmann vermuten, dass „eine wissenschaftlich kritische Einstellung nur in einem Unterricht wächst, in dem die Lernenden auch selbstständig arbeiten können“ (Gropengießer & Kattmann, 2008, S. 241) (Selbstständigkeit s. Kapitel 3.6). Gruppenarbeit sollte demnach nur gewählt werden, wenn auch eine sinnvolle Einteilung in verschiedene Arbeitsbereiche möglich ist, sodass trotzdem die Selbstständigkeit der einzelnen SchülerInnen gewährt ist und gefördert werden kann.

3 Problemorientiertes Lernen

Als Zielformulierung für Prozesse des Lehrens und Lernens wurde in den vorangehenden Kapiteln dieser Arbeit - wie auch in der bildungswissenschaftlichen Literatur - die zentrale Kompetenz der Problemlösefähigkeit angesprochen, welche in diesem Kontext die „Befähigung und Motivation einer Person, bestimmte Probleme zu lösen und die Problemlösungen für andere Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ bezeichnet (Gropengießer, Kattmann & Krüger, 2010/2015, S. 66).

Die aus dem Englischen stammende Bezeichnung *Problem-based Learning*, abgekürzt PBL, wird in der deutschen Bildungssprache mit *problemorientierten* (bzw. *problem-basierten*) Lernen übersetzt.

Problemorientiertes Lernen ist eine Antwort auf die Kritik an traditionellen Unterrichtsformen. Im aktuellen Bildungsdiskurs wird versucht, sich von der Weitergabe feststehender, hierarchisch strukturierter Wissenselemente zu distanzieren, in Anbetracht dessen, dass diese Art des Lehrens und Lernens vielfach nur träges, nicht abrufbares, geschweige denn handlungswirksames Wissen erzeugt (Weber, 2007, S. 16). Auf den folgenden Seiten soll versucht werden, die Unterrichtsform PBL zu definieren und auf ihre Eigenheiten aufmerksam zu machen.

3.1 Definition und Ursprung von *problemorientiertem Lernen*

Problemorientiertes Lernen umfasst diverse Konzepte von Lehr- und Lernprozessen welche sich auf ein komplexes, realitätsnahes Problem als Ausgangspunkt berufen (Hof & Mayer, 2009, S. 72). Es handelt sich um eine interaktive Lernform, bei welcher die Lernenden anhand einer konkreten Problemstellung Inhalte selbstständig erarbeiten. Dabei soll individuelles Vorwissen aktiviert und in den Problemlöseprozess miteinbezogen werden (Skelin et al., 2008).

Hmelo-Silver vertritt folgende Definition des Lernprozesses bei *Problem-based Learning*:

„In PBL, student learning centers on a complex problem that does not have a single correct answer. Students work in collaborative groups to identify what they need to learn in order to solve a problem. They engage in self-directed learning (SDL) and then apply their new knowledge to the problem and reflect on what they learned and the effectiveness of the strategies employed“ (2004, S. 235).

Nicht außer Acht zu lassende Aspekte des *Problemorientierten Lernens* sind folglich die Förderung der Selbstständigkeit der SchülerInnen und das Bestreben fachspezifische Lern- und Denkstrategien zu entwickeln und transferfähiges Wissen zu konstruieren (Reusser, 2005). Die Methode bezieht sich, wie auch einige Definitionsversuche des *forschenden Lernens*, auf die konstruktivistische Lerntheorie welche besagt, dass Wissen nicht von einer Person auf eine andere transferiert werden kann, sondern im Lernenden selbst Prozesse angeregt werden müssen, um fundiertes Wissen zu schaffen (Zumbach et al., 2007; Skelin et al., 2008; Hof & Mayer, 2009). Mandl (2000) (nach, Weber 2007) fasst die konstruktivistische Idee von Lernen auf und leitet daraus fünf Wesenszüge des Lernens ab:

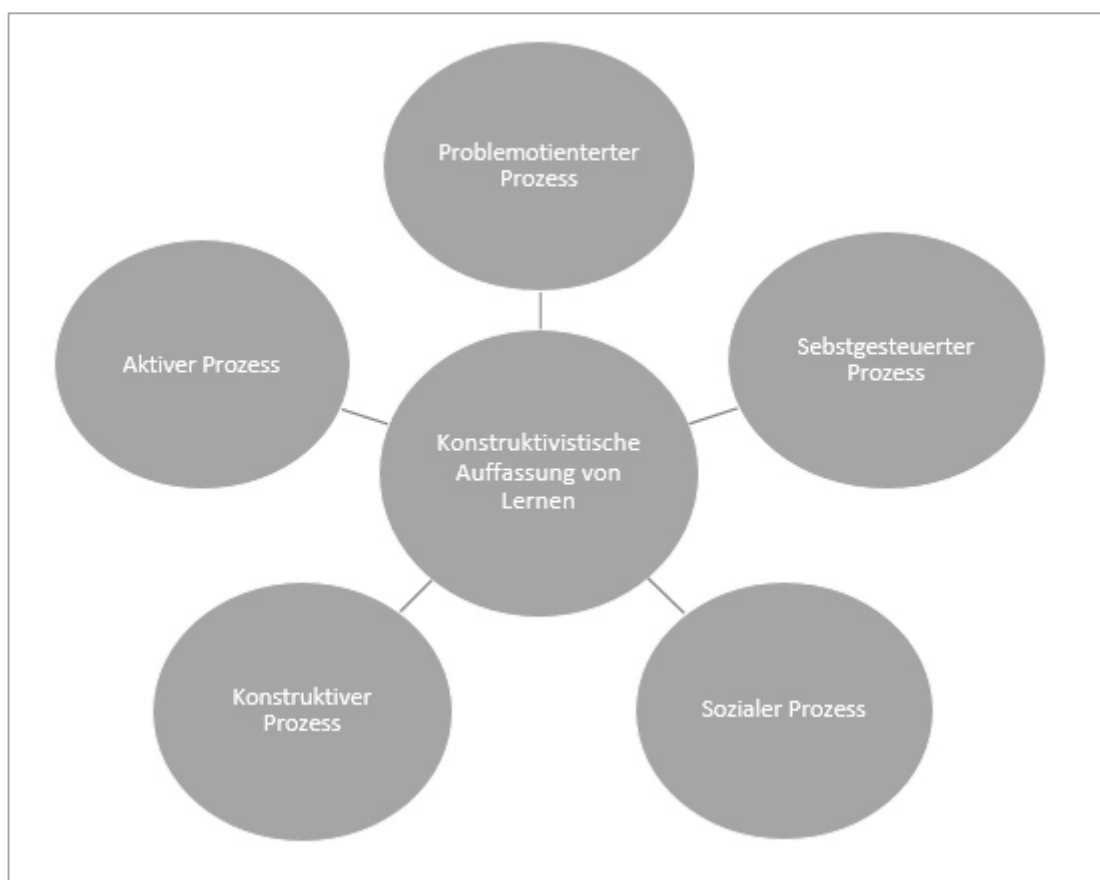


Abb. 2: Definition des Lernprozesses nach Mandl (2000) (verändert nach Weber, 2007, S. 18)

Problemorientiertes Lernen weist insofern Parallelitäten mit *forschendem Lernen* auf, als dass die Lernenden ein fundiertes Verständnis für naturwissenschaftliche Inhalte entwickeln sollen und simultan authentische Methoden zur naturwissenschaftlichen Problemlösung erlernen (Hmelo-Silver, 2004).

Betrachtet man die Ursprünge von *Problem-based Learning*, so findet man diese in der medizinischen Ausbildungsforschung. Eine kanadische hochschuldidaktische Reforminitiative

mit Fokus auf Integration von *Problemorientiertem Lernen* gab 1969 den Anstoß zu einem internationalen Diskurs über die Thematik, welche dann in den 1980er Jahren auch in Europa breite Zustimmung fand (Reusser, 2005; Skelin, 2008). Von der medizinischen Ausbildungsdebatte ausgehend verbreitete sich das Konzept des *Problembasierten Lernens* über die verschiedensten Ebenen von Bildungsinstitutionen und in unterschiedlichen Disziplinen (Zumbach et al., 2007).

Im Gegensatz zu traditionellem Unterricht, wo Lernen zu einem großen Teil als fremdbestimmtes Verhalten gilt, wird bei *PBL* den SchülerInnen mehr Verantwortung für ihren eigenen Lernprozess übertragen. Sie sollen eigenständig Lernziele definieren und bearbeiten, folglich zu einer Problemlösung für eine konkrete, authentische Aufgabenstellung kommen (Zumbach et al., 2007; Skelin et al., 2008) und abschließend ihre Erfahrungen aus der Lösungsfindung reflektieren (Hmelo-Silver, 2004). Reusser sieht die Bedeutsamkeit der problemorientierten Unterrichtsmethode in der „Vorstellung der dadurch anzuregenden kognitiven, motivationalen und sozialen Prozesse des Denkens, Wissens und Problemlösens, einschließlich ihrer Kontexte und Randbedingungen“ (Reusser, 2005, S. 160).

Ursprünglich ist die Lernmethode des *Problemorientierten Lernens* als Methode für Kleingruppen an medizinischen Universitäten entwickelt worden. Eine Lerngruppe von sechs bis acht Personen (Skelin et al., 2008) begleitet durch je eine Lehrperson (in diesem Fall Tutor genannt) arbeitet auf diese Art und Weise gemeinsam an einer Problemstellung. Eine solche Konstellation ist im schulischen Unterricht kaum umsetzbar, da die Rahmenbedingungen, die Klassengrößen und die Personal- sowie Zeitressourcen dies nicht zulassen. Führt man die problemorientierte Unterrichtsform nichtsdestotrotz in der Sozialform von Gruppenarbeiten durch, so kann neben den oben genannten Lernzielen auch die Team-, Kommunikations- und Organisationsfähigkeit der SchülerInnen wesentlich gefördert werden (Skelin et al., 2008).

3.2 Ziele von *problemorientiertem Lernen*

Um Ziele von Lernprozessen abstecken zu können, muss man sich zu Beginn im Klaren sein, dass Lernergebnisse stets facettenreich sind (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 102). Lernen soll nicht nur auf konzeptuelles und prozedurales Wissen abzielen, sondern auch die Fähigkeit zur flexiblen Anwendung von Wissen und die erkenntnisbezogenen Arbeitsweisen der

entsprechenden Disziplin im Auge behalten. Hmelo-Silver, Duncan und Chinn sehen im naturwissenschaftlichen Unterricht die Aufgabe zur Vorbereitung auf lebenslanges Lernen.

Hmelo-Silver (2004) widmet sich in ihrer Arbeit „Problem-based Learning: What and How Do Students Learn?“ den Erwartungen und tatsächlichen Ergebnissen von problemorientiertem Unterricht und konkretisiert dabei fünf wesentliche Zielsetzungen (vgl. S. 240):

- a) Konstruktion von flexiblem Wissen: Durch die Aktivierung von persönlichem Vorwissen und dem selbstgesteuerten Prozess der Problemlösungsfindung kommt es zu einer Konstruktion von Wissen, wobei die neuen Inhalte besser und auch länger im Gedächtnis verankert werden sollen, als bei herkömmlichen Lernmethoden (Skelin et al., 2008). Es soll die Entwicklung einer extensiven und flexiblen Wissensbasis erlangt werden, welche dann als Grundlage für zukünftige Problemlösungsprozesse dienen kann.
- b) Fähigkeit der effektiven Problemlösung: Durchlaufen eines erfolgreichen Problemlösungsprozess vom eigenständigen Definieren der Lernziele bis hin zur abschließenden Reflektion der vorangegangenen Entscheidungen und Ergebnisse (Skelin et al., 2008).
- c) Fähigkeit zu selbstbestimmtem Lernen (SDL: „self-directed learning“): Eigenverantwortliches Lernen soll für ein lebenslanges Lernen („life-long learning“) vorbereiten (Skelin et al., 2008) und außerdem die Motivation zur aktiven Teilnahme am Unterrichtsgeschehen steigern sowie die wahrgenommene Relevanz des Inhalts erhöhen. Weil der Prozess der Problemfindung wesentlich Selbstständigkeit und Kreativität voraussetzt und fördert, erwerben die Lernenden neben den erarbeiteten Wissensinhalten auch Fähigkeiten der Problemlösung, welche auf andere Situationen im außerschulischen Bereich umgelegt werden können (Hof & Mayer, 2009, S. 72-73).
- d) Fähigkeit zur Kollaboration in Gruppenarbeiten: SchülerInnen sollen im Problemlöseprozess zu effektiven Teammitgliedern werden, wobei sowohl Team-, Kommunikations-, Organisations- als auch Ressourcenmanagement trainiert werden soll.
- e) Intrinsische Motivation zur Teilnahme am Lernprozess fördern

Wie auch beim *Forschenden Lernen* wird beim problemorientierten Unterrichtskonzept davor gewarnt, den Weg der naturwissenschaftlichen Problemlösung als lineare, schematische Abfolge von Schritten zu sehen. Die Fragestellung und die Methode naturwissenschaftlichen

Vorgehens bedingen einander und sind aus diesem Grund nicht einfach festzumachen (Gropengießer & Kattmann, 2008). Es kann als Herausforderung und ebenso als Chance gesehen werden, den SchülerInnen mit authentischen Problemstellungen das Wesen der Naturwissenschaften näher zu bringen. Die Umstellungen von traditionellem Frontalunterricht auf PBL bringen auch für die LernerInnen wesentliche Veränderungen mit, auf welche sie sich erst einlassen müssen: Es muss verstanden werden, dass es nicht nur eine korrekte Lösung gibt, genauso wie es nicht den einen richtigen Lösungsweg gibt. Hauptaugenmerk des Lernprozesses liegt nicht mehr auf dem finalen Ergebnis, sondern im Prozess an sich. Selbstständigkeit, Eigenverantwortung und die Entwicklung eigener Problemlösungsfähigkeiten müssen als Ziel des Unterrichts akzeptiert und verinnerlicht werden.

Hmelo-Silver, Duncan und Chinn sehen in der Fokussierung des Lernprozesses auf ein authentisches Ausgangsproblem die Gemeinsamkeit zum *forschenden Lernen*:

“Both PBL and IL are organized around relevant, authentic problems or questions. Both place heavy emphasis on collaborative learning and activity. In both, students are cognitively engaged in sense making, developing evidence-based explanations, and communicating their ideas” (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 100).

3.3 Rolle der Lehrperson beim *Problemorientierten Lernen*

Problemorientiertes Lernen soll eine weitere Alternative präsentieren, um den traditionellen Unterricht aufzubrechen und die Methode des systematischen Frontalunterrichts als prominentes, vorherrschendes Konzept zurückzudrängen und infolgedessen Platz für schülerzentrierte Ansätze zu schaffen.

„Ziel heutiger, evidenzbasierter Didaktik sowie aller Lehr- und Lernformen des offenen Unterrichts ist es, den Anteil der kompetenzerweiternden, selbst verantworteten Konstruktion durch die Lernenden - gegenüber der direkten Instruktion durch Lehrende - zu vergrößern“ (Weber, 2007, S. 16).

Bei der Auswahl der Unterrichtsinhalte soll die Lehrperson möglichst von einem alltäglichen Problem ausgehen, da eine authentische Fallbasis positive Wirkungen auf Problemlösungsfähigkeiten, Eigentätigkeiten, Engagement und Motivation der Lernenden habe. Nichtsdestoweniger darf die Bedeutung allgemeiner Prinzipien und deren Verknüpfungen bei der Konstruktion neuen Wissens nicht in Vergessenheit geraten (Gropengießer, Kattmann & Krüger, 2010/2015, S. 22f). Die Lehrperson hat demnach einen

Balanceakt zu meistern, sowohl bei der Auswahl des Fallbeispiels als auch bei dessen Einbindung in die Unterrichtssituation, wo es mit anderen Wissensselementen interdisziplinär verknüpft werden soll.

In den anfänglichen Konzepten zu *Problem-based Learning* aus der medizinischen Ausbildungsforschung wird die Lehrperson als TutorIn bezeichnet. Diese Änderung der Bezeichnung der Lehrperson geht auf ihre grundlegend veränderte Rolle und Funktion im Lernprozess zurück, da sie nicht mehr auf traditionelle Art und Weise LehrerIn, im Sinne einer frontalvortragenden Person ist, sondern die Lehrperson nun als „ModeratorIn“ fungiert (Skelin et. al, 2008).

Das Zentrum des Unterrichts verschiebt sich von der Lehrperson auf die Lernenden und ihren Lernprozess (lernerzentrierter Unterricht) und analog dazu verschiebt sich die Rolle der Lehrperson von der traditionell führenden zu einer beratenden Haltung im Unterrichtsgeschehen. Skelin und KollegInnen vergleichen die Funktion der Lehrperson sinnbildlich ausgedrückt mit dem „Trainer am Spielfeldrand“ (Skelin et al., 2008, S. 453).

Eine fundamentale Aufgabe der Lehrperson beim *Problemorientierten Lernen* ist die Bereitstellung einer adäquaten Lernumgebung und das Entwickeln einer Einleitung in die Thematik, einer anfänglichen Problemstellung, mit welcher die SchülerInnen in den Prozess des Problemlösens starten können. An die Problemstellung wird der Anspruch einer authentischen Herausforderung mit Bezug zu realen Kontexten gestellt (Zumbach et al., 2007, Hmelo-Silver, 2004). Des Weiteren sollte die Problemstellung von den Lernenden nicht nur gelöst, sondern auch weiterentwickelt werden können. Auf Offenheit der Aufgabenstellung ist demnach genauso zu achten wie auch auf die richtige Menge an Komplexität, um die SchülerInnen nicht zu unter- bzw. zu überfordern. Das Problem sollte im Team, im Kontakt mit ExpertInnen oder mit Hilfe von Literaturrecherche beziehungsweise der Verwendung unterschiedlicher Informationsquellen bearbeitet werden können (Zumbach et al., 2007), wobei der Fokus auf der Bearbeitung liegt und weniger auf einem konkreten Ergebnis (Skelin et al., 2008).

Die Lehrperson ist beim PBL angehalten, Wissen nur dann an die SchülerInnen weiterzugeben, wenn dies auch wirklich für den aktuellen Problemlösungsprozess relevant und notwendig ist. „The teacher plays a key role in facilitating the learning process and may provide content knowledge on a just-in-time-basis“ (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 100).

Im Gegensatz zu traditionellem Unterricht (Beispiel Frontalunterricht) lehrt die Lehrperson nicht mehr explizit, sie führt auch nicht mehr die Gesprächsleitung oder lenkt die Dynamik des Lernprozesses. Dabei müssen die ModeratorInnen (wie sie beim *PBL* genannt werden) einen wesentlichen Teil ihrer Kontrolle über das Unterrichtsgeschehen abgeben und den SchülerInnen mehr Verantwortung für den Lernprozess übertragen. Ist man an diese Form von Unterricht nicht gewöhnt, kann es für die Lehrpersonen zu gravierenden Umstellungsschwierigkeiten kommen. Skelin und KollegInnen plädieren daher für ein methodisches Training in der LehrerInnenausbildung sowie -fortbildung um problemorientiertes Unterrichten kennen zu lernen und trainieren zu können (Skelin et al., 2008).

Weil sich der Fokus beim problemorientierten Unterricht auf den Lernprozess verschiebt, gelangt das eigentliche Lernergebnis in den Hintergrund. Auch mit dieser Tatsache müssen Lehrpersonen umgehen können, da sie nicht mehr explizit vorgeben, was gelernt werden muss und sich folglich auch Veränderungen in der Überprüfung des Gelernten ergeben (Hmelo-Silver, 2004).

Renkl stellt *Problemorientiertes Lernen* als „prominentes globales Instruktionskonzept“ vor, welches er als Gegensatz zur direkten Instruktion positioniert, zumal diese auf einen lehrergesteuerten, kleinschrittigen, fehlerminimierenden Unterricht abziele (Renkl, 2010, S. 742).

In der fachdidaktischen Literatur ist von einem dualen Anforderungsprofil für die Lehrpersonen bei der Durchführung von *Problemorientierten Lernen* die Rede: Zum einen werden methodische Kompetenzen vorausgesetzt, zum anderen soll aber auch eine gewisse Fachkompetenz zur Thematik vorhanden sein. Um die Herausforderungen zu meistern, entsprechende Rahmenbedingungen bereitzustellen, die groben Aufgabenstellungen vorzubereiten, bei der Durchführung unterstützend zur Seite zu stehen (Skelin et al., 2008) und den gruppendynamischen Prozess strukturierend und fördernd zu begleiten, müssen die Lehrpersonen aus ihrer traditionellen Rolle ausbrechen und andere Kompetenzen und Fähigkeiten aufweisen.

Während dem problembasierten Unterrichtsgeschehen ist es die Aufgabe der Lehrpersonen, Beratung und Hilfe anzubieten, wenn diese ausdrücklich gebraucht wird, sich sonst aber zurückzuhalten. Bei Skelin und KollegInnen (2008) wird diese Haltung „abwartendes

Bereitsein“ genannt, welcher große Bedeutung und Einfluss auf die Qualität des Lernprozesses zugeschrieben wird (s. Abb. 3).

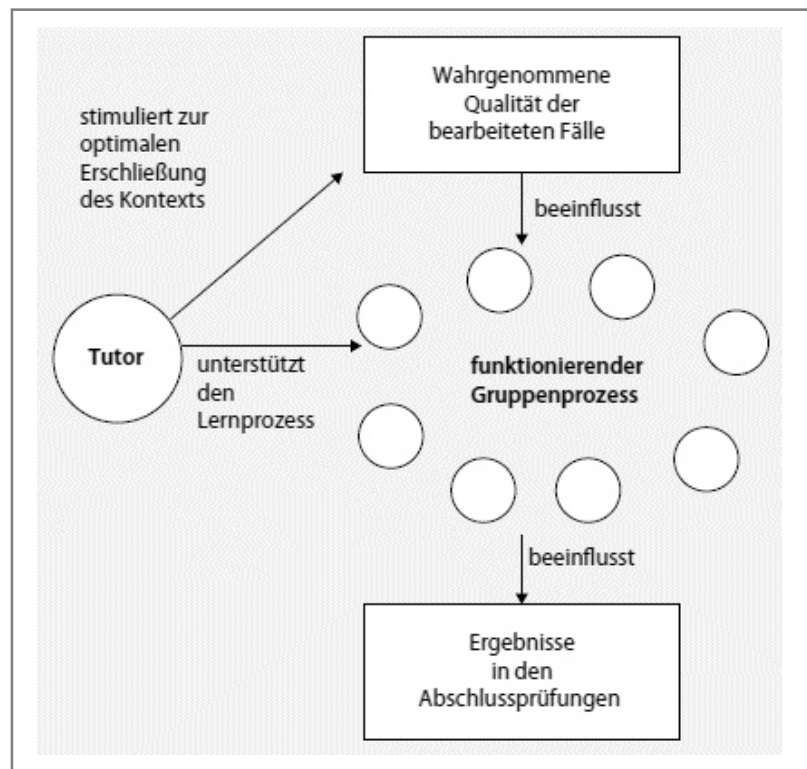


Abb. 3: Prozess des *Problem-based Learning* (nach Skelin et al., 2008, S. 435)

Diesem Modell zufolge hat die Lehrperson sowohl Einfluss auf die Qualität der Problemstellung als auch auf den gruppendynamischen Prozess der Problemlösung. Außerdem soll die Voraussetzung eines funktionierenden Gruppenprozesses für das schlussendliche Ergebnis des Lernprozesses, in diesem Fall der Kursabschlussprüfungen an einer medizinischen Universität, verdeutlicht werden.

3.4 Scaffolding

Um naturwissenschaftlichen Unterricht erfolgreich zu gestalten, muss man sich überlegen, wie SchülerInnen in ihren Lernprozessen bestmöglich unterstützt werden können.

Kirschner, Sweller und Clark vergleichen in ihrer Studie (2006) die Effizienz und Effektivität von mehreren schülerzentrierten Lernansätzen nach verschiedenem Grad der Offenheit des Unterrichts, genauer gesagt, mit verschiedenen Intensitäten der Anleitung durch die Lehrpersonen. Hmelo-Silver, Duncan und Chinn sprechen sich explizit gegen diese Studie aus, welche zu dem Ergebnis kam, Unterrichtsmethoden mit minimaler Anleitung durch die

Lehrperson seien generell weniger erfolgreich als stärker angeleitete Unterrichtskonzepte. Hmelo-Silver und Kollegen kritisieren einerseits das Zusammenfassen und die daraus entstehende Verallgemeinerung von mehreren Unterrichtsansätzen unter dem Überbegriff „minimal guided instructional approaches“ und setzen der Studie als solche empirische Beweise aus der Bildungsforschung entgegen. Sie betonen, dass vor allem die beiden Ansätze *Forschendes Lernen* und *Problemorientiertes Lernen* nicht als „minimal angeleitet“ zu interpretieren sind, vielmehr eine andere Auffassung von Unterstützung durch die Lehrperson vertreten.

“However, IL and PBL [...] are not instances of minimally guided instruction, contrary to the claims of Kirschner et al. Rather, PBL and IL provide considerable guidance to students” (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 100).

Für Sawyer (2008) geht es bei der Unterstützung von Lernprozessen vor allem um Reflektion und Artikulation, wie diese durchgeführt werden und welche Formen die erfolgreicher sind:

„The learning sciences have discovered that articulation is more effective if it is scaffolded - channelled so that certain kinds of knowledge are articulated, and in a certain form that is most likely to result in useful reflection. Students need help in articulating their understandings; they do not yet know how to think about thinking, and they do not yet know how to talk about thinking” (S. 53-54).

SchülerInnen sollen in jenem Ausmaß gefördert werden, in dem ein selbstbestimmter und selbstständiger Lernprozess ermöglicht werden kann. Eine Anleitung für Lernende, wie genau etwas gemacht werden soll oder ein Vorzeigen dessen, was gemacht werden soll, hilft für eine aktuelle problembehaftete Situation. Vertreter der konstruktivistischen Lerntheorie gehen jedoch davon aus, dass dabei kein tiefgreifendes Wissen produziert werden kann, da der Lernende selbst nichts zur Konstruktion dieses Wissens beiträgt. „Effective scaffolding provides prompts and hints that help learners to figure it out on their own” (ebda, S. 54). Erfolgreiches Scaffolding schafft demnach die Basis für eine reale Wissenskonstruktion bei den Lernenden. Sawyer (2008) vergleicht dieses Vorgehen mit dem Gerüstbau bei der Konstruktion eines Gebäudes. Brauchen die SchülerInnen mehr Unterstützung, wird sukzessive Hilfestellung angeboten, immer wieder verändert, und schlussendlich wieder weggenommen, solange bis ein selbstständiger Lernprozess möglich ist.

Wie in der Einleitung zu dem Konzept des Scaffolding schon erwähnt, distanzieren sich Hmelo-Silver und Kollegen von der Aussage, *PBL* und *FL* stehen unter zu wenig Anleitung durch die Lehrperson und nennen als Beispiel das mögliche Vorkommen von Phasen des

Frontalunterrichts als Form der direkten Instruktion in diesen Unterrichtskonzepten, wenn es sich als situationsbedingt nötig herausstellt:

„Thus a mini-lecture or benchmark lesson presenting the necessity of that information and its relevance to their problem-solving and investigational practices. Such just-in-time direct instruction promotes knowledge construction in a way that makes knowledge available for future use in relevant contexts” (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 100).

Scaffolding soll vor allem dazu beitragen, dass die Lernenden komplexe Aufgabenstellungen bearbeiten können, zu welchen sie ohne Unterstützung mit ihrem momentanen Wissen und ihren Fähigkeiten nicht in der Lage wären (ebda, S. 100). Problemstellungen, die anfangs überfordernd wirken, sollen mit einer gewissen Hilfestellung in den Rahmen des zu Bewältigenden gestellt werden und die SchülerInnen dazu motivieren, neue Herausforderungen anzunehmen.

Quintana et al. (2004, nach Hmelo-Silver, Duncan & Chinn) präsentieren Scaffolding als Schlüsselement aller kognitiven Lerntheorien:

„[...], whereby students become increasingly accomplished problem-solvers given structure and guidance from mentors who scaffold students through coaching, task structuring, and hints, without explicitly giving students the final answers” (ebda, S. 100).

Scaffolding soll demnach den Lernprozess der SchülerInnen unterstützen und dabei auf zwei wesentliche Aspekte abzielen: Einerseits geht es um eine Unterstützung, wie die Problemstellung behandelt werden kann und andererseits in der Begründung dieser Entscheidung, damit die SchülerInnen den Sinn und Zweck nachvollziehen können, warum der jeweilige Weg der Problemlösung in einem konkreten Fall eingeschlagen wird (ebda, S. 100). Abschließenden Antworten und Schlussfolgerungen sollen die SchülerInnen folglich nach intensiver Reflexion ihres Lernprozesses selbstständig formulieren können.

Eine stärkere Fokussierung auf den Lernprozess darf, folgt man den genannten Autoren, nicht mit einer Reduzierung der eigentlichen Tätigkeit der Lehrpersonen gleichgesetzt werden. Wie in Kapitel 3 zu *Problemorientiertem Lernen* (S. 21f) schon erwähnt, verändert sich die Rolle der Lehrpersonen, was sie vor neue Herausforderungen stellt:

„Teachers play a significant role in scaffolding mindful and productive engagement with the task, tools and peers. They guide students in the learning process, pushing them to think deeply and model the kinds of questions that students need to be asking

themselves, thus forming a cognitive apprenticeship" (Collins et al., 1989; Hmelo-Silver & Barrows, 2006, nach Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 101).

SchülerInnen soll dabei geholfen werden, Sinngehalte zu hinterfragen, ihren Problemlösungsprozess und eigenständige Erforschung einer Problematik zu organisieren sowie zu strukturieren und den Erkenntnisprozess und ihre Vorstellungen zu reflektieren.

Schlussendlich kann Scaffolding dazu beitragen, die kognitiven Anforderungen einer Problemstellung für die Lernenden zu reduzieren und Unterstützung von Expertenseite anzubieten die SchülerInnen in eine Richtung zu leiten, in welcher sie neue Wege des Denkens und Handelns kennen lernen (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 101).

„If learners are assisted in the task but are not able to understand or take advantage of the experience, the assistance will have been local to that instance of scaffolding but will not have provided support for learning" (Reiser, 2004, S. 275).

Mc Kenzie (1999) nennt in seiner Abhandlung „Scaffolding For Success“ sechs Punkte, die ein gelungenes Scaffolding ausmachen:

- a) Eindeutigkeit der Anleitung
- b) Klarstellung über die Relevanz und den Sinn von Aufgabenstellungen
- c) Vorkehrungen gegen eine mögliche Abweichung vom Lernziel
- d) klare Definition der Erwartungshaltung
- e) Anbieten von Informationsquellen zur Thematik
- f) Vermeidung von Unsicherheiten oder Enttäuschungen

Bei einer genaueren Analyse der Qualitätskriterien nach Mc Kenzie wird deutlich, dass bei Scaffolding unnötige Verwirrung der SchülerInnen durch die Aufgabenstellung vermieden werden soll und die Lernenden den Sinn und Zweck einer Auseinandersetzung mit der Thematik begreifen sollen. Dafür ist es notwendig, dass sich die Lehrkräfte zuvor mit der Problematik auseinandersetzen und tiefergehende, interessante Aufgabenstellungen für die SchülerInnen formulieren. Das unstrukturierte Sammeln von Informationen bietet nach McKenzie wenig Herausforderung und Scaffolding findet in so einem Kontext nicht statt. Mit Hilfestellungen zur Literaturrecherche beziehungsweise Informationsbeschaffung kann außerdem vermieden werden, dass unnötiger Zeitaufwand und folglich Frustration bei den SchülerInnen entsteht.

3.5 Die Zone of Proximal Development nach Vygotsky (1978)

Wissenschaftliche Arbeiten zur Thematik des Scaffolding basieren stets auf der Annahme, dass Lernende durch Unterstützung von einer anderen Person eine Weiterentwicklung ihres Lernstandes erreichen und dadurch Wissen konstruieren, welches für sie zuvor noch nicht zugänglich war.

Diese Differenz zwischen dem, was LernerInnen auf ihren aktuellen Lernstandsniveaus erreichen können und dem, was sie mithilfe entsprechender Unterstützung erreichen können wird mit als *Zone of Proximal Development* beschrieben und geht auf den sowjetischen Psychologen Lev Vygotsky zurück.

“[...] the zone of proximal development defines those functions that have not yet matured but are in the process of maturing, functions that will mature tomorrow but are currently in an embryonic state” (Vygotsky, 1978, S. 86).

Vygotsky geht davon aus, dass Lernende sich graduell weiterentwickeln und während eines erfolgreichen Lernprozesses immer weniger Hilfe bei der Lösung bestimmter Problemstellungen benötigen. Unterrichtsziel sollte es sein, Lernerfahrungen anzubieten, die sich innerhalb der *Zone of Proximal Development* befinden und so den individuellen Lernhorizont fördern und erweitern.

Voraussetzung dafür ist die Anwesenheit von ExpertInnen, in dem Sinne, dass diese über größeres Wissen und Fähigkeiten bezüglich der jeweiligen Thematik verfügen. Die Unterstützung sollte demnach von einer Person kommen, deren Wissen über die Zone of Proximal Development der Lernenden hinausgeht. Unterstützung innerhalb der Zone of Proximal Development wird von den Lernenden als Lernerfahrung wahrgenommen und weiterentwickelt. Nach einem erfolgreichen Lernprozess sollen die Lernenden im Stande sein, dieselbe Problemstellung auch ohne Hilfestellung lösen zu können (Schaffer, 2006).

Vygotsky (1978) plädiert dafür, als Ausgangspunkt für unterrichtliches Handeln nicht nur das anzusehen, was SchülerInnen selbstständig erreichen können, sondern den Fokus auf jenes Level zu legen, welches sie in einer sozialen, sie unterstützenden Umgebung erreichen können. Die Tatsache, dass Menschen häufig bestimmtes Wissen oder Fähigkeiten erst im Rahmen der Auseinandersetzung in einer Gruppe lernen, bevor sie in der Lage sind, diese alleine zu erreichen, beschreibt er wie folgt:

„Every function in the child's cultural development appears twice: first, on the social level, and later, on the individual level; first, between people (interpsychological), and then inside the child (intrapsychological)” (Vygotsky, 1978, S. 57).

Folgt man dem Konzept von Vygotsky und den darauf basierenden Theorien zu Scaffolding, so sollen Lehrkräfte stufenweise die Komplexität ihres Unterrichts und folglich die Herausforderung für die SchülerInnen erhöhen und parallel dazu den Grad der Unterstützung und Anleitung senken.

Darüber hinaus muss betont werden, dass die Zone of Proximal Development ein individuelles Konzept darstellt und demzufolge eine individuelle Behandlung der SchülerInnen fordert. Da man nicht alle SchülerInnen auf dieselbe Art und Weise erfolgreich fördern kann, sollte von der Lehrkraft analysiert werden, welche SchülerInnen wieviel Unterstützung brauchen. Erst daraufhin können individuelle Handlungen entsprechend der jeweiligen Zone of Proximal Development geplant und durchgeführt werden.

3.6 Selbstständigkeit und Selbstbestimmung als Lernziele von naturwissenschaftlichem Unterricht

Die verschiedenen Abhandlungen und Theorien zu Unterrichtsmethoden wie dem *forschenden* oder dem *problemorientierten Lernen* haben meist eine Sache gemeinsam: die Fokussierung auf die Lernenden und ihren Lernprozess. Dabei ist häufig die Rede von Selbstständigkeit und selbstbestimmtem Handeln als anzustrebendes Lernziel von lernerzentriertem Unterricht.

Selbstständigkeit im Sinne von eigenständigem Handeln kennzeichnet allein jedoch noch keinen erfolgreichen Lernprozess. Erst wenn Selbstständigkeit zu tatsächlicher Autonomie wird, können nachhaltige und tiefergehende Lernerfolge erzielt werden. Daher ist Selbstbestimmung die höchste und daher anzustrebende Form von Selbstständigkeit (Häcker, 2012).

Der Bildungswissenschaftler Wolfgang Klafki (2003) sieht in der Selbstbestimmung die Fähigkeit „über seine individuellen, persönlichen Angelegenheiten [...] und seine Überzeugungen aufgrund eigener Einsicht und nach eigenem Urteil entscheiden zu können“ (S. 19) und definiert sie damit als oberstes Ziel aller erzieherischen und bildenden Prozesse. Es ist demnach

Aufgabe der Pädagogik, Selbstbestimmung als oberstes Prinzip in ihre Grundsätze aufzunehmen und zu vermitteln (Klafki, 2003, S. 19).

Deci und Ryan (1993) erklären in ihrer „Selbstbestimmungstheorie der Motivation“ das Bestreben der Menschen, sich selbst als eigenständig handelnd zu erleben, als treibende Kraft hinter selbstbestimmten Tun.

Häcker betont, dass wahre Selbstbestimmung nur dann erreicht werden kann, wenn den Lernenden die Möglichkeit eröffnet wird, den vollständigen Lernprozess eigenständig zu bestimmen. Für ihn gliedert sich der Lernprozess in folgende drei Ebenen (Häcker, 2012, S. 4):

- die Bestimmung des Lerngegenstandes
- die Bestimmung des Lernziels
- die Bestimmung des Lernprozesses

Treffen die Lernenden die Entscheidungen über diese drei Ebenen auch tatsächlich selbst, so kann authentisches, selbstbestimmtes Lernen erreicht werden.

Dieses Zugeständnis an die Eigeninitiative bestärkt die SchülerInnen in ihrem Tun und hat infolgedessen positive Auswirkungen auf das Interesse sowie die Lernmotivation der SchülerInnen (Deci & Ryan, 1993).

Ein weiterer bedeutender Aspekt der Selbstbestimmung ist die Begründung der eigentlichen Handlung. SchülerInnen müssen erst den Sinn und Zweck hinter einer Aufgabenstellung verstehen, um tatsächlich selbstbestimmt und nachhaltig lernen zu können. Häcker wählt dafür den Begriff der „subjektiven Begründetheit der Lernhandlung“ (2012, S. 6) und definiert diesen als Voraussetzung für erfolgreiches Lernen und Lehren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in der Literatur grundsätzlich Einigkeit darüber herrscht, dass Selbstbestimmung eine subjektiv erlebte Erfahrung ist. Bezieht man die SchülerInnen in den Unterricht mit ein und ermöglicht man ihnen, durch selbstbestimmtes Handeln ihren eigenen Lernprozess zu steuern, so wirkt sich das positiv auf ihre Motivation aus und führt schlussendlich zu effektiveren und nachhaltigeren Lernerfolgen (Deci & Ryan, 1993; Klafki 2003).

4 Das Mascil-Projekt

Das von der Europäischen Union geförderte, internationale Projekt „mascil: mathematics and science for life“ versucht, wie schon in der Bezeichnung angedeutet, Mathematik und Naturwissenschaft enger mit dem alltägliche Leben von SchülerInnen zu verknüpfen. Es handelt sich um ein auf drei Jahre ausgelegtes Projekt, an welchem 13 PartnerInnen aus 17 europäischen Ländern teilhaben (mascil, 2013d). Das AECC Biologie der Universität Wien ist einer dieser Projektpartner. Das Mascil-Projekt verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz in Bezug auf den naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht. Das Angebot reicht von Informationsmaterial über Unterrichtsmaterialien bis hin zu Fortbildungskursen für LehrerInnen (ebda).

Die Grundidee der Mascil-Fortbildungen ist es, LehrerInnen dabei zu unterstützen, ihren SchülerInnen die Relevanz von naturwissenschaftlichem Wissen für alltägliche Situationen sowie das zukünftige Berufsleben näher zu bringen. Die vorgestellten Materialien und Aufgaben sollen dabei helfen, die SchülerInnen für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu motivieren und ihnen gleichzeitig verständlich machen, dass die Kompetenzen, die sie dabei erwerben, für verschiedene Berufsfelder von Bedeutung sind. Außerdem sollen die LehrerInnen während der Fortbildung darauf aufmerksam gemacht werden, wie wichtig ein Dialog zwischen ihnen und den SchülerInnen für den einen erfolgreichen Lernprozess, speziell aber für *forschendes und problemorientiertes Lernen* ist (mascil, 2013b).

Auf der Mascil-Homepage werden dahingehend folgende Ziele der LehrerInnenfortbildungen für die Lehrkräfte vorgestellt:

- „Forschungs- und Problemorientierte Aufgabenstellungen praktisch ausprobieren.
- Aufgaben kennenlernen, die im Mathematik- und Naturwissenschaftlichen Unterricht als Angebot für die Berufsorientierung von Schülern und Schülerinnen dienen können.
- Eigene Kompetenzen im lernfördernden Dialog mit SchülerInnen weiterentwickeln.“ (ebda)

Das zentrale Lernziel des Mascil-Projekts soll sein, die Lernenden mithilfe von forschendem und entdeckendem Lernen dazu zu motivieren, eine aktive und forschende Herangehensweise im Biologieunterricht einzunehmen (mascil, 2013c).

„Das forschungsorientierte Lernen zielt darauf ab, den Forschergeist zu wecken und bei den SchülerInnen Einstellungen zu fördern, die sie befähigen, in einer ungewissen Zukunft und einem sich ständig wandelnden Umfeld zu bestehen“ (ebda).

Mit dem beschriebenen *forschenden Lernen* soll das Interesse der SchülerInnen für die Naturwissenschaften geweckt, ein stärkeres Engagement im Unterricht angestrebt und nachhaltiges Wissen bei den Lernenden kreiert werden. Das Mascil-Projekt schließt sich mit seiner Definition von *forschendem Lernen* der konstruktivistischen Lerntheorie an:

„In einer das forschende Lernen inspirierenden Lernumgebung ist es nicht Aufgabe der Lehrenden, den Lernenden fertiges Wissen zu präsentieren, sondern mit ihnen Wissen zu konstruieren.“ (mascil, 2013b)

Mascil stellt somit *forschendes Lernen* als Vorzeigebispiel für die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung mit entsprechendem Bezug zu lebensweltlichen Kontexten in den Fokus des Projektgeschehens. Ein Resümee über die Prinzipien und Ziele des Mascil-Projekts wird im folgenden Diagramm übersichtlich dargestellt:



Abb. 4: Das Mascil-Diagramm (Abgerufen von mascil, 2013c)

5 Lernen in Kontexten

Auf eine Entwicklung von Motivation und Interesse ausgelegt, präsentieren Blumenfeld, Kempler und Krajcik (2006) ihre Motivationstheorie und die darauf basierenden idealen Lernumgebungen unter dem Namen „learning sciences-based environments“. Diese fußen auf vier wesentlichen Prämissen: Authentizität, Inquiry, Zusammenarbeit und Technologie.

Das Thema der Authentizität von Unterricht soll in diesem Abschnitt näher behandelt werden. Schon in den Kapiteln zuvor, wo versucht wird *forschendes* und *problemorientiertes Lernen* theoretischen zu verorten, lassen sich Auswirkungen von authentischen Lernsettings auf die Motivation und das Interesse der SchülerInnen erahnen.

Naturwissenschaftlicher Unterricht soll näher an das alltägliche Leben der Lernenden gebracht werden und an, für die SchülerInnen nachvollziehbarer, Relevanz gewinnen. Dafür ist eine Einbettung der Unterrichtsinhalte in lebens- und arbeitsweltliche Kontexte nötig, um zu einer Steigerung der Authentizität von Biologieunterricht gelangen zu können (Blumenfeld et al., 2006; Hof & Mayer, 2009).

Vor allem das Mascil-Projekt betont eine Verflechtung der Unterrichtsinhalte mit der Arbeitswelt und orientiert sich bei der Erstellung von Aufgaben an authentischen Problemsituationen aus der Berufswelt (mascil, 2013d).

Auch im österreichischen Lehrplan der Oberstufen allgemeinbildender höheren Schulen wird eine Einbeziehung der Lebenswirklichkeit von SchülerInnen im Unterricht angesprochen. Die Integration ihrer Erfahrungen, Interessen und ihres Vorwissens kann als wesentlicher Faktor zur Erreichung der Lernziele gewertet werden. Darüber hinaus spielen auch die gesellschaftlichen Dimensionen der Biowissenschaften eine immer größere Rolle, was eine verstärkte Integration in den naturwissenschaftlichen Unterricht bestärkt (BMBF, 2004). Diese knapp zusammengefassten Richtlinien aus dem Lehrplan, welche für eine Vernetzung des Lernprozesses mit realen Kontexten eintreten, basieren auf einer fundierten fachdidaktischen Wirksamkeitsforschung und ihrer Abhandlung in der Literatur.

Die sich daraus ergebende Forderung nach mehr Authentizität des naturwissenschaftlichen Unterrichts führt nicht selten zu dem Aufruf, SchülerInnen besonders im Biologieunterricht aus der traditionellen Institution Schule herauszuholen und sie in ihrer unmittelbaren Umgebung näher an die Natur heranzuführen. Solche Naturerlebnissen oder auch das Entdecken natur-

wissenschaftlicher Angebote wie zum Beispiel der Besuch von Museen, Botanischen Gärten, Zoos, wissenschaftlichen Zentren etc. erweitern den Unterricht um einen außerschulischen Kontext, dem in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit in der Wirksamkeitsforschung geschenkt wurde. Da dieser außerschulische Kontext aber nicht Thema dieser Arbeit sein soll, wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Behandlung verzichtet.

Wie schon in der Übersicht von Mayer & Ziemek im Kapitel 5 (S. 38f) vorgestellt, wird ein Kontextbezug des Lernprozesses als wichtiger Teilaspekt von *forschendem Lernen* betrachtet. Hof & Mayer (2009) beschreiben dieses *Lernen in Kontexten* als einen Lernprozess mit Authentizität, Realitätsnähe und Anwendungsbezug hinsichtlich Alltag, Wissenschaft und Technik, welcher auf eine verbesserte Handlungsfähigkeit der Lernenden abzielt (S. 73).

Bei PISA werden Kontexte als Situationen beschrieben, in denen SchülerInnen „ihr Wissen anwenden können“ (Deutsches PISA-Konsortium, 2001 zitiert nach Hof & Mayer, 2009, S. 73). Des Weiteren heißt es: „PISA konzentriert sich auf die Fähigkeiten der Jugendlichen, ihre Kenntnisse und Fertigkeiten zur Bewältigung alltäglicher Herausforderungen einzusetzen“ (OECD, 2007, S. 18). Wie man auch in den Veränderungen der Lehrplänen erkennen kann, geht es auch bei PISA immer mehr darum, zu analysieren, was die SchülerInnen mit ihrem gewonnen Wissen aus dem Unterricht anfangen können und nicht mehr nur um die Fähigkeit zur Reproduktion des Gelernten. Als aktuelle Kontexte mit gesellschaftlicher Bedeutung behandelt PISA vor allem Politikorientierung, Naturwissenschaftliche Grundbildung und die Relevanz für das lebenslange Lernen (ebda).

Die Bedeutung der leitenden Prinzipien von *Lernen in Kontexten*, wie die Einbettung von Inhalten mit lebensweltlichem Zusammenhang, akzentuiert Fischler in seinem Beitrag „Fachdidaktik und Unterrichtsqualität im Bereich Naturwissenschaften“ (2007). Er beruft sich auf den bekannten Begriff der „sinnstiftenden Kontexte“ nach Muckenfuß (1995), mit welchem Inhaltsbereiche mit lebenspraktischer Bedeutung angesprochen werden.

Gropengießer und Kattmann (2008) erarbeiten eine Aufgliederung der für sie bedeutendsten lebensweltlichen Kontexte in sieben Unterpunkten, mit welchen sich, ihrer Meinung nach, Fachdidaktik verstärkt auseinandersetzen sollte:

- Wissenschaftspropädeutik
- Geschichte der Biologie
- Ethik

- Gesundheitserziehung und Gesundheitsförderung
- Sexualerziehung
- Friedenserziehung
- Umweltbildung

Um eine authentische Kontextualisierung von Naturwissenschaften bemühen sich auch Lerntheorien rund um die „Situiertheit von Wissen“, so auch Brown, Collins und Duguid (1989). Sie gehen von dem Problem aus, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht häufig das Erlernen von Konzepten, Fertigkeiten sowie Denk- und Handlungsstrategien nicht im Kontext einer entsprechenden Anwendung stattfindet. Erlerntes Wissen soll flexibel anwendbar sein und nicht auf den institutionellen Raum des Klassenzimmers beschränkt bleiben (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Durch Hinzufügen eines Alltagsbezuges erreicht man eine Vernetzung von Wissenschaft und Lebenswelt der SchülerInnen. Bringt man die „Lernsituation“ näher an die „Anwendungssituation“ heran, so wird laut Hof und Mayer (2009) ein Transfer von Wissen und Fähigkeiten aus dem schulischen Unterricht auf alltägliche Situationen der SchülerInnen auch in zukünftigen Situationen erleichtert (S. 73).

Sawyer legt den Fokus auf eine Vernetzung des Unterrichts mit der Arbeitswelt und sieht authentische Unterrichtsinhalte nicht zuletzt in dem für die Berufswelt benötigten Wissen.

„One of the central underlying themes of the learning sciences is that students learn deeper knowledge when they engage in activities that are similar to the everyday activities of professionals who work in a discipline“ (Sawyer, 2008, S. 49).

Als Begründung für diese verstärkte Fokussierung auf die Arbeitswelt nennt Sawyer die sich ständig verändernde Gesellschaft und die damit einhergehenden, sich verändernden Anforderungen an die jungen Mitglieder eben dieser Gesellschaft. SchülerInnen wachsen in der heutigen Wissensgesellschaft auf, in der die reine Aufnahme und Reproduktion von Inhalten und Prozessen nicht mehr ausreicht, um erfolgreich an ihr teilnehmen zu können. Verlassen die Lernenden die Schule als Absolventen, so sollen sie laut Sawyer über ein tiefgehendes Verständnis über komplexe Konzepte verfügen und in der Lage sein, dieses Wissen selbstbestimmt anzuwenden, um neues Wissen sowie neue Ideen, Theorien und Lösungswege zu generieren. Sie sollen ihnen unbekannte Informationen kritisch hinterfragen, fähig sein, sich in schriftlicher und mündlicher Form deutlich ausdrücken und wissenschaftliche Denkansätze nachvollziehen zu können. Auf diesem Hintergrund betont Sawyer die Bedeutung von

integriertem, sinnvollem und flexiblem Wissen für die Eingliederung der jungen Lernenden in die moderne Gesellschaft und deren Fähigkeit zu einem lebenslangen Lernen (2008, S. 49)

5.1 Bezug zur Wissenschaft

Wird Wissenschaftspropädeutik als Leitprinzip für naturwissenschaftlichen Unterricht gefordert, so soll die Lernumgebung der Realität von Forschung entsprechen beziehungsweise ihr wenigstens nahe stehen. Ziel einer solchen Wissenschaftspropädeutik ist meist die Vermittlung von Nature of Science.

Wer diesem Anspruch in der fachwissenschaftlichen Literatur nachgeht, erkennt schnell, dass Lehrkräfte vor der großen Herausforderung stehen, authentische Zugänge zur Naturwissenschaft in ihren Unterricht zu integrieren. Naturwissenschaftliche Erkenntnismethoden und Fachinhalte können in ihrer tatsächlichen Anwendung im Rahmen des schulischen Kontextes häufig nicht adäquat „nachgestellt“ werden. Aus diesem Grund versucht man, Lernkonzepte zu erstellen, die eine Miteinbeziehung teilweiser wissenschaftsorientierter Methoden und Fachinhalte auf authentische Weise anstreben und die SchülerInnen darin aktiv involvieren. Neben Einschränkungen wie den begrenzten Zeit-, Raum-, Material- und Arbeitsressourcen sieht Fischler ein wesentliches Kriterium dafür, Wissenschaft nicht als Vorlage für Unterricht zu verwenden, in der Orientierung an der realen Lebenswelt der SchülerInnen.

„Die generell akzeptierte Aussage, dass die Inhalte eines naturwissenschaftlichen Unterrichtsfaches nicht ein bloßes Abbild der Inhalte der jeweiligen wissenschaftlichen Disziplin sein sollte, wird vor allem mit den unterschiedlichen Funktionen dieser Wissensbestände begründet. Die Disziplin hat eine Ordnung geschaffen, deren Systematik die Orientierung in der Fülle von Erscheinungen und Zusammenhänge sowohl in der Weitergabe des Wissens als auch in der Forschung ermöglicht. Schülerinnen und Schüler können den Sinn einer solchen Systematik so lange nicht einsehen, wie ihnen dieses naturwissenschaftliche Wissen fehlt, dessen systematische Ordnung ihnen neue Einsichten vermitteln würde. Ihr primäres Interesse liegt nicht im Aufbau systematischen Wissens, sondern in der Aneignung von Kenntnissen, die ihnen Orientierungs- und Entscheidungshilfen in verschiedenen Lebensbereichen geben, etwa im Alltag, im Beruf und bei der Beurteilung von gesellschaftlichen Fragen, deren Beantwortung naturwissenschaftliche Kompetenzen erfordert“ (Fischler, 2007, S. 237-238).

Ebenso bezieht sich auch Kiel (2010) auf die Vertreter der modernen Didaktik und erkennt Lernen dann als erfolgreich an, wenn „für anwendungsbezogene Kontexte gelernt wird und das

Lernen selbst in anwendungsbezogenen Kontexten stattfindet“ (Kiel, 2010, S. 784). Er sieht darin Parallelen zu Klafkis bildungstheoretischen Vorstellungen der „Schlüsselprobleme“ von 1996. Anwendungsbezogene Kontexte sollen demnach Unterricht zu einer gesteigerten Sinnhaftigkeit und größerem Erfolg führen. Merrill, ein bedeutender Vertreter des Instruktionsdesigns, auf welches sich Kiel in seiner Arbeit bezieht, plädiert dafür, „real-life-problems“ zum Ausgangspunkt jeglicher Lernprozesse zu machen (Merrill, 2002 zitiert nach Kiel, 2010, S. 784). Er definiert in diesem Sinne vier Voraussetzungen für nachhaltigen Lernerfolg, wobei der Einfluss aus Abhandlungen zum *problemorientierten Lernen* sichtbar wird.

Für einen erfolgreichen Lernprozess nach Merrill

- „muss bei einem „real-life-problem“ Vorwissen aktiviert werden
- müssen Lehrende oder Lernende etwas demonstrieren
- werden Lösungen gesucht und gefundene Lösungen angewendet (Lernende probieren, z.B. in Rollenspielen, Lösungen aus und werden dabei gecoacht)
- muss die Integration der neu erworbenen Problemsichten und Lösungswege in professionelle Denk- und Handlungsmuster gezielt unterstützt werden, es gilt persönliche Lösungsstrategien zu entwickeln, diese öffentlich darzustellen und zu verteidigen“ (Merrill, 2002 zitiert nach Kiel, 2010, S. 784).

Wie Merrill im ersten Punkt erwähnt, betont auch Renkl (2010), dass vor der Entwicklung der eigentlichen Unterrichtsinhalte immer erst eine Analyse des Vorwissens der SchülerInnen stattfinden muss, um einen erfolgreichen Lernprozess in Angriff nehmen zu können.

„Erlern wird ein neuer Sachverhalt, wenn er im Langzeitgedächtnis an das bereits vorhandene Vorwissen angebunden wird. Es kann etwas umso leichter und schneller bedeutungshaltig interpretiert und dann an das Vorwissen angebunden werden, je mehr Anknüpfungspunkte jemand bereits hat, also je mehr Vorwissen bezüglich eines Wissensgebietes bereits vorhanden ist. Insbesondere wenn zu erwerbende Inhalte in vorhandene Schemata eingeordnet werden können, wird der Wissenserwerb erleichtert.“ (Renkl, 2010, S. 740)

5.2 Motivation und Interesse als Folge und Ziel von Lernen in Kontexten

Wie aus den bisherigen Theorien zu kontextbezogenen Unterrichtsformen bereits hervorgegangen ist, kann ein Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen weitgehende

Auswirkungen auf deren Motivation und Interesse haben. Eben dieses Thema soll das vorliegende Unterkapitel zu Lernen in Kontexten kurz betrachten.

Unterrichtsinhalte, die einen Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen aufweisen, sind für diese persönlich interessanter und bekommen in deren subjektiven Wahrnehmung eine größere Relevanz, was sich positiv auf die Motivation, sich mit diesen Problemstellungen auseinanderzusetzen zu wollen, auswirkt (Hof & Mayer, 2009, S. 73).

Harlen setzt Motivation und Interesse der Lernenden in direkten Bezug zu deren Engagement im Unterricht.

„It is also recognised that deep learning depends on students' full engagement in experiences from which they can develop their understanding. Engagement, in turn, depends on the extent to which experiences hold interest, have perceived relevance and provide enjoyment and even excitement for students.“ (Harlen, 2010, S. 5)

Lernprozesse mit Bezug zu alltäglichen Phänomenen in der Lebenswelt der SchülerInnen beziehungsweise mit Bezug zur tatsächlichen Arbeitswelt schaffen demnach nicht nur eine größere Relevanz der Unterrichtsinhalte, sondern wirken sich auch positiv auf die Motivation, das Interesse und die Bereitschaft der Lernenden aus, am Unterricht aktiv teilzuhaben. Je nachdem aus welchem Blickwinkel man Lernen in Kontexten betrachtet, präsentiert sich eine Steigerung der Motivation sowie des Interesses entweder als logische Folge oder als anzustrebende Zielsetzung.

5.3 Lernen in Kontexten: Herausforderung im Unterricht

Die bisherige Auseinandersetzung mit der Literatur zur Thematik lässt den Schluss zu, dass eine reine Konzentration auf die Weitergabe von Fachwissen kein geeigneter Weg für erfolgreichen Biologieunterricht ist und daher auch nicht zu tiefgehenden, längerfristigen Lernerfolgen führt. Auch Gropengießer und Kattmann (2008) unterstreichen die Bedeutung von Lebensbezug und Anwendung von naturwissenschaftlichen Inhalten.

„Vielmehr sollte auf allen Stufen ein angemessener Bezug zur Lebenswelt und Anwendung hergestellt und dabei zum Ausgangspunkt bzw. Zielpunkt gemacht werden“ (S. 62-63).

Ein integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht sollte, folgt man den Autoren, sachgerecht an „lebensweltlich zugänglichen Phänomenen“ orientiert sein (S. 63).

Eine entsprechende Auswahl von Unterrichtsinhalten und die Entwicklung von adäquat gestalteten Einheiten, die Schülerinnen darin unterstützen sich diese Inhalte erfolgreich anzueignen, stellen die Lehrkräfte vor eine nicht zu unterschätzende Herausforderung.

Die Wahl der Inhalte sollte sich nicht nur an vorgegebenen Lehr- und Lernzielen oder Standards orientieren, sondern auch den individuellen Interessen der SchülerInnen entsprechen. Blumenfeld und KollegInnen erwähnt neben der Herausforderung der Entscheidung für die Unterrichtsgegenstände noch eine weitere, nämlich die Frage nach der Durchführbarkeit und anschließenden Umsetzung im institutionellen Rahmen. Eine Entwicklung von Unterrichtseinheiten, die methodisch durchdacht sind, die institutionellen Rahmenbedingungen akzeptieren und für die Lernenden von aktueller Relevanz sind, ist keine leichte Aufgabe und Einschränkungen wie Zeitmanagement, Materialien und beschränkte Technologien machen diese sicher nicht einfacher (Blumenfeld, Kempler & Krajcik, 2006).

Dass es die Herausforderung und die zusätzlichen Mühen jedoch wert sind in Kauf genommen zu werden, weisen die Ergebnisse aus der Lernforschung aus. Auf diese beziehen sich auch Hmelo-Silver, Duncan und Chinn in ihrem Artikel zu „Scaffolding“ und setzen das Lernen in Kontexten in Verbindung mit Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung:

„It follows then that learning situations should provide students with opportunities to engage in the scientific practices of questioning, investigation, and argumentation as well as learning content in a relevant and motivating context“ (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007, S. 105).

6 Das Weltwirtschaftsphänomen Soja im Unterricht

6.1 Die Sojabohne als Weltwirtschaftsphänomen

Die Bedeutung der Sojabohne in der Weltwirtschaft hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen. Neben China und Japan, den Nationen mit den höchsten Importzahlen, hat auch der Importbedarf in Europa bedeutende Ausmaße angenommen. Aktuell werden die größten Mengen Soja von den USA, Brasilien, Argentinien und Paraguay produziert, wobei Argentinien, Brasilien und die USA als Hauptexporteure gelten (Pistrich, Wendtner & Janetschek, 2014). Die folgende Abbildung, erstellt von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), zeigt den globalen Anstieg der Sojaproduktion der letzten 50 Jahre.

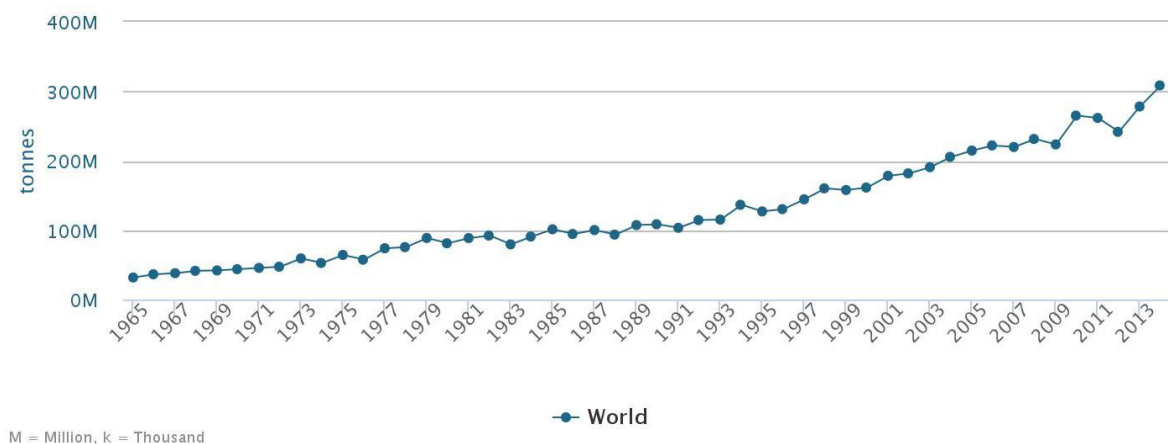


Abb. 5: Weltweite Sojaproduktion von 1965 bis 2014 (Quelle: FAOSTAT, 2015)

Seit 1965 hat sich die Produktion um ein 10-faches gesteigert und die Anbaufläche weltweit vervierfacht, sodass heute eine Fläche von einer Million Quadratkilometern für den Anbau von Sojabohnen verwendet wird (WWF, 2014).

Einem Bericht des WWF (2014) zufolge gilt der zunehmende Fleischkonsum als Hauptursache für die kontinuierliche Ausweitung des Sojaanbaus. Etwa drei Viertel der weltweiten Sojaproduktion werden in der Tierfütterung eingesetzt. Vor allem in der Geflügel- und Schweinehaltung ist Soja als günstiges Futtermittel sehr beliebt. Von 1967 bis 2007 stieg die weltweite Produktion von Schweinefleisch um 294 %, von Eiern um 353 % und von

Geflügelfleisch um 711 %. Soja ist aktuell das weltweit wichtigste Futtermittel und somit eine Schlüsselkomponente der industriellen Landwirtschaft (WWF, 2014).

Die Sojabohne hat aus diesen genannten Gründen eine sehr hohe wirtschaftliche Bedeutung. Es gibt allerdings noch weitere Gründe, die eine entsprechende Behandlung im Biologieunterricht rechtfertigen. Diese werden auf den folgenden Seiten näher erläutert.

6.2 Was macht die Sojabohne so besonders?

Die weltwirtschaftliche Relevanz der Sojabohne wird neben anderen Faktoren naturgemäß auch durch ihre physiologischen und anatomischen Besonderheiten bedingt. Die Pflanzenart Soja, *Glycine max* ist eine Leguminose und gehört zur Unterfamilie der Schmetterlingsblütler (Faboideae). Die artenreiche Familie der Leguminosen ist unter anderem bekannt für ihren charakteristischen Fruchttyp, die Hülsenfrucht, welche sie auch den Namen Hülsenfrüchtler verdankt (Pistrich, Wendtner, & Janetschek, 2014).

Wie in der LehrerInnenfortbildung des Mascil-Projektes erwähnt, ist eine Auseinandersetzung mit dieser Thematik gegenwärtig sehr passend, da das Jahr 2016 von den Vereinten Nationen zum Jahr der Hülsenfrüchte erklärt wurde. In der entsprechenden Resolution (Vereinte Nationen, 2013, S. 546-547) wird dieser Entschluss damit begründet, dass Hülsenfrüchte einerseits eine zentrale Rolle in der Eiweißversorgung für Menschen und Tiere weltweit darstellen und aus einer „auf Ernährungssicherheit und gute Ernährung gerichteten nachhaltigen Nahrungsmittelproduktion“ (Vereinte Nationen, 2013, S. 546) nicht mehr wegzudenken sind. Andererseits wird der positive Effekt auf die Umwelt miteinbezogen, da die stickstoffbindenden Eigenschaften dieser Pflanzen zu einer Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit führen.

Woher bekommt die Pflanze nun ihre stickstoffbindenden Eigenschaften? Wie viele andere Leguminosen auch, kann die Sojapflanze eine Symbiose mit stickstofffixierenden Bakterien (in diesem Fall Rhizobien) eingehen und wird damit ein sogenannter „Stickstoffsammler“ (Pistrich, Wendtner, & Janetschek, 2014). Diese besonderen Bakterien werden als „Wurzelknöllchenbakterien“ bezeichnet und gehen jeweils nur mit spezifischen Pflanzenarten eine Symbiose ein. Der Symbiont der Sojapflanze gehört zur Gattung *Bradyrhizobium*, nämlich *Bradyrhizobium japonicum* (Nultsch, 2001, S. 397) und ist aufgrund seines asiatischen Ursprungs in europäischen Böden nicht heimisch. Um eine funktionierende

Wurzelknöllchensymbiose zwischen der Sojabohne und der entsprechenden Rhizobium-Art zu ermöglichen, führt man daher vor der Aussaat eine Saatgutbeimpfung durch (Campbell & Reece, 2009, S. 1075). Eine funktionierende Knöllchenbakterienimpfung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Sojaanbau, zumal die Symbiose den Pflanzen auch auf stickstoffarmen Böden ein gutes Gedeihen ermöglicht (Nultsch, 2001, S. 376).

Außerdem kann der Bedarf an Handelsdünger mit dem Anbau von Soja reduziert werden indem man die Pflanzensprosse nicht entfernt, sondern als Gründüngung am Feld belässt (Campbell & Reece, 2009, S. 1075). Dies ist sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch als Vorteil anzuerkennen.

6.3 Soja im Biologieunterricht

In diesem Kapitel möchte ich kurz aufzeigen, welche Richtungen man mit der Behandlung des Themenkomplexes Soja im Biologieunterricht ansteuern kann und welche Wissensgebiete - auch fächerübergreifend - miteinander verknüpft werden können, um die SchülerInnen darin zu unterstützen, ein naturwissenschaftliches Verständnis zum Thema zu entwickeln.

Die Sojabohne wurde nicht ohne Grund als Thema für die Mascil-LehrerInnenfortbildung im AECC Biologie, Wien gewählt. Wie in der Abschlussbroschüre der Fortbildung vermerkt, eignet sich das Thema besonders gut, um im Unterricht unterschiedliche biologische Fragestellungen miteinander zu verknüpfen und in Bezug zur Lebenswirklichkeit zu setzen. Es soll zu einer fundierten Auseinandersetzung mit den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Konsequenzen des globalen Sojaanbaus kommen (AECC Biologie, 2015, S. 2). Folgende Auflistung steht nur beispielhaft für die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht:

- **Landwirtschaft:** Wie kam es zur heutigen weltwirtschaftlichen Stellung der Sojabohne in der Landwirtschaft? Wofür wird sie verwendet? Warum wird sie in bestimmten Ländern vermehrt angebaut? Welche Wachstumskriterien hat die Pflanze? Welche Vor- und Nachteile bestehen für Landwirte die Soja anbauen? Wie unterscheidet sich Soja von anderen Leguminosen-Arten? Wie abhängig ist die Sojapflanze von Temperatur- und Wasserschwankungen? Was beeinflusst außerdem den Ertrag? Der Sojaanbau als landwirtschaftliches Thema bietet demnach eine Vielzahl von Herangehensweisen für eine Behandlung im Unterricht an.

- Globalisierungskontext: Der steigende Fleischkonsum in Verbindung mit dessen Konsequenzen wie Massentierhaltung, großflächiger Futtermittelanbau und Umweltverschmutzung leitet sowohl zu wirtschaftlichen und ökologischen Perspektiven auf das Problem an sich, als auch zu der Frage nach dem persönlichen Lebensstil. Hier kann somit auch auf die Lebenswelt der SchülerInnen Bezug genommen werden.
- Photosynthese und Nährstoffkreisläufe der Pflanzen: Die Bedeutung von Stickstoffverbindungen für das pflanzliche Wachstum kann hier ebenso aufgegriffen werden wie auch eine Unterscheidung der verschiedenen Stickstoffdüngemöglichkeiten im konventionellen und biologischen Sojaanbau. Darüber hinaus kann man Schwerpunkte auf Bereiche der Pflanzenphysiologie legen wie zum Beispiel eine Vertiefung von Temperatur- und Wasserversorgung, physiologisches und ökologisches Optimum für Pflanzenwachstum oder auch der Boden als abiotischer Faktor eben dafür. Hierzu werden in der Mascil-LehrerInnenfortbildung forschungsorientierte Versuchsansätze vorgeschlagen, mit deren Hilfe die SchülerInnen Sojabohnen zur Keimung bringen und ihr Wachstum unter verschiedenen Bedingungen dokumentieren sollen (AECC Biologie, 2015).
- Ein Leben in Symbiose: Die Wurzelknöllchenbildung verleiht der Pflanze nicht nur die Fähigkeit große Mengen an Eiweiß zu produzieren, die chemischen und physikalischen Vorgänge wie es zu einer derartigen Symbiose kommt, kann im Unterricht beispielhaft für das Zusammenleben unterschiedlicher Arten in einem Ökosystem stehen.
- Konkurrenz unter Pflanzen: Da Soja relativ konkurrenzschwach gegenüber Beikräutern ist, muss im Sinne eines optimalen Keimungs- und Wachstumserfolges eine Form der Beikrautbekämpfung stattfinden (Pistrich, Wendtner, & Janetschek, 2014). Auch dies kann im Unterricht in Versuchsansätzen gut beobachtet werden. Außerdem bietet sich eine Diskussion über die verschiedenen Möglichkeiten der Beikrautbekämpfung im biologischen und konventionellen Landbau an.
- Soja als Nahrungsmittel für den Menschen: Grundkenntnisse in Themenbereichen wie Ernährung und Gesundheit des Menschen stellen nicht nur eine wichtige Basis für eine weiterführende Diskussion zur Thematik dar, sondern schaffen auch einen konkreten Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen.
- Umweltschutz: Bei den Ausmaßen welcher der Sojaanbau weltweit angenommen hat, stellt sich erwartungsgemäß auch die Frage nach angemessenen

Umweltschutzmaßnahmen und einer nachhaltigen Landwirtschaftsform. Die Anbaufläche für Soja wurde in den vergangenen Jahrzehnten stärker ausgeweitet als für jegliche andere Nutzpflanzen weltweit. Dadurch geraten Wälder und andere wichtige Ökosysteme zunehmend unter Druck. (WWF, 2014) Ursachen und Folgen für dieses Spannungsverhältnis zwischen Ökologie und Ökonomie können im Unterricht thematisiert und diskutiert werden.

- **Gentechnik:** Ein aktuell bedeutendes Thema, denn umstritten ist nicht nur die steigende Anbaufläche, sondern auch die starke Tendenz zu gentechnisch verändertem Soja (GVO-Soja) in den bedeutenden Produktionsländern. Transgene Nutzpflanzen sind in Ländern wie den USA, Brasilien und Argentinien bereits weit verbreitet. Der Anbau von gentechnisch veränderten Sojabohnen ist in der EU nicht zugelassen, jedoch werden importierte Produkte aus GVO-Soja nicht zwangsweise als solche gekennzeichnet (Campbell & Reece 2009, S. 563; WWF 2014). Gentechnisch verändertes Soja landet jedoch auch als Sojaschrot in Futtermittel für Nutztiere und davon importiert die EU jährlich über 21 Millionen Tonnen (WWF, 2014). In Europa stoßen vor allem Nahrungsmittel aus GVO-Pflanzen für den Menschen auf erheblichen Widerstand. In der Gesellschaft herrscht Unsicherheit über die Auswirkungen auf die Umwelt und die Lebensmittelsicherheit der gewonnenen Produkte (Campbell & Reece, 2009, S. 563). Der sich daraus ergebende Widerspruch bietet eine Grundlage für interessante Diskussionen. SchülerInnen werden dabei verstehen, dass für eine fundierte Auseinandersetzung mit dieser Thematik ein entsprechendes Hintergrundwissen benötigt wird. Folgende Fragestellungen bieten sich beispielsweise an: Wozu wird Gentechnik eigentlich verwendet? Wie funktioniert gentechnische Veränderung von Organismen und welche Folgen gehen damit einher?

Der umfangreiche Themenkomplex der Sojabohne lässt sich auf verschiedenste Art und Weise in den Biologieunterricht einbauen. In der Mascil-LehrerInnenfortbildung wurde eine Einbettung in den Unterricht verschiedener AHS-Jahrgänge mit Bezug auf den österreichischen Lehrplan präsentiert. Demnach eignet sich die Thematik für folgende Schulstufen besonders gut:

1. Klasse AHS: Ausgewählte Vertreter des Pflanzenreichs: Bau, Funktion, Lebensweise

- 3. Klasse AHS: Nutzpflanzen, Bedeutung der Pflanzen für die Existenz des Lebens auf der Erde (Photosynthese), Nahrung, Auswirkungen auf das Ökosystem Boden
- 4. Klasse AHS: Zusammenhänge zwischen Bau, Lebensweise und Umwelt (Tiere und Pflanzen), Grundlagen der Vererbung – gesellschaftliche und ethische Fragen
- 5. Klasse AHS: Ernährung, Mikroorganismen, Keimung, Wachstum von Pflanzen, Welternährung, Nahrungsmittelproduktion (biotechnische Verfahren)
- 6. Klasse: Stoff- und Energiekreisläufe, Umweltproblematik am Beispiel Klimawandel, Einblick in das Spannungsfeld Ökologie und Ökonomie
- 8. Klasse: Einblicke in die Anwendung genetischer Forschung in der Tier- und Pflanzenzucht, ethische Fragen
(AECC Biologie, 2015).

Eines der Hauptanliegen des Mascil-Projektes ist eine Veränderung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichtskultur hin zu mehr *forschendem und problemorientiertem Lernen* (mascil, 2013a). Unter diesem Leitgedanken stand auch die LehrerInnenfortbildung im AECC Wien und versuchte eine Verknüpfung des Themenkomplexes Soja mit diesen Unterrichtsprinzipien herzustellen:

„Forschendes Lernen braucht lebensnahe Fragestellungen, braucht Relevanz und Irritationen, die Neugierde fördern. Kaum ein Thema ist – über Ernährungs- und Konsumgewohnheiten – so nahe am eigenen Lebensstil und gleichzeitig von so globaler Dimension.“ (AECC Biologie 2015, S. 2).

Forschendes Lernen als Unterrichtsmethode wird im Kapitel 2 dieser Arbeit genauer behandelt (S. 14f). Die Komplexität der Verwendungsmöglichkeiten allein begründet noch keinen Einsatz im Unterricht. Ein wesentlicher Faktor zur Auswahl von Unterrichtsinhalten und deren Umsetzung sollte laut Mascil ein Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen sein.

6.4 Wie wichtig ist der Themenkomplex Soja für die Lebenswelt der SchülerInnen?

Zwei Faktoren, die für Mascil wesentlichen Einfluss auf die Unterrichtsqualität haben, sind einerseits der Alltagsbezug für die SchülerInnen und andererseits ein Zusammenhang zur Arbeitswelt (mascil, 2013a). In der AHS wird ein Alltagsbezug jedoch nur selten hergestellt und LehrerInnen stellen im Unterricht nur wenige Zusammenhänge zwischen einzelnen Wissensblöcken her (Wadouh, 2009, S. 69 – 86). Die PISA Ergebnisse von 2006 unterstützen

diese Beobachtung: Schulwissen wird von den SchülerInnen nicht als alltagsrelevant empfunden (OECD, 2007).

Mascil ist sich dieser Kluft zwischen fachwissenschaftlichen Inhalten im Unterricht und der tatsächlichen Lebenswelt der Lernenden durchaus bewusst. Das Mascil-Expertenteam in Wien beabsichtigt mit dem Sojaprojekt, wie es in der LehrerInnenfortbildung vorgestellt wurde, die Lücke zwischen Schul- und Alltagswissen zu schließen. Der umfangreiche Themenkomplex wurde in drei für den schulischen Unterricht aufbereitete Kapitel unterteilt und den teilnehmenden Lehrpersonen folgendermaßen präsentiert: Sojaanbau, Soja als Handelsware und Soja als Nahrungsmittel für Mensch und Tier. Es sollen einzelne Wissensblöcke wie Keimung, Photosynthese, Stickstoffkreislauf, sozioökonomisch-ethische Aspekte und sozio-wissenschaftliche Themen miteinander verknüpft werden (AECC Biologie, 2015).

Schulischer Unterricht hat bekanntlich den Auftrag zur Gesundheitserziehung: laut § 2 (1) SchOrgG und § 17 SchUG ist es die Aufgabe der Schule, die SchülerInnen in der Entwicklung ihrer Anlagen im Allgemeinen und in ihrer gesamten Persönlichkeit zu fördern. Eine derartige Gesundheitserziehung sollte gleichermaßen auf körperliche, geistige sowie soziale Gesundheit abzielen (BMUK, 1997).

Soja ist nicht nur als Kulturpflanze für die Ernährung der Menschen und ihrer Nutztiere von großer Bedeutung, sondern hat für die SchülerInnen im Kontext von „gesunder Ernährung“ auch persönliche Relevanz. Gesundheitsorganisationen auf der ganzen Welt empfehlen den Verzehr von Hülsenfrüchten als Teil einer gesunden Ernährung, um Adipositas entgegenzuwirken und chronischen Krankheiten, wie zum Beispiel Diabetes, koronaren Erkrankungen und Krebs vorzubeugen und ihre Behandlung zu unterstützen (Vereinte Nationen, 2013, S. 546).

Da weltweit ein reger Diskurs über den Anbau und die Verwendung der Sojabohne herrscht, ist das Thema von aktueller gesellschaftlicher Bedeutung. Eine Auseinandersetzung mit zeitgemäßen sozialen, wirtschaftlichen und politischen Inhalten im Biologieunterricht wird auch im österreichischen AHS-Lehrplan mit folgender Zielformulierung bekräftigt: „Die Schülerinnen und Schüler sollen Wissen und Kompetenzen erwerben, die sie in Hinblick auf zukünftige Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungen qualifizieren.“ (BMBF, 2004, S. 1) SchülerInnen sollen sich folglich zu mündigen BürgerInnen der Gesellschaft entwickeln und an aktuellen Diskussionen teilhaben können. Laut Lehrplan soll eine Auseinandersetzung mit kontroversiell diskutierten Themen gefördert werden (BMBF 2004, S. 2).

Darüber hinaus darf die regionale Bedeutung des Sojaanbaus nicht vergessen werden. Der Verein „Donau Soja“, als internationale und gemeinnützige Organisation, setzt sich für den Aufbau und die Förderung einer europäischen und ökologisch nachhaltigen Eigenversorgung ein. Soja soll im Donauraum gentechnikfrei und nachhaltig angebaut werden und die Region als Versorgungssader Europas stärken. Entlang der Donau finden sich viele Gebiete mit tiefgründigen Böden, mildem Klima, ausreichend Niederschlag sowie Bewässerungsmöglichkeiten, die sich für den Anbau der Sojabohne eignen (Verein Donau Soja, 2016). Sojaanbau ist demnach keine exotische Angelegenheit, sondern kann den SchülerInnen als bedeutendes Thema der regionalen Landwirtschaft näher gebracht werden.

Zusammenfassend wird deutlich, dass der Themenkomplex Soja viele Möglichkeiten bietet, Fachwissen aus dem Biologieunterricht mit der alltäglichen Lebenswelt der Lernenden in Verbindung zu bringen. Warum es Sinn macht, einen Alltagsbezug im Unterricht herzustellen, wird im Kapitel 5 (S. 38f) näher eingegangen.

6.5 Welche Lerngelegenheiten bietet der Themenkomplex Soja im Biologieunterricht?

Ein Lernziel beschreibt, was Lernende bei einem konkreten Unterrichtsabschnitt lernen sollen und dient demnach nicht nur den SchülerInnen als Orientierung, sondern auch der Lehrperson als Leitfaden in der Planung bzw. Durchführung sowie später in der Überprüfung der Effektivität des Unterrichts (Berck & Graf, 2003, S. 56). Die Mascil-Expertengruppe in Wien präsentiert in ihrer Broschüre vier wesentliche Lernziele für die Umsetzung des vorgestellten Themenblockes Soja im Biologieunterricht:

SchülerInnen sollen:

- die Bedeutung von Soja in Europa darstellen
- die Vor- und Nachteile des konventionellen Sojaanbaus mit dem des biologischen abwägen
- den Einsatz von GVO-Soja verstehen und bezüglich ökologischer, gesundheitlicher und sozialer Risiken diskutieren
- die Handlungsmöglichkeiten von Konsumenten und Konsumentinnen auflisten (AECC Biologie 2015, S. 1).

Wie bereits erwähnt, werden im Mascil-Unterrichtsmaterial mehrere Verbindungen zum AHS-Lehrplan hergestellt und dadurch unterschiedliche Lernniveaus angesprochen.

Bei einem Vergleich der definierten Lernziele mit den Unterrichtszielen des AHS-Oberstufenlehrplans des Bundesministeriums für Bildung und Frauen (2004) können folgende Parallelen aufgezeigt werden:

- SchülerInnen sollen anhand von konkreten Beispielen und Problemstellungen nachhaltige Entwicklung als zentrale Perspektive zukünftiger Entscheidungen erkennen. Dafür wird ein fächerübergreifender Unterricht vorgeschlagen.
- „Problemorientierte Fragestellungen [...] haben deutlich zu machen, welche zentrale wirtschaftliche Bedeutung die Biologie als Produktionsfaktor in den modernen Industriegesellschaften hat“ (BMBF 2004, S. 2). Dies verdeutlicht einerseits noch einmal die Bedeutung eines Bezuges zur Weltwirtschaft, andererseits wird die Unterrichtsform der Problemorientierung als zielführende Unterrichtsform vorgestellt. *Problemorientiertes Lernen* wurde bereits in Kapitel 3 (S. 21f) genauer behandelt.

7 Professionswissen von LehrerInnen

7.1 Grundlagen zum Professionswissen von LehrerInnen

Der theoretische Grundlagenteil dieser Diplomarbeit hat sich auf den vorhergehenden Seiten fast ausschließlich mit lernerzentrierten Formen des Unterrichts beschäftigt. An dieser Stelle soll nun ein Perspektivenwechsel stattfinden und die LehrerInnen und ihr Wissen und Können in den Fokus der Aufmerksamkeit rücken.

Lehrkräfte als „zentrale Akteure institutionellen Lehrens und Lernens“ sind in den vergangenen Jahren wieder stärker in den Fokus fachdidaktischer und pädagogisch-psychologischer Forschung gerückt (Hartinger, Kleickmann & Hawelka, 2006, S. 112). Da das Wissen von LehrerInnen als Grundlage deren unterrichtlichen Handelns aufgefasst wird, steht in aktuellen Studien und internationalen Diskussionen die Erforschung der professionellen Wissensbasis von Lehrkräften immer mehr im Zentrum (ebda).

Die Handlungskompetenz von Lehrkräften umfasst Organisationswissen, Fähigkeiten der Interaktion, Problemanalyse- und Beratungskompetenz und nicht zuletzt „Wissen über fachliche Inhalte und Instruktionsstrategien [...] als zentralen Aspekt der Kompetenz“ (Brunner et al., 2006 zitiert nach Strunz-Maireder, 2010).

Wie in Kapitel 2 (S. 14f) bei der Auseinandersetzung mit *forschenden Lernen* bereits ausführlich erwähnt, nehmen LehrerInnen eine wichtige Schlüsselrolle für ein erfolgreiches Unterrichtsgeschehen ein. Harlen (2010) weist darauf hin, dass nicht nur das Wissen und die Fähigkeiten der Lehrpersonen von Bedeutung sind, sondern auch Dispositionen, Haltungen, Einstellungen, Werte und zwischenmenschliche Fähigkeiten großen Einfluss auf die Lehr- und Lernprozesse der SchülerInnen haben (S. 5).

Modelle und Theorien zum Professionswissen von LehrerInnen sollen in der Forschung dabei helfen, bestimmte Ergebnisse, wie etwa jene aus der Wirksamkeitsforschung zu Lehrkräften, besser verstehen zu können. Dabei muss jedoch immer die Komplexität des Unterrichts im Auge behalten werden, was ein tatsächliches Analysieren von Lehr- und Lernprozessen zu einem komplizierten Unterfangen macht. Untersuchungen von LehrerInnenvorstellungen und anschließende Beobachtung des Unterrichtsgeschehens derselben Lehrkräfte können auf völlig divergente Ergebnisse kommen, da Unterricht ein Handeln in komplexen, sozial geprägten

Situationen darstellt (Hartinger, Kleickmann & Hawelka, 2006, S. 110-111) und häufig auch als „Handeln unter Druck“ (Wahl, 1991 zitiert nach Hartinger, Kleickmann & Hawelka, 2006, S. 111) wahrgenommen wird.

Hartinger, Kleickmann und Hawelka (2006) beziehen sich in der theoretischen Vorarbeit zu ihrer Studie auf Mandl und Gerstenmaier und halten fest, dass „selbst ein gesichertes Wissen in der Praxis nicht immer handlungsleitend“ ist (S. 111).

Nicht zuletzt aus diesem Grund werden Kompetenzerfassungen und -beurteilungen von Lehrpersonen in der erziehungswissenschaftlichen Professionalisierungsdebatte eher vermieden, da die „Unbestimmtheit und Unbestimmbarkeit der Erfolgskriterien als bedeutende Charakteristika des Lehrerhandelns“ diskutiert werden (Rothland & Terhart, 2010, S. 802).

Frey (2004) ordnet die Handlungskompetenzen von LehrerInnen wie von jeder anderen Profession auch den beruflichen Kompetenzen zu, welche er als „Bündel von körperlichen und geistigen Fähigkeiten“ definiert, das „jemand benötigt, um anstehende berufliche Aufgaben oder Probleme zielorientiert und verantwortungsvoll zu lösen, die Lösung zu bewerten und das eigene Repertoire an Handlungsmustern weiterzuentwickeln“ (Frey, 2004 zitiert nach Rothland & Terhart, 2010, S. 800).

In den folgenden Kapiteln soll auf die Anfänge zu Untersuchungen des Professionswissens von Lehrkräften eingegangen und das für diese Arbeit ausschlaggebende Modell nach Gess-Newsome und Kollegen (2013) detailliert vorgestellt werden.

7.2 Professionswissen von LehrerInnen nach Shulman

Um sich auf die Suche nach Definitionsversuchen und Modellen zum Professionswissen von LehrerInnen zu machen, muss zuvor dessen Ursprung betrachtet werden. Aktuell gibt es viele Ansätze zur Interpretation verschiedener „Pedagogical Content Knowledge“ (PCK)-Modelle, doch die Mehrheit aller Formulierungen geht auf das ursprüngliche PCK-Konzept von Lee S. Shulman zurück. Dieser entfachte mit seiner Abhandlung über das „Wissen von LehrerInnen“ in den 1980er-Jahren eine intensive internationale Diskussion, welche bis heute merklichen Einfluss auf die Fachdidaktik und Pädagogik hat.

Shulman erahnte in seinen Anfängen die Bedeutung des Professionswissens von Lehrpersonen für deren unterrichtliches Handeln und wies auf den damaligen Mangel an fundierter Forschung zu dieser Problematik hin. Er zeigt auf, dass bei Untersuchungen von LehrerInnenkompetenzen keine Unterscheidung gemacht wird, ob es sich um inhaltliche oder pädagogische Kompetenzen der Lehrperson handelt. Shulman kritisiert frühere Analysen zum Professionswissen von LehrerInnen dahingehend, dass der Besitz von Wissen nicht mit der Fähigkeit deren Vermittlung gleichgesetzt werden kann. Nach Shulman hat die Fachdidaktik diese Tatsache verstanden, jedoch eröffnete sich daraufhin für ihn ein anderes Problem: der inhaltliche Aspekt des Professionswissens geriet in den Hintergrund. Bei Durchsicht der Literatur bemerkte Shulman, dass zentrale Fragen zum Unterricht gar nicht erst gestellt werden. Er vermisst in der damaligen fachdidaktischen Forschung die Frage nach den Inhalten, die unterrichtet werden und dabei von den Lehrkräften ausgewählt, geplant, vorbereitet, erklärt und abgefragt werden müssen (Shulman, 1986).

„Mere content knowledge is likely to be as useless pedagogically as content-free skill. But to blend properly the two aspects of a teacher's capacities requires that we pay as much attention to the content aspects of teaching as we have recently devoted to the elements of teaching process“ (Shulman, 1986, S. 8).

Um die Komplexität des Zusammenspiels von Fachinhalten und pädagogischem Wissen im Professionswissen von LehrerInnen erforschen zu können, erkannten Shulman und KollegInnen, dass es einer Entwicklung eines „kohärenten theoretischen Rahmenkonzepts“ bedarf (ebda, S. 9).

Die Grundidee war, die ursprüngliche Zweiteilung des Professionswissens von LehrerInnen zu überwinden und zu einem berufstypischen Wissen zu vereinen. In seinem Beitrag von 1986 teilte Shulman das Inhaltswissen von LehrerInnen in folgende drei Arten, welche in engem Zusammenspiel zueinander stehen:

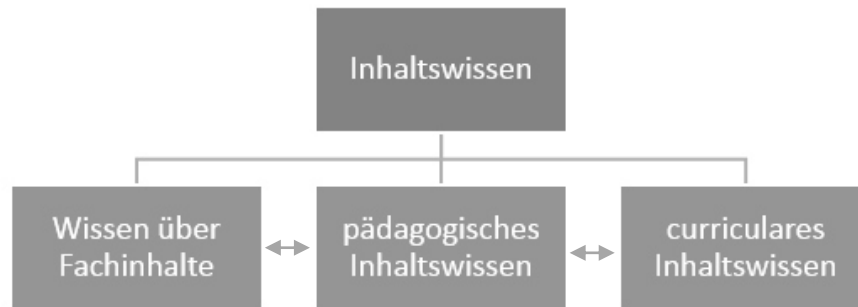


Abb. 6: Inhaltswissen von LehrerInnen nach Shulman 1987 (eigene Darstellung)

Zum fachinhaltlichen Wissen meint Shulman, dass es für Lehrkräfte nicht ausreicht, über fachliche Inhalte zu verfügen, welche man den SchülerInnen vermitteln möchte, wenn man nicht auf deren Verknüpfung zu anderen Wissensselementen, gegenteiligen Auffassungen und praktischen Anwendungen in der entsprechenden Disziplin eingehen kann oder fächerübergreifende Bezüge nicht entsprechend miteinbezieht.

„Teachers must not only be capable of defining for students the accepted truths in a domain. They must also be able to explain why a particular proposition is deemed warranted, why it is worth knowing, and how it relates to other propositions, both within the discipline and without, both in theory and in practice“ (Shulman, 1987, S. 9)

Das curriculare Wissen umfasst für Shulman vorgeschlagene Programme und Unterrichtsmaterialien für das Unterrichten eines bestimmten Fachs, welche als Alternativen für die Gestaltung und Auswahl von Unterrichtsinhalten und Methoden gesehen werden können (ebda, S. 10).

Als dritten Teil des Inhaltswissens von Lehrkräften, welcher daraufhin zum Funke für eine Entfaltung intensiver Diskussionen über Professionswissen wurde, nennt Shulman das pädagogische Inhaltswissen („Pedagogical Content Knowledge“ - PCK) mit welchem er sich immer noch auf der inhaltlichen Ebene von Wissen befindet, dabei aber gezielt „Aspekte der Lehrbarkeit“ (1987) jenen Wissens meint. In der darauffolgenden Literatur wird das „Pedagogical Content Knowledge“ zu einem etablierten Begriff und auch in dieser Diplomarbeit so verwendet.

Shulman postuliert PCK als eine spezielle Form von Wissen, welches LehrerInnen von WissenschaftlerInnen der jeweiligen Disziplin grundlegend unterscheidet. Für Neuweg (2010a) liegt die Besonderheit von PCK in dem untrennbaren Zusammenspiel von

allgemeindidaktischem und -pädagogischem Wissen, was zu einem „eigenständigen, berufstypischen Wissensbereich“ von LehrerInnen führt (S. 102).

Lehrkräfte müssen wissen, wie sie bestimmte Inhalte an SchülerInnen am besten weitergeben können. Dazu muss ein Repertoire von verständnisfördernden „Formen der Repräsentation“ (Shulman, 1991, S. 151) eines Faches beherrscht werden. Fachliche Inhalte und Methoden sollen unter der Berücksichtigung der Kognition aber auch der Interessen der Lernenden gewählt, aufbereitet und unterrichtet werden.

„Pedagogical content knowledge also includes an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult: the conceptions and preconceptions that students of different ages and backgrounds bring with them to the learning of those most frequently taught topics and lessons“ (1987, S. 9).

Will man inhaltliches Wissen demnach lehren, muss man nicht nur über die nötigen Fachkenntnisse und deren Möglichkeiten der Umsetzung für SchülerInnen verfügen, sondern auch Kenntnis über das Vorwissen und die Vorstellungen der Lernenden zu eben jenem pädagogisch-inhaltlichen Wissen integrieren.

Shulmans Idee von PCK bezeichnet vereinfacht ausgedrückt das didaktische Fachwissen von Lehrkräften mit besonderer Hervorhebung der Verknüpfung von „curricularem Fachinhalt und unterrichtsmethodischem Know-how“ (Bromme, 1995, S. 105). Bromme sieht das eigentliche Wesen von Shulmans PCK-Konzept in den Wissenselementen, mit denen Lehrstoff verständlich präsentiert werden kann und gleichzeitig auch Vorkenntnisse und Äußerungen von SchülerInnen berücksichtigt werden (ebda, S. 106).

Weiterentwicklungen von Shulmans PCK-Modell

Hartinger, Kleickmann und Hawelka (2006) beziehen sich in ihrer Studie ebenfalls indirekt auf Shulman (1987), indem sie das theoretische Modell zur kognitiven Voraussetzung unterrichtlichen Handelns von Bromme (1997) als theoretische Grundlage ihrer Studie verwenden. Bromme unterscheidet darin fünf Aspekte des Professionswissen, welche im folgenden Diagramm (s. Abb. 7) dargestellt werden.



Abb. 7: Fünf Bereiche von professionellem Wissen bei Lehrkräften nach Bromme (1997)
(eigene Darstellung)

Er teilt dabei Shulmans ursprüngliches pädagogisches Inhaltswissen in drei Arten: fachspezifisch-pädagogisches Wissen, allgemeinpädagogisches Wissen und Wissen über die Philosophie des Schulfaches.

Das Besondere am Professionswissen von LehrerInnen ist für Bromme (1997, nach Hartinger, Kleickmann & Hawelka, 2006) die Tatsache, dass die einzelnen Wissens Elemente und -inhalte von völlig verschiedener Herkunft sind (zum Beispiel aus Psychologie, Pädagogik, Fachdidaktik, etc.), während der professionellen Entwicklung integriert und ausgereift werden und in der Anwendung in tatsächlichen Lehr- und Lernprozessen zu einem Mosaik namens Professionswissen verschmelzen. Diese fungieren als Basis für eben diese unterrichtliche Handlungen.

In Anlehnung an Drechsel (2001) betonen Hartinger und KollegInnen (2006), dass auch Vorstellungen vom Lehren und Lernen ein wichtiges Element des Professionswissens darstellen. Diesen Vorstellungen von Lehrkräften zu Lehr- und Lernprozessen begegnet man häufig in Form von epistemologischen Überzeugungen, welche bereits in Kapitel 1.5 (S. 13) angeschnitten wurden. Sie definieren in ihrem wissenschaftlichen Beitrag zu LehrerInnenvorstellungen diese „educational beliefs“ als im Vergleich zu reinem Wissen stark von evaluativen und affektiven Komponenten geprägte Elemente. Da sie unterrichtliche Handlungen von Lehrpersonen aber ebenso mitbeeinflussen, wie die bereits vorgestellten

Arten von Wissen, werden sie von Hartinger und KollegInnen als wesentlicher Teil des Professionswissens definiert (S. 111).

Eine klare Abgrenzung zwischen Wissen und Überzeugungen einer Person ist faktisch nur schwer möglich, weshalb eine solche Unterscheidung in der Literatur auch kontrovers geführt wird (ebda, S. 113). Hartinger und KollegInnen (2006) schließen sich in ihrer Arbeit solchen Konzepten an, welche Überzeugungen als Bestandteil professionellen Lehrerwissens ansehen und verwenden den Begriff „Vorstellungen“ als allgemeineres Konzept, welches „deklaratives wie prozedurales Wissen als auch deklarative und prozedurale Überzeugungen“ umfasst (ebda, S.113).

7.3 Modell zum Professionswissen von LehrerInnen des PCK-Summits

Das folgende Modell zum Professionswissen von Lehrpersonen (nach Julie Gess-Newsome) stellte die anfängliche Basis für diese Diplomarbeit dar. Es handelt sich dabei um eine sehr aktuelle Arbeit zur Thematik des Professionswissens bei LehrerInnen und soll gleichzeitig eine anwendungstaugliche Alternative zu vorherigen, sehr komplex ausformulierten Modellen darstellen.

7.3.1 Entstehung des Modells

Julie Gess-Newsome präsentieren ihre Arbeit „A model of teacher professional knowledge and skill including PCK“ im veröffentlichten Werk „Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education“ von Amanda Berry, Patricia Friedrichsen und John Loughran.

Das Modell entstand als Ergebnis eines fünftägigen PCK-Summits, welcher sich mit den Fragen auseinandersetzte, die im Laufe der Jahre durch die Vielzahl der unterschiedlichen Definitionen, Modelle und Datenerhebungsverfahren zum Konzept des Professionswissens von LehrerInnen aufgetreten sind. 22 teilnehmende BildungswissenschaftlerInnen aus sieben verschiedenen Ländern, welche schon zuvor aktiv in Forschungen zu Professionswissen von LehrerInnen involviert waren, sollten ihre jeweiligen Auffassungen zum Wesen und zur Modellhaftigkeit von PCK einbringen und deren Beziehungen zu anderen Wissens-elementen sowie ihre Umsetzung in Methoden der Datenerhebung und Tools diskutieren (S. 29).

Das so entstandene Modell stellt einen Ansatz dar, welcher versucht, sich von den vielen anderen Modellen abzuheben und Professionswissen in ein Modell zu verpacken, mit welchem es auch tatsächlich anwendungstauglich wird. Gess-Newsome (2015) möchte mithilfe des Modells einen Bogen über das komplexe Thema des Professionswissens von LehrerInnen spannen, in welchem PCK inkludiert ist ohne dabei die Komplexität von Lehren und Lernen zu vernachlässigen (S. 30).

Ziel ist es, eine Interpretationsgrundlage für bestehende Forschungen anzubieten und als Gerüst für eine Auseinandersetzung mit Professionswissen von LehrerInnen zu fungieren (S. 30).

7.3.2 Das PCK Summit Modell

In der Einleitung zum theoretischen Hintergrund des Modells erwähnt Gess-Newsome die grundsätzliche Idee von Shulman, PCK als „missing paradigm“ in der Erforschung des Professionswissens von LehrerInnen anzuerkennen (S. 29). Sie bezieht sich auf die fünf Schwächen des PCK-Konzeptes, wie sie Shulman beschrieb, und definiert diese als fundamentale Problemstellungen mit welchem sich die Forschung nach dem Professionswissen von LehrerInnen auseinandersetzen müsse. Diese sind:

- das fehlende Einbinden von Affekt, Emotion und Motivation von LehrerInnen
 - die Überbetonung von Vorstellungen der Lehrpersonen im Vergleich zu ihren tatsächlichen Handlungen im Unterricht
 - der fehlende Kontextbezug
 - die mangelnde Berücksichtigung der Bildungsvisionen und -ziele der Lehrpersonen
 - die Beziehung zwischen PCK und den tatsächlichen Lernerfolgen von SchülerInnen
- (nach Gess-Newsome, 2015, S. 29)

Basierend auf diesen fünf Kernpunkten entstand im Laufe des PCK-Summits folgendes Modell:

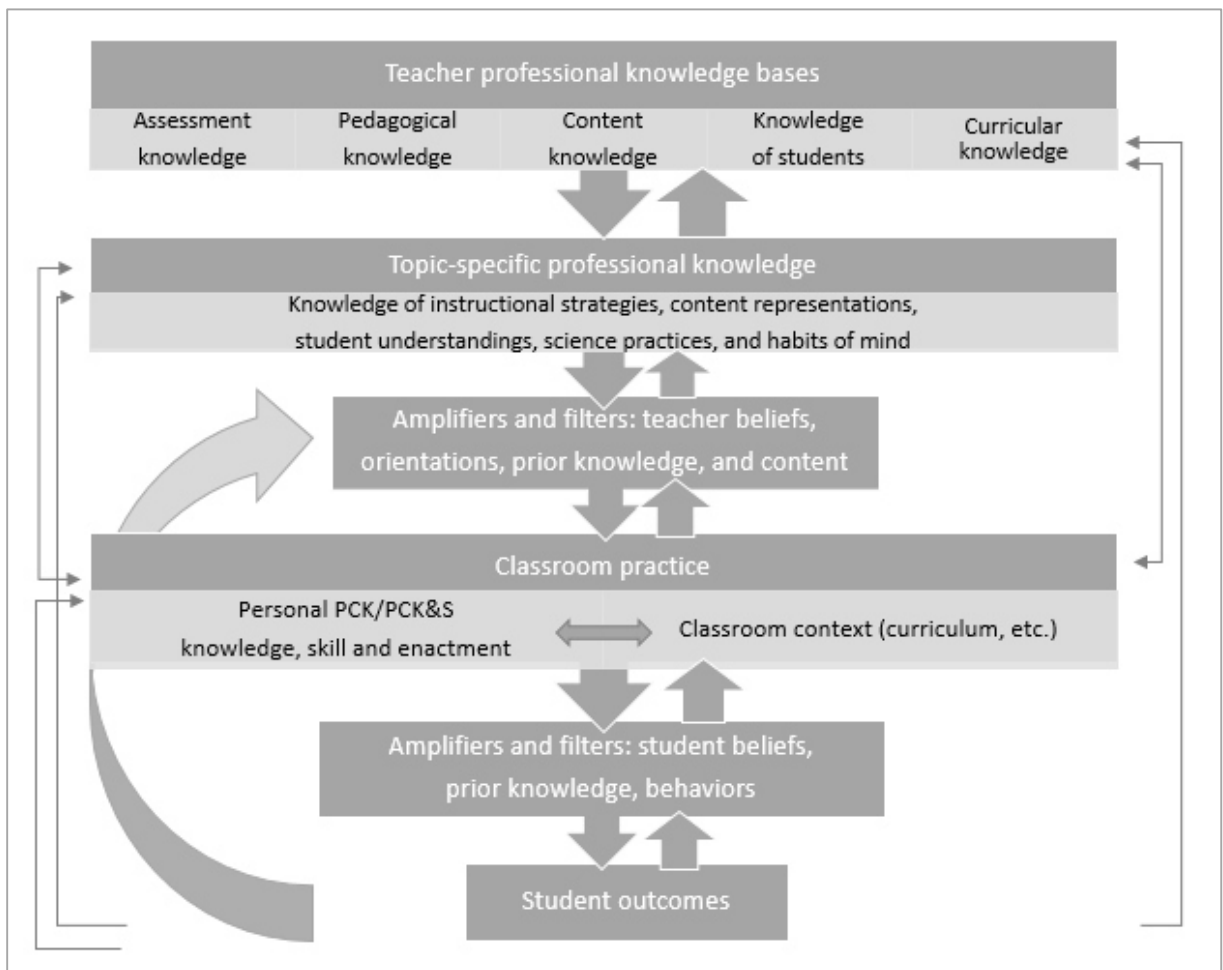


Abb. 8: Professionswissen von LehrerInnen im Modell des PCK-Summits
(verändert nach Gess-Newsome, 2015, S. 31)

Gess-Newsome präsentiert das Modell bestehend aus zwei Ebenen des Professionswissens von Lehrkräften, erweitert mit den Einflüssen aus dem Unterrichtsgeschehen und einer dazwischengeschalteten Ebene der Filter und Verstärker.

Als obere, sozusagen übergreifende Ebene des professionellen Wissens definiert sie die „Teacher professional knowledge bases“ als fundamentales Professionswissen von LehrerInnen. Hier lässt sich noch am ehesten die Verbindung zu Shulmans ursprünglichen Vorstellungen von Professionswissen erkennen. Dieses Basiswissen von LehrerInnen enthält Wissen zu Lernstandsdiagnosen, pädagogisches Wissen, fachlich-inhaltliches Wissen, Wissen über SchülerInnen und curriculares Wissen. In weiterer Folge sollen diese fünf Kategorien kurz theoretisch umrissen werden.

- a) Wissen zu Lernstandsdiagnosen: Diagnosewissen für Situationen des unterrichtlichen Geschehens, Beurteilungswissen, Wissen über Bewertungs- und Benotungsformen, Anwendungsfähigkeiten dieses Wissens auf die Gestaltung des Unterrichts
- b) Pädagogisches Wissen: Strategien zur Bewältigung von Unterrichtssituationen, wie zum Beispiel kritisches Wissen zu Unterrichtsmethoden, Instruktionsstrategien, Unterrichtsplanung etc. um eine Differenzierung im Unterricht zu ermöglichen und somit den verschiedenen Bedürfnissen der SchülerInnen gerecht zu werden
- c) Fachlich-inhaltliches Wissen: das akademische Wissen einer Disziplin, Wissensvermittlung in Wissenschaft und Technik, Kernvorstellungen einer Disziplin und Wissen über fächerübergreifende Konzepte
- d) Wissen über SchülerInnen: kognitive und physische Entwicklung von SchülerInnen, Verstehen der Heterogenität der Lerngruppe, allgemeines Vorwissen und Interessen von SchülerInnen, Berücksichtigung ihrer Unterschiede und damit einhergehende Differenzierung für individuelle Förderung
- e) Curriculares Wissen: Bildungsziele des Lehrplans, Rahmenbedingungen, vorgegebene Strukturen und Reihenfolgen von Unterrichtsinhalten, Umgang einer Lehrperson mit Inhalten des Lehrplans, Fähigkeit diese Vorgaben sinnvoll in den eigenen Unterricht miteinzubringen (ebda, S. 31-32).

Da die Prozesse des Lehrens und Lernens immer in enger Bezogenheit auf den Unterrichtsgegenstand gesehen werden müssen, steht auch das allgemeine LehrerInnenwissen mit der Ebene des fachspezifischen Professionswissens in ständigem Austausch und wird dadurch um den fachlichen Zusammenhang erweitert. Dieses fachspezifische Professionswissen stellt die zweite Ebene des Modells dar und beinhaltet Wissen über Instruktion- und Lehrstrategien, Präsentation von wissenschaftlichen Inhalten, SchülerInnenvorstellungen, wissenschaftliche Praxis, Querverbindungen zu anderen Wissensbereichen, sowie Wissen über kognitive Vorgänge zum jeweiligen fachlichen Unterrichtsinhalt (ebda, S. 32-34).

Mit der Ausformulierung dieser beiden Ebenen versucht Gess-Newsome deutlich zu machen, dass die einzelnen Kategorien des Professionswissens von LehrerInnen verschiedener Herkunft sind, zu einer berufstypischen Verbindung dieser Wissens Elemente führen und als öffentliches Wissen der Berufsgruppe der LehrerInnen anerkannt werden sollten.

Außerdem betont sie, dass Unterrichtsinhalte immer themenspezifisch und nicht disziplinspezifisch gesehen werden müssen, da viele Themen eine fächerübergreifende Auseinandersetzung voraussetzen.

Wie in anderen Theorien und Modellen zum Professionswissen von LehrerInnen bereits erwähnt, lässt sich Wissen allein nicht als Begründung für Handlungen im Unterricht festmachen. Neben den offensichtlichen situationsbedingten Einflüssen aus dem Unterrichtsgeschehen fließt noch eine weitere Ebene wesentlich in die Entscheidungen und Handlungen von Lehrpersonen mit ein. Dies sieht Gess-Newsome als zwischengeschaltetes Element inmitten der komplexen Interaktion von Professionswissen und tatsächlichem praktischen Unterrichten und nennt es die Ebene der Verstärker und Filter (ebda, S. 34).

Verstärker und Filter spielen im professionellen Handeln von Lehrpersonen eine große Rolle und verleihen dem Professionswissen seinen persönlichen Charakter, da sie subjektiv für jede Lehrperson zu definieren und berücksichtigen sind. Sie agieren zwischen dem Wissen und der tatsächlich ausgeführten Praxis. LehrerInnen können mehr oder weniger frei entscheiden ob sie neues Wissen, Fähigkeiten oder Erfahrungen aus der Praxis akzeptieren und in ihr vorhandenes Wissen integrieren, ablehnen oder nach ihrem Belieben modifizieren. Diese Entscheidung basiert unter anderem auf den Überzeugungen der Lehrpersonen, ihren Einstellungen zu gesellschaftlichen Bildungszielen und Unterrichtsmethoden und ihren Vorlieben in der Organisation von Unterrichtsinhalten. Neben den Haltungen („orientations“) und Überzeugungen („beliefs“) von Lehrpersonen sind auch das Vorwissen, persönliche Erfahrungen, sowie der eigentliche Kontext als Filter beziehungsweise Verstärker anzuerkennen. Überdies hinaus wird unterrichtliches Handeln, wie alle sozialgeprägten Handlungen, von Gefühlsregungen wie zum Beispiel Motivation, Zufriedenheit, Wirksamkeit oder Risikobereitschaft beeinflusst. Auch diese können sich verstärkend oder hemmend auf die persönliche Weiterentwicklung und zukünftiges Handeln in der Praxis auswirken (S. 34-35).

Mithilfe der Definition dieser Filter und Verstärker soll verständlich werden, warum Fortbildungen und Weiterentwicklung von Wissensselementen nicht immer unmittelbaren Einfluss auf die Praxis der Lehrpersonen im Unterricht haben. Die Variabilität von persönlichen Filtern und Verstärkern und der Einfluss von gewissen Inhalten auf die Art und Weise des Unterrichts erhöhen die Einzigartigkeit einer jeden Lehrperson und Unterrichtssituation und stellen somit eine bedeutende Erklärung für die mangelnde Korrespondenz von Wissen und Praxis dar.

Durch die Herausnahme der Haltungen und Überzeugungen von LehrerInnen aus der PCK-Kategorie setzt Gess-Newsome ein bedeutungsvolles Statement. Indem sie diese „orientations“ und „beliefs“ als Filter und Verstärker für unterrichtliches Handeln platziert, betont sie deren Bedeutung für die Erklärung von komplexen Unterrichtssituationen.

Im Mittelpunkt des Modells steht die eigentliche Unterrichtspraxis, als Akt des Lehrens und Lernens. Diese ist ein dynamischer Prozess und wird wie schon mehrmals betont von vielerlei Faktoren beeinflusst. Anleitungen an die SchülerInnen können geplant sein, oder Reaktion auf etwas Unerwartetes. Im Akt des Lehrens ist der Einfluss von Professionswissen, Überzeugungen und Haltungen der Lehrpersonen verschwommen und kaum deutlich auszumachen. Entscheidungen werden aufgrund von persönlichen Verständnis getroffen. Dieses ist ebenso dynamisch und für andere nicht festzumachen. Unterrichtspraxis ist demnach immer eine Interaktion zwischen dem persönlichen PCK der Lehrperson und dem situationsbedingten Kontext des Unterrichtsgeschehens.

Letztendlich muss auch der Einfluss von Seiten der SchülerInnen auf die Unterrichtssituation hervorgehoben werden, da diese als Hauptakteure des Lernprozesses das unterrichtliche Handeln der Lehrperson wesentlich mitbestimmen. Offensichtliche Lernergebnisse und das Verhalten der Lernenden sind hier ebenso von Bedeutung, wie die individuellen Überzeugungen, Haltungen und das Vorwissen (ebda, S. 38).

Abschließend bleibt noch zu klargestellen, dass dieses Modell des Professionswissens ein rekursives und dynamisches Modell ist. Das Lernen auf Seiten der SchülerInnen sowie das Lehren auf Seiten der LehrerInnen beeinflussen einerseits das Unterrichtsgeschehen und haben andererseits auch Auswirkungen auf das allgemeine und themenspezifische LehrerInnenwissen. Dies wird anhand der Pfeilverbindungen (s. Abb. 8) verdeutlicht. Diese Feedbackschleifen unterstreichen die Komplexität von Lehren und Lernen und können zu einer Weiterentwicklung des Professionswissens und der Fähigkeiten von LehrerInnen führen (ebda, S. 30-32).

8 Forschungsfrage dieser Einzelfallstudie

Der aufbereitete Theorieteil dieser Arbeit gilt als unterstützendes Element für die spätere Datenanalyse. An dieser Stelle soll nun kurz die Forschungsfrage geklärt werden. Ich bin in die Phase der Datenerhebung mit folgendem Grundgedanken gegangen: Wie und aus welchen Gründen handeln Lehrpersonen im Unterricht? Um diese Begründungen dann theoretisch verorten zu können habe ich mich dafür entschieden, das Modell des PCK-Summits (nach Gess-Newsome) zu verwenden und mich mit dessen praktischer Anwendung zur Erforschung von Unterricht auseinanderzusetzen. Das Professionswissen von LehrerInnen soll demnach als Grundlage des unterrichtlichen Handelns erforscht werden. Die genaue Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit lautet daher:

Mit welchem Wissen begründet der Biologielehrer Paul seine Entscheidungen und Handlungen im Unterricht und kann dieses Wissen mithilfe eines theoretischen Modells erfolgreich erforscht und verortet werden?

Teil 2: Methodik Allgemein

9 Erforschung von Biologieunterricht

9.1 Stellung der Biologiedidaktik

Gropengießer, Kattmann und Krüger beschreiben die Biologiedidaktik als „die mit Lernen und Lehren von Biologie befasste Vermittlungswissenschaft“ (Gropengießer, Kattmann & Krüger, 2010/2015, S. 8). Biologiedidaktik hat demnach zwei wesentliche Eigenschaften: Es geht um die Anwendung von fachwissenschaftlichen Inhalten, aber auch um deren Vermittlung; Gropengießer und Kollegen weisen ihr daher einen Doppelcharakter zu: sie ist Teil der Fachwissenschaft Biologie gleichzeitig aber auch Teil der Erziehungswissenschaft. In der Literatur nimmt Biologiedidaktik häufig die Funktion einer metaphorischen Brücke zwischen dem Fach Biologie und der allgemeinen Didaktik ein. Folgt man Gropengießer & Kattmann (2008) so erfüllt die Biologiedidaktik jedoch mehr als nur eine Brückenfunktion, denn bei der Vermittlung von Biologie steht sie nicht nur zwischen den beiden Wissenschaften, sondern sieht die gesamte Biologie in einer „eigenen Perspektive und Vermittlungsabsicht“ und wird somit zu einer ihr zugehörigen Metadisziplin (Gropengießer & Kattmann (Hrsg.), 2008, S. 3).

9.2 Aufgaben der Biologiedidaktik

Gropengießer und Kattmann (2008) definieren die Biologiedidaktik als zentrale Berufswissenschaft für Lehrende der Biologie, welche besonders in den letzten zehn Jahren zu einer empirisch arbeitenden Vermittlungswissenschaft herangewachsen ist. Als zentrale Aufgaben nennen die Autoren die fachdidaktische Forschung und deren praktische Umsetzung im Biologieunterricht (2008, S. 2).

Dass der Weg von der Forschung bis zur wirklichen Umsetzung im Unterricht jedoch kein einfacher ist, ist den Autoren durchaus bewusst. Auch Berck (1999) sieht in BiologielehrerInnen VermittlungsexpertInnen für Biologie. In seinem Lehrbuch der Biologiedidaktik fordert er als anzustrebende Ergebnisse einer fachdidaktischen Ausbildung für zukünftige BiologielehrerInnen nicht nur Kenntnisse über die Methoden und Inhalte des Faches sowie

Wissen über die praktischen Umsetzungsmöglichkeiten, sondern auch eine „Auseinandersetzung mit der praktischen, der intellektuellen und der übergreifenden Bedeutung der Biologie“ in ihrer Brückenfunktion, eine „Entwicklung von Normen zum Umgang mit der belebten Umwelt [...]“ und „Kenntnisse in Biologiephilosophie und Erkenntnistheorie“ (S.64f).

9.3 Biologiedidaktische Forschung

Wie bereits erwähnt, ist die fachdidaktische Forschung ein zentraler Aufgabenbereich der Biologiedidaktik. Biologiedidaktische Forschung soll neues Wissen über die Lehr- und Lernprozesse des Faches (Biologie) bereitstellen, welche im Anschluss durch die biologiedidaktische Lehre weitergegeben werden können (Gropengießer, Kattmann & Krüger, 2010/2015). Die wissenschaftliche Methodik dieser Forschung gewinnt Aussagen durch Befragung, Beobachtung und Messung und anschließender Datenaufbereitung sowie -auswertung. Wegen dieser Orientierung am Forschungsgegenstand lässt sich die biologiedidaktische Forschung als empirisch arbeitende Wissenschaft definieren (Gropengießer & Kattmann (Hrsg.), 2008). Gropengießer und Kattmann charakterisieren in Anlehnung an Bayrhuber und Mayer (2001) folgende Schwerpunkte empirischer biologischer Forschung:

- Analyse der Inhaltsstruktur des Bildungswertes biologischer Themen
- Untersuchungen von Schülerwissen und -vorstellungen
- Untersuchungen von Interessen bezogen auf Biologie und Biologieunterricht
- Effekte bestimmter Erfahrungen auf die Motivation
- Entwicklung moralischer Urteilsfähigkeit
- Evaluation von Entwicklungsprojekten zu verschiedenen Unterrichtsthemen
- Wirkung des Einsatzes von Medien und Unterrichtsmethoden

(ebda, S. 7).

Da es sich bei dieser Diplomarbeit um eine qualitative Forschung handelt, soll speziell die qualitative biologiedidaktische Forschung angesprochen werden. Diese zeichnet sich durch ihren Fokus auf komplexe Lernprozesse und Lernvoraussetzungen aus und hat sich als Aufgabe gesetzt, diese näher zu beleuchten und weiteren Untersuchungen zugänglich zu machen (Gropengießer, Kattmann & Krüger, 2010/2015, S. 10).

Die Notwendigkeit einer vertiefenden Unterrichtsforschung im deutschsprachigen Raum betonen Helmke und Kollegen (2007), indem sie auf eine nicht unbedeutende Charakteristik der großen internationalen vergleichenden Leistungsstudien TIMSS sowie PISA hinweisen: Die Evaluation bleibt bei der Erhebung des Ist-Zustandes stehen und vernachlässigt die ebenso wichtige Aufgabe der Verbesserungskomponente. Es herrscht ein „Mangel an empirisch fundiertem Wissen über das Zusammenspiel unterrichtlicher, kontextueller und individueller Bedingungen der Kompetenzentwicklung.“ Helmke und Kollegen fordern daher eine Ergänzung der Lernstandserhebungen durch „Projekte der empirischen Unterrichtsforschung, die Prozessaspekte (wie Merkmale der Unterrichtsqualität, der Lehrer-Schüler-Interaktion oder der Unterrichtszeit) mit dem Unterrichtsertrag in Verbindung bringen [...]“ (Helmke et al., 2007, S. 52).

Hauptaugenmerk pädagogisch-psychologischer und fachdidaktischer Forschung ist meist der Lernprozess, demnach also die Seite der SchülerInnen. Die starke Fokussierung auf die Lerner überschattet das Forschungsfeld der LehrerInnenbildung sowie den Diskurs über die Professionalisierung von Lehrkräften (Terhart, 2000; Oser & Oelkers, 2001. Zitiert nach: Dittmer 2010).

Forschungen zum LehrerInnenberuf bergen jedoch eine große Zahl an Herausforderungen. Die Vielzahl an Faktoren welche schlussendlich ausschlaggebend für die tatsächliche Qualität von Unterricht sind, die grundsätzliche Herausforderung „guten Unterricht“ zu definieren und die komplexen Zusammenhänge zwischen beruflichem Handeln von LehrerInnen und den Lernergebnissen der SchülerInnen erschweren die Forschung zum Lehrerberuf enorm. Außerdem ist zu beachten, dass aufgrund der spezifischen Rahmenbedingungen Forschungsergebnisse aus bestimmten Regionen nie ohne weiteres auf andere Gesellschaften übertragen werden können. Neben diesen fundamentalen Erschwernissen kommt noch hinzu, dass sich Forschung zum LehrerInnenberuf oft auf die Selbsteinschätzung der zu erforschenden Personen verlassen muss oder Informationen aus nachträglichen Befragungen zum Unterricht gewinnt (Rothland & Terhart, 2010). Diese Methode ist einerseits gut geeignet, um mehr über das „Bewusstsein und Selbstbild“ der LehrerInnen zu gewinnen, andererseits kommt es dadurch aber zu einem Mangel an „objektivierbaren Informationen über die Wirkung unterschiedlicher Lehrerbildungsmodelle auf die Kompetenz von Lehrpersonen und ihr Handeln im Unterricht“ (ebda, S. 799).

10 Erhebungs- und Auswertungsmethoden

10.1 Theoriegeleitete Fallstudie

Eine wesentliche Charakteristik von qualitativer Forschung ist ihre starke Orientierung an Einzelfällen, wobei solche Fallanalysen eine offene, deskriptive und interpretative Methodik bedingen (Mayring, 2015, S. 23). Dabei muss klar gemacht werden, dass die qualitative Inhaltsanalyse „keine feststehende Technik ist, sondern von vielen Festlegungen und Entscheidungen des grundsätzlichen Vorgehens und einzelner Analyseschritte durchwachsen ist“ (2015, S. 52).

„Ausgangspunkt für Fallstudien sind die Entscheidungen von Menschen in konkreten Situationen“ (vgl. Otto 1977 zitiert nach Gropengießer & Kattmann 2008, S. 227).

Mit Theoriegeleitetheit meint Mayring (2015), dass „der Stand der Forschung zum Gegenstand und vergleichbaren Gegenstandsbereichen systematisch bei allen Verfahrensentscheidungen herangezogen wird“ (S. 53). Inhaltliche Argumente sollten bei Entscheidungen in der qualitativen Methodik von Fallstudien immer Vorrang vor Verfahrensargumenten haben. „Validität geht vor Reliabilität“ (ebda). Die Methodenwahl bei theoriegeleiteten Fallstudien sollte sich demnach immer nach theoretischen Argumenten richten.

Auf eine ähnliche Art und Weise definieren auch Borchardt & Göthlich den Begriff der Fallstudie, und verweisen auf ihre steigende Verwendung als Forschungsmethode:

„Fallstudien im Sinne der qualitativen empirischen Sozialforschung sind ein komplexer und hinsichtlich der Wahl der Datenerhebungsmethoden offener Forschungsansatz. Fallstudien im Speziellen bzw. qualitative Forschungsmethoden allgemein haben auf der internationalen Ebene in den vergangenen zweieinhalb Dekaden wachsenden Zuspruch erfahren“ (Sutton, 1997 nach Borchardt & Göthlich, 2007, S. 33)

Die beiden Autoren beziehen sich auf Yin (2003) und definiert eine Fallstudie als empirisches Forschungskonzept das ein aktuelles Phänomen in seinem tatsächlichen, lebensnahe Umfeld zu untersuchen versucht (2007, S. 34).

10.2 Festlegung des Materials

Vorliegende Arbeit orientiert sich an dem starken Bezug zu theoretischen Hintergründen, wie für eine theoriegeleitete Fallstudie üblich. In diesem Abschnitt soll die ausgewählte Materialstichprobe dargestellt und begründet werden.

Um an einen adäquaten Datensatz zu gelangen mit welchem man in weiterer Folge arbeiten kann, wurde die Methode einer Beobachtung gewählt und diese mit einem Leitfadeninterview ergänzt. Die Fallstudie handelt von fachdidaktischem Professionswissen und stellt somit den Beruf der LehrerInnen in ihren Mittelpunkt. Zentrale Person der Forschung ist in diesem Fall der Lehrer Paul, an einem Wiener Gymnasium, welcher an der Mascil-LehrerInnenfortbildung zum Thema Sojaanbau teilgenommen hat. Im Anschluss an die Fortbildung wurden zwei Doppeleinheiten seines Biologieunterrichts zum selben Thema mit Tonband aufgezeichnet sowie mit handschriftlichen Notizen zur Unterrichtsbeobachtung ergänzt. Nach einer ersten Auswertungsphase des gewonnenen Datenmaterials wurde ein Leitfadeninterview erstellt und durchgeführt.

Die zur Analyse gewählte Lehrperson war eine der wenigen, die mir infolge der LehrerInnenfortbildung eine Beobachtung ihres Unterrichts zur Thematik rund um den Sojaanbau anbot. Aus verschiedenen Gründen, wie zeitlichem Engpass oder anderweitigen Unterrichtsplanungen, ließ sich keine weitere Lehrkraft für diese Untersuchung finden, was mich zu der Entscheidung führte, eine Einzelfallstudie durchzuführen. Der Biologielehrer namens Paul (Name wurde aus Gründen der Anonymität geändert) soll an dieser Stelle kurz charakterisiert werden.

Paul ist Lehrer für die Fächer Biologie und Chemie und verfügt über eine praktische Erfahrung im Ausmaß von neun Unterrichtsjahren. Die Fallstudie wurde an einer Allgemeinbildenden Höheren Schule in Wien durchgeführt. Paul kann als routinierter und fachdidaktisch ausgebildeter Lehrer gesehen werden, da er neben seiner Anstellung am besagten Gymnasium auch an der Universität Wien an verschiedenen fachdidaktisch orientierten Lehrveranstaltungen mitwirkt.

Bei den beobachteten Unterrichtseinheiten handelt es sich um einen Biologieunterricht in Modulform, bei welchem die 6. und 7. Klasse jahrgangsübergreifend unterrichtet werden.

Zu den formalen Charakteristika des Materials lässt sich festhalten, dass die gesprochene Sprache der Tonbandaufzeichnungen in geschriebenen Text transkribiert wurden, wofür ein Transkriptionsmodell erstellt und verwendet wurde (s. Anhang, S. 111). Dieses beschreibt die Protokollierungsregeln, die angewandt wurden, um das ursprüngliche Material in der Umwandlung in geschriebenen Text nicht wesentlich zu verändern.

10.3 Analyse der Entstehungssituation

Die genaue Analyse der Entstehungssituation von Ausgangsmaterial für qualitative Forschungen stellt nach Mayring (2015, S. 55) ein wesentliches Gütekriterium dar. Es soll an dieser Stelle beschrieben werden, von wem, wie und unter welchen Umständen das vorliegende Datenmaterial produziert wurde.

Verfasser des Datenmaterials war die Autorin dieser Diplomarbeit, wobei die eigentlichen Primärquellen der Daten die gesprochene Sprache des Lehrers sowie einzelne Kommentare von SchülerInnen der erwähnten Modulgruppe waren. Besonders bei der Beobachtung ist festzuhalten, dass von der Verfasserin beim Aufzeichnen der Beobachtungen versucht wurde, so gut wie möglich Objektivität zu wahren. Dies wird auf Seite 77 (Kap. 10.7) im Teil zur Methodik der Beobachtung nochmals genauer ausgeführt.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde wie bereits erwähnt eine LehrerInnenfortbildung des Mascil-Projektes am AECC Biologie der Universität Wien besucht. Die darauffolgende Unterrichtsbeobachtung und Aufzeichnung stellen die zentralen Datenquellen der Fallstudie dar und werden um ein Leitfadeninterview ergänzt. Zur Aufbereitung und Analyse des gewonnenen Datenmaterials wird die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) gewählt, wobei die Kategorien aus dem vorliegenden Material induktiv gewonnen wurden. Dies wird im folgenden Kapitel näher ausgeführt.

10.4 Aufbereitung und Analyse des Datenmaterials

Wie im theoretischen Hintergrund zu Fallstudien erwähnt, sind diese in Hinblick auf die Methodenwahl der Datenerhebung und -auswertung relativ offen. Die erhobenen Daten wurden nach den Analysetheorien nach Philipp Mayring (2009, 2015) qualitativ ausgewertet und interpretiert.

Die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring

Zur Aufbereitung und Auswertung von Kommunikationsmaterial stellt die Methode der qualitativen Inhaltsanalyse eine klassische Vorgehensweise dar (Mayring, 2009). Der sozialwissenschaftlich angewandte Ansatz von Mayring präsentiert eine systematische und regelgeleitete Vorgehensweise, wodurch die Analyse nachvollziehbar und überprüfbar wird.

Wissenschaftlich begründet wird diese Methode zur Datenauswertung durch ihre Analyseschritte, das Festlegen von Ablaufmodellen und das Definieren von Interpretationsregeln. Ergebnisse aus den gewonnenen Daten werden vor dem Hintergrund einer fundierten Auseinandersetzung mit der Literatur interpretiert. Die Analyse des gesammelten Datenmaterials erfolgte auf Grundlage des von Mayring vorgeschlagenen inhaltsanalytischen Ablaufmodells. Dabei werden nacheinander die Einheiten, die durch die Zerlegung des Materials entstanden sind, systematisch bearbeitet. Ziel dieser Methode ist eine systematische Erkenntnisgewinnung zu praktizieren und keine vorschnellen Quantifizierungen zu treffen (Mayring, 2009).

Mayring (2009) verweist auf mehrere theoretische Grundsätze, welche als Leitprinzipien zur Datenauswertung dieser Diplomarbeit wurden: Einerseits soll das zu analysierende Material in seinen Kommunikationszusammenhang eingebunden werden andererseits soll aber auch eine Theoriegeleitetheit beachtet werden. Neben diesen Grundsätzen orientiert sich die qualitative Inhaltsanalyse an definierten Gütekriterien wie Reliabilität und Validität, um der wissenschaftlichen Arbeitsweise gerecht zu werden.

Für diese Diplomarbeit wurde die Methode der induktiven Kategorienbildung durch zusammenfassende Inhaltsanalyse nach Mayring gewählt, da sich das Ziel der Methode mit den Zielsetzungen dieser Arbeit grundsätzlich überschneidet. Es wird eine Zusammenfassung des Datenmaterials angestrebt, um dieses auf wesentliche Inhalte reduzieren zu können, ohne das Ausgangsmaterial dabei stark zu verändern.

Die induktive Kategorienbildung als zentrales Instrument soll eine Nachvollziehbarkeit für andere und die Intersubjektivität des Vorgehens (Mayring, 2010) dieser theoriegeleiteten Fallstudie gewährleisten. Auf diese Art und Weise können Gesichtspunkte aus dem Datenmaterial gefiltert werden, welche dann auf Basis der Literaturlarbeit interpretiert werden sollen (Mayring, 2009).

Die nachstehende Abbildung soll den Prozess der induktiven Kategorienbildung durch zusammenfassende Inhaltsanalyse übersichtlich darstellen:

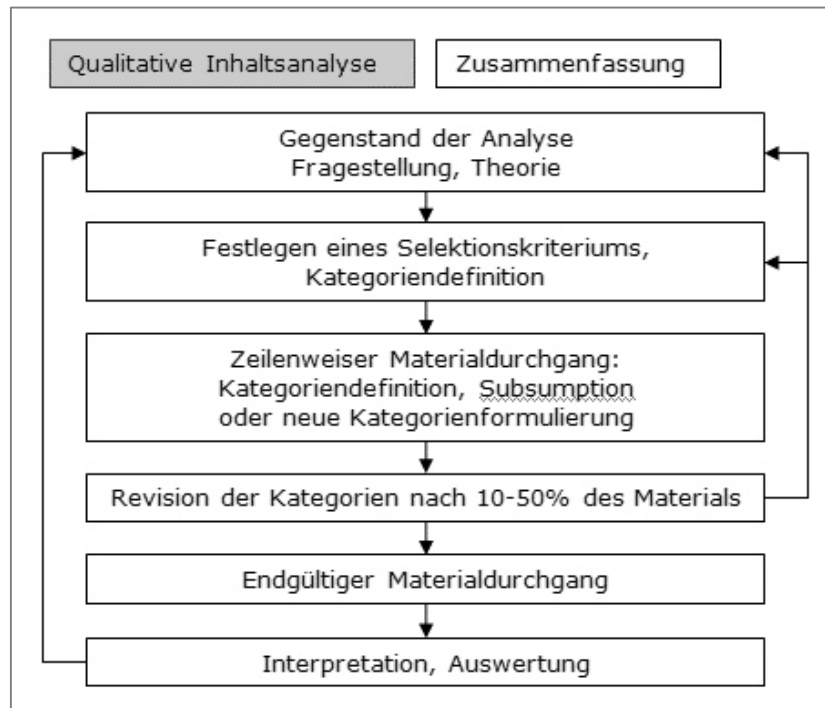


Abb. 9: Ablauf induktiver Kategorienbildung nach Mayring (2002, S. 116)

Auswertungsschritte der vorliegenden Arbeit

Durch die Technik der induktiven Kategorienbildung nach Mayring (2015) wird das vorliegende Datenmaterial auf für diese Arbeit wesentliche Aspekte reduziert. Ähnliche Textpassagen werden zusammengefasst und in eine einheitlichere, allgemeinere Sprache übersetzt. Die Kategorien werden in diesem Fall induktiv erstellt, wobei das bei Bortz und Döringer definierte Ziel der qualitativen Inhaltsanalyse im Auge behalten wurde:

„Ziel der qualitativen Inhaltsanalyse ist es, die manifesten und latenten Inhalte des Materials in ihrem sozialen Kontext und Bedeutungsumfeld zu interpretieren, wobei vor allem die Perspektive der Akteure herausgearbeitet wird“ (Bortz & Döring, 2006, S. 329)

Um dieser Zielsetzung Folge zu leisten und die Perspektive des Hauptakteurs der untersuchten Situationen, nämlich des Biologielehrers Paul, nicht aus den Augen zu verlieren, wurde das durch Beobachtung und Tonbandaufzeichnung gewonnene Datenmaterial mit einem Leitfadeninterview ergänzt.

10.5 Reflexion und Limitationen in der Datenaufzeichnung und -auswertung

Der Rahmen des Möglichen dieser Fallstudie wurden in ihren Anfängen mit dem Auftreten gewisser Probleme beträchtlich eingegrenzt. Einerseits nahmen an der Mascil-LehrerInnenfortbildung nicht die Zahl von LehrerInnen teil, welche sich anfangs dafür angemeldet hatte und andererseits erwies sich das Finden von Personen, welche für eine entsprechende Forschung bereit waren, als schwieriger als ursprünglich erwartet. Dies lässt sich mit terminlichen Schwierigkeiten erklären: Viele LehrerInnen gaben an, den Themenkomplex Soja in ihrem Unterricht zwar behandeln zu wollen aber aktuell in ihren Unterrichtsplanungen keine Zeit dafür einräumen zu können. Andere konnten es terminlich zwar vereinbaren die Thematik umzusetzen, bei diesen Fällen scheiterte es dann aber in der Kommunikation beziehungsweise in der Koordination der Termine mit der Verfasserin dieser Diplomarbeit. So wurde aus den ursprünglichen Plänen von einer vergleichenden Studie eine Einzelfallstudie, was den Fokus der Arbeit veränderte, schlussendlich jedoch genauso zielführend war.

Die Datenerhebung mittels Beobachtung und Aufzeichnung der Unterrichtseinheiten verlief ohne nennenswerte Probleme. Es wurde darauf geachtet, dass die SchülerInnen sowie die Lehrperson so wenig wie möglich von der Beobachtungssituation beeinflusst wurden und die Erfassung so objektiv wie möglich verlief. Ich erkannte schon während der Beobachtung, dass diese Situation für den Lehrer aber auch für die SchülerInnen nicht vollständig neu war, sondern dass sie an derartige BeobachterInnen bereits gewöhnt waren. Dies bestätigte Paul später auch in Gesprächen rund um das Unterrichtsgeschehen sowie im Interview. Auch die Durchführung des Interviews sowie die darauffolgende Datenauswertung verliefen ohne nennenswerte Schwierigkeiten.

10.6 Art der Darstellung der Forschungsergebnisse

Zur Analyse des gewonnenen Datensatzes wurden aus dem Material induktiv entwickelte Kategorien verwendet. Diese werden im Kapitel 11 (S. 81) noch genauer ausgeführt und sollen aus diesem Grund hier nur kurz erwähnt werden:

- a) Wissen über SchülerInnen
- b) Pädagogisches Wissen
- c) Fachliches Wissen

Diese drei Kategorien werden der Reihe nach im Ergebnisteil analysiert und mit Beispielen aus dem Datensatz belegt. Ein Vergleich mit den theoretischen Grundlagen aus dem ersten Teil dieser Arbeit soll die darauffolgende Interpretation nachvollziehbar machen.

An dieser Stelle soll anhand der Darstellung meiner Forschungsergebnisse verdeutlicht werden, welche Faktoren das Lehrerverhalten von Paul in den beobachteten Einheiten beeinflussen und mit welchen Begründungen er seine Handlungen und Entscheidungen beschreibt. Dabei orientiere ich mich am Konzept von Julie Gess-Newsome (2015) und analysiere das gegebene Datenmaterial nach dem Modell des Professionswissens von Lehrpersonen. Daraus leiten sich auch die drei gewählten Kategorien zur Datenanalyse ab.

Um die genauen Quellen des Materials für die LeserInnen dieser Diplomarbeit verständlich auszuweisen, wird bei dessen Angabe eine Codierung verwendet:

- Die Daten, aus den beobachteten und aufgezeichneten beiden Unterrichtseinheiten vom 13.01.2016 werden mit **T1/13.01.16** und der jeweiligen Angabe der Seitenzahl im Transkript gekennzeichnet.
- Das aus den Beobachtungen und Tonbandaufnahmen vom 20.01.2016 gewonnene Material wird mit **T2/20.01.16** angegeben und ebenfalls mit der entsprechenden Seitenzahl versehen.
- Das Interview wurde am 8.3.2016 durchgeführt. Der dafür entwickelte Interviewleitfaden findet sich im Anhang dieser Arbeit (siehe Anhang, S. 112) und wird in der Darstellung der Forschungsergebnisse mit dem Code **IT/08.03.16** und der Seitenzahl gekennzeichnet.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Datenerhebung wird auf den folgenden Seiten die Situationen der Unterrichtsbeobachtung sowie die Interviewdurchführung detailliert beschrieben.

10.7 Unterrichtsbeobachtungen

Die Erhebung der Daten aus dem Unterricht wurde von mir mithilfe eines Tonbandgeräts und zusätzlicher handschriftlicher Erfassung von Beobachtungen aus den Situationen durchgeführt.

Um die Beobachtung sowie möglich zu halten, fielen im Vorhinein folgende Entscheidungen:

- Es wird eine offene, nicht-teilnehmende Beobachtung gewählt (Flick, 2007, S. 282). Dabei wird völlig auf eine Intervention im Feld verzichtet und auf eine Einhaltung von Distanz zum beobachteten Geschehen geachtet, um dieses nicht (oder so wenig wie möglich) zu beeinflussen.
Trotz der Bemühungen das Forschungsfeld nicht zu beeinflussen wird festgehalten, dass ich mir durchaus bewusst bin, dass jeder Beobachter einen gewissen Einfluss auf das zu beobachtende Feld hat. Ich habe während der Datenerhebung daher versucht, eine praktikable Rolle als außenstehende Beobachterin und eine adäquate Position im Klassenzimmer zu finden, um die Aufmerksamkeit der Beobachteten nicht auf mich zu ziehen. Trotzdem muss von einer anfänglichen verstärkten Skepsis und von Vorbehalten bei den beobachteten Personen (Paul, aber auch die SchülerInnen) ausgegangen werden.
- Als Beobachterin habe ich versucht, mich selbst beim Einstieg in das Feld zu beobachten, und mein Tun im Verlauf und auch rückblickend zu beachten. Implizite Eindrücke, scheinbare Nebensächlichkeiten, Wahrnehmungen für spätere Reflexion (Flick, 2007) werden in einem Notizbuch vermerkt und bei der Auswertung der Daten und deren Interpretation nochmals durchgesehen.
- Schon bei der Erhebung der Daten soll darauf geachtet werden, um welche Art von Feldnotizen es sich handelt. Es wird eine klare Unterscheidung zwischen gesehenen und gehörten Ereignissen sowie Eindrücken oder Interpretationen angestrebt.
- Es wird auf eine Triangulation der Datenerhebung Wert gelegt. Neben der Beobachtung werden noch anderen Datenquellen verwendet, wie die Tonbandaufzeichnung derselben Situation. Zusätzlich habe ich meine persönlichen Eindrücke als Beobachterin mit den Tonbandaufzeichnungen verglichen und den Eindrücken von Paul ergänzt, welcher in manchen Fällen selbst die Rolle des teilnehmenden Beobachters einnimmt, wenn er beispielsweise das Verhalten der SchülerInnen in seinen Unterrichtseinheiten beschreibt.

Für eine bessere Strukturierung und Fokussierung der Beobachtung wurde vorab ein offen gestalteter Beobachtungsbogen erstellt, anhand welchem sich die Datenerhebung orientiert. Während der Beobachtung wurde die Aufmerksamkeit auf folgende Aspekte gelegt:

- Wie viel Lehrer-Schüler-Kontakt gibt es? Wer geht auf wen zu? Wann, weshalb und wie intensiv?
- Wie unterstützt die Lehrperson den Lernprozess der Schüler?
- Gibt es Einmischungen in das Unterrichtsgeschehen (in die Handlungen des Anderen)? Welche Interaktionen fallen besonders auf?
- Wie leitet die Lehrperson die Stunde ein? Welche Formen der Anleitungen verwendet Paul? Gibt es genaue Vorgaben? Gibt es klare „Spielregeln“ im Unterrichtsgeschehen und wie werden die Entscheidungen von Paul begründet?
- Wie geht die Lehrperson mit bisherigen Erfahrungen zum *forschenden* und *problemorientierten Lernen* um? Setzt Paul Elemente dieser Lernformen in seinem Unterricht ein und wenn ja, wie wird das von ihm begründet?
- Was sind die Lehr- und Lernziele der beobachteten Unterrichtseinheiten? Werden diese explizit ausgesprochen? Verändern sich diese Zielsetzungen mit der Wahl der Unterrichtsmethode?
- Wie offen gestaltet Paul den Unterricht? Geht er auf Argumente der SchülerInnen ein? Differenziert und beurteilt er die Antworten von SchülerInnen? Kommt es nach offenen Phasen des Unterrichts zu einer Diskussion und Aufarbeitung der Ergebnisse? Wird der Unterricht reflektiert?
- Wie sieht die Beteiligung der SchülerInnen am Unterricht aus? Welchen Einfluss haben ihre Handlungen auf die Unterrichtsgestaltung der Lehrperson?

10.8 Das problemzentrierte Interview

Der Entschluss zur Durchführung eines Interviews fiel mit der Begründung, dass die gewonnenen Daten aus den Unterrichtsbeobachtungen ergänzt werden sollen und der Fokus auf das Professionswissen der beobachteten Lehrperson nur durch konkretes Nachfragen zu bestimmten Geschehnissen des Unterrichts untersucht werden kann.

Hierfür wurde die Methode eines problemzentrierten Interviews gewählt, welche auf Witzel (1982) zurückgeht. Diese Vorgehensweise setzt das Hauptaugenmerk auf bestimmte Aspekte eines Themas (oder Ausgangsproblems) und konkretisiert diese, ohne dabei einschränkend zu wirken.

Beim problemzentrierten Interview werden „anhand eines Leitfadens, der aus Fragen und Erzählanreizen besteht, insbesondere biographische Daten mit Hinblick auf ein bestimmtes Problem thematisiert“ (Flick 2007, S. 210). Die Einstiegsfrage wird sehr offen gehalten und die InterviewpartnerInnen werden dazu angehalten, möglichst frei zu einem Thema zu sprechen. Hat der/die InterviewerIn nach einer Antwort das Gefühl, dass die Frage nicht detailliert genug beantwortet wurde beziehungsweise von der ursprünglichen Frage abgelenkt wurde, besteht die Möglichkeit die Frage abgeändert zu wiederholen. Sogenannte „Sondierungsfragen“ (Witzel, 2000) bestimmen die Fragerichtungen und schaffen Anreize für weitere Antworten.

Bei der Datenerhebung dieser Fallstudie habe ich mich an die von Witzel genannte Kombination aus einem Interviewleitfaden, einem Kurzfragebogen, der Tonbandaufzeichnung und dem Postskriptum (Interviewprotokoll) als wesentliche Konzeption des qualitativen Interviews (Flick, 2007, S.210) gehalten.

Der Kurzfragebogen beinhaltet Fragen bezüglich demographischen Daten wie Geschlecht, Alter, etc. und wird dem Leitfaden hintenangestellt, um den Erzählfluss des Interviewpartners (Paul) nicht zu beeinflussen. Mit Postskriptum beschreibt Witzel (2000) eine Reflexion der Interviewsituation, die nach dem jeweiligen Interview durchgeführt wird. Darin soll eine „Skizze zu den Gesprächsinhalten“, Anmerkungen zu „situativen und nonverbalen Aspekten“ sowie „Schwerpunktsetzungen des Interviewpartners“ vermerkt werden (ebda, S. 4). In der Phase der Datenauswertung und Interpretation werden diese Aufzeichnungen dann als Unterstützung und Erweiterung zum Transkript der Daten aus der Tonbandaufzeichnungen verwendet.

Das Interview wird wie bereits erwähnt mit Tonband aufgenommen und anschließend vollständig transkribiert, ebenso geschieht es mit den Aufzeichnungen aus den Unterrichtseinheiten.

Die so gewonnen Daten erlauben auch nachträglich eine genaue Auseinandersetzung mit der Interviewsituation und dem Kommunikationsprozess (vgl. Witzel, 2000, S. 4).

Erstellung des Interviewleitfadens und Durchführung des Interviews

Bei der Erstellung des Interviewleitfadens standen die Fragestellungen, mit denen in dieser Fallstudie gearbeitet werden sollte, bereits teilweise fest. Aus den Unterrichtsbeobachtungen und dem daraus entstandenen Transkript ergaben sich weitere Fragen, welche ihre Berücksichtigung in der Erstellung des Leitfadens fanden.

Die Durchführung des Interviews erfolge am 8.3.2016 um 13:00 Uhr. Der relativ große Zeitraum zwischen den beobachteten Unterrichtseinheiten und dem Interviewtermin lässt sich einerseits mit dem zeitlichen Aufwand der Transkription und der Nachbearbeitung der bis dahin erhobenen Daten und andererseits mit terminlichen Kollisionen erklären, welche bei Paul aufgrund der Semesterferien und des davor höheren Arbeitsaufwandes zur Zeit der Notengebung entstanden sind. Um die Geschehnisse aus den beobachteten Unterrichtssituationen wieder präsent zu machen, wurden alle Materialien der Einheiten zum Interview von mit mitgebracht und eine kurze Zusammenfassung über den Verlauf der insgesamt vier Einheiten dargeboten.

Das Interview fand im Nebenraum des Biologiesaals an der Schule statt, an der Paul unterrichtet und in der die Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt wurden. Für Paul handelt es sich dabei also um ein gewohntes Umfeld, was eine entspannte Interviewatmosphäre ergab.

Das Postskriptum, wie es Witzel empfiehlt, wurde nach dem Interview erstellt und die Interviewsituation dabei reflektierend beschrieben. Zur Auswertung und Interpretation der Daten wurden diese Aufzeichnungen als Ergänzung herangezogen.

Teil 3: Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Es soll vor der Darstellung der eigentlichen Ergebnisse festgehalten werden, dass keine Trennung des Ergebnis- und Diskussionsteils stattfinden wird. Da es sich um eine Einzelfallstudie zur Anwendung von Lehrerwissen im Unterricht handelt, gestaltete sich eine Datenauswertung ohne gleichzeitiger Interpretation als sehr schwierig. Die Zusammenlegung der beiden Teile soll verdeutlichen, dass der Autorin bewusst ist, dass eine Darstellung der Ergebnisse in diesem Fall bereits ein gewisses interpretatives Element beinhaltet.

11 Entstehung der Analysekategorien

Bei der Auswahl der Kategorien für die Aufbereitung des Datenmaterials dieser Fallstudie wurde sich an den vorgeschlagenen Prozess der Kategorienbildung nach Mayring (2002) durch zusammenfassende Inhaltsanalyse wie in Abbildung 9 (S. 74) vorgestellt, gehalten.

Bei den ersten Materialdurchgängen wurden anfängliche Kategorien und Fragestellungen revidiert, modifiziert und neue Kategorien formuliert. Die theoretische Grundlage für die Aufarbeitung des Datenmaterials stellte dabei das Modell zum Professionswissen von LehrerInnen nach Gess-Newsome (2015) dar. Es wurde sehr schnell klar, dass dies jedoch nur als Anhaltspunkt für die Analyse gelten kann, da Unterrichtssituationen und die Beschreibung des Lehrerhandelns von Paul in seiner gesamten Fülle von Informationen nicht mit dem vorliegenden Modell beschrieben werden kann.

Zur Analyse des Datenmaterials wurde mit Bezug auf die Erarbeitung des theoretischen Hintergrundes zu dieser Fallstudie, nach mehrmaligen Revisionen und Modifikationen, folgendes Categoriesystem entwickelt:

1) Wissen über SchülerInnen

2) Pädagogisches Wissen

- a) Unterrichtsstrategien: Instruktionsstrategien, Strukturvorgabe, Regelung der Offenheit von Unterricht, „Spielregeln“ für Unterricht, Rolle der Lehrperson, Arbeitsbündnis mit SchülerInnen
- b) Bezug zu Aspekten aus dem forschenden Lernen
- c) Bezug zu Aspekten aus dem problemorientierten Lernen

3) Fachliches Wissen

Abb. 10: Analysekategorien nach zusammenfassender Inhaltsanalyse (eigene Darstellung)

12 Wissen über SchülerInnen

Diese Kategorie zur Analyse der Daten wurde aus dem PCK Summit Modell (s.o.) unverändert übernommen. Hier zählt zur Gruppe des Basiswissens von Lehrpersonen Wissen über die kognitive und physische Entwicklung von SchülerInnen. Außerdem das Erkennen der Heterogenität der Lerngruppe und allgemeines Vorwissen und Interessen von SchülerInnen. Wissen über SchülerInnen wird von den Lehrkräften dafür benötigt, ihre individuellen Fähigkeiten und Unterschiede berücksichtigen zu können (Gess-Newsome, 2015).

Bei den beobachteten Unterrichtseinheiten handelte es sich um einen Biologie-Modulkurs. Paul erklärte im Interview (IT/08.03.16 S.1) dieses Modulsystem wie folgt:

- P: Das funktioniert so, dass sich die SchülerInnen im zweiten Semester der fünften Klasse einen Modulplan zurechtlegen. Dieser geht dann von der sechsten bis zur achten Klasse, kann aber teilweise immer wieder abgeändert werden, wenn es denn den Wunsch gibt. Wobei der für die sechste Klasse dann verpflichtend gewählt wird, für das erste Semester zumindest. Es gibt gewisse Module, die sogenannten Kernmodule, von denen muss auf jeden Fall ein gewisser Umfang absolviert werden. Aber in den Naturwissenschaften können es sich die SchülerInnen frei einteilen. Man kann also auch mehr Chemie- und Physikkurse machen und weniger Biologie oder umgekehrt. Das können sich die SchülerInnen im Prinzip selber einteilen. Das führt dazu, dass man dann im Normalfall SchülerInnen mit einer höheren Arbeitsbereitschaft und Motivation im Unterricht sitzen hat, weil sie sich ja aus mehr oder weniger freiem Willen dafür entschieden haben, diesen

Kurs zu diesem Zeitpunkt zu machen. Generell stelle ich fest, dass dann mehr Bereitschaft da ist, sich auf Aufgabenstellungen und Anforderungen einzulassen. Man hat in der Regel kaum noch grobe Motivationsschwierigkeiten. (IT/08.03.16, S.1-2)

Grundlegende Basis für den Unterricht ist bei Paul demnach das Wissen über die Situation, dass die SchülerInnen das Modul selber ausgewählt haben. Daraus schließt er, dass eine höhere Arbeitsbereitschaft besteht. Zu dieser Schlussfolgerung kommt auch Häcker (2012) in seiner theoretischen Ausarbeitung zur Selbstbestimmung des Lernprozesses (s. Kapitel 3.6), welcher dafür plädiert, den SchülerInnen die Wahl bezüglich Lerngegenstand, Lernziel und Lernprozess zu lassen, um authentisches selbstbestimmtes Lernen zu erreichen. Auch Deci & Ryan (1993) sehen in der Selbstbestimmung einen wesentlichen Faktor für die Motivation der SchülerInnen.

Zum Vorwissen seiner SchülerInnen, d.h. mit welchem Wissen und Fähigkeiten sie in den Unterricht gehen, sagt Paul kurz vor der ersten Unterrichtseinheit am 08.03.2016 zu mir, dass es sich um zwei Klassen aus dem Hochbegabtenzweig handle und man ihr Vorwissen nicht unterschätzen dürfe. Um dieses Thema nochmals aufzugreifen wurde folgende Interviewfrage gestellt:

- I: „Inwiefern spielt für Sie das Vorwissen der SchülerInnen eine Rolle in der Unterrichtsgestaltung?“
- P: Naja, mit dem Vorwissen ist das so eine Sache. Weil wir haben in diesem Kurs eine 6. und 7. Klasse, die gemeinsam unterrichtet werden. Aber eigentlich ist das auch egal. Weil ganz egal in welche Klasse man hineingeht, der Vorwissensstand ist immer ein sehr heterogener ... Egal ob in dieser Gruppe oder in einer anderen. - Ich habe erst selten erlebt, dass bei irgendeinem Thema jemand schon so viel Vorwissen gehabt hätte, dass sich alles, was ich für diesen Unterricht geplant hätte erübrigt. Aber wenn das der Fall wäre, dann würde man sich mit dem-/derjenigen bestimmt auch etwas ausmachen können, damit er oder sie diese Zeit irgendwie sinnvoll nutzen kann. Aber das passiert mir ehrlich gesagt nicht so oft. (IT/08.03.16 S.10)
- I: In diesem Fall sagten Sie mir, es handle sich um einen Kurs aus dem Hochbegabtenzweig. Gibt es dahingehend Besonderheiten im Unterricht?
- P: Die Hochbegabung schlägt sich meiner Meinung nach nicht darin nieder, wieviel die SchülerInnen wissen - im Normalfall. Also ich glaube nicht, dass das Vorwissen unserer Hochbegabten im Schnitt höher ist als das zu anderen SchülerInnen in vergleichbarer Bildungsnähe, sondern dass die Inhalte, die man ihnen liefert einfach schneller aufgenommen und umgesetzt werden können. Und teilweise haben sie eben ihre Spezialgebiete - aber die haben alle anderen auch - in denen sie wahnsinnig viel wissen. (IT/08.03.16 S.10)

Paul verfügt demnach über ein breites Wissen zum kognitiven Entwicklungsstand der SchülerInnen, betont aber selber, dass die Heterogenität der wesentliche Faktor ist, welcher ausschlaggebend ist für Unterricht, nicht so sehr die Begabung oder das Wissensniveau einzelner.

Ein treffendes Beispiel zur Differenzierung des Unterrichts für die SchülerInnen findet sich im Transkript zur Beobachtung der ersten Doppelstunde am 13.01.2016:

Situationsbeschreibung: Die SchülerInnen arbeiten an den vorgegebenen Aufgaben. Dabei müssen sie sich mit verschiedenen Aspekten des Sojaanbaus beschäftigen. Paul hat den SchülerInnen freigelassen, wie sie die Aufgabenstellung bearbeiten. In der Klasse sind im Laufe der Zeit kleine Gruppen entstanden, welche miteinander diskutieren und nach Lösungen suchen, andere SchülerInnen arbeiten alleine. Der Lehrer läutet ein Glöckchen und bittet um Aufmerksamkeit.

P: Zur Zeiteinteilung! Soweit ich das jetzt gesehen habe sind manche von euch schon sehr weit und andere sind gerade noch mittendrin. Ich würde gerne um 11 Uhr mit der Besprechung der Aufgaben beginnen. Bis dahin habt ihr noch Zeit, und die 5-Minuten-Pause teilt ihr euch dazwischen bitte selber ein, ja? - Und der Martin (Name verändert) kann sich in der Zeit bis dahin schon einmal seine Argumente für den Einsatz von Gentechnik und Argumente gegen die Behauptungen des Films überlegen (lächelt). (T1/13.01.16 S.5)

Im Laufe des Unterrichts geht hervor, dass sich der Schüler Martin besonders für Gentechnik interessiert und über mehr Vorwissen dazu verfügt als die restliche Klasse. Der Schüler wird mit seinen Interessen von Paul wahrgenommen und für den Unterricht motiviert. Inwieweit diese Anregung zu einer vertiefenderen Auseinandersetzung mit der Thematik ernst gemeint beziehungsweise ernst genommen wird, kann hier nicht beantwortet werden.

Paul geht davon aus dass die SchülerInnen an organisatorischen Themen wenig Interesse haben. Er entschuldigt er sich beispielsweise bei der Klasse, bevor er das Thema des letzten Tests anspricht.

P: Achja, noch etwas Organisatorisches! Entschuldigt! (seufzt) Es haben jetzt alle außer dem Lukas (Name verändert) den Test zum Thema Zytologie gemacht, stimmt das so? (T1/13.01.16 S.8)

13 Pädagogisches Wissen

Auch diese Kategorie entstammt dem PCK Summit Modell und ist ein Element des Basiswissens von LehrerInnen. Hier wird pädagogisches Wissen als die strategische Grundlage für die Bewältigung von Unterrichtssituationen verstanden. Wichtige Elemente sind kritisches Methodenwissen, Instruktionsstrategien und Wissen zur Unterrichtsplanung.

Zusammenfassend muss an dieser Stelle betont werden, dass die Ergebnisse welche von der Autorin dieser Arbeit zum pädagogischen Wissen zugeordnet wurden, alle anderen Kategorien mengenmäßig übersteigen. Um aus der umfangreichen Datenmenge eine systematische Analyse zu ermöglichen, wurden induktiv folgende Unterkategorien gewählt:

- a) Unterrichtsstrategien
- b) Bezug zu Aspekten aus dem forschenden Lernen
- c) Bezug zu Aspekten aus dem problemorientierten Lernen

Zu a) Unterrichtsstrategien

An dieser Stelle sollen die Ergebnisse hinsichtlich des Professionswissens der zu analysierenden Lehrperson in Bezug auf die Organisation des Unterrichtsgeschehens dargestellt werden. Ich habe mich dafür entschieden, jegliche Daten zu Instruktionsstrategien, Strukturvorgabe und Regelung der Offenheit von Unterricht, die „Spielregeln“ für Unterricht, die Rolle der Lehrperson sowie das daraus resultierende Arbeitsbündnis mit SchülerInnen dieser Kategorie zuzuteilen. Aus dem Datenmaterial ging folgendes hervor:

Paul beschreibt seine Rolle als Lehrperson in Bezug auf die beobachteten Stunden als denjenigen, der die Rahmenbedingungen für das Unterrichtsgeschehen angibt, dieses Unterrichtsgeschehen strukturiert, die Zeiteinteilung und Themenwahl vornimmt und für Fragen zur Verfügung steht. Folgende Daten stammen aus dem Interview:

I: Wie sehen Sie Ihre Rolle als Lehrperson im Unterricht?

P: Während dieser Einheiten war meine Rolle eigentlich die des Beobachters. - Also - ich schaffe die Umgebung, in der es möglich ist, die Aufgaben zu beantworten. Das heißt, ich muss im Vorfeld dafür sorgen, dass die notwendigen Informationen und Materialien da

sind. ... In diesem Fall ist meine Rolle also ein bisschen die desjenigen, der das Ganze strukturiert und sagt „Okay so viel Zeit verwenden wir jetzt dafür. Und ich hätte gerne, dass wir so viel Zeit für die Diskussion verwenden und die verbleibende Zeit für die Präsentation der Ergebnisse. Aber ansonsten stehe ich zur Verfügung wenn sich irgendwelche fachliche Fragen ergeben. Und ich mache mir ein Bild von der Arbeit der einzelnen Schülerinnen und Schüler. Und ich bin natürlich schon auch derjenige, der das Thema einleitet. Also ich bin derjenige, der sagt „Okay, wir beschäftigen uns jetzt damit, aus diesem und jenem Grund und ich hätte mir das jetzt wie folgt vorgestellt“. (IT/08.03.16 S. 3-4)

In diesem Abschnitt wird nicht nur deutlich, über welches Rollenverständnis Paul für sich als Lehrperson verfügt, sondern auch die fachdidaktische Komponente, dass er Unterrichtsinhalte für die SchülerInnen nicht nur auswählt, sondern diese Auswahl für sie auch offen begründen möchte.

In den Unterrichtseinheiten lässt sich die erwähnte Strukturierung des Unterrichts erkennen. Paul wählt das Thema Sojaanbau aus, und leitet wie folgt ins Thema ein:

P: Wir werden heute in diesem letzten Abschnitt des Basismoduls 1 einsteigen, der da lautet: Ernährung im Fokus. Da gibt es jetzt verschiedene Schwerpunkte. ... Womit wir heute starten, ist der Schwerpunkt zum Thema Sojabohne und der Sojaanbau. Dafür habe ich euch als Start folgende Filmsequenz vorbereitet. Die Beurteilung dessen, was ihr da sehen werdet liegt dann ganz bei euch. Das ist dann sozusagen der Ausgangspunkt in die ganze Thematik, der Impuls also. Und danach habe ich euch hier Materialien auf der Moodle Plattform zusammengestellt, und ein paar Aufgaben wobei es um die weltweite Produktion und den Einsatz von Soja und Sojaprodukten gehen wird. Aber starten wir jetzt erst einmal mit dem Film. (T1/13.01.16 S. 2)

Paul verschafft den SchülerInnen also einen Überblick, was sie in den nächsten Biologiestunden erwarten wird, er leitet ins Thema ein und erzeugt Interesse bzw. Aufmerksamkeit für den Film, ohne inhaltliche Teile davon vorwegzunehmen. Weist die SchülerInnen aber darauf hin, den Film in weiterer Folge selbstständig beurteilen zu müssen - es wird von Paul also implizit Aufmerksamkeit und Mitdenken gefordert, ohne dass er dies für die SchülerInnen direkt ausspricht.

Auch die zweite Doppelstunde wird mit einem kurzen Film eingeleitet, der die gegenteilige Perspektive zum ersten Film darstellen soll.

P: So. Wir starten jetzt wieder mit unserem Thema: der Sojabohne. Ich habe nach der letzten Stunde noch ein bisschen recherchiert und mir gedacht, ich kann euch nicht nur eine Sichtweise auf die Problematik zeigen, die des Naturschutzes alleine ist zu wenig. ... Ich zeige euch jetzt also auch noch die Thematik aus Perspektive eines Saatgutkonzerns.

Da kommen auch ein paar ganz interessante Dinge im Film vor. ... Ich hätte ja eigentlich nach einem Video von Monsanto gesucht, habe aber dann dieses hier gefunden. Die Arbeitsanleitung, die ihr später brauchen werdet findet ihr wieder auf der Moodle-Plattform, zum Recherchieren könnt ihr dann auch eure Laptops verwenden. Aber zuvor konzentrieren wir uns erst einmal auf das Video. (T2/20.01.16 S. 1)

Mit dem Unterrichtseinstieg stellt Paul also eine Verbindung zur vorhergehenden Stunde her und wirbt mit einem Film wieder für die Aufmerksamkeit der SchülerInnen. Diese sehen sich das Video auch aufmerksam an, manche machen dabei für sich Notizen. Auffallend ist dabei, dass die Lehrperson häufig ihre Entscheidungen zur Gestaltung des Unterrichts vor den SchülerInnen begründet. Des Weiteren bestimmt er die Struktur der Unterrichtseinheiten sehr klar, wobei die Erarbeitung der verschiedenen Aufgaben selbst den SchülerInnen überlassen wird.

P: Also mein Plan für heute ist folgender. Ich gebe euch hier einmal die Aufgabensammlung. ... Ich hätte gerne, dass ihr euch jetzt einmal die ersten drei Aufgaben ansieht, danach besprechen wir das kurz und die zweite Hälfte unserer Doppelstunde verwenden wir dann für die letzte Aufgabe. Da werdet ihr dann eh noch sehen, was auf euch zukommt. Aber das wird später noch alles genauer besprochen. (T2/20.01.16 S. 2)

P: Also für die ersten drei Aufgaben, mit Ausfüllen der Mind-Map auf der Rückseite. Ich würde sagen ihr habt jetzt 20 Minuten Zeit, also bis Dreiviertel. Ja? (T2/20.01.16 S.3)

Besonders bei der Zeiteinteilung wird während der Beobachtung klar, dass es sich hier um ein „Arbeitsbündnis“ zwischen Lehrer und SchülerInnen handelt. Die Gesprächsbereitschaft kann als Basis für die Gestaltung des Unterrichts gesehen werden. So ist es für die SchülerInnen auch kein Problem, ihre Pause (zwischen der Doppelstunde) etwas nach hinten zu verschieben:

P: Obwohl es jetzt gerade läutet, seid doch so lieb und lasst uns die Erarbeitung der Aufgaben noch kurz vergleichen. Die Pause machen wir dann danach ja? (T2/20.01.16 S.6)

SchülerInnen reagieren darauf mit Nicken und widmen sich wieder ihren Arbeitsunterlagen zu.

Bei der ersten Nachbesprechung am 20.01.2016 fügte Paul hinzu, dass es für ihn persönlich sehr wichtig war, dass die SchülerInnen während der Stunde selbstständig arbeiten. Ein Frontalvortrag ist seiner Meinung nach nur sehr selten gewinnbringend, da er eine Loose-Loose-Situation darstelle. „Die SchülerInnen sind sehr klug, man braucht ihnen nur einen Denkanstoß zu geben und etwas Material dazu und sie erarbeiten sich dann selber, das was sie brauchen“ (Paul, T2/20.01.2016, S.15). Er ist davon überzeugt, die SchülerInnen bei solchen

Stunden etwas lernen, auch wenn es ihnen selber vielleicht gar nicht so bewusst ist. „Es bleibt etwas hängen! Nicht unbedingt konkretes Fachwissen, aber andere Kompetenzen wie zum Beispiel Argumente für eine Diskussion zu finden, Themen selbstständig zu erarbeiten, auch mit komplexen Problemen umgehen zu können für welche es jetzt keine klare Lösung gibt oder einfach andere Sichtweisen nachvollziehen zu können“ (Paul, T2/20.01.2016, S.15).

An dieser Stelle lassen sich bereits erste Parallelen zu Prinzipien des *problemorientierten Lernens* aufzeigen, welche auf den nächsten Seiten jedoch noch ausführlicher behandelt werden.

Mit dem Rückgriff auf pädagogisches Wissen gestaltet Paul nicht nur die Rahmenbedingungen und die Struktur der Unterrichtseinheiten, sondern lenkt SchülerInnen bei der Erarbeitung von Aufgaben in bestimmte Richtungen:

P: Denkt vielleicht anhand dieser Aufgaben auch gleich mit: Wo gibt es denn Dinge die mit dem was man im Film behauptet hat übereinstimmen? Und wo sind Dinge, die einen Widerspruch liefern, zu dem was da im Film präsentiert wurde? (T1/13.01.16 S.3)

P: Okay, Ich möchte jetzt an dieser Stelle noch eine Frage anbringen. Eine Sache, die mich noch interessieren würde: Wie würdet ihr denn den Film beurteilen? (T1/13.01.16 S.16)

Paul lenkt die Diskussion an dieser Stelle des Unterrichts in eine andere Richtung. Er begründet seine Frage nach der Bewertung des Films mit persönlichem Interesse. Es entsteht dabei eine entspannte Gesprächsatmosphäre und die SchülerInnen werden dabei zu Gesprächskollegen. Es geht nicht um die Überprüfung von Faktenwissen. Dementsprechend reagiert Paul auch auf Antworten von SchülerInnen immer nur mit einem knappen „Okay“. Er gibt zu den Antworten also auch keine Wertung ab. Abschließend informiert er die SchülerInnen dann über seine Gedanken zur Auswahl des Films:

P: Okay. Also ich habe den Film natürlich nicht ganz unabsichtlich ausgesucht. (lächelt) Also jetzt nicht, weil ich voll und ganz hinter der Botschaft des Films stehe und euch alle davon überzeugen möchte jetzt bei dieser Organisation mitzumachen. (lacht) ... Nein, also das ist eine Perspektive auf das Thema und nächste Woche sehen wir uns dann auch eine andere dazu an. Eine Meinung dazu müsst ihr euch schon selber machen.

Dies stellt ein weiteres Beispiel für die Begründung seiner Entscheidungen vor den SchülerInnen dar. Überdies fällt auf, dass das erwähnte Arbeitsbündnis zwischen Paul und den SchülerInnen durch eine besondere Art der Kommunikation charakterisiert ist. Die Art und Weise wie Paul mit den SchülerInnen spricht und ihnen Anweisungen erteilt, geht auf ein

fundiertes pädagogisches Basiswissen zurück und soll im Folgenden beispielhaft dargestellt werden:

- P: Sobald ihr das fertig bearbeitet habt, möchte ich dann, dass wir diesen Themenkomplex genauer ansehen und in der nächsten Stunde auf dieser Basis weiterarbeiten. Gut, dann kann's ja losgehen! (T1/13.01.16 S.3)
- P: (läutet das Glöckchen für Aufmerksamkeit der SchülerInnen - diese verstummen) ... Seit so lieb, in der heutigen Stunde schauen wir uns diese Aufgaben an. ... Das heißt also, für heute bitte einmal nur diese Punkte, die auch auf dem ausgeteilten Zettel sind. Die weiterführenden Aufgaben behandeln wir das nächste Mal, das wird sonst zu umfangreich für heute, ja? (T1/13.01.16 S.4)
- P: So, meine Lieben. Seit so gut und nehmt mal wieder Platz. - Bevor wir - (wartet bis Ruhe einkehrt und alle auf ihren Plätzen sitzen) - Bevor wir uns jetzt einmal gemeinsam eure bisherigen Ergebnisse ansehen, ... (T1/13.01.16 S.6)

Auffallend war auch, dass er die SchülerInnen häufig beim Namen anspricht und für Antworten aufruft. Ein Beispiel:

- P: Gut, schauen wir uns jetzt einmal eure Ergebnisse zu diesen Aufgaben an. ... Peter (Name verändert), was hast du da? (T1/13.01.16 S.8)

Die Kommunikation als Basis für alle Interaktionen zwischen Lehrer und SchülerInnen ist in ihrer Qualität auch nicht beeinträchtigt, als Paul zwei Schüler bemerkt, die sich anstatt mit dem Arbeitsblatt mit einem Handy beschäftigen (siehe T2/20.01.16, S5). Die beiden blicken auf das Handy und lachen dabei laut. Als Paul dies bemerkt, geht er ein paar Schritte auf sie zu und sieht sie freundlich aber direkt an. Die beiden Schüler scheinen sofort zu verstehen, packen das Handy wieder zurück in die Tasche und widmen sich dem Arbeitsblatt.

Zur Organisation und Struktur von Unterricht, sowie zum erwähnten Arbeitsbündnis zwischen dem Lehrer und der SchülerInnen zählt auch das Vorhandensein von „Spielregeln“. Ein Beispiel dafür geht aus dem Transkript der ersten Unterrichtseinheit hervor:

- P: Ich habe es schon am Anfang des Semesters gesagt, und ich sage es jetzt gerne noch einmal: Ich bin bereit über fast alles was im Contract steht mit euch zu diskutieren, aber nicht über die Abgabefristen. Alles klar? (T1/13.01.16 S.7)

Paul stellt zu Beginn des Moduls klare Regeln auf und diese sollen auch eingehalten werden.

Paul verfügt über eine fundierte fachdidaktische Ausbildung. Er begründet seine Entscheidungen vor den SchülerInnen auch immer wieder. Das Unterrichtsgeschehen wird als

Arbeitsbündnis zwischen Lehrer und SchülerInnen verstanden und als Basis für die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten gesehen. Paul nimmt als Lehrperson die Rolle desjenigen ein, der die Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen Lernprozess absteckt und Lehr- und Lernprozesse strukturiert. In seiner Art und Weise der Strukturierung werden Parallelen zur Theorie des Scaffolding sichtbar. Dies soll im Punkt c) (Seite 91) bei der Ergebnisanalyse hinsichtlich problemorientiertes Lernen genauer dargelegt werden.

Zu b) Bezug zu Aspekten aus dem *forschenden Lernen*

Wie im Interview angegeben, verfügt Paul bereits über Erfahrungen zu *forschendem Lernen* und definiert das Unterrichtskonzept wie folgt:

P: Forschendes Lernen bedeutet für mich, dass ich in irgendeiner Art und Weise anhand einer Fragestellung arbeite, sei es jetzt meine eigene oder eine, die ich vorgegeben bekommen habe, wobei ich selber versuche eine adäquate Methode dafür zu finden. ... Es geht dabei um die Herausforderung, wie entwickle ich eine solche Methode für die jeweilige Fragestellung, wie werte ich meine gewonnenen Daten dann aus, wie komme ich zu vergleichbaren Daten und so weiter. (IT/08.03.16 S.8)

Es ist zu erwähnen, dass das Biologiemodul aus den Unterrichtseinheiten (wie beobachtet) und erweiternden LAB-Aufträgen besteht. Diese LAB-Aufträge sind Ausarbeitungen zu Spezialthemen, wobei einer davon explizit im Rahmen von *forschendem Lernen* gestaltet wird.

P: Alle LAB-Aufträge sind in irgendeiner Art und Weise praktisch orientiert. Aber es gibt einen, dieser ist verpflichtend im Laufe des ganzen Jahres zu erarbeiten, bei welchem sich die SchülerInnen selbstständig eine eigene Fragestellung suchen sollen. Das heißt also, dass sie von der Fragestellung bis zur Interpretation der Ergebnisse alles selber machen sollten: eine eigene Fragestellung, selber die Methode dafür entwickeln, Messungen und Beobachtungen durchführen oder was auch immer getan werden muss, und abschließend Schlussfolgerungen daraus ziehen.

I: Warum haben Sie Methode dafür gewählt?

P: Naja, weil ich mir denke, dass wir mehrere Aufträge im Unterricht haben, die dieses forschende Lernen anschneiden, aber keinen, der alles abdeckt, also von A bis Z. ... Ich denke, für einen naturwissenschaftlichen Unterricht, egal ob Chemie, Physik oder Biologie, ist es eine ganz wesentliche Sache, dass SchülerInnen verstehen, woher denn das Wissen überhaupt stammt, welches in den Büchern steht und auch im Internet zu finden ist. Diese epistemologischen Schritte, wie NaturwissenschaftlerInnen überhaupt zu ihren Erkenntnissen kommen, sind letztendlich ja wichtiger. Wenn die SchülerInnen das verstehen, dann ist mir das lieber, anstatt wenn sie nach der Schulzeit noch wissen

wie viele Chromosomen jetzt ein Mensch hat und wie viele Chromosomen *Arabidopsis thaliana* hat. (IT/08.03.16 S. 9-10)

Forschendes Lernen ist für Paul demnach ein Weg, um den SchülerInnen die Methoden des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses verständlich zu machen. Hier decken sich seine Ansichten mit den erarbeiteten Vorteilen von forschenden Lernprozessen aus der bearbeiteten Literatur (vgl. Gropengießer & Kattmann, 2008; Barrow, 2006). Wie auch Schwartz, Ledermann und Crawford (2004) betonen, geht es bei Ansätzen zum „inquiry learning“ vor allem darum, den SchülerInnen ein realistisches Bild von Naturwissenschaften zu vermitteln und die eigene Forschungskompetenz zu fördern.

Die Analyse des pädagogischen Wissens zu Aspekten des *forschenden Lernens* lässt darauf schließen, dass Paul über die verschiedenen Lerntheorien Bescheid weiß und sich die für ihn wesentlichen Aspekte herausnimmt. Seiner Definition von *forschendem Lernen* zufolge, decken sich seine Lernziele nahezu genau mit denen des National Research Councils. Man kann also eine Tendenz in Richtung Forschungsorientierung feststellen. Naturwissenschaftliche Inhalte und Phänomene sollen verstanden werden, ebenso wie die Herkunft des Wissens und die SchülerInnen sollen in der Lage sein, mit wissenschaftlichen Erkenntnismethoden selbstständig Wissen zu konstruieren (NRC, 2000).

Zu c) Bezug zu Aspekten aus dem *problemorientierten Lernen*

I: Was verstehen Sie unter dem Begriff „*Problemorientiertes Lernen*“?

P: Problemorientiertes Lernen, oder Problem-based Learning bedeutet, dass ich anhand einer konkreten Problemstellung anfangen. Also ich arbeite nicht im luftleeren Raum, ja? Sondern ich habe ein konkretes Problem im weiteren Sinne, anhand dessen ich dann die notwendigen fachlichen Grundlagen erarbeite, die nötig sind um dieses Problem zu lösen.

I: Wie definieren Sie dann die Rolle der Lehrperson bei diesen Unterrichtsformen?

P: Naja, ich würde einmal sagen, wie beim forschenden Lernen auch, muss die Lehrperson an Stellen unterstützen, wo es bei den SchülerInnen gegebenenfalls Schwierigkeiten gibt. Beim Problemorientierten Lernen werden die SchülerInnen wahrscheinlich eher dabei Hilfe benötigen, welche Informationen sie brauchen und woher sie diese bekommen können, um dann zu einer Lösung zu kommen. ... Aber ich würde sagen, ich bin als Lehrer derjenige, der den Rahmen absteckt worum es denn eigentlich geht und dann dort unterstützt, wo es gerade notwendig ist.

- I: Und wie sind Ihre bisherigen Erfahrungen mit den beiden Unterrichtsformen?
- P: Ich muss sagen - Also ich denke, dass ich mit dem forschenden Lernen mehr Erfahrung habe als mit dem Problem-based Learning. - Naja, außer man fasst das Problem-based Learning so auf, also so weit, dass ich sage, ich arbeite anhand irgendeines bestimmten Problems. Dann habe ich da eigentlich auch mehr Erfahrung. Also wenn ich ein Problem in irgendeiner Form einer Aufgabe in den Raum stelle und dieses dann von den SchülerInnen erarbeiten lasse, dann mache ich das schon sehr häufig. Na egal. - Auf jeden Fall sind meine Erfahrungen damit durchwegs positiv. Ich kann sagen, dass ich bei beiden den Eindruck habe, dass sie einen Rahmen bilden, der SchülerInnen dazu bringt sich in irgendeiner Art und Weise selbstständig mit den Dingen auseinanderzusetzen. (IT/08.03.16 S.8-9)

Paul verfügt über Hintergrundwissen zu den Lernformen wie forschendes und problemorientiertes Lernen, tut sich aber schwer dabei, seinen Unterricht in eine spezielle Richtung einzuteilen. Ich interpretiere daraus, dass Paul sein unterrichtliches Handeln nicht nach einem theoretischen Konzept auslegt, sondern einzelne Aspekte aus verschiedenen Theorien auswählt und übernimmt (bewusst sowie unbewusst), sie wenn nötig für seinen Unterrichtsstil adaptiert und schließlich den Unterricht mit der Grundlage seines persönlichen fachdidaktischen Hintergrundwissens gestaltet. Diese Hypothese soll mit folgenden Ergebnissen gestützt werden:

Die Unterrichtsgestaltung weist auffallend hohe Ähnlichkeiten mit den Prinzipien des problemorientierten Handelns nach Skelin und KollegInnen (2008), Hmelo-Silver (2004), Reusser (2005) und Hof & Mayer (2009) auf. Diese sollen kurz skizziert und in weiterer Folge mit Beispielen ausgeführt werden:

- Arbeiten anhand einer Problemstellung mit Kontextbezug
- Möglichkeit mehrerer Lösungswege
- Problemlösung in Kleingruppen
- Scaffolding als Unterstützung während der Problemlösung
- Fördern der Selbstständigkeit der SchülerInnen

In den folgenden Sequenzen soll die Ähnlichkeit zum Konzept des problemorientierten Unterrichts, wie theoretisch in Kapitel 3 dieser Arbeit (S. 21f) begründet, herausgearbeitet werden:

- I: Eine Frage zur Offenheit im Unterricht: Wie viel Grad Offenheit finden Sie in Ihrem Unterricht sinnvoll, und warum?

- P: Das kommt ganz darauf an... Also es gibt gewisse Themen, da gestalte ich den Unterricht jetzt nicht sehr offen. Aber das sind wenn möglich nur sehr kurze Phasen, wo es beispielsweise einen Input verlangt oder ich die fachlichen Grundlagen für etwas darlegen muss, die so elementar sind, dass die SchülerInnen ohne diese die restliche Aufgabe nicht bearbeiten können. ... Aber ansonsten versuche ich erstens einmal, die SchülerInnen so selbstständig wie nur möglich arbeiten zu lassen und zweitens ihnen auch die Möglichkeit zu geben, wenn möglich natürlich, selber auszuwählen womit sie sich vielleicht intensiver oder weniger intensiv auseinandersetzen wollen. ... Aber ich versuche, so viel wie möglich Auswahl zu bieten. Dann muss man halt auch damit leben, dass manche Bereiche dann eben nicht gewählt werden. Das muss ich dann als Lehrer abschätzen können. (IT/08.03.16 S.10)

Die grundsätzliche Offenheit des Unterrichts und die angestrebten Wahlmöglichkeiten für die SchülerInnen decken sich mit den Theorien zum problemorientierten Lernen. Die Phasen der direkten Instruktion, falls sie SchülerInnen für eine weitere Auseinandersetzung mit der Problemlösung brauchen erinnern stark an Scaffolding wie es bei Kirschner, Sweller und Clark (2006) oder Sawyer (2008) beschrieben wird. Mehr dieser Ähnlichkeiten lassen sich in den nächsten Sequenzen feststellen:

- P: Natürlich ist es Aufgabe der LehrerInnen, die SchülerInnen mit Inhalten und Themen in Berührung zu bringen, an die sie von selber überhaupt nicht denken. Denke, auf die sie selber gar nicht kommen würden. Und das gilt für Hochbegabte genauso wie für alle anderen SchülerInnen auch. Ich glaube beispielsweise nicht, dass sich meine SchülerInnen aus dieser Gruppe jetzt schon öfter oder intensiver mit der Problematik des Sojaanbaus auseinandersetzt haben, aber Soja kennen sie alle. (IT/08.03.16 S.11)
- P: Also das Material zum großen Themenkomplex Soja ist ja nicht von mir alleine. ... Diese Einheiten haben ja schon eine gewisse Historie. Eine Vorläuferversion dessen hier wurde in einer Fachdidaktik-Lehrveranstaltung an der Uni Wien mit meinem Zutun und mehreren anderen Personen entwickelt. ... Und das mit Soja ist schon so eine geschickte Sache, weil man da zum Beispiel auch die Verbindung zum Donau-Soja ziehen kann und dadurch einen, wie man so schön sagt, authentischen Rahmen bekommt - eigentlich ist das nicht nur ein authentischer Rahmen, sondern sogar ein realer Rahmen. Das heißt, man arbeitet anhand einer Problematik, die so wirklich existiert und anhand derer ich den ganzen Themenkomplex auslegen kann. ... Und ich wollte das ganze jetzt nicht so lokal halten, wie in der Fortbildung erwähnt - also die Rollen im Rollenspiel international ausweiten. Einfach dass die SchülerInnen daran auch erkennen, dass der ganze Kontext ein internationaler ist. (IT/08.03.16 S.11)

Verschieden Formen der Unterstützung durch die Lehrperson die dem Scaffolding sehr ähneln, lassen sich bei Paul auch im Unterricht beobachten. Hierfür werden zwei Unterrichtsszenen beispielhaft vorgestellt:

Situationsbeschreibung: Die SchülerInnen arbeiten selbstständig an einer Mind-Map zum Thema Soja-Anbau. Zwei Schüler gehen nach vor und bitten Paul um Hilfe bei der Erarbeitung einer Aufgabenstellung.

Sm3: Herr Professor? Wir haben eine Frage. Also das verstehen wir hier nicht so ganz. Dieser Punkt ist schwierig. Bei dem Thema Boden, als warum haben die Leguminosen hier einen Vorteil?

P: (blickt auf den Laptop der Schüler) Naja, wenn du dir den Stickstoffzyklus hier ansiehst, wie denn gegebenenfalls der Stickstoff in die Pflanze kommen kann. (zeigt auf Grafik)

Sm3: Das heißt diese Symbiose machen nur die Leguminosen?

P: Also diese Symbiose hier machen nur die Hülsenfrüchtler, ja. Das ist eine Besonderheit der ganzen Pflanzengruppe.

Sm11: Und wenn wir das so haben, dann sind wir fertig?

Sm3: Naja, aber wir wissen ja noch gar nicht welchen Vorteil ihnen der Stickstoff genau bringt.

P: Ach nicht?

Sm11: Was? Okay, okay. Warte einmal. (beide Schüler gehen auf ihre Arbeitsplätze zurück und widmen sich wieder dem Material) (T2/20.01.16 S.5)

In dieser Sequenz wird deutlich, dass Paul zwar Hilfestellung anbietet, den SchülerInnen die eigentliche Lösung aber nicht vorgibt. Er hat sie in eine Richtung gelenkt, in welche sie nun weiterarbeiten können und ihren Ehrgeiz zur Lösung des Problems entfacht.

Hier eine weitere Szene in welcher die Methoden des Scaffolding sichtbar werden. Zur Situationsbeschreibung: Laut Aufgabenstellung mussten die SchülerInnen Prognosen für eine mögliche Weiterentwicklung des weltwirtschaftlichen Sojahandels aufstellen.

P: Okay, schauen wir einmal. Was würdet ihr prognostizieren, was sind mögliche Weiterentwicklungen bei der Sojaproduktion?

Sm9: Also ich nehme an, dass die Produktion weiter steigen wird.

P: Okay. (fragender Blick)

Sm9: Und dass der Weltpreis wahrscheinlich etwas fallen wird deswegen. Weil China, als mit Abstand größter Importeur (Blick auf Diagramm) wird nicht in dem Maße mehr importieren, als weltweit produziert wird. Wodurch halt erst einmal der Preis fallen wird. Das ist dann aber sehr stark abhängig von der wirtschaftlichen Lage Chinas.

P: Aha. Okay, X? (Name soll nicht angegeben werden, wird so infolge der Arbeit beibehalten, die Bezeichnung als X soll hier nur die Anrede mit direktem Namen darstellen)

- Sm3: Ja, ich würde auch sagen, dass der Preis erst einmal fallen wird. Aber dann in ferner Zukunft wird es wahrscheinlich einmal einen Spitzenpunkt erreichen, wegen der Überbevölkerung. Also der Preis. Weil irgendwann gibt es halt nicht mehr genug Soja.
- P: Hm. Okay. X, was schlägt ihr vor?
- Sw5: Also wir sagen, ... dass irgendwann die produzierte Menge einfach nicht mehr steigen kann, allein schon wegen dem benötigten Boden und der ganzen Rodungen und so. Irgendwann bekommt man aus der Produktion dann auch nicht mehr so viel raus wie am Anfang. Und das wirkt sich natürlich auch auf den Preis aus.
- P: Okay. Aber welche Auswirkungen hat das Ganze dann auf die Umwelt in den Anbauländern? Was würdet ihr sagen, in welche Richtung könnte sich das noch weiterentwickeln?
- Sm3: Naja es wird noch stärkere Umweltverschmutzungen geben, was schlussendlich dazu führt dass diese Gebiete völlig unbewohnbar sind.
- P: Okay. Andere Ideen? Also den Einfluss der Rodung hatten wir schon, Umweltverschmutzung. Wie sehen denn eure Vorschläge zur Verkleinerung des weltweiten Sojaverbrauchs aus?
- Sw3: Also wir würden beim Tierfutter ansetzen, weil der Sojaverbrauch da so viel ausmacht. Man kann doch auch andere Futtermittel verwenden, so wie man das auch in der Dokumentation gesehen hat. Außerdem müssen wir weg von der Massentierhaltung, aber dafür auch weg von so viel Fleischkonsum, um auch bei Soja zu sparen. Weil so extrem viele Tiere für den Fleischkonsum gezüchtet werden.
- Sm10: Ganz im Gegenteil. Wir sollten alle den Fleischkonsum ganz hoch stellen, weil dann gibt es bald eh keine Tiere mehr. Und dann kann ich ihnen auch kein Soja mehr füttern. (lacht)
- P: (lacht) So so. Okay, Was sagst du, X?
- Sm5: Also ich denke, dass auch in der Sparte Margarine und Speiseöl eine Umstellung kommen muss. Hier kann man ja auf heimische Pflanzen umsteigen. Soweit ich weiß geht das auch ganz gut mit Raps.
- P: (wegen Unruhe in Klasse) Okay, nicht alle gleichzeitig bitte. Aber gerne der Reihe nach, X?
- Sm11: Ein großer Widerspruch der gegen alle diese Lösungen spricht, denke ich zumindest, ist ja, dass Soja vermutlich deswegen der Spitzenreiter unter diesen Hülsenfrüchten ist, weil es halt wahrscheinlich am effizientesten ist. ... Wie soll man der Wirtschaft dann Alternativen einreden, wenn es keine besseren Alternativen gibt?
- Sm2: Naja wenn man es aber in Regelungen und Vorschriften schreibt, dann müssen die das einfach akzeptieren. Da frage ich mich halt, inwiefern man das durchsetzen kann...
- P: Okay, Aber welche Alternativen gibt es noch? ... Also wenn wir einmal von den Dingen absehen, die wir selber nämlich individuell jetzt wahrscheinlich nur schwer beeinflussen

können, wie die gesetzliche Lage oder Förderungen usw. Habt ihr dann Ideen, was könnte jeder selber tun? Nicht dass ich dafür ein bestimmtes Patentrezept habe, aber vielleicht eine Idee. (T1/13.01.16 S. 10-12)

Diese Sequenz könnte auf eine Vielzahl von Kategorien hin analysiert werden, an dieser Stelle sollen jedoch die Ähnlichkeiten zum problemorientierten Lernen hervorgehoben werden. Die Lehrperson beginnt mit einer Ermutigung der SchülerInnen, selber Prognosen für die Thematik des Sojaanbaus aufzustellen. Die SchülerInnen antworten und entwickeln den Lösungsweg miteinander weiter, indem sie diskutieren. Paul hält sich als Lehrperson aus der Diskussion heraus, koordiniert die Antworten und leitet, wenn nötig, in eine neue Richtung weiter. Dabei ist zu betonen, dass nicht nach der richtigen Lösung gesucht wird, sondern mehrere Lösungswege diskutiert werden sollen. Dies lässt sich auch daran festmachen, dass die verschiedenen Antworten der SchülerInnen von Paul nicht bewertet werden, sondern als Meinungen akzeptiert werden.

Der Kontext zur alltäglichen Lebenswelt wurde von den SchülerInnen selbst erkannt, indem sie Problematiken wie Nachfrage nach Soja aufgrund des Fleischkonsums aufgeworfen haben. In der Gruppe kommt die Klasse zu einem weit elaborierterem Ergebnis, als die einzelnen SchülerInnen alleine erreicht hätten. Dies deckt sich mit dem theoretischen Ansatz zur „Zone of Proximal Development“ nach Vygotsky (1978) welche als Basis zu den Konzepten des problemorientierten Lernens gilt.

Ein weiteres Beispiel für die Bedeutung des Herstellens eines Alltagsbezuges in Pauls Unterricht findet sich im Interview wieder:

I: Wie wichtig ist dir das Herstellen eines Alltagsbezuges für die SchülerInnen?

P: Also ich versuche schon regelmäßig einen Alltagsbezug herzustellen, weil das ganz gut als Abschluss einer Thematik passt. Bei anderen Themen liegt er auch auf der Hand, besonders in Biologie. Beim Unterricht zum menschlichen Körper muss ich zum Beispiel keinen Alltagsbezug mehr herstellen, das machen die SchülerInnen ja von selbst. Aber bei allen anderen Themen versuche ich irgendwo Anknüpfungspunkte zu finden, entweder als Einstieg oder als Abschluss meistens. Dann lasse ich die SchülerInnen überlegen: „Wann hatte ich das letzte Mal etwas zu tun damit? Was würde passieren wenn es diese Sache auf einmal nicht mehr gäbe? Oder wie könnte ich meine Handlungen im Alltag setzen, um irgendetwas beizutragen, auch etwas längerfristig oder global zu ändern?“ Also ich halte das für eine ganz wichtige Komponente, weil einfach alles kontextbasierte Arbeiten für die SchülerInnen eine wesentliche Motivationsgrundlage bietet. ... Ich denke, dass es schon sehr viel für die Motivation und

die Arbeitsgrundlage bringt, wenn SchülerInnen verstehen, dass das Thema ja etwas mit ihnen selbst zu tun hat, oder damit was sie später einmal machen oder was sie gemacht haben. (IT/08.03.16 S. 13)

Bezüglich der Methodenwahl für die beobachteten Unterrichtseinheiten gibt Paul im Interview an:

P: Ich denke, dass die ganze Problematik mit dem Sojaanbau - weltweit oder auch nicht weltweit - kein Unterrichtsformat verträgt, bei welchem man jetzt versucht „die Wahrheit“ zu verkünden. ... Sondern die Idee war schon, dass sich die SchülerInnen im Rahmen dieser Einheit einen Überblick verschaffen sollen, welche Interessen in die Thematik hineinspielen und welche Faktoren den Anbau und den Handeln von Soja beeinflussen. Generell versuche ich den Unterricht ja so zu gestalten, dass ich nur dann rede, wenn ich der Meinung bin, dass das was ich erzähle in dieser Form irgendeinen Vorteil gegenüber einer anderen Form der Wissensaneignung für die SchülerInnen bietet. ... Wenn ich merke, die Thematik ist so komplex und umfangreich, dass die SchülerInnen mich wirklich als Vortragenden brauchen dann versuche ich ihnen mit meinen Erklärungen einen roten Faden durch die Thematik zu legen, um Verständnisschwierigkeiten zu vermeiden. ... Der Input dieser Stunde sollte keine fachliche Information sein, sondern eine Anregung zur Problemlösung. Die SchülerInnen sollen erkennen, dass es da eine Problematik gibt - weil oft sind sie ja gar nicht vertraut damit, also wenn man jetzt bei uns das Schlagwort Sojaanbau hört, denkt man beispielsweise sicher nicht sofort an den Pestizideinsatz in Lateinamerika und so weiter. Deswegen war die Überlegung die, mit einem relativ kontroversen Beitrag das Thema zu eröffnen. ... Und auch nicht mit Fachinformation! Weil man eröffnet ja einen ganz neuen Kontext indem man sich mit der Sojapflanze als Pflanze beschäftigt. Und es erscheint mir sinnvoller, sich zuerst einmal auf eine authentische Problemstellung zu konzentrieren und daraufhin dann abzuwägen, welche Informationen für die Lösung des Problems benötigt werden. Wenn ich jetzt mit einer Stunde zu Wurzelknöllchen beginne, weiß ja niemand genau warum wir uns eigentlich mit Wurzelknöllchen befassen sollen. (IT/08.03.16 S.3)

Durch die Darstellung der ausgewählten Ergebnisse soll deutlich gemacht werden, dass Paul sein unterrichtliches Handeln mit verschiedenen Bezügen zu Wissensselemente (PCK Summit Modell) begründet. Es lassen sich, wie bereits erwähnt, viele Parallelen zu den theoretischen Prinzipien des *problemorientierten Lernens* erkennen. Viele seiner Instruktionsweisen erinnern an die Konzepte des Scaffolding und auch die Hervorhebung eines Bezuges zur Alltagswelt lässt sich mit den theoretischen Umrissen des Lernen in Kontexten (Hof und Mayer, 2009) vereinen. Ähnlich zu den Ausführungen im Mascil-Projekt, oder auch zu denen von PISA (OECD) legt Paul viel Wert auf ein authentisches Problem als Ausgangspunkt mit Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen und stützt daraufhin seine Begründungen zur Wahl der Unterrichtsinhalte.

14 Fachliches Wissen

Fachlich-inhaltliches Wissen beinhaltet das akademische Wissen einer Disziplin. Es behandelt die Kernvorstellungen einer Disziplin und Verbindungen zu fächerübergreifenden Konzepten (Gess-Newsome, 2015).

Die Kategorie wurde zur Analyse der gewonnenen Daten dieser Fallstudie deswegen gewählt, da viele Bereiche ursprünglich auf dem fachlich-inhaltlichen Wissen fußen. Auch wenn es bei Paul explizit nie erwähnt wird, lässt sich aus seinen Handlungen, Entscheidungen und den Begründungen schließen, dass er über ein tiefgehendes Wissen zu den fachlichen Hintergründen verfügt. Aus der Datenanalyse konnte ich die Hypothese aufstellen, dass Konzepte wie das Scaffolding ein fundiertes Hintergrundwissen zur Thematik voraussetzen. Wie soll die Lehrperson die SchülerInnen sonst im nötigen Ausmaß unterstützen, wenn die Richtung in welche sie die SchülerInnen dabei lenkt ungewiss ist?

P: Also, mir war in den Einheiten sehr wichtig, dass die SchülerInnen verstehen, dass es sich um ein Phänomen handelt, welches aus mehreren Perspektiven gesehen werden muss. Ich habe nicht die Möglichkeit im Biologieunterricht eine Patentlösung dafür zu entwickeln. Aber das müssen die SchülerInnen erst einmal selbst herausfinden. Man muss verstehen, dass es sehr viele unterschiedliche Interessen gibt, die eben auch gegensätzlich zueinander sein können. ... Und vor allem möchte ich auch, dass die SchülerInnen verstehen, dass es sich um ein globales Problem handelt. Das kann man schon im Sinne von „think global, act local“ angehen, aber man muss sich schon auch bewusst sein, wenn man dabei etwas erreichen möchte, muss man sich erst einmal damit auseinandersetzen, warum es denn überhaupt ist, wie es ist. (IT/08.03.16 S. 5)

Erst wenn die Lehrperson selber über fachliches Hintergrundwissen verfügt, kann sie den Lernprozess der SchülerInnen in bestimmte Richtungen lenken und somit die Entwicklung von Fachwissen auf Seiten der SchülerInnen fördern.

Fachwissen an sich ist für Paul also kein Lernziel, aber ein notwendiges Mittel, um tatsächliche Lernziele zu erreichen. Er gibt als Ziel seines Unterrichts mehrmals an, dass die SchülerInnen selbstständig arbeiten sollen und zu selbstständig denkenden Menschen ausgebildet werden sollen. Diese Selbstständigkeit beziehungsweise das selbstbestimmte Handeln setzt aber immer ein entsprechendes Hintergrundwissen zu bestimmten Thematiken und Phänomenen voraus (siehe Scientific Literacy, S. X). So streben auch die Unterrichtsformen des *forschenden* und *problemorientierten Lernens* selbstbestimmtes Handeln der SchülerInnen als wesentliches

Bildungsziel an. Selbstbestimmung der SchülerInnen im Unterricht wird auch in den theoretischen Arbeiten der bekannten Motivationstheorien hervorgehoben (Deci & Ryan, 1993).

15 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man festhalten, dass in den vorliegenden Daten ein Zusammenhang zwischen den Lehrervorstellungen und der Unterrichtsgestaltung dieses Lehrers erkennbar war. Dies bestätigt die Ansicht Brommes, dass das persönliche Wissen von Lehrpersonen als Grundlage deren routinierten Handelns angesehen werden kann (Bromme, 1995).

Durch die Methode der Kategorienbildung durch zusammenfassende Inhaltsanalyse nach Mayring (2002) wurden aus den gewonnenen Daten induktiv drei Hauptkategorien erarbeitet und das Material dahingehend analysiert sowie die Ergebnisse daraus interpretiert. Die Wahl der Analysekatoren selbst, kann bereits als Untersuchungsergebnis interpretiert werden. Paul's Professionswissen stützt sich in den beobachteten Unterrichtseinheiten demnach mehrheitlich auf Elemente des Wissens über SchülerInnen, pädagogisches Wissen und fachliches Wissen. Die Vermutung, dass für Paul persönlich curriculare Informationen sowie die Elemente aus dem Wissensbereich der Lernstandsdiagnosen (Assessment knowledge bei Gess-Newsome) nicht ausschlaggebend für sein unterrichtliches Handeln sind, lässt sich durch die Antworten im Interview nur bestätigen. Wie aus den gewonnen Ergebnissen hervorgeht, beeinflusst sein fachdidaktisch und fachlich-inhaltlich fundiertes Wissen den Unterricht in vielfältiger Art und Weise (bewusst oder unbewusst) und war daher Mittelpunkt dieser Studie.

Aus den Unterrichtsbeobachtungen und den Interviewantworten wird deutlich, dass Paul über eine konstruktivistische Vorstellung von Lehren und Lernen verfügt. Die bei Hartinger, Kleickmann und Hawelka (2006) vertretene Ansicht, dass LehrerInnen mit konstruktivistischen Ansichten zu diesem Thema den Unterricht offener und mit mehr Freiräume für die SchülerInnen gestalten, kann in dieser Einzelfallstudie bestätigt werden.

Hartinger, Kleickmann und Hawelka leiten von dieser Art der Unterrichtsgestaltung ab, dass sich die SchülerInnen in solchen Unterrichtseinheiten selbstbestimmter fühlen den Unterricht als interessanter wahrnehmen (2006, S.122). Hier lässt sich eine Ähnlichkeit zu Pauls Begründungen feststellen, da auch er seine Handlungen und Entscheidungen aus den Unterrichtssituationen mit der anzustrebenden Selbstständigkeit der SchülerInnen begründet.

Bemerkenswert war meiner Ansicht nach der Befund, dass Paul seinen eigenen Unterricht nicht in eine Unterrichtsform einteilt, dennoch aber so viele Überschneidungen Ähnlichkeiten mit den Ansätzen zum problemorientierten Lernen gefunden wurden. Ich interpretiere daraus,

dass Paul als unterrichtende Person verschiedene Elemente aus unterschiedlichen Lehr- und Lerntheorien übernimmt und diese in seiner persönlichen Art und Weise der Umsetzung im Unterricht verinnerlicht. Aus diesem Grund können einzelne Fragen zu Konzepten wie dem forschenden Unterricht (wie beispielsweise im Interview) nur schwer beantwortet werden, da es kein einheitliches Konzept zum forschenden Lernen gibt. Dies wurde bereits in der theoretischen Verortung zum Thema festgestellt. Aus diesem Grund ist meiner Meinung nach auch eine Wirksamkeitsforschung zu derartigen Konzepten so komplex, da man niemals von einer vergleichbaren Ausgangssituation ausgehen kann. Jede Lehrperson interpretiert forschendes Lernen individuell für sich, und noch individueller lässt es sich dann in der Gestaltung des Unterrichts wiederfinden, wenn das Wissen aus dem theoretischen Konzept in Kombination mit anderen Wissenselementen des persönlichen Professionswissens sowie Überzeugungen der Person seine Umsetzung findet.

Mir ist bewusst, dass die hier dargestellten Ergebnisse insofern von eingeschränkter Aussagekraft sind, als sie in Form einer Einzelfallstudie und ohne experimentelles Design entstanden sind. Auch die Menge der gesammelten Daten ist für eine aussagekräftige Studie nicht erreicht worden, daher sind streng genommen keine generalisierten Interpretationen möglich. Aufgrund der detaillierten Beschreibung der Datenerhebungssituation, der Darstellungsform der Ergebnisse und der Bezugnahme auf die Theoriegeleitetheit dieser Fallstudie sollen die Ergebnisse zur Anwendung von fachdidaktischem Professionswissen des Biologielehrers Paul aber zu nachvollziehbaren Aussagen werden.

In dieser Arbeit richtete sich die Aufmerksamkeit der Forschung insbesondere auf die Anwendung des fachdidaktischen Professionswissens eines Biologielehrers während des Unterrichts.

Wie im Methodikteil dieser Arbeit bereits angedeutet, ist Unterricht eine schwer zu strukturierende Situation und nicht selten ein „Handeln unter Druck“ (Wahl, 1991 zitiert nach Hartinger, Kleickmann, Hawelka, 2006, S.113). Die Bandbreite möglicher Handlungsweisen, die Unbestimmtheit eines Zielzustandes, das Fehlen von überprüfbaren Kriterien sowie der unbestimmte Satz von Handlungsanweisungen und Techniken sind für Hartinger, Kleickmann und Hawelka Anzeichen dafür, dass Unterricht eine „komplexe, unstrukturierte Situation“ darstellt, in welcher „erfahrungsbasiertes Wissen und Überzeugungen eine wichtige handlungsleitende Rolle“ einnehmen (ebda). Dies kann als abschließende Erkenntnis aus der vorliegenden Arbeit nur bestätigt werden.

Literaturverzeichnis

- AECC Biologie Universität Wien. (2015): MASCIL Projekt Soja Broschüre. Unveröffentlichter Bericht: Wien
- Barrow, L. H. (2006): A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265–278
- Berck, K. H. (1999): *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer
- Berck, K. & Graf, D. (2003): *Biologiedidaktik von A bis Z*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer
- Blumenfeld P. C., Kempler, T. M. & Krajcik, J. S. (2006): Motivation and Cognitive Engagement in Learning Environments. In: R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge, 476-488
- BMBF. (2004): Lehrplan der AHS-Oberstufe für Biologie und Umweltkunde. Abgerufen am 02.04.2016 von Bundesministerium für Bildung und Frauen:
https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html
- BMUK. (1997): Grundsatzterlass Gesundheitserziehung. Abgerufen am 15.04.2016 von Bundesministerium für Bildung und Frauen:
https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/uek/gesunderl_902.pdf?4dzgm2
- Borchardt, A. & Göthlich, S. E. (2007): Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien. In: Sönke Albers, Daniel Klapper, Udo Konradt, Achim Walter und Joachim Wolf (Hrsg.): *Methodik der empirischen Forschung*. 2., überarbeitete Auflage, Wiesbaden: Gaber, 33-48
- Bortz, J. & Döring, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer
- Bromme, R. (1995): Was ist “pedagogical content knowledge”? Kritische Anmerkungen zu einem fruchtbaren Forschungsprogramm. In: *Didaktik und/oder Curriculum. Grundprobleme einer international vergleichenden Didaktik*. Weinheim: Beltz, 105-113
- Brown, J. S., Collins, A., Duguid, P. (1989): Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42
- Bybee, R. (2002): Scientific Literacy. Mythos oder Realität? In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (Hrsg.), *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Verlag Les-ke+Budrich, 21-44
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39, 223 – 228

- De Boer, G. (2000): Scientific Literacy. Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601
- Dittmer, A. (2010): Nachdenken über Biologie. Über den Bildungswert der Wissenschaftsphilosophie in der akademischen Biologielehrerbildung. Dissertation. Hamburg: VS
- Ertl, D. (2010): The Nature of Science. Das Wesen / die Natur der Naturwissenschaften. *Plus Lucis*, 1-2/2010, 5-7. Abgerufen am 15.05.2016 von: <http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/101/S05.pdf>
- Fischler, H. (2007): Fachdidaktik und Unterrichtsqualität im Bereich Naturwissenschaften. In: Arnold, K. H., Unterrichtsqualität und Fachdidaktik. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, 235-260
- Flick, U. (2007): Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. Vollständig überarbeitete und erweiterte Neuauflage, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt
- Gess-Newsome, J. (2015): A model of teacher professional knowledge and skill including PCK. Results of the thinking from the PCK Summit. In: Berry, A., Friedrichsen, P & Loughran, J.: Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education. New York: Routledge, 28-42
- Gräsel, C. (2010): Umweltbildung. In Tippelt, R. & Schmidt, B. (Hrsg.): Handbuch Bildungsforschung. 3., durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Springer, 791-810
- Gropengießer, H. & Kattmann, U. (Hrsg.) (2008): Fachdidaktik Biologie. Die Biologiedidaktik begründet von Dieter Eschenhagen, Ulrich Kattman und Dieter Rodi. 8. Auflage, Köln: Aulis
- Gropengießer, H. Kattmann, U. & Krüger, D. (2010/2015): Biologiedidaktik in Übersichten. Hallbergmoos: Aulis
- Häcker, T. (2012): Portfolio – ein Medium zur Optimierung und Humanisierung des Lernens. In: Fitzner, T., Kalb, P.E. & Risse, E. (Hrsg.): Praxishandbuch Pädagogik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 221-231
- Harlen, W. (2010): Taking Inquiry-Based Science Education (IBSE) into Secondary Education. Report on the Conference. Published by the Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP). York
- Harlen, W. (2013): Assessment & Inquiry-Based Science Education. Issues in Policy and Practice. Published by the Global Network of Science Academies (IAP) Science

Education Programme (SEP). Abgerufen am 14.05.2016 von:
www.interacademies.net/activities/projects/12250.aspx

- Hartinger, A., Kleickmann, T. & Hawelka, B. (2006): Der Einfluss von Lehrervorstellungen zum Lernen und Lehren auf die Gestaltung des Unterrichts und auf motivationale Schülervariablen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (1), 110-126
- Helmke, A., Helmke, T., Schrader, F. W. (2007): Unterrichtsqualität. Brennpunkte und Perspektiven der Forschung. In: Arnold, K. H., Unterrichtsqualität und Fachdidaktik. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, 51-72
- Hmelo-Silver, C. E. (2004): Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan R. G., Chinn C. A. (2007): Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning. A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42 (2), 99-107
- Hof, S. & Mayer, J. (2009): Förderung von wissenschaftsmethodischen Kompetenzen durch Forschendes Lernen. Ein Vergleich zwischen direkter Instruktion und Guided-Scientific-Inquiry. In D. Krüger, A., Upmeyer zu Belzen, A., T. Riemeier & K. Niebert (Hrsg.): *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 7*, Kassel: Universitätsdruckerei, 69-83
- Kiel, E. (2010): Unterrichtsforschung. In Tippelt, R. & Schmidt, B. (Hrsg.): *Handbuch Bildungsforschung*. 3., durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Springer, 773-790
- Klafki, W. (2003): Selbstständiges Lernen muss gelernt werden. In: Stübiger, F. (Hrsg.), *Selbstständiges Lernen in der Schule*, Kassel, 19-58
- Kremer, K., Urhahne, D. & Mayer, J. (2007): Das Verständnis Jugendlicher von der Natur der Naturwissenschaften. Wege der Kompetenzförderung und Kompetenzdiagnostik. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 6, 53-67
- Kremer, K., Specht, C., Urhahne D. & Mayer, J. (2014): The relationship in biology between the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Biological Education*, 48 (1), 1-8
- Ledermann, N. G. (2007): Nature of Science. Past, Present and Future. In: Abell, S. K. & Ledermann N.G. (Eds.): *Handbook of Research on Science Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 831-880
- Lembens, A., Weiglhofer, H. & Stadler, H. (2009): PISA 2006 Naturwissenschaft. Das Konzept aus fachdidaktischer Sicht. In C. Schreiner, & U. Schwantner (Hrsg.), *PISA 2006: Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt*. Graz: Leykam

- Mayring, P. (2002): Einführung in die Qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativen Denken. Weinheim und Basel: Beltz
- Mayring, P. (2009): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Flick, U., Kardoff, E. V. & Steinke, I. (Eds.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt, 468-475
- Mayring, P. (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12., überarbeitete Auflage, Weinheim/Basel: Beltz
- Mc Kenzie, J. (1999): Scaffolding For Success. FNO - The Educational Technology Journal, 9 (4), abgerufen am 1.6.2016 von: <http://fno.org/dec99/scaffold.html>
- Menze, C. (1965): Wilhelm von Humboldts Lehre und Bild vom Menschen. Ratingen bei Düsseldorf: Henn
- mascil (2013a): mascil project. Zielsetzungen. Abgerufen am 15.04.2016 von: <http://www.mascil-project.eu/project/objectives>
- mascil (2013b): LehrerInnenfortbildung. Wenn Fach-Wissen hilft Probleme zu lösen. Abgerufen am 20.04.2016 von: <http://mascil.science-edu.at/index.php?go=lfb>
- mascil (2013c): mascil-Diagramm. Abgerufen am 20.04.2016 von: <http://mascil.science-edu.at/index.php?go=diagramm>
- mascil (2013d): Projektbeschreibung. Abgerufen am 20.04.2016 von: <http://mascil.science-edu.at/index.php?go=project>
- Neuweg, G. H. (2010a): Fachkompetenz als Herzstück wirtschaftspädagogischer Professionalität. In: Fuhrmann, B., Fortmüller, R. (Hrsg.): Wirtschaftsdidaktik - eine Tour d'Horizon von den theoretischen Grundlagen bis zur praktischen Anwendung. Wien, 101-111
- Neuweg, G. H. (2010b): Das Wissen der Wissensvermittler. Problemstellungen, Befunde und Perspektiven der Forschung zum Lehrerwissen. In: Terhart, E., Benneweitz, H., Rothland, M. (Hrsg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster
- Nultsch, W. (2001): Allgemeine Botanik. 11. Auflage, Stuttgart: Thieme
- NRC/National Research Council. (2000): Inquiry and the National Science Education Standards. Washington D.C. abgerufen am 16.05.2016 von: <http://www.nap.edu/read/9596/chapter/1>
- OECD (2007): PISA 2006. Naturwissenschaftliche Konsequenzen für die Welt von morgen. Abgerufen am 15.04.2016 von: <https://www.oecd.org/pisa/39731064.pdf>
- Pistrich, K., Wendtner, S. & Janetschek, H. (2014): Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß. Fokus Sojakomplex. Wien: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft

- Priemer, B. (2006): Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 177-197
- Reiser, B. J. (2004): Scaffolding Complex Learning. The Mechanisms of Structuring and Problematising Student Work. *The Journal of the Learning Sciences*, 13 (3), 273-304
- Renkl, A. (2010): Lehren und Lernen. In Tippelt, R. & Schmidt, B. (Hrsg.): *Handbuch Bildungsforschung*. 3., durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Springer, 737-751
- Reusser, K. (2005): Problemorientiertes Lernen. Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 23(2), 159-182
- Rothland, M. & Terhart, E. (2010): Forschung zum Lehrerberuf. In Tippelt, R. & Schmidt, B. (Hrsg.): *Handbuch Bildungsforschung*. 3., durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Springer, 791-810
- Sawyer, R.K. (2008): Optimising learning. Implications of learning sciences research. In OECD Centre for Educational Research and Innovation: *Innovating to Learn, Learning to Innovate*, 45-66
- Schaffer, H. R. (2006): *Key Concepts in Developmental Psychology*. London: Sage Publications
- Schwantner, U. (2009): PISA 2006 Naturwissenschaft. Ziele und Methoden. In C. Schreiner, & U. Schwantner (Hrsg.), *PISA 2006: Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt*. Graz: Leykam
- Schwartz, R.S., Ledermann, N. G. & Crawford, B. A. (2004): Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context. An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88 (4), 610-645
- Shulman, L. S. (1986): Those who understand. Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14
- Shulman, L. S. (1987): Knowledge and Teaching. Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22
- Shulman, L. S. (1991): Von einer Sache etwas verstehen. Wissensentwicklung bei Lehrern. In: Terhart, E. (Hrsg.): *Unterrichten als Beruf*. Köln: Böhlau, 145-160
- Skelin, S., Schlueter, B., Rolle, D. & Gaedicke, G. (2008): Problemorientiertes Lernen. In: *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 156 (5), 452-457
- Strunz-Maireder, E. (2010): „Pedagogical content knowledge“. Wie die Lehrer/innenwissensforschung die Bedeutung der Fachkompetenz neu entdeckt. *wissenplus - Österreichische Zeitschrift für Berufsbildung*, 28 (5), 41-44

- Urhahne, D. & Hopf, M. (2004): Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, 71-87
- Verein Donau Soja (2016) Donau Soja. Über uns. Abgerufen am 15.04.2016 von: <http://www.donausoja.org/de/donau-soja/ueber-uns/>
- Vereinte Nationen. (2013): Resolutionen und Beschlüsse der achtundsechzigsten Tagung der Generalversammlung. Internationales Jahr der Hülsenfrüchte 2016. Abgerufen am 02.04.2016 von: <http://www.un.org/Depts/german/gv-68/band1/a68-49vol1.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1978): Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes. Harvard University Press. Abgerufen am 01.06.2016 von: <http://ouleft.org/wp-content/uploads/Vygotsky-Mind-in-Society.pdf>
- Wadouh, J., Sandmann, A. & Neuhaus, B. (2009): Vernetzung im Biologieunterricht – deskriptive Befunde einer Videostudie. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 15, 69 – 86
- Weber, A. (2007): Problem-Based Learning. Eine Lehr- und Lernform gehirngerechter und problemorientierter Didaktik. In: Zumbach, J., Weber, A., Olsowski, G. (Hrsg.). (2007): Problembasiertes Lernen. Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum. Bern: h.e.p.
- Witzel, A. (2000): Das problemzentrierte Interview. Forum Qualitative Sozialforschung/ Forum: Qualitative Social Research Online Journal, 1 (1)
- WWF. (2014). Der Sojaboom. Auswirkungen und Lösungen. Berlin: WWF Deutschland
- Zumbach, J., Weber, A., Olsowski, G. (Hrsg.). (2007): Problembasiertes Lernen. Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum. Bern: h.e.p.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Aspekte des Forschenden Lernens (nach Mayer & Ziemek, 2006).....	S. 17
Abb. 2: Definition des Lernprozesses nach Mandl (2000).....	S. 22
Abb. 3: Prozess des <i>Problem-based Learning</i> (nach Skelin et al., 2008).....	S. 28
Abb. 4: Das Mascil-Diagramm (Abgerufen von mascil, 2013c)	S. 37
Abb. 5: Weltweite Sojaproduktion von 1965 bis 2014 (Quelle: FAOSTAT, 2015)	S. 45
Abb. 6: Inhaltswissen von LehrerInnen nach Shulman 1987	S. 57
Abb. 7: Fünf Bereiche von professionellem Wissen bei Lehrkräften nach Bromme (1997).....	S. 59
Abb. 8: Professionswissen von LehrerInnen im Modell von Gess-Newsome (2015)	S. 62
Abb. 9: Ablauf induktiver Kategorienbildung nach Mayring (2002).....	S. 74
Abb. 10: Analysekatgeorien nach zusammenfassender Inhaltsanalyse.....	S. 82

Anhang

16 Abstract

Abstract (deutsch)

Naturwissenschaftlicher Unterricht soll SchülerInnen das Wesen der Naturwissenschaften näher bringen und ihnen eine fundierte naturwissenschaftliche Grundbildung ermöglichen.

LehrerInnen verfügen über fachdidaktisches und fachwissenschaftliches Wissen, auf dessen Grundlage sie Handlungen im Unterricht setzen und Entscheidungen bezüglich Lehr- und Lernprozesse treffen. Das theoretische Modell von Julie Gess-Newsome repräsentiert das berufsspezifische Professionswissen von Lehrpersonen. Im Sinne dieser Arbeit soll versucht werden sich mit dem Modell in seiner praktischen Anwendung auseinanderzusetzen und unterrichtliches Handeln eines Biologielehrers anhand einer Erforschung seines Professionswissens mit Rückgriff auf eben diesem Modell erklärbar zu machen. Dies ist der Grundgedanke dieser Diplomarbeit: Mit welchen Gründen handelt die Lehrperson im Unterricht und wie lassen sich diese Begründungen theoretisch verorten?

Abstract (english)

The main objective of teaching science for pupils is to bring them closer to the Nature of Science, in its scientific quality of producing knowledge and enable the development of a grounded education about scientific content and phenomena, a so called Scientific Literacy.

Science teachers organize their way of teaching with grounded pedagogical content- and scientific knowledge about learning. The model of “Teacher Professional Knowledge and Skill including PCK” by Julie Gess-Newsome (2015) represents the overarching role of teacher professional knowledge in complex situations of teaching and learning. The aim of this diploma thesis is to take this model into applied research and receiving explanations for classroom practice in this individual case of one particular biology teacher. That’s the fundamental idea of the diploma thesis at hand.

17 Transkriptionsregeln

Als Primärdaten für die Transkription gelten die Originalgespräche, Sekundärdaten sind die Tonaufzeichnungen, welche mithilfe eines Aufnahmegerätes gespeichert wurden. Beobachtungen, welche während der Unterrichtseinheiten handschriftlich erfasst wurden, werden den jeweiligen Stellen im Transkript zeitlich der Situation entsprechend hinzugefügt und als solche gekennzeichnet. Fokus der Untersuchung stellt der Inhalt der Gespräche dar. Folgende Transkriptionsregeln wurden demnach verwendet:

- Es wird je nach Möglichkeit vollständig und wörtlich transkribiert (Unvollständigkeiten und Wiederholungen im Gespräch werden belassen).
- Dialektfärbungen werden in der Verschriftung möglichst ins Schriftdeutsche übersetzt. Der gesprochene Satz soll dabei je nach Möglichkeit beibehalten werden. Aussagekräftige Dialektausdrücke bleiben behalten.
- Längere Pausen im Gespräch werden durch Gedankenstriche (-) markiert.
- Unklarheiten oder nicht Verstandenes werden mit drei Fragezeichen (???) versehen.
- Inhaltlich nicht relevante Aussagen werden durch Auslassungspunkte (...) gekennzeichnet.
- Für die Szene notwendige Erklärungen werden kursiv und in runden Klammern geschrieben. Daten aus den Beobachtungsnotizen werden als solche erkenntlich gemacht.
- Lautäußerungen, die Aussagen unterstützen oder verdeutlichen (etwa lachen oder seufzen) werden in Klammern notiert. Ebenso Ausdrücke, die zum inhaltlichen Verständnis beitragen, wie ein zustimmendes (mh) oder ein fragendes (hmm). Inhaltlich weniger wichtige Äußerungen wie (ähm) werden weggelassen.
- Um zwischen den verschiedenen SchülerInnen zu unterscheiden wird eine Codierung verwendet (Sw1, Sw2, Sm1, ...) welche eine Angabe des Geschlecht (m/w) und eine Nummerierung enthält.

Diese Transkriptionsregeln wurden mithilfe folgender Quellen erstellt:

Vorlage für Transkriptionsregeln der Geschichtsdidaktik der Universität Wien:

http://www.geschichtsdidaktik.eu/fileadmin/user_upload/Transkriptionsregeln_neu.pdf,
05.01.2016

Mayring, P. (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12., überarbeitete Auflage, Weinheim/Basel: Beltz

18 Interviewleitfaden

Allgemeine Information zur Schule und Curriculum

1. Wie würden Sie das Leitbild der Schule beschreiben? Gibt es besondere Schwerpunkte oder bestimmte Zielsetzungen?
2. Ich hatte die Möglichkeit zwei Doppelstunden in Ihrem Biologieunterricht zu hospitieren. Dabei handelte es sich um ein Biologie-Modul mit 6. und 7. Klassen gemischt. Wie genau ist dieses Biologie-Modul strukturiert?
3. Wo sehen Sie persönlich Stärken beziehungsweise Schwächen in diesem Modul-Unterrichtssystem?
4. Was ist Ihnen persönlich als Experte für den LehrerInnenberuf im Unterricht wichtig?

Reflexion zu den hospitierten Unterrichtseinheiten

5. Um die konkreten Einheiten zu „Ernährung, Landwirtschaft und Naturschutz – die Sojabohne“ noch einmal ins Gedächtnis zu rufen, habe ich sie kurz überblicksmäßig zusammengefasst. [Übersicht zu den zwei Doppelstunden + Material] Aus welchen Gründen haben Sie diese Herangehensweise für das Thema gewählt? Warum fiel die Wahl auf diese Unterrichtsformen?
6. Die SchülerInnen bekommen von Ihnen eine gewisse Menge an Input und müssen daraufhin bestimmte Aufgaben erarbeiten. Wie sehen Sie Ihre Rolle als Lehrperson während dieser Unterrichtseinheit? Verändert sich diese Rolle wenn Sie den Unterricht anders gestalten?
7. Woran erkennen Sie, dass die SchülerInnen selbstständig arbeiten? Woran genau erkennen Sie, dass das funktioniert?
8. Was waren ihre Lernzeile für diese Einheiten? Was war Ihnen wichtig? Was möchten Sie dass ihre Schüler und Schülerinnen nachhaltig in Erinnerung behalten?
9. Haben Sie Ihre Lehrziele in der Umsetzung erreicht? Woran können sie erkennen dass es funktioniert hat? (oder auch nicht)?
10. Sie sind ja schon ein sehr routinierter Lehrer. Wie sah die Vorbereitung und Planung dieser Einheiten aus? Und können Sie sich noch erinnern, ob es bestimmte Erwartungen zuvor gab, welche dann in der Umsetzung erfüllt wurden oder auch nicht?
11. Wie würden Sie diese Thematik auf dieselbe Art und Weise auch in anderen Klassen unterrichten? Würden Sie etwas verändern und wenn ja, warum?
12. Könnten Sie sich vorstellen, dieselben Lehrziele bei dieser Thematik „Ernährung, Landwirtschaft und Naturschutz – die Sojabohne“ auch mit anderen Methoden zu erreichen?

Problem Based Learning und Forschendes Lernen

13. Was verstehen Sie unter Problem Based Learning?
14. Was verstehen Sie unter Forschendem Lernen?
15. Worin sehen Sie bei diesen beiden Unterrichtsformen die Rolle der Lehrperson?
16. Was sind Ihre bisherigen Erfahrungen mit PBL und mit forschendem Unterricht?
17. Wann setzen Sie diese Unterrichtsformen gezielt ein? Und warum? Und wie häufig setzen Sie diese oder ähnliche Unterrichtsformen ein?
18. Im Rahmen des Biologie-Moduls müssen die SchülerInnen eine bestimmte Anzahl von LAB-Aufträgen selbstständig erarbeiten. Dabei ist auch eine Forschungsaufgabe, können Sie diese genauer beschreiben? Warum haben Sie diese Vorgabe so gewählt?
19. Welchen Grad von Offenheit finden Sie in ihrem Biologieunterricht sinnvoll? Und warum?
20. Inwiefern spielt das Vorwissen der SchülerInnen eine Rolle in Ihrer Unterrichtsgestaltung? Wie weit beeinflusst der Wissensstand zu bestimmten Themengebieten oder besondere Interessen von SchülerInnen ihren Unterricht? Wie ist (in Ihrem konkreten Fall) mit der Hochbegabung von SchülerInnen umzugehen? Wo können Sie dabei Chancen bzw. Schwierigkeiten ausmachen?

Bezug zur Mascil-Fortbildung „Projekt Soja“

21. Wie finden Sie die Ideen zur Umsetzung der Thematik aus der Fortbildung. Was davon haben Sie schon verwendet beziehungsweise werden Sie in Zukunft noch selbst verwenden? Und warum?
22. Laut Mascil stellt der Alltagsbezug für die SchülerInnen und der Kontext zur Arbeitswelt ein wichtiges Kriterium für guten Unterricht dar. Stimmen Sie dem zu, wenn ja warum? Und inwiefern versuchen Sie das in Ihrem Unterricht miteinzubeziehen?

Allgemeine Information zur Lehrperson

Unterrichtsfächer:

Anzahl der Dienstjahre:

Anzahl der Dienstjahre an dieser Schule:

Schulform: