

Entwicklung und Evaluation
einer Lehrerfortbildung zur Förderung
der physikdidaktischen Kompetenz von
Sachunterrichtslehrkräften

Eine explorative Studie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von

Eva Heran-Dörr
aus Bad Endorf

2006

Das Projekt SUPRA – Entwicklung und Evaluation einer
internetunterstützten Lehrerfortbildung zur Förderung
der physikdidaktischen Kompetenz von
Sachunterrichtslehrkräften

Eine explorative Studie zu den Auswirkungen der
Fortbildungsmaßnahme auf komplexe Lehrerkognitionen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von

Eva Heran-Dörr
aus Bad Endorf

Referent: Prof. Dr. Joachim Kahlert
Koreferent: Prof. Dr. Dr. Hartmut Wiesner

Tag der mündlichen Prüfung: 29.06.2006

Danksagung

Dank meiner Abordnung an den Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik konnte diese Arbeit auf den Weg gebracht werden. Mein besonderer Dank gilt dabei denen, die mich auf diesem Weg begleitet und unterstützt haben:

Herrn Prof. Dr. Joachim Kahlert und Herrn Prof. Dr. Dr. Hartmut Wiesner danke ich für die Betreuung dieser Arbeit. Ihre Offenheit und ihre Bereitschaft und Fähigkeit zur fächerübergreifenden Kooperation, ihr stets engagiertes Interesse, ihr Vertrauen in mich sowie unsere vielen anregenden Gespräche waren eine wichtige Grundlage für dieses Projekt und mir oft eine große Unterstützung. Ich habe Vieles gelernt – ein herzliches Dankeschön dafür!

Frau Dr. Mechthild Hagen danke ich für ihre hilfreichen Rückmeldungen zum Manuskript, Herrn Martin Hopf für unseren kreativen Diskurs über Fragen des Lernens und Lehrens von Physik. Den Kolleginnen und Kollegen des Lehrstuhls für die Didaktik der Physik und des Lehrstuhls für Grundschulpädagogik und -didaktik danke ich für die anregende und wertschätzende Arbeitsatmosphäre.

Besonderer Dank gilt dem Vertrauen und dem Engagement der am Projekt beteiligten Lehrkräfte. Sehr dankbar bin ich darüber hinaus auch all jenen, die mich in so vielfältiger Weise unterstützten.

Durch die Geduld, das Vertrauen und die Liebe meiner Familie, meines Mannes Peter Dörr, meiner Tochter Eva und meines Sohnes Maximilian, wurde ich immer wieder gestärkt. Ihnen widme ich diese Arbeit.

Eva Heran-Dörr
Bad Endorf im April 2006

Inhaltsverzeichnis

Einleitung und Aufbau der Arbeit	1
1 Ausgangslage und Zielsetzung	3
1.1 Problemfeld	6
1.3 Problemstellung und Ziele der Arbeit.....	11
2 Begründungszusammenhang: Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.....	13
2.1 Zur Entwicklung des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts.....	13
2.2 Verortung in der Sachunterrichtsdidaktik: Bildungsbegriff und Kompetenzorientierung.....	16
2.3 Entwicklungs- und kognitionspsychologische Grundlagen des Wissenserwerbs im Grundschulalter.....	24
2.4 Schülervorstellungen im Grundschulalter	29
2.5 Lernen als Konzeptwechselprozess: Das Conceptual Change Paradigma als Leitvorstellung für das Lernen in den Naturwissenschaften	32
2.5.1 Zur Begrifflichkeit: Begriffe, Konzepte, Schemata und Theorien.....	34
2.5.2 Das Conceptual Change Paradigma: Zum Stand der Diskussion.....	37
2.5.2.1 Kognitivistische Positionen („Kalte“ Konzeptwechseltheorien)	38
2.5.2.2 Situationistische Positionen („Heiße“ Konzeptwechseltheorien)	42
2.5.3 Zusammenfassung und Diskussion.....	43
2.6 Handeln und die Veränderung von Konzepten.....	48
2.7 Die Bedeutung von Versuchen und Experimenten	51
2.8 Ergebnisse der Unterrichtsforschung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.....	55
2.9 Fazit: Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologischen Verständnis als zentrales Prinzip naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts	60
3 Interventionsansatz: Unterrichtsentwicklung durch Lehrerfortbildung	69
3.1 Wissen und Kompetenzen und die Bedeutung von Lehrerexpertise für die Unterrichtsqualität	69
3.2 Subjektive Theorien von Lehrkräften.....	73
3.2.1 Bedeutung und Merkmale subjektiver Theorien.....	74
3.2.2 Subjektive Theorien und Unterrichtshandeln.....	77

3.2.3	Subjektive Theorien und Skripts in der Lehrer- und Unterrichtsforschung	80
3.2.4	Zusammenhänge zwischen subjektiven Theorien, unterrichtlichem Handeln und Lernerfolgen von Schülern im Physikunterricht	86
3.3	Zur Legitimation der Veränderungsbemühungen von bereichsspezifischen subjektiven Theorien	87
3.4	Lernen als Modifikation subjektiver Theorien	90
3.5	Befunde zur Veränderung subjektiver didaktischer Theorien von Lehrkräften	93
3.6	Lernen aus sozial-konstruktivistischer Perspektive – Lernen als Konzeptwechselprozess	95
3.7	Befunde zur Veränderung von Wissen und zum Kompetenzaufbau im naturwissenschaftsbezogenen Unterricht	99
3.8	Zusammenfassung und Diskussion	103
4	Theoretische Grundlegung der Fortbildungsmaßnahme: Lernen als Konzeptwechselprozess und Lernen als Veränderung subjektiver Theorien – ein Integrationsversuch.....	104
4.1	Entwicklung einer Modellvorstellung zur theoretischen Grundlegung einer fachdidaktischen Lehrerfortbildung.....	104
4.2	Ein integratives Konzept für eine bereichsspezifische Lehrerfortbildung	107
5	Das Projekt SUPRA – Fachdidaktische Unterstützung und Kompetenzförderung für Sachunterrichtslehrkräfte.....	113
5.1	Das Konzept der SUPRA-Lehrerfortbildung	113
5.2	Ziele und Inhalte der Interventionsmaßnahme	114
5.2.1	Aufbau von Nutzungskompetenzen im Umgang mit der Plattform SUPRA	115
5.2.2	Vertiefung des inhaltspezifischen physikalischen Sachwissens – Entwicklung tragfähiger Konzepte	116
5.2.3	Erweiterung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens.....	119
5.2.4	Reduktion von Unsicherheit durch Erhöhung des subjektiven Kompetenzzempfindens und Steigerung von Interesse an physikalischen Unterrichtsthemen	121
5.2.5	Orientierung an den persönlichen Fortbildungszielen der Teilnehmer und Teilnehmerinnen	122
5.3	Didaktische Prinzipien der SUPRA-Lehrerfortbildung.....	122
5.4	Organisation, Rahmenbedingungen und Informationsveranstaltung.....	130
5.5	Lernen und Arbeiten mit der Internetplattform ‚SUPRA – Sachunterricht praktisch‘	131
5.6	Formative Evaluation: Akzeptanz des Webangebots in der Entwicklungszeit	134
5.7	Lernen und Arbeiten an den Präsenztagen.....	140
5.7.1	Gestaltung der Präsenztage	141

6.3.3.3	Einstellungen und Vorstellungen zu/über physik- bezogenen Sachunterricht	223
6.3.3.4	Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht	227
6.3.4	Wirksamkeit der Maßnahme – Ergebnisse der Interviews	230
6.3.4.1	Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen.....	230
6.3.4.2	Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichts- gestaltung	247
6.4	Zusammenfassung und Interpretation der empirischen Ergebnisse.....	269
6.4.1	Erwartungen an die Maßnahme	269
6.4.2	Das Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme	271
6.4.3	Wirksamkeit der Maßnahme.....	273
6.4.3.1	Ergebnisse der Fragebogenanalyse	273
6.4.3.2	Ergebnisse der Interviewanalyse.....	275
6.4.3.3	Zusammenfassende Interpretation.....	279
6.5	Diskussion der empirischen Ergebnisse	280
6.5.1	Zum Zusammenhang zwischen Fortbildungskonzeption und Lernerfolg.....	282
6.5.2	Zur Erforschung von Veränderungen in handlungsleitenden Lehrerkognitionen	287
7	Zusammenfassung und Ausblick	293
7.1	Resümee der Arbeit	295
7.2	Transfer und Verstetigung der Projektideen.....	299
7.3	Ausblick	300
	Literaturverzeichnis	306
	Anhang.....	333

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	<i>Lehr-Lernsituationen – ,Konzepte im diskursiven Austausch’</i>	46
Abb. 2:	<i>Ein Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkungsweise des Unterrichts (Helmke 2003, 42)</i>	73
Abb. 3:	<i>Heuristisches Modell zur Relation von Kognitionen und Handlungen nach Blömeke u.a. (2003), geringfügig modifiziert</i>	83
Abb. 4:	<i>Handlungsleitende Kognitionen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht</i>	105
Abb. 5:	<i>Konzept der SUPRA-Lehrerfortbildung</i>	114
Abb. 6:	<i>Voruntersuchung/Skala 1: Navigationsmöglichkeiten in SUPRA</i>	137
Abb. 7:	<i>Voruntersuchung/Skala 2: Nutzungshäufigkeit der verschiedenen Navigationsmöglichkeiten</i>	137
Abb. 8:	<i>Voruntersuchung/Skala 3: Gestaltung/ergonomische Beurteilung</i>	138
Abb. 9:	<i>Voruntersuchung/Skala 4: Inhalt der Materialbörse</i>	138
Abb. 10:	<i>Verzahnung des Forschungs- und Fortbildungsdesigns</i>	174
Abb. 12:	<i>Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign</i>	195
Abb. 13:	<i>Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs</i>	199
Abb. 14:	<i>Interessen und Selbsteinschätzung – Wilcoxon-Rangsummen-Test (Bereich FB1)</i>	221
Abb. 15:	<i>Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht – Wilcoxon-Rangsummen-Test (Bereich FB3)</i>	225
Abb. 16:	<i>Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Wilcoxon-Rangsummen-Test (Bereich FB4)</i>	228
Abb. 17:	<i>Verständnis von Schülervorstellungen vor und nach der Fortbildung</i>	241
Abb. 18:	<i>Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Elektrizitätslehre vor und nach der Fortbildung</i>	243
Abb. 19:	<i>Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Optik/Spiegel vor und nach der Fortbildung</i>	245
Abb. 20:	<i>Begründungen für den Einsatz von Versuchen vor und nach der Fortbildungsmaßnahme</i>	252
Abb. 21:	<i>Ausgewählte Aspekte der Unterrichtsgestaltung vor und nach der Fortbildungsmaßnahme</i>	259

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	<i>„Benchmarks for Science Literacy“, „Kindergarten bis Grade 2‘ und ‚Grade 3 bis Grade 5‘, Übersetzung: Maximilian Assinger</i>	22
Tab. 2:	<i>Vergleichender Überblick über die geplanten Phasen des Lehr-Lernprozesses in der SUPRA-Lehrerfortbildung</i>	111
Tab. 3:	<i>Bereiche- und Skalenübersicht zum Lehrerfragebogen</i>	165
Tab. 4:	<i>Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik – Skalenübersicht (Bereich FB1)</i>	166
Tab. 5:	<i>Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften (,nature of science‘) – Skalenübersicht (Bereich FB 2)</i>	167
Tab. 6:	<i>Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht – Skalenübersicht (Bereich FB 3)</i>	167
Tab. 7:	<i>Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Skalenübersicht (Bereich FB 4)</i>	169
Tab. 8:	<i>Erwartungen an die Lehrerfortbildung – Bereiche und Kategorien</i>	178
Tab. 9:	<i>Die Maßnahme im Urteil der Teilnehmer – Bereiche und Kategorien</i>	179
Tab. 10:	<i>Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen, abgebildet in den handlungsleitenden Kognitionen der Lehrkräfte – Bereiche und Kategorien</i>	182
Tab. 11:	<i>„Orientierung an Schülervorstellungen‘ beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung, abgebildet in den handlungsleitenden Kognitionen der Lehrkräfte – Bereiche und Kategorien</i>	183
Tab. 12:	<i>Übersicht über die Stichprobe vor Fortbildungsbeginn</i>	185
Tab. 13:	<i>Erwartungen in Bezug auf den Inhalt naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht</i>	187
Tab. 14:	<i>Erwartungen in Bezug auf den Einsatz des Internets</i>	189
Tab. 15:	<i>Erwartungen in Bezug auf didaktisch-methodische Aspekte</i>	191
Tab. 16:	<i>Persönliche Fortbildungsziele</i>	192
Tab. 17:	<i>Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign</i>	194
Tab. 18:	<i>Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs</i>	199
Tab. 19:	<i>Akzeptanz der Plattform SUPRA</i>	208
Tab. 20:	<i>Beurteilung der Transferzeit und der Lernpartnerschaft</i>	211
Tab. 21:	<i>Beurteilung der Präsenztage</i>	214
Tab. 22:	<i>Interessen und Selbsteinschätzung – Skalenkennwerte (Bereich F1)</i>	220

<i>Tab. 23: Sichtweise über Naturwissenschaften– Skalenkennwerte (Bereich FB2).....</i>	<i>222</i>
<i>Tab. 24: Sichtweise über Naturwissenschaften – Wilcoxon-Rangsummen- Test (Bereich FB2)</i>	<i>223</i>
<i>Tab. 25: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht– Skalenkennwerte (Bereich FB3)</i>	<i>224</i>
<i>Tab. 26: Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Skalenkennwerte (Bereich FB4).....</i>	<i>227</i>
<i>Tab. 27: Bedeutung von Schülervorstellungen</i>	<i>231</i>
<i>Tab. 28: Verständnis von Schülervorstellungen</i>	<i>237</i>
<i>Tab. 29: Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen.....</i>	<i>248</i>
<i>Tab. 30: Orientierung an Schülervorstellungen in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung.....</i>	<i>258</i>

*„Ein verschüttetes Interesse kommt da ans Licht,
wenn nur erst einmal begriffen ist und geglaubt wird,
dass man hier wirklich sagen kann, was man denkt,
ohne Scheu vor Registrierung und vor dem Sich-Blamieren.“*

Wagenschein 1969/2005, 3

*„Alle unsere Bemühungen,
alle dramatischen Auseinandersetzungen zwischen alten und neuen Auffassungen
werden getragen von dem ewigen Drang nach Erkenntnis,
dem unerschütterlichen Glauben an die Harmonie des Alls,
der immer stärker wird,
je mehr Hindernisse sich uns entgegentürmen.“*

Einstein/Infeld 1938/2004, 277

Einleitung und Aufbau der Arbeit

Ein grundlegendes naturwissenschaftliches Verständnis gilt derzeit als bedeutsam für die mündige Teilhabe an einer von Naturwissenschaft und Technik geprägten Gesellschaft (Prenzel u.a. 2003). Die Vermittlung von Einsicht in naturwissenschaftliche Wissensbestände und naturwissenschaftliches Denken und Handeln, sowie die Vertiefung der Bereitschaft mit naturwissenschaftsbezogenen Handlungskompetenzen verantwortlich umzugehen, stellen sich daher als wichtige Aufgaben des Bildungswesens dieser Gesellschaft dar.

Innerhalb des umfassenden Handlungsfeldes ‚Naturwissenschaftliche Bildung‘ richtet sich der Fokus der vorliegenden Arbeit auf den Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts.

Die Gestaltung von physikbezogenem Sachunterricht, der Verstehen ermöglicht, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Die Erfüllung dieser Aufgabe erfordert von Sachunterrichtslehrkräften inhaltspezifisches Sachwissen, fachdidaktische Kompetenzen sowie Interesse und Zuversicht, entsprechende Inhalte kompetent umsetzen zu können. Nationale und internationale Befunde verweisen darauf, dass Grundschullehrkräfte als ‚Generalisten‘ zunächst jedoch nur selten über die erforderlichen domänenspezifischen Kompetenzen und Handlungsdispositionen verfügen.

Zwischen dem Anspruch einer hoffnungsvoll formulierten Zielvorstellung – der Grundlegung naturwissenschaftlichen Verständnisses – und der schulischen Wirklichkeit mit ihren spezifischen Möglichkeiten sowie Restriktionen besteht demnach auch in Bezug auf die Qualifikationen von Lehrkräften eine Diskrepanz. Diese Diskrepanz ist der Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit.

Untersucht wird, ob sich diese Diskrepanz mit Hilfe einer internetunterstützten, fachdidaktischen Interventionsmaßnahme verringern lässt. Diese Interventionsmaßnahme soll zur Vertiefung domänenspezifischen Wissens und zur Erweiterung physikdidaktischer Kompetenzen von Sachunterrichtslehrkräften beitragen.

Die vorliegende Arbeit widmet sich daher der Entwicklung, Durchführung und Evaluation einer fachdidaktischen Lehrerfortbildung mit dem Ziel der Verbesserung von Unterrichtsqualität im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.

Im **ersten Kapitel** wird, ausgehend von einer Skizzierung aktueller Diskussionslinien im Bereich des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts, das Problemfeld beleuchtet.

Daraus ergibt sich die Problemstellung für diese Arbeit. Die Ziele der Arbeit werden formuliert.

Im **zweiten Kapitel** erfolgt eine Einordnung der Arbeit in die Diskussion zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. Daraus ergeben sich im Sinne einer fachdidaktischen Grundlegung Ziele für die zu entwickelnde Interventionsmaßnahme.

Im **dritten Kapitel** wird unter Bezugnahme auf die Diskussion um Unterrichtsqualität die zentrale Rolle der Lehrkraft für die Gestaltung von Unterricht beleuchtet. Deren komplexe Kognitionen, deren Einstellungen und Haltungen, deren Wissensbestände und fachdidaktische Kompetenzen gelten als Grundlage für eine potentiell qualitätshaltige Umsetzung naturwissenschaftsbezogener Inhalte. Es schließt sich eine Diskussion zweier theoretischer Diskussionslinien zur Veränderung von Lehrerkognitionen an:

- a) Lernen als Modifikation subjektiver Theorien
- b) Lernen als Konzeptwechselprozess

Vorschläge zur Gestaltung von Lehrerfortbildungsmaßnahmen und Befunde zur Veränderbarkeit von Lehrerkognitionen mit dem Ziel des Kompetenzaufbaus werden dargestellt und diskutiert.

Im **vierten Kapitel** erfolgt durch die Zusammenfassung der beiden diskutierten Theoriestränge die Entwicklung eines integrativen heuristischen Modells zu komplexen unterrichtsbezogenen Lehrerkognitionen. Das Modell bildet eine theoretische Grundlage für die Entwicklung und Evaluation der Interventionsmaßnahme.

Im **fünften Kapitel** wird das Lehrerfortbildungsprojekt SUPRA dargestellt. Ziel dieser Interventionsmaßnahme ist die Förderung der physikdidaktischen Expertise von Sachunterrichtslehrkräften. Die Konzeption, die Inhalte und die methodische Umsetzung der einzelnen Bausteine der Maßnahme werden vorgestellt.

Das **sechste Kapitel** stellt die Evaluation der Maßnahme im Sinne einer explorativen Studie dar. Die Untersuchung wird in den Forschungskontext eingeordnet, die Fragestellungen, der methodische Ansatz und die Durchführung werden dargelegt. Ausgewählte Ergebnisse der Studie zum Urteil der Teilnehmer und zu den Auswirkungen der Maßnahme auf komplexe Lehrerkognitionen werden aufgeführt und diskutiert.

Im **siebten Kapitel** schließt die Arbeit mit einer Gesamtzusammenfassung, einem Resümee und einem Ausblick.

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im naturwissenschaftsbezogenen Lernbereich des Sachunterrichts sind sowohl die bildungswirksamen Erfahrungen und Vorstellungen der Kinder einzubeziehen als auch Anschlussfähigkeit zu bieten für das Potential der Fachkulturen (GDSU 2002). Dieser polar formulierte Anspruch stellt sich als eine besondere Herausforderung für Lehrerinnen und Lehrer dar (Möller 2004a; Prenzel 2004). So soll einerseits eine Orientierung an dem Blickwinkel der kindlichen Lebenswelterfahrungen und andererseits eine fachdidaktische Fundierung in der Aufbereitung der Themen, in der Planung, Durchführung und Reflexion von Sachunterricht verwirklicht werden (Kahlert 2002).

Damit steht naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht vor der Frage, wie die Orientierung an Wissenschaftsbereichen und fachdidaktischen Positionen zu leisten sein kann, ohne Fehlentwicklungen der Curricula der siebziger Jahre zu wiederholen. Die gegenwärtige Situation, so Möller (2001a, 116), erinnere an die Zeit gegen Ende der sechziger Jahre. Auch damals hätten neue Erkenntnisse aus der Lern- und Entwicklungspsychologie anspruchsvollere Lerninhalte und -formen für das Lernen von Grundschulkindern nahe gelegt. Unter dem Eindruck des konstruktivistischen Paradigmas (Dubs 1995, 1997; Duit 1995, 1996), den Befunden der Lehr-Lernforschung (Möller u.a. 2002, Stern 2002, 2003) und der Diskussion aktueller Sozialisationstrends (Fölling-Albers 2001) stellen sich heute wieder sowohl inhaltliche als auch methodische Fragestellungen für die Auswahl von Inhalten, die Gestaltung von Lehr-Lernprozessen und die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften im Bereich des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts.

Der Bereich des naturwissenschaftsbezogenen Unterrichts in der Primarstufe gilt national sowie international als Problemfeld (Möller 2004a). Forschungsergebnisse zum naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht, zum fachspezifisch-pädagogischen Wissen der Lehrkräfte, zu den unterrichtlichen Handlungskompetenzen von Primarstufenlehrkräften und insbesondere zu realisierten Lehr-Lernsituationen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht sind insgesamt zwar eher spärlich, vorliegende Befunde verweisen jedoch auf eine erhebliche Diskrepanz zwischen den pädagogischen und bildungspolitischen Zielvorstellungen für naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht und den dafür notwendigen Kompetenzen von Sachunterrichtslehrkräften. „Der eigenen Unsicherheit und Uninformiertheit im Umgang mit physikalischen Sachverhalten steht ein postulierter Bildungsanspruch für den Sachunterricht gegenüber“ (Landwehr 2001, 251).

Der folgende zusammenfassende Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse verdeutlicht die Vielfältigkeit der zu berücksichtigenden Einflüsse auf das Forschungs- und Anwendungsfeld Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.

Naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht und Grundschul Kinder

- Ergebnisse internationaler Leistungsstudien betonen sowohl die Bedeutung naturwissenschaftlicher Elementarbildung als auch das enorme und bislang nicht ausgeschöpfte bereichsspezifische Lernpotential der Grundschul Kinder (Prenzel u.a. 2003; Prenzel 2004).
- Grundschul Kinder sind entgegen früherer Annahmen sehr wohl dazu in der Lage, anspruchsvolles Wissen in komplexen Domänen aufzubauen und so eine gute Grundlage für nachfolgende Lernprozesse in den Naturwissenschaften bereits in der Grundschule zu erwerben (Mähler 1999; Schrempp & Sodian 1999; Stern 2002, 2003; Möller u.a. 2002).
- Gerade im Grundschulalter zeigen Kinder große Begeisterung und ein intensives Interesse für naturwissenschaftliche Themen. Dieses Interessenpotential der Schülerinnen und Schüler wird im Sachunterricht häufig nicht ausgeschöpft (Schrenk 1997; Hansen & Klinger 1997; Rossberger & Hartinger 2000; Prenzel u.a. 2003)¹.
- Diskussionen um die Bedeutung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) betonen die Bedeutung entsprechender Kompetenzen für eine aktive Teilhabe an einer durch Naturwissenschaft und Technik geprägten Umwelt (Marquardt-Mau 2001a und b, 2004; Prenzel 2004).

Die Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht

- Sachunterricht, der sich zum Ziel setzt, Fehlvorstellungen zu korrigieren, Verstehen zu fördern und zum Aufbau von belastbarem Wissen beizutragen, muss in besonderem Maße die vorunterrichtlichen Erfahrungen, das Vorwissen und die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen (Stork & Wiesner 1981; Jung 1986; Duit 1997; Max 1997; Möller 1997, 2004b; Jonen u.a. 2003; Kahlert 2004a).
- Das Verständnis von Lernen, als aktivem Konstruktionsvorgang, der kognitive Eigenaktivität voraussetzt, erfordert einen Unterricht, der Zeit und Gelegenheiten dafür bietet (Möller u.a. 2002; Jonen u.a. 2002).

¹ Zu Einflüssen auf die Interessensentwicklung im Grundschulalter vgl. auch Upmeier zu Belzen u.a. 2002.

- Der Zusammenhang zwischen Lernen und metakognitiven Prozessen, Motivation und Interesse, Selbststeuerung und Selbstwirksamkeitserleben sowie der Bedeutung von sozialem Austausch impliziert bedeutsame Konsequenzen für die Gestaltung von Lernumgebungen (Deci & Ryan 1993; Hartinger 1997).
- Die Berücksichtigung und Verbindung leistungsbezogener (im Sinne von kognitiver) und nichtleistungsbezogener Komponenten (als Überbegriff für nichtkognitive Elemente wie Interesse, Motivation, selbstbezogene Kognitionen, empfundene Kompetenz und Engagement und Lernzufriedenheit) gilt als bedeutsame, ja unverzichtbare Zielkategorie für naturwissenschaftlichen Sachunterricht (Blumberg u.a. 2003).
- Ein Blick auf die Interessenentwicklung zeigt, dass bereits im Grundschulalter geschlechtsspezifische Präferenzen in der unterrichtlichen Bearbeitung physikalisch-technischer Themen vorzufinden sind (Rossberger & Hartinger 2000). Ob dies Auswirkungen vorschulischer oder beginnender schulischer Sozialisation sind oder auf andere Verursachungsfaktoren verweisen, kann derzeit nicht abschließend geklärt werden; es bleibt im Hinblick auf derzeit geltende normative Vorstellungen die Aufgabe, einer weiteren Ausdifferenzierung geschlechtsspezifischer Präferenzen im naturwissenschaftlichen Lernbereich bereits im Grundschulalter aktiv entgegenzuwirken.

Naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht und Sachunterrichtslehrkräfte

- Ergebnisse der Lehrerforschung geben Hinweise darauf, dass die eigene Lernbiographie von Sachunterrichtslehrkräften häufig von nachlassendem Interesse und Vermeidungsverhalten im Bereich der physikalisch-technischen Inhalte gekennzeichnet ist. Die Lehrerinnen und Lehrer erleben sich als wenig kompetent in der unterrichtlichen Bearbeitung physikalisch-technischer Themen und meiden diese daher eher (Landwehr 2001; Drechsler & Gerlach 2001; Möller 2004a).
- Die im naturwissenschaftlichen Bereich bedeutsame Vorstellung vom Lernen als Konzeptwechselprozess erfordert angemessene naturwissenschaftliche Kenntnisse und tragfähige Konzepte, das Wissen um bestehende Konzepte bei den Schülerinnen und Schülern und Unterrichtstrategien, die Konzeptwechselprozesse ermöglichen (Max 1997; Möller 2001a; Grygier u.a. 2004).
- Nationale und internationale Studien verweisen auf mitunter erhebliche Probleme bei der Implementierung naturwissenschaftlicher Grundbildung aufgrund des mangelnden fachspezifischen-pädagogischen Wissens der Lehrkräfte (Appleton 2002, 2003; Harlen 1992, 1997, 1998; Harlen & Holroyd 1997; De Jong u.a. 1998; Möller 2004a).

Weiterhin lässt die Heterogenität in der Leistungs- und Interessenentwicklung vermuten, dass Grundschul Kinder insbesondere im Sachunterricht eine Vielzahl an Vorerfahrungen und unüberprüften ‚Vorwissensfragmenten‘ in den Unterricht mitbringen, die auf der Grundlage unterschiedlicher außerschulischer Förderung basiert. So wird durch intensive Mediennutzung und Veränderungen im Bereich der Freizeitaktivitäten möglicherweise Sachwissen aufgebaut, das nicht ‚wirklich verstanden‘ ist. Die Kinder verwenden Fachbegriffe, ohne deren sinnvolle Einbettung in den Sachzusammenhang erfahren, ohne tragfähiges Wissen aufgebaut zu haben.

Für die Gestaltung der Lehr-Lernumgebung lässt sich damit formulieren, dass diese zu einem nachforschend-diskursivem Umgang der Schülerinnen und Schüler mit naturwissenschaftlichen Inhalten führen sollte. Dabei dürfte sich eine phänomen- und konzeptorientierte Umgangsweise mit naturwissenschaftlichen Inhalten als sinnvoll und tragfähig erweisen. Den Sachunterrichtslehrkräften kommt dabei die Aufgabe zu, auf der Grundlage eines soliden eigenen Vorwissens und sachlich tragfähigen Vorstellungen mit Hilfe ihres fachspezifischen-pädagogischen Wissens und entsprechender Handlungskompetenzen zu einem nachforschend-diskursivem Umgang mit naturwissenschaftlichen Inhalten beizutragen.

1.1 Problemfeld

Die Umsetzung naturwissenschaftsbezogene Inhalte im Sachunterricht wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst. Die im Folgenden aufgeführten Studien und Ergebnisse verweisen dabei auf ein Feld vielfältiger Herausforderungen und Aufgaben für die Implementierung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht und vor allem für die Aus- und Weiterbildung von Sachunterrichtslehrkräften.

Bildungswirksamkeit und Bedeutung naturwissenschaftlich-technischer Inhalte in der Einschätzung von Sachunterrichtslehrkräften: Insgesamt scheinen Sachunterrichtslehrkräfte die Bedeutung von naturwissenschaftsbezogenen Lerninhalten als hoch einzuschätzen (Prenzel u.a. 2003; Möller 2004a). Prenzel u.a. (2003, 180) formulieren abschließend zu den in IGLU-E erhobenen Lehrereinstellungen zum Sachunterricht: „... nach wie vor wird den Naturwissenschaften ein hoher Stellenwert zugesprochen. Die Daten weisen (...) darauf hin, dass beträchtliche Anteile der Lehrkräfte den Naturwissenschaften mehr an Erkenntniswert zutrauen, als diese aus eigener Sicht für sich beanspruchen.“²

² Dies mag auch mit einem unangemessenen (Natur-)Wissenschaftsverständnis zu tun haben und eher Ausdruck einer möglicherweise unreflektierten ‚(Natur-)Wissenschaftsgläubigkeit‘ sein.

Möller u.a. (2004b) verweisen in diesem Zusammenhang darauf, dass die in einer nordrhein-westfälischen Studie von ihnen befragten Lehrkräfte davon überzeugt sind, dass physikbezogenes Lernen einen hohen Stellenwert haben sollte und dass Grundschulkindern bereit und in der Lage sind, sich mit entsprechenden Inhalten auseinander zu setzen (Möller u.a. 2004b).

Landwehr (2001) konnte nachweisen, dass die von ihr befragten Lehrkräfte und Studierenden der Wissenschaft Physik insgesamt zwar eine hohe Bedeutung zuschreiben, dies jedoch vornehmlich aus dem Wunsch nach einem Verständnis über Funktionszusammenhänge gestalteter Technik resultiert. Somit bildet sich darin nicht der Wunsch nach einem Verständnis der der Physik eigenen Denk- und Arbeitsmethoden beziehungsweise einem Verstehen der daraus gewonnenen Erklärungsweisen von Weltsicht ab. Insgesamt räumen die von Landwehr Befragten der Behandlung physikalischer Inhalte im Sachunterricht zwar einen hohen Stellenwert ein, doch beschreiben sie gleichermaßen ihre ablehnende Haltung gegenüber einer weiteren Beschäftigung mit physikalischen Inhalten.

Eine vergleichbare Situation zeichnet sich im Bereich der technischen Inhalte ab. So berichten Möller & Tenberge (2000) davon, dass – möglicherweise unter anderem aufgrund fehlender schulischer Vorkenntnisse – zwar die Bildungswirksamkeit technischer Inhalte von den Sachunterrichtslehrkräften als hoch eingeschätzt wird, doch viele, vor allem weibliche Lehrkräfte, die Realisierung eines technikbezogenen Unterrichts eher ablehnen. Ebenso zeigt sich, dass drei von vier befragten Lehrkräften sich als nicht kompetent fühlen, technikbezogenen Sachunterricht zu verwirklichen, etwa 80% der Lehrkräfte im Rahmen ihrer Ausbildung nicht oder kaum mit Technik in Kontakt gekommen sind und das private Interesse für technikbezogene Inhalte sehr gering ist. Weniger als die Hälfte der Befragten bieten überhaupt technikbezogene Inhalte in ihrem Sachunterricht an (Möller & Tenberge 2000).

Lernbiographischen Erfahrungen von Sachunterrichtslehrkräften – Interesse und Aufgeschlossenheit gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten und dem Unterrichten naturwissenschaftsbezogener Inhalte: 90,2% der in IGLU-E befragten Lehrkräfte gaben ein starkes Interesse an Biologie an, 39,8% an Chemie und 41,8% an Physik. Während des Studiums scheint das Interesse zurückzugehen. Für die Arbeitsweisen und wissenschaftlichen Erkenntnisse der Chemie oder Physik interessierten sich während des Studiums noch 15% beziehungsweise 17,9% der Befragten (Prenzel u.a. 2003). Drechsler & Gerlach (2001) weisen darauf hin, dass 42,7% der von ihnen befragten Lehrkräfte während ihres Studiums gar nicht, 31,1% selten und 18,2% manchmal mit naturwissenschaftlichen Inhalten konfrontiert wurden.

Nur insgesamt 8% der Befragten gaben an, sich während ihres Studiums sehr oft oder häufig mit naturwissenschaftlichen Inhalten beschäftigt zu haben.

In einer Studie zum fachspezifisch-pädagogischen Wissen, den Interessen und den selbstbezogenen Kognitionen von Lehrkräften im physikbezogenen Sachunterricht kommt Möller (2004a) zu folgenden Ergebnissen: Zwar betonen die Lehrkräfte die Bedeutung physikalischer Inhalte im Sachunterricht, doch fällt die Einschätzung des eigenen Interesses am Unterrichten physikbezogener Inhalte und bezüglich der eigenen Selbstwirksamkeit ‚zögerlich‘ aus. Sowohl das Interesse an Physik wie auch die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Bereich Physik können als insgesamt gering gelten. In der Ausbildungsbiographie von Grundschullehrkräften bildet sich ein Vermeidungsverhalten gegenüber physikbezogenen Inhalten ab. So gaben 44% der von Möller befragten Lehrkräfte an, bereits in der Oberstufe keinerlei Physikunterricht mehr gehabt zu haben und knapp 50% gaben an, physikalische Inhalte im Studium gemieden zu haben.

Kompetenz- und Selbstwirksamkeitserleben von Sachunterrichtslehrkräften bezüglich der Planung und Gestaltung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht: Möller u.a. (2004b) berichten davon, dass 40% der von ihnen befragten Sachunterrichtslehrkräfte einer in Nordrhein-Westfalen durchgeführten Studie ihre Kompetenzen für das Unterrichten physikbezogener Inhalte als nicht ausreichend einschätzen. Ebenfalls gering schätzen sie ihre eigene Fähigkeit ein, physikalische Inhalte zu verstehen.

In einer Studie von Landwehr (2001) waren Lehrkräfte und Studierende danach befragt worden, wie kompetent sie sich derzeit darin zu fühlen, einen ihren Ansprüchen gerechten Sachunterricht zu erteilen. Den Angaben der Autorin nach schätzten sich die Befragten derzeit ebenfalls als nicht kompetent genug ein. „Die Ursachen dafür sehen sie letztendlich in einem ‚erlittenen‘ Physikunterricht während ihrer eigenen Schullaufbahn, in dem sie sich kein physikalisches Wissen aneignen konnten und der sie auch nicht von dem Nutzen und dem Bildungswert physikalischer Inhalte und Methoden überzeugt hat“ (a.a.O. 251). Dazu, so Landwehr, scheint unter anderem auch eine recht ‚mathematiklastige‘ Bearbeitung physikalischer Inhalte beigetragen zu haben.

Drechsler & Gerlach (2001) berichten, dass 79% der von ihnen befragten Lehrkräfte ihre eigene Kompetenz im Umgang mit chemischen und physikalischen Inhalten als gering und nur 2,6% der von ihnen befragten Lehrkräfte sich als kompetent einschätzten. Sie weisen ebenfalls auf die von den Lehrkräften erlebte Unsicherheit in Bezug auf chemisch-physikalische Inhalte hin, die in einem Zusammenhang mit eigenen Verständnisschwierigkeiten zu stehen scheint (vgl. auch Drechsler-Köhler

2005). Die Autorinnen stellen diesen Befund auch in einem Zusammenhang mit dem reportierten Vorbereitungsaufwand dar. So äußert sich die eigene sachliche und fachliche Unsicherheit der Lehrkräfte ebenfalls in einem als recht hoch erlebten Aufwand für die Unterrichtsvorbereitung.

Auch international wird auf fehlendes Vertrauen in die eigene Kompetenz im Unterrichten naturwissenschaftsbezogener Inhalte hingewiesen: „A well-documented difficulty for many primary school teachers is that they have tended to focus on non-science studies in their own schooling and teacher preparation. They consequently lack confidence to teach science, and do not have a strong knowledge of the sciences“ (Appleton 2002, 393).

Fachliche und sachliche Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften in Bezug auf die Gestaltung naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts: Die folgenden Zitate illustrieren die Problemlage: „It has been shown that pre-service and in-service elementary teachers hold alternative conceptions for a variety of science concepts“ (Atwood & Atwood 1996, 553). „Since the introduction of science (...) surveys of science teachings have revealed, that many primary school teachers do not teach science, and frequently when it is taught, strategies used to tend to be teacher discussions, teacher explanations, watching science television shows, library research, and teacher demonstrations. (...) there is overwhelming evidence that a major contributing factor is the tendency for primary school teachers to have limited science background knowledge and to lack confidence in teaching science“ (Appleton 2003, 2).

So verweisen vor allem internationale Studien darauf, dass Lehrkräfte

- über ähnliche ‚misconceptions‘ zu verfügen scheinen wie ihre Schüler (Hope & Townsend, 1983, zit. nach Appleton, 2003). Webb (1992) berichtet beispielsweise davon, dass australische und neuseeländische Lehramtstudenten und Lehrkräfte vor einer Interventionsmaßnahme über vergleichbare Fehlkonzepte zur Stromkreisvorstellung verfügten, wie die an der Studie teilnehmenden elfjährigen Schüler.
- bei der Unterrichtsvorbereitung zu vermeiden scheinen, sich das notwendige sachliche Hintergrundwissen zu erwerben (Symington & Hayes, 1989, zit. nach Appleton 2003) und zu Unterrichtsstrategien tendieren, die es ihnen erlauben, die Kontrolle über den Wissensaustausch im Klassenzimmer zu behalten (a.a.O.).

Da, so Appleton (2002, 2003), Primarstufenlehrkräfte in der Regel über einen Mangel an fachlichem und fachspezifisch-pädagogischem Wissen in Bezug auf Naturwissenschaften verfügen, müssten sie geeignete Strategien entwickeln, um die ihnen gestellte

Aufgabe zu bewältigten („How do Beginning Primary School Teachers Cope with science?“). Es zeigt sich, dass die von ihm befragten Lehrkräfte entweder das Unterrichten naturwissenschaftlicher Inhalte vermeiden oder „activities that work“ wählen. Dieser Terminus bezieht sich darauf, dass die Lehrkräfte dies als Strategie wählen, um mit der Herausforderung umzugehen. ‚Aktivitäten, die funktionieren‘, haben nach Appleton (2002, 398ff.) folgende Merkmale: Activities that work

- are hands-on,
- are interesting and motivation for the children,
- are manageable in the classroom,
- have a clear outcome or result
- draw on equipment that is really available
- lend themselves to integration.

Appleton verweist auf die dieser Strategie innewohnende Ambivalenz. So sei einerseits wertzuschätzen, dass die Lehrkräfte sich trotz ihrer ungünstigen Ausgangs- und Rahmenbedingungen den Herausforderungen stellen und mit Hilfe der genannten Aktivitäten versuchten, naturwissenschaftsbezogenen Unterricht zu gestalten. Doch kritisierte er auch: „Activities that work tend to be somewhat idiosyncratic selection of activities by individual teacher. A consequence is, that science curriculum delivered to the children may be fragmented conceptually, and would make it difficult for a teacher to use conceptual development strategies that are suggested in much of the science education literature“ (a.a.O. 405).

Das physikalische Sachwissen der Grundschullehrkräfte kann unter einer Zielvorstellung von sachlicher Korrektheit und dem Verfügen über angemessene naturwissenschaftliche Konzepte als unzureichend gelten. Das geringe Selbstvertrauen der Lehrkräfte in den physikalischen Bereich beruht demnach durchaus auch auf einer angemessenen Einschätzung der eigenen mangelnden Fähigkeiten in Bezug auf physikalisches Sachwissen. Da die Lehrkräfte dennoch entsprechende Inhalte unterrichten (müssen), entwickeln sie Bewältigungsstrategien, deren Einsatz im Unterricht durchaus ‚lernhemmende‘ Wirkungen erzeugen kann (vgl. Harlen & Holroyd 1997)³.

³ Wenn auch Helmke unter der Perspektive der Analyse von Unterrichtsqualität darauf hinweist, dass fachfremd erteilter Unterricht nicht unbedingt zu schlechteren Schülerleistungen führt. Entscheidender als fachliche Korrektheit scheint die Fähigkeit der Lehrperson zu sein, auf der Grundlage von Souveränität (verbunden mit Selbstsicherheit) konstruktive Lernprozesse der Schüler/-innen zu initiieren und zu begleiten.

Harlen & Holroyd (1997) verweisen in diesem Zusammenhang auf verschiedene (von der Vermeidung der Inhalte bis zu einer eng an Material angelehnten Führung und Kontrolle) von den Primarstufenlehrkräften entwickelten Copingstrategien zur Bewältigung des Spannungsfeldes zwischen unzureichendem Sachwissen, geringem Selbstvertrauen und der unterrichtlichen Herausforderung und resümieren: „All of these strategies which teachers may have to adopt at certain times of particular pressure. It is when they become the only strategy and ‚normal‘ that they can have a severely limiting effect on pupils learning. This research would suggest that in Scotland this may be the case for more than half of the primary teacher population” (a.a. O. 103).

Auch in Bezug auf ein angemessenes Wissenschaftsverständnis dürften Defizite vorliegen. So weist Craven (2002) in einer Interventionsstudie zur Veränderung des Wissenschaftsverständnisses von amerikanischen Studierenden des Primarstufenlehramtes nach, dass vor Beginn der Interventionsmaßnahme die Mehrheit der Befragten „a brief and simplistic“ Verständnis von (Natur)Wissenschaft zeigten. „Most students described science largely as either a collection of topics, facts and concepts (in other words, an accumulated body of knowledge), or a sequence of procedures (i.e. the scientific method) that will eventually produce knowledge“(a.a.O. 792).

Zwar beziehen sich die obigen Zitate und Studien auf amerikanische, australische oder schottische Lehrkräfte, doch dürfte dies für deutsche Grundschullehrkräfte in ganz ähnlicher Weise gelten. Für Deutschland verweisen beispielsweise Grygier u.a. (2004) darauf, dass das Thema ‚Wissenschaftsverständnis‘ in der Lehrerbildung bisher vernachlässigt wird und auch erfahrene Lehrkräfte nicht über ein adäquates Wissen über die ‚Natur der Naturwissenschaften‘ verfügen.

Da Grundschullehrkräfte in aller Regel ‚Generalisten‘ sind und je nach Organisation ihres Studiums, wenn überhaupt, nur in einem Fach Spezialistenwissen erworben haben, stellen sich Aspekte ihrer mangelnden sachlichen und fachlichen Kompetenz für den naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht auch in Deutschland als Problem dar. Maßnahmen zur Förderung entsprechender Kompetenzen sind zu ergreifen.

1.3 Problemstellung und Ziele der Arbeit

Aus der dargestellten Ausgangslage und dem damit verbundenen Problemfeld ergibt sich die spezifische Problemstellung dieser Arbeit:

Eine Möglichkeit zur Verringerung der Diskrepanz zwischen bildungspolitischen Zielvorstellungen und der beschriebenen Ausgangslage herzustellen besteht darin, Maßnahmen zur Kompetenzsteigerung auf Seiten der Lehrkräfte zu ergreifen.

Ausgehend von der dargestellten Problemlage wird daher mit der vorliegenden Arbeit das Ziel verfolgt, eine kontextsensitive Lehrerfortbildungsmaßnahme zu entwickeln und zu evaluieren. Diese Interventionsmaßnahme ist theoretisch zu begründen und einzuordnen, durchzuführen und hinsichtlich ihrer Auswirkungen zu untersuchen. Für die vorliegende Arbeit werden daher die folgenden Ziele formuliert:

Zunächst ist der Stand der Diskussion zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht darzustellen und zu diskutieren. Daraus sind Ziele und Inhalte für die Maßnahme zu entwickeln.

Zur theoretischen Einordnung der Maßnahme ist die Bedeutung der Lehrkraft für Lehr-Lernprozesse und Unterrichtsqualität zu erläutern. Der Stand der Diskussion zum Zusammenhang zwischen Lehrerdanken und Lehrerhandeln ist darzustellen. Dadurch erfolgt eine erste Annäherung an das komplexe Untersuchungsfeld: Modifikation von Lehrerkognitionen durch Fortbildungsmaßnahmen.

Daraufhin sind bestehende Vorschläge zur Gestaltung von Lehrerfortbildungsmaßnahmen mit dem Ziel des Kompetenzaufbaus zu diskutieren und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Fortbildungsmaßnahmen zu erörtern.

Für die Gestaltung einer Fortbildungsmaßnahme mit fachdidaktischem Schwerpunkt ist eine theoretische Grundlage zu entwickeln. Ein darauf aufbauendes Fortbildungskonzept ist zu erarbeiten.

Zur Evaluation der Maßnahme ist eine Einordnung in den Forschungskontext vorzunehmen und der Forschungsansatz vorzustellen. Die Fragestellungen der Studie und der methodische Ansatz sind darzulegen. Ergebnisse sind sowohl hinsichtlich der Akzeptanz der Interventionsmaßnahme wie auch hinsichtlich der Wirksamkeit zu beschreiben.

Abschließend ist eine Diskussion der Ergebnisse vorzunehmen und ein kritisches Resümee zu ziehen.

Zur bildungstheoretischen Begründung und zur Einordnung der Maßnahme in den Stand der sachunterrichtsdidaktischen Diskussion wird im folgenden Kapitel ein Überblick über zentrale Diskussionen zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht gegeben.

2 Begründungszusammenhang: Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht

Die im ersten Kapitel knapp skizzierte Ausgangssituation wird detaillierter dargestellt. Dazu ist zunächst die Entwicklung des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts knapp zu umreißen (2.1). Die Anbindung an die aktuelle Sachunterrichtsdidaktik erfolgt über den Bildungs- und Kompetenzbegriff (2.2). Anschließend werden entwicklungs- und kognitionspsychologische Grundlagen für das Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte diskutiert (2.3). Befunde zu Schülervorstellungen im Grundschulalter (2.4) und das Conceptual Change Paradigma können als kognitionspsychologisch fundierte Begründung für die Gestaltung von Lernprozessen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht angesehen werden (2.5). Die Bedeutung des Handelns für Lernprozesse (2.6) und im Zusammenhang damit der Einsatz von Versuchen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht (2.7) werden erörtert, Ergebnisse der Unterrichtsforschung zum naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht dargestellt (2.8). Das Kapitel schließt mit einem zusammenfassenden Fazit: Die Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologisch fundierten Verständnis kann im Zusammenhang mit dem Konzeptwechselfaradigma als grundlegendes didaktisches Prinzip für die Gestaltung von naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht betrachtet werden (2.9).

2.1 Zur Entwicklung des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts

Die Bedeutung einer Intensivierung des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts scheint inzwischen wieder weitestgehend unumstritten (vgl. Bayrhuber & Vollmer 2004; GDSU 2002; Prenzel u.a. 2003). Während Blaseio (2002) noch eindringlich den Rückgang chemischer und physikalischer Themen im Inhaltskanon des Sachunterrichts von 45,24% Anfang der siebziger Jahre auf 24,68% Ende der neunziger Jahre belegt, wird in den neuen Grundschullehrplänen der verschiedenen Bundesländer die Anzahl der naturwissenschaftlich-technischen Themen wieder erhöht und der Aufbau bereichsspezifischer Kompetenzen gefordert. Für eine Untersuchung zur Repräsentanz naturwissenschaftsbezogener Inhalte im Sachunterricht analysierte Blaseio (2002) Unterrichtslehrwerke. Die Autorin kommt dabei zu dem Ergebnis, dass die Stellung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht durch einen Rückgang physikalischer, chemischer und technischer Inhalte in den Jahren zwischen 1970 und 1999 deutlich geschwächt wurde (Blaseio 2002). Während den Analysen zufolge der Anteil der physikalischen, chemischen und technischen Inhalte Anfang der siebziger Jahre bei etwa 30% aller Inhalte lag, ging dieser Anteil bis Ende der neunziger Jahre kontinuierlich auf dann letztlich 6,48% zurück. Demgegenüber blieb der Anteil der

biologischen Inhalte über den Untersuchungszeitraum hinweg etwa gleich beziehungsweise nahm sogar leicht von 16,14% auf 18,20% zu. Insgesamt verringerte sich damit der Anteil der naturwissenschaftlichen Inhalte im Sachunterricht von Anfang der siebziger Jahre bis 1999 von 45,24% auf 24,68%. Als Erklärung dafür bietet Blaseio an, dass sich in den Ergebnissen didaktische Trends der jeweiligen Zeit spiegelten.

In ihrer Studie zur derzeitigen Situation der Naturwissenschaften im Sachunterricht weisen Drechsler & Gerlach (2001) darauf hin, dass biologische Aspekte deutlich im Vordergrund stehen und etwa zehnmal so häufig behandelt werden wie beispielsweise das typisch chemisch-physikalische Thema ‚Materialeigenschaften‘. Als Gründe dafür geben die Autorinnen eine geringe Einschätzung der eigenen Kompetenz der Lehrkräfte in Kombination mit Unsicherheit im Umgang mit chemisch-physikalischen Themen an. Auch Gründe, die in der Ausbildung der Lehrkräfte liegen, werden genannt. Möller (2004a) weist ebenfalls darauf hin, dass die derzeitige Situation des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts durch eine hohe Beliebigkeit und durch ein Übergewicht biologischer Inhalte gekennzeichnet ist.

Eine von Strunck u.a. (1998) durchgeführte Analyse der deutschen Lehrpläne über einen Zeitraum von 1974 bis 1998 ergab, dass seit den achtziger Jahren ein ständiger Rückzug der physikalischen, chemischen und technischen Fachanteile im Sachunterricht zu verzeichnen ist.⁴

Die derzeitige Rückbesinnung auf das Potential und die Ansprüche der Fachkulturen kann dabei jedoch nicht einseitig in einer unreflektierten Übernahme von Konzepten aus den Zeiten wissenschaftsorientierter⁵ sachunterrichtsdidaktischer Positionen erfolgen. So musste sich Anfang der achtziger Jahre insbesondere der naturwissenschaftliche Lernbereich – aus heutiger Perspektive wohl zu Recht – einige Vorwürfe gefallen lassen. Dies gilt zum einen für die kritische Rezeption und Analyse sowohl der strukturbeziehungsweise konzeptorientierten, damit als geschlossenen und fachsystematisch bezeichneten Konzeption (Spreckelsen 1971), wie auch zum anderen für die verfahrensorientiert bezeichnete Konzeption der Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung (1971). Die fachpropädeutische Ausrichtung wurde in ihrer ‚Zulieferfunktion‘ für die weiterführenden Schulen kritisiert. Enge, lehrgangsartige, stark vorstrukturierte Lernangebote böten kaum Möglichkeiten, an unterschiedliche Vorstellungen und Vorwissen der Kinder anzuknüpfen. In den fachsystematisch aufgebauten Lerngängen

⁴ Eine aktuelle Lehrplananalyse könnte möglicherweise wieder zu ein wenig anderen Ergebnissen kommen. So wurden in den vergangenen Jahren in einigen Bundesländern neue Lehrpläne für die Grundschule eingeführt, in denen die naturwissenschaftsbezogenen Bereiche auch im Hinblick auf physikalische, chemische und technische Inhalte wieder stärker repräsentiert sein dürften.

⁵ Zur Kritik am Begriff der Wissenschaftsorientierung vgl. Kahlert 2002, 174f.

werde den Lernenden nicht die Möglichkeit gegeben, Wege und Umwege der Erkenntnisgewinnung selbst zu gehen. Für verschiedene Zugänge und individuelle Lernwege sei darin kein Platz. Kindliche Denkprozesse aber orientierten sich nicht an der über lange Zeitläufe entwickelten Systematik eines Faches. Die inhaltliche Orientierung an eher formalen Aspekten naturwissenschaftlichen Arbeitens führe zu einem mechanischen Nachvollzug bereits vorhandenen Wissens ohne den Aufbau eines tiefer gehenden Verständnisses (Kahlert 2002).

Das Mitte der siebziger Jahre auf der Grundlage des Nuffield Junior Science Projects (NJSP) entstandene Projekt Science5/13 (Schwedes 1975, 1976, 2001; Klewitz/Mitzkat 1974a und b) wiederum wurde zwar als ‚offene‘ und ‚kindorientierte‘ Konzeption bezeichnet, doch in seiner ‚Wissenschaftsorientierung als Methodenorientierung‘ „wurde nun die Offenheit der Methoden überstrapaziert – (...) ohne eine fundierte Theorie von Wissenschaftlichkeit“ (Kahlert 2002, 180).

Darauf folgten etwa ab Mitte der achtziger Jahre Sachunterrichtskonzeptionen, bei denen weniger die Inhalte als mehr die Aneignungsweisen der Kinder in den Mittelpunkt rückten. Unter diese ‚aneignungsorientierten‘ Konzeptionen (Kahlert 2002) können beispielsweise handlungsorientierte, problemorientierte und erfahrungsorientierte Konzeptionen gefasst werden (vgl. hierzu u.a. Hänsel 1980, Schreier 1982, Einsiedler 1994b). Vereinfacht gesprochen wurde dabei davon ausgegangen, Grundschulkindern könnten und sollten wesentliche Inhalte und Erkenntnisprozesse der Naturwissenschaftler, immerhin Wissensbestände und Vorstellungen mit inzwischen jahrhundertelanger Genese, allesamt gleichermaßen ‚wie Wissenschaftler‘ selbst neu ‚entdecken‘ und nachvollziehen. Zwar mag sich in dieser Konzeptualisierung vom Lernen in den Naturwissenschaften häufig zunächst eine reduktionistische und vereinfachte Vorstellung von den Inhalten, Methoden und Prozessen des Erkenntnisgewinns in den Naturwissenschaften verbergen⁶, doch verweisen die Konzeptionen didaktisch betrachtet wohl zumindest in die richtige Richtung. Ausgangspunkt des Lernens sollten unter der aktuellen konstruktivistischen Perspektive auf Wissenserwerb eigene Erfahrungen und bestehende Vorstellungen beziehungsweise in der Lernsituation entstehende Vorstellungen sein⁷ (vgl. u.a. Kircher 1998). Die in der Konzeption eines

⁶ Wie sollten Grundschulkindern all das selbst ‚entdecken‘ (!), was und wozu intensive Forschungsbemühungen nötig waren und vor allem wieso sollten sie das tun? Ist es nicht gerade die Aufgabe der Didaktik, bestehende, im intersubjektiven Diskurs als gültig erklärte Wissensbestände so aufzubereiten (didaktisch zu reduzieren), dass nicht jedes lernende Individuum die gesamte Wissensgenese neu nachvollziehen muss?

⁷ Allerdings sollte diese Empfehlung durchaus auch kritisch beleuchtet werden: So lassen Befunde aus der Sekundarstufe vermuten, dass mit Hilfe bestimmter Lehrgänge, die gezielt die Aktivierung ‚typischer‘ Schülervorstellungen vermeiden und stattdessen auf eine versuchsgestützte, stringente und

erfahrungsorientierten und entdeckenden Lernens enthaltene Überlegung, am persönlichen und subjektiven Erleben, Erfahren und Denken des einzelnen Kindes anzusetzen, ist nach wie vor anschlussfähig für Überlegungen zur Gestaltung von Lernprozessen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.

Um jedoch im Sachunterricht nicht nur Alltagserfahrungen und Alltagswissen der Kinder zu wiederholen (Schreier 1989; Einsiedler 1994a; Duncker & Popp 1996), ist eine lerntheoretische Grundlegung, eine Anbindung an die fachdidaktische Diskussion und deren sachunterrichtsdidaktische Einbettung zur Förderung reflexionsintensiver und Verstehen fördernder Lehr-Lernumgebungen nötig. So kann „das Überschreiten von Erfahrungen durch Aufklärung, Umstrukturierung und Verfremdung“ (Duncker & Popp 1996, 24) auch heute noch als wesentliche Orientierungshilfe für die Verortung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht gelten.

2.2 Verortung in der Sachunterrichtsdidaktik: Bildungsbegriff und Kompetenzorientierung

„So lässt sich an der Astronomie besonders leicht erkennen, wie naturwissenschaftliches Wissen, ganz ohne Notwendigkeit, wirklichkeitsfremd werden und sich abspalten kann. Es spaltet dann auch uns. Was spaltet, hat mit Bildung nichts zu tun“ (Wagenschein 1968/1999, 65).

Zahlreiche, zum Teil miteinander konkurrierende Ansprüche an die Grundschule spiegeln sich in einem besonderen Maße in den Ansprüchen an ein Fach wider, das wie kein Zweites die Heterogenität und Komplexität schulischen Lernens bereits in sich selbst abbildet. Im vielfältigen Fächer- und Inhaltsspektrum des Sachunterrichts scheint bisweilen fast alles untergebracht werden zu können, was – je nach Perspektive oder Interessen – als ‚sinnvoll‘ und ‚nützlich‘ oder im Erziehungs- und Bildungsprozess (bisher) als zu kurz gekommen erachtet wird. Die Auswahl der im Sachunterricht behandelten Themen wird bisweilen als beliebig und wenig systematisch kritisiert (Breitschuh 1997 zit. nach Einsiedler 2002a; Rieck u.a. 2004). Blaseio spricht in der Diskussion der Ergebnisse ihrer Studie von der Empfänglichkeit der Inhalte des Sachunterrichts, auf ‚Trends‘ zu reagieren (2002, 219). Das Risiko des Sachunterrichts, auf Grund eines fehlenden festen Curriculums in eine Legitimationskrise zu geraten, ist dabei mehrfach angesprochen worden (Schreier 2000; Breitschuh 1997, zit. nach Einsiedler 2002a). Damit Sachunterricht nicht als ‚Sammelsurium‘ (Kaiser & Pech

logische Argumentation setzen, erstaunliche Lernerfolge erzielt werden können (Herdt & Wiesner 1990; Wiesner 1992; für die Primarstufe zur Unterrichtsinhalt Elektrizitätslehre vgl. Wiesner 1995b und 2.9).

2004b, 3) vielfältigster Ideen unterschiedlichster Provenienz gefasst und wahrgenommen wird, bedarf es einer konzeptionellen Fassung mit einer entsprechenden theoretischen Grundlegung. Sachunterricht⁸ als cross-curriculares Fach muss dabei darauf achten, nicht unter die Räder von Beliebigkeit zu geraten. Darauf zu achten, kann als eine wesentliche Aufgabe aktueller Sachunterrichtsdidaktik verstanden werden.

Die inhaltliche Bandbreite des Sachunterrichts und seine damit verbundenen vielfältigen Möglichkeiten, an Erfahrungen, Interessen und Vorstellungen von Grundschulkindern anzuknüpfen, bieten große Bildungschancen. Der damit verbundene hohe Anspruch an die Planung, Gestaltung und Reflexion von Sachunterricht erfordert allerdings in besonderem Maße ‚didaktisches Denken‘ (Kahlert 2003) im Sinne einer grundlegenden Kompetenz von Lehrkräften. „Daher wird die Qualität, mit der Lehrerinnen und Lehrer inhaltliche Auswahlentscheidungen und Schwerpunktsetzungen didaktisch reflektieren und rechtfertigen, zu einem immer bedeutsameren Kriterium für Professionalität, mit dem Sachunterricht geplant, gehalten und analysiert wird“ (a.a.O. 23).

Zur Erfüllung der vielfältigen Ansprüche, aber auch zur Abgrenzung gegenüber unerfüllbaren Erwartungen, zur Differenzierung und Konkretisierung setzt das aktuelle Leitbild des Sachunterrichts auf Unterstützung bei der ‚Erschließung von Umwelt‘ (GDSU 2002). „Die spezielle Aufgabe des Sachunterrichts ist es, Schülerinnen und Schüler darin zu unterstützen, sich die natürliche, soziale und technisch gestaltete Umwelt bildungswirksam zu erschließen und dabei auch Grundlagen für den Fachunterricht an den weiterführenden Schulen zu legen“ (GDSU 2002, 2). Um Hilfen bei der Erschließung der Umwelt leisten zu können, muss Sachunterricht

- über Bestehendes aufklären,
- für Neues öffnen,
- sinnvolle Zugangsweisen aufbauen,
- und zum Handeln ermutigen (Kahlert 2002, 25ff.).

Diese Kriterien „stellen somit Qualitätskriterien dar, an denen sich der Anspruch des Sachunterrichts, Unterstützung bei der Erschließung von Umwelt zu leisten, messen lassen muss“ (a.a.O.). Da die ‚Erschließung von Umwelt‘ zunächst als eine rein funktionale, anthropologische Kategorie gilt, im Rahmen derer die Bewältigung der täglichen Anforderungen stattfindet, kann sich Sachunterricht nicht mit einer ausschließlichen Orientierung an diesem Leitbild begnügen. „Mit der Erschließung von Umwelt sind Menschen immer beschäftigt. Es ist ihre Art des Seins“ (a.a.O.). Vielmehr

⁸ „Der Sachunterricht ist eine deutsche Kunstfigur und zugleich vielleicht ein großer didaktischer Schatz“ (Kaiser & Pech 2004a, 3).

bedarf es einer wertorientierten und damit pädagogischen Konkretisierung. Diese kann für den Sachunterricht im Bildungsbegriff erfolgen. In Anlehnung an die von Köbler (1988, zit. nach Einsiedler 2000, 38f.) vorgenommene Dreigliederung des Bildungsbegriffes fasst Einsiedler diesen für die Grundschule als Anbahnung von Allgemeinbildung (gemeinsame Bildung für alle) und grundlegende Bildung zur Vermittlung eines ‚Fundamentums‘ (Einsiedler 2000, 2001). Einsiedler nimmt die folgende Ausdifferenzierung vor: Der Bildungsauftrag der Grundschule zielt auf

- den Erwerb von deklarativem, prozeduralem Wissen und metakognitiven Fähigkeiten,
- die Entwicklung von Interessen im Sinne einer positiven Einstellung zu Lerngegenständen, Lernmotivation und Identitätsentwicklung,
- die Anbahnung von Wertorientierung im Sinne von sozialer Handlungsbereitschaft und -fähigkeit, Wertschätzung der natürlichen Lebensgrundlagen und kultureller Gegebenheiten und Selbstverantwortlichkeit.

Mit der Orientierung an diesem Bildungsbegriff muss Sachunterricht

- relevante und bildungswirksame Erfahrungen der Kinder in der Auseinandersetzung mit ihrer natürlichen, sozialen und technischen Umwelt berücksichtigen,
- Könnens-, Wissens- und Verstehensfortschritte in Bezug auf die Fachkulturen ermöglichen und
- Anschlussmöglichkeiten für die Lernangebote von Sachfächern in weiterführenden Schulen bieten (GDSU 2002).

Grundlegend für die Gestaltung von Sachunterricht ist demnach ein polares Spannungsfeld zwischen den Erfordernissen der jeweiligen Fachkultur und der Orientierung an den Erfahrungen und Vorstellungen der Kinder. Zielkategorie des in diesem Spannungsfeld stattfindenden Lernprozesses ist dabei „kompetent (zu) sein“. Der Kompetenzbegriff umfasst neben deklarativem Wissen auch prozedurales sowie metakognitives Wissen und beinhaltet somit neben dem Erwerb von Kenntnissen und Fertigkeiten auch die Förderung von Verstehen. „Kompetenzen beinhalten ein Zusammenspiel von Sach- und Verfahrenswissen mit metakognitivem Wissen und wertebezogenem Orientierungswissen“ (GDSU 2002, 4). Unter Bezugnahme auf die Kommission für Lehrerbildung der Kultusministerkonferenz wird – auf der Grundlage der Expertiseforschung, einer kognitionswissenschaftlichen Orientierung – folgende Begrifflichkeit verwendet: „Mit dem Begriff Kompetenz bezeichnet die Kommission das Verfügen über Wissensbestände, Handlungsrouinen und Reflexionsformen, die aus der Sicht einschlägiger Professionen und wissenschaftlicher Disziplinen zweck- und

situationsangemessenes Handeln gestatten“ (Terhart 2000, 54). Damit nimmt die im Kompetenzbegriff explizierte Anwendungsbezogenheit von zu erwerbendem Wissen in einer normativ-präskriptiven Argumentation auch die Fähigkeiten und die Bereitschaft der Lehrkräfte, sachunterrichtliche Inhalte ‚kompetent‘ unterrichten zu können, in den Blick. Eine Orientierung am Kompetenzbegriff gilt im Sachunterricht daher nicht nur für die Schülerinnen und Schüler, sondern auch für die Lehrkräfte (vgl. Fölling-Albers & Hartinger 2004).⁹

Ebenfalls auf den Kompetenzbegriff bezieht sich die aktuelle Diskussion um ‚naturwissenschaftliche Grundbildung‘ (Scientific Literacy). Die aus dem angelsächsischen Bereich stammende Vorstellung von ‚Scientific Literacy‘ liefert einen umfangreichen Ansatz zur Diskussion um die Zielsetzung naturwissenschaftlicher Grundbildung¹⁰. Rodger Bybee (2002), einer der bedeutendsten Vertreter, schreibt der Idee eine hohe Bedeutung für die Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse zu. Er ordnet die folgenden vier Dimensionen zur Beschreibung von ‚Scientific Literacy‘ hierarchisch:

- *Nominale Scientific Literacy*: Die Person identifiziert Begriffe und Fragen als naturwissenschaftlich, zeigt falsche Vorstellungen von Prozessen und Konzepten, äußert naive, unzureichende und unangemessene Erklärungen naturwissenschaftlicher Phänomene.
- *Funktionale Scientific Literacy*: Die Person verwendet naturwissenschaftliches Vokabular, definiert naturwissenschaftliche Begriffe korrekt und lernt technische Ausdrücke auswendig.
- *Konzeptionelle und prozedurale Scientific Literacy*: Die Person versteht Konzepte der Naturwissenschaft, verfügt über prozedurales Wissen und

⁹ Da eine Klärung des Verhältnisses zwischen dem Wissensbegriff und dem Kompetenzbegriff spezifiziert für den Sachunterricht den Rahmen der vorliegenden Arbeit bei weitem sprengen würde, wird an dieser Stelle auf die Diskussion zu den Begriffen Wissen, Können und Verstehen verwiesen (vgl. hierzu: Kahlert & Inckemann 2001; Popp 2001); zum Kompetenzbegriff: vgl. Kahlert 2004b; Hartinger & Fölling-Albers 2004. Interessante Überlegungen zum Wissensbegriff in der Sachunterrichtsdidaktik (Wissensarten, Wissensmerkmale, Wissenserwerb, Qualität des Wissens) finden sich insbesondere auch bei Köhnlein 2001; Schreier 2001 und Popp 2001; unter der Perspektive des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts vor allem bei Möller 1997, 2001a. Für den naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht ist daneben eine Bezugnahme auf den Verstehensbegriff von hoher Bedeutung (vgl. Wagenschein 1969/2005; Köhnlein 1999a, 1999b, 2001, 2004; Popp 2001; Kahlert 2002). Da diese Diskussion im Rahmen dieser Arbeit nicht ausführlich geleistet werden kann, soll dazu resümierend Walter Köhnlein zu Wort kommen: „Verstehen im Sachunterricht ist ein psychischer Akt des Entdeckens und Erfassens von Ähnlichkeiten, des Erzeugens von geistigen Entwürfen, die sich in Vorstellungen und Konzepten niederschlagen; es ist ein Prozess des Aufbaus von stimmigen Zusammenhängen, des Verbindens von Neuem mit dem schon Bekannten und des Einordnens in die eigene kognitive Struktur“ (Köhnlein 1999b, 94).

¹⁰ Dabei ist der Terminus nicht neu. Bereits Martin Wagenschein formuliert: „Jeder hat Anspruch auf eine naturwissenschaftliche Grundbildung“ (Wagenschein 1968/1999, 70).

Fertigkeiten, verfügt über das Verständnis der Beziehungen zwischen einzelnen Teilen einer Disziplin und deren konzeptioneller Struktur und das Verständnis der grundlegenden Prinzipien und Prozesse der Naturwissenschaft.

- *Multidimensionale Scientific Literacy*: Die Person versteht die Besonderheiten der Naturwissenschaften, unterscheidet Naturwissenschaft von anderen Disziplinen, kennt Geschichte und Wesen der naturwissenschaftlichen Disziplinen und begreift Naturwissenschaft in einem sozialen Kontext¹¹.

Eine umfassende und detaillierte Ausarbeitung dieser Dimensionen erfolgt durch die Erarbeitung von so genannten ‚Standards‘ und ‚Benchmarks‘. Diese beschreiben im Einzelnen, was Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Jahrgangstufen verstehen und tun können sollten, um einen insgesamt hohen naturwissenschaftlichen Bildungsstand zu erreichen (vgl. AAAS 1993).

Für die Positionierung der naturwissenschaftlichen Perspektive im Sachunterricht kann nach Marquardt-Mau (2001a und b, 2004) der Ansatz zur ‚Scientific Literacy‘ hilfreiche und interessante Anstöße geben, allerdings sei das Leitbild der Wissensgesellschaft für schulische Bildungsprozesse und damit auch für den Sachunterricht zu eng. Eine Anbindung des Literacy-Konzeptes an den Bildungsbegriff stehe aus (vgl. von Felden 2003, 2005). Auch sei das in der Diskussion um ‚Scientific Literacy‘ enthaltene positivistische Wissenschaftsverständnis in seinen möglichen Auswirkungen auf den Sachunterricht zu beurteilen, die didaktische Herausforderung der Diskrepanz zwischen Lebenswirklichkeit und Wissenschaft zu reflektieren und die „pädagogische Aporie“¹² zu berücksichtigen.

Die Diskussion um ‚Scientific Literacy‘ enthält folgende Anknüpfungspunkte und Perspektiven für die Weiterentwicklung einer naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichtsdidaktik:

- Die von einigen Autoren für die Sekundarstufe diskutierte fächerübergreifend-integrative Interpretationsmöglichkeit von ‚Scientific Literacy‘ (Bybee 2002; Dubs 2002) findet sich in der Sachunterrichtsdidaktik wieder in der Diskussion um Vielperspektivität (vgl. Köhnlein 1999) und in der Bedeutung eines vernetzten Denkens (GDSU 2002). Für den Sachunterricht der Grundschule

¹¹ Seiner Ansicht nach wird niemand jemals alle Details der beschriebenen Dimensionen vollständig erfüllen, doch können im Verlauf eines lebenslangen Lernprozesses die einzelnen Dimensionen individuell zu verschiedenen Zeitpunkten durchlaufen werden.

¹² Schreier 1990, 11: „Bildung ist weder denkbar unter Nichtberücksichtigung der in Wissenschaft und Technik etablierten Methode der Einschränkung aufs Berechenbare und ihrer Prämisse der Zweiteilung der Welt, noch ist sie denkbar unter der Ägide des naturwissenschaftlichen Weltbildes.“

bildet dabei das Planungsmodell der didaktischen Netze (Kahlert 2002) eine sowohl theoretisch begründete als auch an Bedürfnissen der Praktiker orientierte ‚Folie‘, auf deren Grundlage Unterrichtsinhalte potentiell qualitätshaltig umgesetzt werden können. Mit der Diskussion einer notwendigen Vernetzung naturwissenschaftlicher Inhalte, einer fächerübergreifenden Planung und integrativen Unterrichtsführung (ohne Vernachlässigung der Erfordernisse einzelner Bereiche) könnte eine schulartübergreifende Annäherung der bildungstheoretischen Standpunkte im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts stattfinden.

- Die Beschreibung von ‚Scientific Literacy‘ unter empirisch zu erfassenden Gesichtspunkten kann einen hilfreichen Orientierungsrahmen für die Reflexion konkret anzustrebender Wissens- und Kompetenzniveaus potentiell qualitätshaltigen naturwissenschaftlichen Unterrichts geben. Gerade naturwissenschaftlich wenig ausgebildete Lehrkräfte könnten durch die Beschreibung der unterschiedlichen Kompetenzniveaus und dazu angegebener Beispiele eine Vorstellung davon erhalten, was als mögliche Leistungsniveaus im Bereich der Naturwissenschaft anzusehen ist. „Project 2061’s benchmarks are statements of what all students should know or be able to do in science“ (AAAS 1993)¹³. Die Ausrichtung auf und Orientierung an pragmatischen Modellen der Beschreibung von anzustrebenden Zielen für naturwissenschaftsbezogenen Unterricht kann in einem mit Unsicherheiten behafteten Bereich als hilfreich für Lehrkräfte angesehen werden. Zur Konkretisierung der für den Sachunterricht relevanten Aspekte gibt daher die Tabelle 1 einen Überblick über die ‚Benchmarks for Science Literacy‘, wie sie im Projekt 2061 für die Stufen ‚Kindergarten bis Grade 2‘ und ‚Grade 3 bis Grade 5‘ angegeben wurden.
- Unter professionstheoretischen Gesichtspunkten verweist die Debatte auf notwendige Aspekte für die Integration naturwissenschaftlicher Wissensinhalte in der Aus- und Fortbildung von Sachunterrichtslehrkräften. Um zur Sicherung qualitativ hochwertigen Sachunterrichts beitragen zu können, müssen die Lehrkräfte während ihrer Ausbildung bereits entsprechend fachliche Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Lernbereich erwerben. Der Aufbau von ‚Scientific Literacy‘ auf einem berufsfeldbezogenen Niveau könnte damit zu einem Postulat für die Lehrerbildung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht werden.

¹³ Detaillierte Begriffsbestimmungen zur Konkretisierung von ‚Scientific Literacy‘ werden unter anderem von Rutherford und Ahlgren in ‚Science for all Americans‘ und vom National Research Council in den National Science Education Standards gegeben (vgl. American Association for the Advancement of Science 1993).

Zur Integration des Konzeptes in die aktuelle Sachunterrichtsdidaktik wäre eine umfassende bildungs- und schultheoretische Anbindung allerdings sinnvoll und notwendig.

Tab. 1: ‚Benchmarks for Science Literacy‘, ‚Kindergarten bis Grade 2‘ und ‚Grade 3 bis Grade 5‘, Übersetzung: Maximilian Assinger

	Kindergarten bis einschließlich Jahrgangsstufe 2	Jahrgangsstufe 3 bis einschließlich Jahrgangsstufe 5
A. Wissenschaftliches Weltbild	<p>Am Ende der zweiten Klasse sollten Schüler Folgendes wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wenn eine wissenschaftliche Untersuchung auf die selbe Art und Weise durchgeführt wird, wie sie schon früher durchgeführt wurde, so erwartet man ein sehr ähnliches Ergebnis. ▪ Wissenschaftliche Untersuchungen funktionieren in der Regel an verschiedenen Orten auf dieselbe Art und Weise. 	<p>Am Ende der fünften Klasse sollten Schüler Folgendes wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergebnisse von ähnlichen wissenschaftlichen Untersuchungen stellen sich selten als identisch heraus. Manchmal aufgrund unerwarteter Unterschiede in der Beschaffenheit des Untersuchungsgegenstandes, manchmal aufgrund unbemerkter Unterschiede in den verwendeten Untersuchungsmethoden oder in Umständen, in denen die Untersuchung ausgeführt wird, und manchmal auch nur aufgrund von Unsicherheiten in den Beobachtungen. Es ist nicht immer einfach, die Fehlerquelle zuzuordnen.

<p>B. Wissenschaftliche Forschung</p>	<p>Am Ende der zweiten Klasse sollten Schüler Folgendes wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menschen können oft etwas über Dinge herausfinden, indem sie sie nur genau beobachten, aber manchmal können sie mehr herausfinden, indem sie etwas mit diesen Dingen machen und beobachten, was passiert. ▪ Hilfsmittel wie Thermometer, Lupen, Lineale oder Waagen geben oft mehr Informationen über Dinge preis, als durch bloßes Beobachten ersichtlich wären. ▪ Wenn verschiedene Menschen verschiedene Beschreibungen derselben Sache liefern, so ist es in der Regel eine gute Idee, neue Beobachtungen zu machen, anstatt sich nur darüber zu streiten, wer Recht hat. 	<p>Am Ende der fünften Klasse sollten Schüler Folgendes wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissenschaftliche Untersuchungen können viele verschiedene Formen annehmen, unter anderem Beobachtungen über die Beschaffenheit von Dingen, darüber, was irgendwo passiert, Proben zur Analyse zu sammeln und Experimente durchzuführen. Untersuchungen können sich auf physikalische, biologische und soziologische Fragen konzentrieren. ▪ Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen sind selten identisch, sind die Unterschiede aber signifikant, so ist es wichtig zu versuchen herauszufinden, warum. Ein Grund dafür, den Anleitungen genau zu folgen und Aufzeichnungen über die Arbeit zu erstellen, ist es, Informationen darüber zu erhalten, was die Unterschiede verursacht haben könnte. ▪ Die Erklärungen der Wissenschaftler über das, was auf der Welt passiert, kommen teilweise davon, was sie beobachten und teilweise davon, was sie denken. Manchmal haben Wissenschaftler verschiedene Erklärungen für dieselben Beobachtungen. Das führt in der Regel dazu, dass sie weitere Beobachtungen anstellen, um die Differenzen aus der Welt zu schaffen. ▪ Wissenschaftler achten nicht sonderlich auf Behauptungen, wie etwas, das sie kennen, funktioniert, es sei denn, diese Behauptungen werden durch einen Beweis belegt, der sich auf logische Argumentation stützt.
--	---	---

C. Wissenschaftliche Projekte	<p>Am Ende der zweiten Klasse sollten Schüler Folgendes wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jeder kann Wissenschaften betreiben und Dinge sowie Ideen entwickeln. ▪ Wenn man Wissenschaften betreibt, ist es häufig sinnvoll, in einem Team zu arbeiten und Beobachtungen mit anderen zu teilen. Alle Teammitglieder sollten zu ihren eigenen Schlüssen gelangen, jedoch Bezug darauf nehmen, was die Beobachtungen bedeuten. ▪ Über Pflanzen und Tiere kann man eine Menge lernen, indem man sie genau beobachtet, aber man muss Sorgfalt darauf verwenden, die Bedürfnisse lebender Dinge zu kennen und darauf, wie man in einem Klassenzimmer für deren Erfüllung sorgen kann. 	<p>Am Ende der fünften Klasse sollten Schüler Folgendes wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissenschaft ist ein Erlebnis, an dem Menschen überall teilnehmen können, wie sie es seit vielen Jahrhunderten tun. ▪ Präzise Kommunikation ist ein essentieller Teil der Ausübung von Wissenschaft. Sie versetzt die Wissenschaftler in die Lage, andere über ihre Arbeit zu informieren, ihre Ideen der Kritik anderer Wissenschaftler zu stellen und auf dem Laufenden über die wissenschaftlichen Entdeckungen auf der ganzen Welt zu bleiben. ▪ Wissenschaftliche Arbeit bindet viele verschiedene Arten von Arbeit mit ein und beschäftigt Männer und Frauen jeden Alters und jeden Ursprungs.
--------------------------------------	---	--

2.3 Entwicklungs- und kognitionspsychologische Grundlagen des Wissenserwerbs im Grundschulalter

Bereits Gesprächs- und Unterrichtsprotokolle von Wagenschein und Banholzer aus den sechziger Jahren verweisen darauf, dass Grundschulkinder im angeleiteten Gespräch zu tragfähigen Vorstellungen über naturwissenschaftliche Phänomene kommen können (hier: Wagenschein 1990, 1995). Mit der Rückbesinnung auf Inhalte und einer Zunahme von sachunterrichtsnahen Forschungsergebnissen mehren sich derzeit die Hinweise darauf, dass mit Hilfe entsprechend gestalteter Lernarrangements sowohl Erfahrungen und Vorwissen der Grundschulkinder angeregt werden können, als auch die Konstruktion von tragfähigem und belastbarem Wissen möglich ist. Ergebnisse aus der entwicklungs- und kognitionspsychologischen Forschung und der Forschung im Bereich der naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichtsdidaktik geben klare Hinweise darauf, dass bereits Grundschulkinder dazu in der Lage sind, bisher als fortgeschritten geltende geistige Operationen im Bereich naturwissenschaftlicher Wissensinhalte vollziehen zu können (Stern 2002, 2003; Möller 2001c). „Nicht die un abgeschlossene Hirnentwicklung hält Grundschulkinder davon ab, die Relativitätstheorie zu verstehen, sondern fehlendes mathematisches und physikalisches Wissen“ (Stern 2003, 55).

Die entwicklungspsychologische Forschung hat dabei in den vergangenen Jahren grundlegende Ähnlichkeiten zwischen dem Denken von Kindern und Erwachsenen herausgearbeitet. Dabei erfolgt eine Zusammenschau entwicklungspsychologischer

Aspekte des Wissenserwerbs im Grundschulalter bereits seit einigen Jahren unter dem Paradigma der kognitionspsychologischen Experten-Novizen-Forschung. Die Vorstellung vom Kind als ‚universellen Novizen‘ geht davon aus, dass der Grund dafür, dass Kinder im Allgemeinen schlechtere Leistungen erbringen, darin liegt, dass sie bisher schlicht weniger Zeit und Gelegenheiten dafür hatten, entsprechendes Wissen zu erwerben. Demnach unterscheiden sich Experten und Novizen „nicht im Abstraktionsgrad ihres Wissens, sondern in dessen Vernetzung und Strukturierung“ (Stern 2002, 29). „Sowohl die geistigen Aktivitäten von Kindern als auch die von Erwachsenen lassen sich auf der Dimension ‚konkret-abstrakt‘ nur unzureichend erklären und beschreiben. Es ist die Organisation und Vernetzung der Wissensbasis, die zu allen Zeitpunkten der Entwicklung die entscheidende Voraussetzung für bestimmte geistige Kompetenzen ist“ (Stern 2002, 32).

In Abkehr von den strukturalistischen Theorien Piagets, nach denen das Grundschulkind als (mental) ‚defizitäres Wesen‘ die Denkfähigkeit eines Erwachsenen auf Grund einer allgemeinen mangelnden Abstraktionsfähigkeit noch nicht erreicht hat, wird heute vielmehr die Bedeutung inhaltspezifischer Repräsentationen und konzeptueller Strukturen betont. Damit wird deutlicher, dass Erklärungen für tiefer gehende Verständnisprozesse und komplexe Wissenserwerbsprozesse weniger in grundsätzlichen Strukturen des kindlichen Denkens zu suchen sind. „Im Gegensatz zu Piaget geht man heute nicht mehr davon aus, dass das Begriffsverständnis der Vorschulkinder durch einen allgemeinen Mangel an Flexibilität und Abstraktheit gekennzeichnet ist. Eher das Gegenteil ist der Fall. Vorschulkinder sind darauf vorbereitet, bestimmten Ereignissen in ihrer Umgebung besondere Bedeutung beizumessen, und sie sind sehr kreativ darin, die Ereignisse in der Welt zu erklären. Ihre Vorstellungen sind natürlich vorwiegend von dem geprägt, was sie wahrnehmen, solange ihnen andere Perspektiven nicht zugänglich gemacht werden“ (Stern 2003, 45). So wird auf Unterschiede in den bereichsspezifischen Wissensstrukturen verwiesen, und es zeigt sich, dass das Erklärungspotential von inhaltsunspezifischen Fähigkeiten wie der allgemeinen Intelligenz geringer ist als das Erklärungspotential von inhaltspezifischem Wissen (Sodian 1995; Möller u.a. 2002; Stern 2002, 2003). Grundschulkindern gelten hinsichtlich ihres Denkvermögens nicht mehr länger als auf eine Entwicklungsstufe (die konkret-operatorische) beschränkte Wesen (Wilkening 1994; Janke 1995; Mähler 1999). Stattdessen gilt: „Schon lange vor Beginn der Grundschulzeit können Kinder kausale Schlüsse nach den gleichen Prinzipien ziehen wie Erwachsene“ (Sodian & Thoermer 2002, 105). Die Untersuchungen von Chi (1978, repliziert von Schneider, Gruber, Gold & Opwis 1993, zit. nach Stern 2003) zur Expertise im Schachspiel belegen eindringlich, dass bereits „Grundschulkindern zu schlussfolgerndem Denken in anspruchsvollen Inhaltsbereichen in der Lage sind, wenn sie sich in der Domäne auskennen“ (a.a.O. 39). Spezifische (Hoch-)Begabung konnte in den Studien dabei ausgeschlossen werden, da

die Leistungen der Kinder außerhalb ihres Expertengebietes innerhalb einer allgemeinen Norm blieben.

Claudia Mähler (1999) gibt aus entwicklungspsychologischer Perspektive und unter Bezugnahme auf einen Theoriebegriff nach Wellman (1990, zit. nach Mähler 1999, vgl. 2.5.1) und Astington und Gopnik (1995, zit. nach Mähler 1999) einen differenzierten Überblick über Befunde zu ‚naiven Theorien im kindlichen Denken‘ für die Bereiche naive Physik, naive Biologie und naive Psychologie. Sie betont ebenfalls die hohe Bedeutung bereichsspezifischer Wissensentwicklung, gibt jedoch zu bedenken, dass daneben auch bereichsübergreifende, alterungsbedingte ‚Mechanismen‘ anzunehmen sind. Zur Förderung der Integration und Synthese bereichsspezifischer und bereichsübergreifender Vorstellungen zur kindlichen Wissensentwicklung scheint ihr daher die Verwendung des Theoriebegriffs geeigneter als die Beschreibung kognitiver Entwicklungen auf der Basis von ‚scripts‘ oder ‚skills‘. Sie kommt zu folgendem Schluss: „Vieles deutet darauf hin, dass das kindliche Wissen schon ab einem sehr frühen Alter – möglicherweise im Kern schon bei der Geburt – in bereichsspezifischen Rahmentheorien¹⁴ organisiert ist. In zumindest drei Bereichen beginnt das Wissen bereits im Vorschulalter theorieähnliche Züge aufzuweisen: In der Physik, der Biologie und der Psychologie können Kinder jenen Alters wichtige ontologische Unterscheidungen vornehmen (zum Beispiel zwischen Materie und Mentalem, zwischen Lebewesen und Nichtlebewesen, zwischen Realität und Fiktion), und sie verfügen über für die jeweilige Domäne spezifischen kausalen Erklärungen (zum Beispiel über Zusammenhänge von Ursache und Wirkung oder über die Gründe menschlichen Handelns). Ihre kausalen Überzeugungen stellen einen kohärenten Erklärungsrahmen für die bereichsspezifischen Phänomene dar und führen zu einem spezifisch kindlichen Verständnis der Welt“ (Mähler 1999, 61f.).¹⁵ Die Beschreibung eines bereichsübergreifenden *Theoriwandels* (im Sinne des Erwerbs einer neuartigen Fähigkeit) jenseits einer strukturgenetischen Sichtweise stellt sich für Mähler als Aufgabe der Forschung und Theorieentwicklung dar.

Unter kognitionspsychologischer Perspektive wird die Entstehung von Wissen in den vergangenen Jahren auf der Grundlage des konstruktivistischen Paradigmas diskutiert. Der Wissensbegriff selbst wird dabei in verschiedenen Kontexten unterschiedlich gebraucht (vgl. Anderson 1996; Roth 1997; Zimbardo/Gerrig 2004; Carlson 2004).

¹⁴ Bezüglich ihrer Beschreibung so genannter ‚Rahmentheorien‘ argumentiert Mähler dabei vergleichbar wie Vosniadou (1994a, 1994b).

¹⁵ Der Einwand und die Argumentation von Mähler hinsichtlich des aufgeworfenen Problems zur ‚Fassung‘ dessen, was eigentlich versucht wird zu erfassen, sind sehr plausibel. Auch erscheint es sinnvoll, sowohl von bereichsspezifischen und bereichsübergreifenden Vorstellungen auszugehen und daher den umfassenderen ‚Theoriebegriff‘ zu nutzen.

Einen Versuch, die Vielzahl verschiedener, teils kontroverser Ansätze zur Erklärung der Entwicklung von Intelligenz, logischem Denken und Wissenserwerbsprozessen aufeinander zu beziehen, legt Mike Anderson mit der Theorie der ‚minimalen kognitiven Architektur‘ vor (zit. nach Hasselhorn & Grube 1997). Ohne an dieser Stelle genauer auf die Details der Theorie eingehen zu können, besticht der Versuch nach Hasselhorn & Grube durch eine hohe Integrationsfähigkeit. So werden Vorstellungen aus der psychometrischen Tradition zur Unabhängigkeit verbaler und räumlicher Fähigkeitsdimensionen sowohl mit Vorstellungen zur Denkentwicklung als Theorie-wandel (‚Conceptual Change‘), als auch mit Konzepten der Verarbeitungsgeschwindigkeit und der mentalen Kapazität verbunden¹⁶.

Anderson macht für die Zunahme von kognitiven Leistungen im Verlauf der Kindheit und Jugend den Wissenserwerb verantwortlich. Er unterscheidet dabei zwei Arten von Wissenserwerb: Wissenserwerb, der interindividuelle Differenzen produziert, und Wissenserwerb, der zu intraindividuellen Entwicklungsveränderungen führt (a.a.O. 22). Grundlegend für diese Perspektive auf Intelligenz und logischem Denken ist eine Vorstellung von Denken als Informationsverarbeitung. Anderson nimmt die Existenz von drei Arten von Verarbeitungsmechanismen, dem so genannten ‚basalen‘ Verarbeitungsmechanismus, spezifischen Prozessoren und verschiedenen Modulvarianten, an. So gibt Anderson für einen Weg des Wissenserwerbs die Implementierung von Wissenserwerbsroutinen und Algorithmen an, die von spezifischen Prozessoren generiert werden. Diese wirken im Zusammenhang mit dem ‚basalen‘ Verarbeitungsmechanismus, der durch interindividuell unterschiedliche ‚Verarbeitungsgeschwindigkeiten‘ (als genereller Qualität des Denkens beziehungsweise der allgemeinen Intelligenz) schnellere und komplexere Problemlösungen ermöglicht, was sich wiederum langfristig im Erwerb von umfangreicherem und komplexerem Wissen zeigt. Der zweite Weg des Wissenserwerbs erfolgt nach Anderson unabhängig von den Geschwindigkeitsbeschränkungen durch den ‚basalen‘ Verarbeitungsmechanismus durch so genannte ‚Module‘. Anderson beschreibt verschiedene ‚Typen‘ von Modulen mit unterschiedlichen Aufgaben, die durchaus unterschiedlichen ‚Bereichen‘, zum Beispiel der visuellen Wahrnehmung, der Sprachwahrnehmung, dem kausalen Denken oder der so genannten ‚theory of mind‘, zuzuordnen sind. Qualitative Entwicklungsveränderungen entstehen dabei durch die Reifung¹⁷ dieser Module, mit denen wiederum die Entwicklung neuartiger Repräsentationsformen verbunden ist.

¹⁶ Dies verweist möglicherweise im Sinne Mählers unter anderem auf den Versuch, bereichsspezifische und bereichsübergreifende Vorstellungen zu verbinden.

¹⁷ Reifung wird hierbei wohl nicht in einem deterministisch biologischen Sinne verstanden, sondern als Prozess der zunehmenden Ausdifferenzierung, Adaption und Routinisierung.

Wissenserwerb betrachtet Anderson demnach als einen Prozess, bei dem sich Denken und Wissens wechselseitig beeinflussen. Der jeweilige Entwicklungsstand ist dabei „durch die Anzahl, Komplexität und Elaboriertheit der aktuell verfügbaren Wissensbausteine charakterisiert, wobei immer beide beschriebene Wissenserwerbwege die Genese und Qualität dieses Wissens determinieren“ (a.a.O. 23). Damit kommt auch hier der Analyse bereichsspezifischer Wissenserwerbsprozesse eine große Bedeutung zu.

Die aktuellen Diskussionsstränge zu entwicklungs- und kognitionspsychologischen Grundlagen des Wissenserwerbs fasst Stern (2002) zusammen, indem sie einen systematischen Überblick über die zentralen Theorien zur geistigen Entwicklung im Kindesalter gibt. Sie stellt strukturalistische Theorien wissenspsychologischen Theorien gegenüber und grenzt bereichsübergreifende Kompetenzen von Wissen in spezifischen inhaltlichen Domänen ab. Sie vergleicht die zentralen Aussagen der verschiedenen Theorien, stellt die entsprechenden Forschungsergebnisse dar und zieht daraufhin die folgenden Schlüsse:

- Die Ansicht davon, dass einer bildlichen Vorstellung eine Handlung vorangehen muss, kann als hinfällig gelten.
- Durch eine hierarchisch organisierte und gut gebündelte Wissensbasis können auch Kinder ihre vorhandene Arbeitsspeicherkapazität effizient nutzen. Die Kapazität nimmt im Laufe der kindlichen Entwicklung zu.
- Theorien, die die Bedeutung bereichsspezifischen Begriffswissens betonen, verstehen Wissensveränderung beziehungsweise Wissenszuwachs als ‚radikale Umstrukturierung von Begriffswissen‘ und im Sinne ‚tief greifender qualitativer Veränderungen‘ (Carey 1985, zit. nach Stern 2002).
- Theorien, die die Bedeutung von bereichsübergreifenden Strategien betonen, verstehen kognitive Entwicklung „nicht darin, dass eine neue Lösungsstrategie eine alte abrupt ablöst, sondern dass immer neue Strategien hinzukommen. Allmählich nehmen die Wahrscheinlichkeiten ab, mit der alte Strategien aktiviert werden. Die parallele Verfügbarkeit ist durchaus funktional: Adaptiv verhalten kann sich nur, wer auf eine breites Repertoire an Strategien zurückgreifen kann“ (a.a.O. 35).
- Kognitive Entwicklung ist mehr als der Erwerb bereichsspezifischen Wissens: Für die geistige Entwicklung als wesentlich und bedeutsam werden neben der Ausprägung bereichsspezifischer Kompetenzen, die ‚Entwicklung bereichsübergreifender Schlüsselkompetenzen als Ergebnis der kognitiven Entwicklung‘ und die ‚Entwicklung als einem kompetenten Umgang mit Zeichensystemen‘ erachtet.

- Aus der Fähigkeit zur Perspektivenübernahme entwickelt sich die Metakognition. Diese erweist sich als Schlüsselkompetenz zum weitergehenden Erwerb und zur Nutzung bereichsspezifischer Kompetenz. Metakognitive Kompetenzen werden vermutlich eher indirekt erworben. „Metakognitive Kompetenzen können als ein Destillat des inhaltsbezogenen Lernens gesehen werden“ (Stern 2003, 39). Die Bedeutung von metakognitivem Wissen für den weitergehenden Wissenserwerb gilt als zentral.
- Als wesentlich für die kognitive Entwicklung erachtet Stern außerdem die Fähigkeit, mit Zeichensystemen kompetent umzugehen. Die Fähigkeit, sich mit Hilfe des Verständnisses von der Bedeutungshaltigkeit von Abbildern und Symbolen zunehmend von der Realität zu lösen – ‚abstrakter‘ zu denken –, gilt ihrer Ansicht nach als wesentlicher Aspekt einer sich ausdifferenzierenden kognitiven Leistungsfähigkeit. „Die Modellierung der kognitiven Entwicklung als die Umwandlung von implizit verfügbarem, modularisiertem Handlungswissen in Wissen, das auf der Grundlage von im kulturellen Kontext entwickelten Zeichensystemen kommuniziert werden kann“ (a.a.O. 38), kann als entscheidende Auffassung für die weitere Theoriebildung gelten. So häufen sich Forschungsergebnisse, wonach der Umgang mit Sprache und Zeichensystemen die kognitive Entwicklung indirekt beeinflussen.

Kognitions- und entwicklungspsychologische Befunde verweisen also auf das große Potential der Grundschul Kinder, bereichsspezifisch komplexes Wissen aufbauen zu können. Daraus sind wesentliche Konsequenzen für das naturwissenschaftsbezogene Lernen und Lehren auch im Sachunterricht zu ziehen. Bei Einnahme einer didaktischen Perspektive kann sich die bereichs- und inhaltspezifische Förderung schulisch zu vermittelnder Lerninhalte auf eine empirisch basierte Legitimationsbasis stützen. Eine Schnittstelle zwischen entwicklungs- und kognitionspsychologischer Befunde und daraus resultierenden didaktischen Überlegungen sind dabei vor allem die Befunde zu inhaltspezifischen Vorstellungen von Grundschulkindern. Daher werden im Folgenden für naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht relevante Ergebnisse zu ‚Schüler- vorstellungen‘ dargestellt.

2.4 Schülervorstellungen im Grundschulalter

Ausgehend von der Beschäftigung mit Lernschwierigkeiten im Unterricht gibt es seit etwa 25 Jahren intensive Bemühungen darum, sich mit den vor- und außerunterrichtlichen Erfahrungen von Schülerinnen und Schüler und deren Deutungsmustern auseinander zu setzen (vgl. die zusammenfassende Übersicht in Müller u.a. 2004; Köhnlein 1990; Möller 1997). Auf der Suche nach Erklärungen für

offensichtlich schwierig zu bewerkstelligende Lernprozesse und im Hinblick auf zu entwickelnde Lernangebote bemühen sich Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen aus verschiedenen Bereichen, ‚Licht ins Dunkel‘ der vorwissenschaftlichen Theorien, Konzepte und Erklärungsmodelle der Schülerinnen und Schüler zu bringen. Die zur Beschreibung dieses Phänomens verwendeten Begrifflichkeiten wurden und werden dabei nicht einheitlich verwendet und selten begrifflich eindeutig gefasst (vgl. Wodzinski 1996). So ist unter anderem von Alternative Frameworks (Driver 1981), Alltagsvorstellungen (Jung 1986, Duit 1993a), Schülervorstellungen (Jung 1985; Wiesner 1995a), Vorverständnissen (Schecker 1985), naiven Theorien (Mähler 1999), Präkonzepten (Möller 1999) oder auch von Alltagstheorien, Alltagserfahrungen, Misskonzepten oder Fehlkonzepten (Wilkening 1994) die Rede, wenn zum Ausdruck gebracht werden soll, dass Schülerinnen und Schüler mit vorunterrichtlichen Erfahrungen und damit verknüpften Deutungen in den Unterricht kommen und diese das Lernen tragfähiger Konzepte erschweren. Der Ansatzpunkt dieser Forschungsbemühungen lag von Beginn an in einer als unbefriedigend erlebten Ausgangssituation (Schülerinnen und Schüler, die physikalische Konzepte nicht verstehen) und richtete sich auf die Entwicklung von Vorschlägen für das Anwendungsfeld (Unterrichtshilfen zu geben, die die Lernergebnisse in den Naturwissenschaften verbessern könnten).

Schülervorstellungen lassen sich unter anderem hinsichtlich ihrer Domänenspezifität darstellen und vergleichen (Mähler 1999), hinsichtlich ihrer inhaltsbezogenen Korrektheit und Stimmigkeit untersuchen (Wiesner 1991b, 1994) oder auch hinsichtlich ihrer Glaubwürdigkeit unterscheiden (Gauld 1986, zit.: In Wodzinski 1996). ‚Fehlkonzepte‘ werden dabei beispielsweise einfach als ‚falsche‘ Schülerantworten betrachtet, oder aber als ‚falsche‘ Vorstellungen, die zu ‚falschen‘ Antworten führen, oder auch recht grundsätzlich als ‚falsche‘ Überzeugungen, die immer wieder in unterschiedlichsten Kontexten zum Tragen kommen. Wie diese ‚Fehlvorstellungen‘ entstehen, darüber gibt es ein ganze Reihe von Erklärungsversuchen, welche wiederum im Zusammenhang damit stehen, welche Konzeptualisierung von ‚Fehlvorstellungen‘ oder ‚Präkonzepten‘ zu Grunde liegt. Die im Begriff der ‚Fehlvorstellung‘ implizit enthaltene Ausrichtung an einer normativen Grundhaltung legt erkenntnis- und lerntheoretisch den Finger auf andere Wunden, als dies bei der Verwendung des Begriffspaars ‚naive Theorien‘ der Fall sein dürfte. Da ein Lerner zunächst nicht weiß, was er nicht weiß, verfügt er in der Regel nicht über ein Bewusstsein für die Fehlerhaftigkeit seines Konzeptes. Eine ‚Fehlvorstellung‘ kann es also zunächst nur für denjenigen sein, der es eben ‚besser weiß‘ (vgl. Murmann 2002, 2004, 2005).

Allerdings kann der Lerner unter Umständen erkennen, dass seine Vorstellungen mit bestimmten Beobachtungen in der Welt nicht übereinstimmen, dass sich somit im reflektierenden Abgleich zwischen den bestehenden Vorstellungen und der Konfron-

tation mit Beobachtungen kein kohärentes Welt-Bild ergibt. Für den Lerner wird eine ‚falsche Vorstellung‘ somit erst als solche erkennbar, wenn eine Diskrepanz zwischen ‚Vorgestelltem‘ und ‚Entgegenkommendem‘ auftritt. Es zeigt sich allerdings, dass bestehende Vorstellungen eine derart prädisponierende Wirkung auf Wahrnehmung ausüben, dass Schülerinnen und Schüler bei einem Experiment u.U. etwas anderes sehen, als das, was tatsächlich zu beobachten ist (Duit 1989; Schlichting 1991). Nicht immer kann man sich also darauf verlassen, dass die empirische Evidenz als Faktor rationaler Realitätsprüfung dazu beiträgt, angemessenere Vorstellungen aufzubauen. Vielmehr scheint eine ganze Reihe weiterer moderierender Variablen, dabei vor allem unbewusster, emotionaler Natur, im Spiel zu sein, wenn es darum geht, etwas zu lernen (vgl. Roth 2003, 2004; Krapp 2005; Hascher 2005).

Vorstellungen zu einer Situation oder über eine Erfahrung prädisponieren sowohl die Wahrnehmung als auch die Interpretation eines ‚neuen‘ Phänomens. Auch eine Erfahrung kann dabei bereits als ‚gedeutete Erfahrung‘ gelten. Jede Wahrnehmung findet vor einem bestimmten Hintergrund beziehungsweise in einem bestimmten Kontext statt, so dass auch davon ausgegangen werden kann, dass grundsätzlich eine kontextbezogene Deutung der Wahrnehmung erfolgt. Vorstellungen als „bedeutungsverleihende Einheiten im Kopf des Menschen“ (Jung 1986, 13) können daher unterschiedlichste Ursprünge haben. Bei Einnahme einer situationistischen Position in der Konzeptwechselforschung (vgl. 2.5.2.2) entstehen sie eben in der Situation und deren Kontext, wo sie aktiviert, abgefragt oder verändert werden sollen. Somit können sowohl Vorstellungen als auch das Verändern von Vorstellungen als grundlegend an den Kontext und die Situation gebunden oder eben als ‚situier‘ gelten. Übereinstimmend zeigen die einschlägigen Untersuchungen, dass vorhandene Präkonzepte und ad hoc entstehende Vorstellungen den Aufbau angemessener Konzepte erschweren oder behindern können. Ein zentrales Charakteristikum dieser Vorstellungen ist demnach ihre mitunter enorme Stabilität. So sind Schülerinnen und Schüler oftmals so sehr überzeugt, dass sich diese Vorstellungen nahezu als ‚individuelle Glaubenssysteme‘ darstellen lassen. Schülervorstellungen lassen sich somit als erklärungs-mächtige, bisweilen recht stabile und relativ komplexe kognitive Strukturen betrachten, die mitunter nicht so einfach zu verändern sind.

Im Zusammenhang mit der Beschreibung von Prozessen der ‚Überwindung‘ dieser Vorstellungen im Sinne einer Veränderung der bestehenden Vorstellungen hin zu fachlich zutreffenderen Vorstellungen wird meist von ‚Conceptual Change‘ (Carey 1985) oder ‚Konzeptwechsel‘ (vgl. Einsiedler 1997a; Möller 2001b; Jonen u.a. 2003) oder auch, allerdings deutlich seltener, von ‚Conceptual Growth‘, ‚Konzeptentwicklung‘ oder ‚Enrichment‘ (Carey 1991) gesprochen.

Für Kinder im Grundschulalter liegen im Bereich des naturwissenschaftsbezogenen Lernens in Deutschland dazu vor allem Arbeiten zu den Inhaltsbereichen ‚Elektrizitätslehre‘ (Stork & Wiesner 1981; Wiesner 1995a und b), ‚Optik‘ (Claus u.a. 1982; Blumör & Wiesner 1992a und b; Murmann 2002, 2005), ‚Temperatur und Wärme‘ (Wiesner & Stengl 1984; Wiesner 1984, 1985), ‚Wetter‘ (Schieder & Wiesner 1996, 1997), ‚Schall‘ (Kircher & Engel 1994; Rudolf & Wiesner 2001) und Magnetismus (Kircher & Rohrer 1993) und Schwimmen und Sinken/Auftrieb in Wasser (Janke 1995; Jonen u.a. 2002, 2003) vor.

Wie also lernen Schülerinnen und Schüler trotz oder eben auch mit stabilen, ‚fehlerhaften‘ Vorannahmen und Erklärungen sachlich zutreffendere Konzepte? Dieser letztendlich didaktischen Fragestellung gilt es, im Weiteren nachzugehen.

2.5 Lernen als Konzeptwechselprozess: Das Conceptual Change Paradigma als Leitvorstellung für das Lernen in den Naturwissenschaften

„Menschliches Lernen kann man sich zu jedem Alterszeitpunkt als eine permanente Erweiterung, Einschränkung oder Umstrukturierung von Begriffen vorstellen. Die eigene Begriffsstruktur veränderten Kontexten anzupassen, ist eine lebenslange, zentrale Herausforderung beim Lernen. Wenn Lehrpersonen sich bereits von vorneherein auf mögliche Missverständnisse einstellen, die durch die Umstrukturierung der Begriffe entstehen könnten, sollten eventuelle Anfangsschwierigkeiten relativ problemlos zu überwinden sein.“ (Stern 2003, 55)

Auch wenn man bezüglich der Überwindbarkeit von ‚Anfangsschwierigkeiten‘ eine kritischere Auffassung vertritt und nicht davon ausgeht, diese ‚relativ problemlos überwinden‘ zu können, so zielt die Aussage Sterns doch auf (mindestens) zwei wesentliche Aspekte: Das Anerkennen des ‚Lebenslänglichen‘ und des potentiell ‚Fehlerhaften‘ in allen Lernprozessen und die sich daraus ableitende Bereitschaft, das sowohl für sich persönlich als auch in didaktischen Fragestellungen konstruktiv zu nutzen.

Die sich aus einer konstruktivistischen Perspektive ableitenden Vorstellungen über das Lernen und Lehren in den Naturwissenschaften mündeten in den vergangenen Jahren vornehmlich in kognitions- und entwicklungspsychologische sowie naturwissenschafts-didaktische Forschungsbereiche. Für diese Arbeit ist dabei insbesondere den folgenden Fragestellungen nachzugehen: Was ist aus der Diskussion konstruktivistischer Positionen an Konsequenzen für das schulische Lernen von Grundschülerinnen und Grundschüler

zu ziehen? Was ist daraus an Konsequenzen für die Gestaltung von Lernprozessen im Sinne möglicher ‚Empfehlungen‘ an Lehrerinnen und Lehrer zu ziehen? Wie gelingt neben Wissenserwerb im naturwissenschaftlichen Bereich der Aufbau von Expertise für die Gestaltung von ‚qualitativ‘ gehaltvollem naturwissenschaftlichen Sachunterricht?

Die Diskussion um Wissenserwerbsprozesse wird in den naturwissenschaftlichen Lernbereichen auf der Grundlage der konstruktivistischen Lernvorstellungen vor allem unter dem Blickwinkel des Lernens als ‚Konzeptwechselprozess‘ (Conceptual Change) geführt. Der Terminus ‚Conceptual Change‘ wird dabei bisweilen in der fachdidaktischen Diskussion fast synonym für stattfindende oder intendierte Lernprozesse verwendet. Die zentrale Ausgangsfrage für das Lernen in den Naturwissenschaften lautet: Wie gelingt Lernenden in den Naturwissenschaften ein ‚Übergang‘ von einfachen und undifferenzierten zu komplexeren, differenzierteren *Annahmen über* und *Erklärungen von* naturwissenschaftlichen Phänomenen? Im Rahmen der Theoriebildung zu Konzeptwechselprozessen changieren die Modellannahmen dazu von eher ‚rational-unterkühlten‘ (Posner u.a., zit. nach Einsiedler 2002a) kognitivistischen Erklärungen bis hin zu ‚heißen‘ Modellen (Pintrich u.a. 1993, zit. nach Einsiedler 2002a), die eine erhöhte Beteiligung von affektiv-emotionalen und situationalen Faktoren berücksichtigen. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über zentrale Diskussionslinien gegeben (vgl. Einsiedler 1997a, 2002a; Vosniadou 1994a, 1994b, 1999; Vosniadou & Brewer 1992; Vosniadou & Schnotz 1997; Vosniadou u.a. 2001; Caravita 2001; Stark 2002, 2003; Duit 1995, 1996, 1999, 2003).

Ausgangspunkt der Diskussion war zunächst die Annahme, dass Wissenserwerb in den Naturwissenschaften als Prozess verstanden wird, in dessen Verlauf Schülerinnen und Schüler von einem bestehenden Konzept (den von alltäglichen Erfahrungen geprägten Vorstellungen) zu einem anderen, neuen Konzept (zum Beispiel der physikalischen Sichtweise eines Phänomens) ‚wechseln‘¹⁸ beziehungsweise, dass Wissenserwerb nicht im Sinne eines völligen Neuaufbaus von Wissensinhalten stattfindet, sondern eher im Sinne einer Veränderung bestehender Wissensstrukturen. Für das Grundschulalter legt insbesondere Susan Carey (1985) unter Bezugnahme auf das Conceptual Change Modell interessante Interpretationen vor. In einer klaren Abwendung von Piaget kommt sie, entgegen der Annahme allgemeiner Stufenmodelle, zu dem Ergebnis, dass bei Grundschulkindern von einer bereichsspezifischen kontinuierlichen Wissens-

¹⁸ Posner u.a. (1982) gaben dabei zunächst vier Bedingungen an, unter denen Konzeptwechsel stattfinden kann:

- Lernende müssen mit den bestehenden Vorstellungen unzufrieden sein (dissatisfaction);
- Neue Vorstellungen müssen logisch verständlich sein (intelligible);
- Neue Vorstellungen müssen einleuchtend, intuitiv plausibel sein (initially plausible);
- Neue Vorstellungen müssen ‚fruchtbar‘ sein, im Sinne von sich in neuen Situationen als erfolgreich bewähren (fruitful).

veränderung auszugehen ist. Für Carey findet Wissenserwerb statt, indem durch ‚kognitive Umstrukturierung‘ mehr Relationen und mehr abstrakte Schemata gebildet werden. Zur Diskussion der unterschiedlichen Theoriestränge des Conceptual Change Paradigmas werden im Folgenden zunächst die grundlegenden kognitionspsychologischen Begrifflichkeiten kurz umrissen.

2.5.1 Zur Begrifflichkeit: Begriffe, Konzepte, Schemata und Theorien

Bereits Aebli (1981) spricht in der Verbindung seiner Handlungstheorie mit einer Wissenstheorie von Handlungswissen und Handlungsschemata sowie von Wissensstrukturen, Wissensschemata und Wissensnetzen. Dabei unterscheidet er hierarchisch aufgebaute von netzartig angeordneten Wissensstrukturen, wobei er den Begriff ‚Schema‘ beziehungsweise ‚Schemata‘ für die hierarchischen Wissensstrukturen verwendet, während er nichthierarchisch aufgebautes, netzartiges Wissen mit dem Begriff ‚Systeme‘ kennzeichnet.

Nach Aebli können aus nichthierarchischen Netzen begriffliche Hierarchien entstehen. Als ‚Inhaltsbestandteile‘ dieser Hierarchien oder Netze bezeichnet Aebli die ‚Begriffe‘, die ihrerseits über ‚Operationen‘ (abstrakte Handlungen) miteinander verknüpft sind. Der Begriff ‚als Werkzeug des Denkens‘ ist dabei „das Werkzeug, mit dem wir die Wirklichkeit deuten“ (a.a.O. 83). Dies bezieht sich nicht ausschließlich auf ‚äußere‘ Wirklichkeit, sondern ebenso auf eigenes Tun und psychische Prozesse. Durch das begriffliche Denken entstehen eine Distanzierung von der Situation, eine Isolierung der Elemente, eine Klärung von Beziehungen und ein erstes Erkennen von Struktur. Begriffliches Denken ist für Aebli Reflexion im eigentlichen Sinn, „ein Deutungsprozess, der sich auf das Denken selbst bezieht“ (a.a.O. 83). Da der Begriff das dafür notwendige Instrument dieser Deutungsprozesse ist, „liegt es nahe, den Begriff als das Instrument jeglicher Erkenntnis zu bezeichnen, der naturwissenschaftlichen, der logisch-mathematischen und der geisteswissenschaftlichen“ (a.a.O. 83). Nach Aebli sind einem Begriff die folgenden Merkmale zugeordnet: Ein Begriff

- erlaubt es, eine bestimmte Erscheinung wiederzuerkennen, zu identifizieren,
- bezeichnet eine Erscheinung, die zu anderen Erscheinungen in einem gesetzmäßigen Zusammenhang steht,
- beschreibt einen Tatbestand oder eine Größe, die über Transformation der äußeren Erscheinung invariant bleibt¹⁹.

¹⁹ Die Nähe zum derzeit gebräuchlichen Konzeptbegriff fällt ins Auge. Inwieweit der heute häufig verwendete Begriff ‚Konzept‘ dem Verständnis Aebli von ‚Begriff‘ sehr nahe kommt oder sogar entspricht, wäre weiter zu überprüfen, kann jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden.

Für Aebli bestehen enge Zusammenhänge zwischen Handeln und Begriffsbildung, wobei der Begriff „zugleich Abkömmling und Werkzeug des Handelns“ (a.a.O. 97) ist.

Begriffsbildung ist bereits bei Aebli „ganz und gar das Werk des Begriffsbildners. Niemand kann ihm diese Aufgabe abnehmen. Zwar ist der Nachvollzug einer Erklärung ein Konstruktionsprozess unter Anleitung. Der Angeleitete muss aber jeden Schritt der Konstruktion nachvollziehen, die Elemente aus seinem Wissen abrufen, sie in die rechte Beziehung setzen, sonst kommt er nicht zum Begriff“ (a.a.O. 99). Der Anschluss an die aktuelle Diskussion um Lernen als Konstruktionsprozess dürfte bereits deutlich werden.

In der heutigen kognitiven Psychologie ist der Begriff des ‚*konzeptuellen Wissens*‘ ebenfalls mit Vorstellungen über die ursprüngliche Entstehung von Wissen verknüpft (vgl. Anderson 1996). Lernen im Sinne des Aufbaus bedeutungsbezogener Wissensrepräsentationen vollzieht sich in Abstraktionsakten. So werden einerseits wahrnehmungsbezogene Details einer Situation gelöscht und andererseits Beziehungen zwischen einzelnen Inhaltselementen aufgebaut. Eine weitere Möglichkeit der Abstraktion besteht darin, von spezifischen Erfahrungen abzusehen und Merkmale und Kennzeichen der jeweiligen Erfahrungsklasse allgemein zu kategorisieren. Das Resultat derartiger Abstraktionen nennt man *konzeptuelles Wissen*. Konzeptuelles Wissen kann demnach auch verstanden werden als bedeutungsbezogene Wissensrepräsentation. Diese entsteht durch einen Abstraktionsakt der, wegführend von der ursprünglichen (sensorischen) Erfahrung, entweder wahrnehmungsbezogene Details löscht und wichtige Beziehungen zwischen den Inhaltselementen speichert oder Merkmale und Kennzeichen der jeweiligen Erfahrungsklasse kategorisiert (Anderson 1996, 147ff.). Es liegen zwei Ansätze zur Beschreibung konzeptuellen Wissens vor: *semantische Netzwerke (Konzepte)* und *Schemata*.

Der Begriff ‚*Konzept*‘ kommt in unterschiedlichen Kontexten zur Anwendung und kann als ‚mentales Bild‘, ‚Vorstellung eines komplexen Sachverhaltes‘ oder ‚Vorstufe einer Theorie‘²⁰ betrachtet werden. Konzepte gelten als Strukturen im Langzeitgedächtnis, werden „als mentale Repräsentationen von Klassen oder Kategorien“ (Zimbardo & Gerrig 2004, 326) bezeichnet und dienen als ‚Bausteine von Gedächtnishierarchien‘. Möller bezieht sich auf das Begriffsverständnis von Kron (1993, zit. in Möller 1999, 139), wonach Konzepte „gedankliche Werkzeuge sind, mit deren Hilfe wir in der Welt sinnfällig handeln können.“ Konzepte können als hierarchisch aufgebaute semantische Netzwerke zur Ordnung kategorialen Wissens betrachtet werden. Konzeptuelles Wissen umfasst abstrakte, intellektuelle Strukturen, wird durch ‚In-Beziehung-Setzen‘

Aus Gründen der derzeitigen Gebräuchlichkeit wird daher in dieser Arbeit von Konzepten gesprochen.

²⁰ Vgl. www.wikipedia.org am 10.08.05

konstruiert, erfordert eine vorausgehende Elaborierung, die zeitaufwendig ist, und verhält sich dynamisch (De Vecchi/Carmona-Magnaldi 1996, zit. nach Max 1996, 66). „Ein Konzept wird einer Kategorie von konkreten (Mensch, Tier,...) oder abstrakten (Freiheit, Spannung,...) Objekten zugeordnet, die gemeinsame Kriterien und Attribute aufweisen. Es geht über die näher betrachteten Einzelfälle hinaus und wird auf neue Fälle übertragen, um zu sehen, ob sie der erstellten Definition entsprechen (dem Konzept angehören oder nicht). Konzepte sind Instrumente, um die Welt anzugehen, sie zu repräsentieren und gedanklich auf sie einzuwirken“ (a.a.O.).

Der Begriff *Schema* umfasst ein weitergehendes Verständnis: „Schemata repräsentieren Konzepte in Form von Oberbegriffen, Teilen und anderen Zuweisungen von Ausprägungen zu Attributen“ (Anderson 1996, 152). Größere Einheiten von Repräsentationen im Gedächtnis werden demnach Schemata genannt. „Schemata sind konzeptuelle Rahmen oder Bündelungen von Wissen, die sich auf Objekte, Menschen und Situationen beziehen. Schemata sind ‚Wissenspakete‘, die komplexe Verallgemeinerungen über ihre Erfahrungen mit der Struktur der Umwelt enkodieren“ (a.a.O. 328). Hasselhorn & Mähler betrachten ein Schema als „organisierten Wissenskomplex, in dem typische Zusammenhänge eines Realitätsbereiches repräsentiert sind“ (1998, 78)²¹. Objekte, die zu einem Schema passen, können Unterschiede aufweisen. Dabei gibt es Objekte, die sozusagen ‚sehr typisch‘ in ein Schema passen, wie zum Beispiel das Objekt ‚Rotkehlchen‘ für das Schema ‚Vogel‘, während das Objekt ‚Huhn‘ weniger typisch zum Schema ‚Vogel‘ passt.²²

²¹ In einem Experiment zur psychischen Realität von Schemata wurden 30 Versuchspersonen jeweils einzeln in einen Büroraum geführt mit dem Hinweis, dies sei das Büro des Versuchsleiters und sie sollten dort warten, bis der Versuchsleiter zurückkomme. Nach 35 Sekunden wurden die Versuchspersonen aus dem Raum in einen benachbarten Seminarraum geführt und gebeten zu notieren, was sie aus dem Büroraum noch im Gedächtnis hätten. Die Annahme war, dass die Erinnerungsleistung und somit die Wiedergaben der Probanden stark geprägt sein würden von deren Schema über die Ausstattung eines Büroraumes. Es ergab sich tatsächlich ein Befundmuster, das darauf hinwies, dass die Erinnerung an die Beschaffenheit eines Ortes stark von dem Schema beeinflusst ist, das sich auf Orte dieser Art bezieht. So erinnerten sich 29 der 30 Teilnehmer an den Bürostuhl und den Schreibtisch, jedoch nur drei Teilnehmer an das Notizbrett und den anatomischen Schädel. Neun Personen gaben sogar an, sie hätten Bücher gesehen, die in dem Büroraum jedoch gar nicht vorhanden waren (Anderson 1996, 152 ff.).

²² Im Zusammenhang mit Grundschulkindern könnte es beispielsweise interessant sein, welches Schema von ‚Schule‘ oder ‚Klassenzimmer‘ repräsentiert ist. So dürften durchaus unterschiedliche Ergebnisse in Befragungen über materielle Ausstattungen von Klassenzimmern erzielt werden und dadurch Hinweise auf kindliche Schemata über Schulräume Informationen über deren Wahrnehmungen, Kategorisierungen, Bewertungen und möglicherweise spezifische Interessen im Hinblick auf die Schule liefern. In Bezug auf den Schwerpunkt naturwissenschaftliches Lernen könnte es beispielsweise interessant sein zu erfahren, welche Schemata Grundschul Kinder über Experimente entwickelt haben. Ein Anschluss an die Diskussion um ‚Wissenschaftsverständnis‘ im Grundschulalter (vgl. Grygier u.a. 2003, 2004) läge damit nahe.

Indem sich bestehende Konzepte untereinander verbinden, entstehen ‚theorieähnliche Gebilde‘, die die weitere Konstruktion von Wissen mitsteuern. So bestehen beispielsweise auch kindliche Vorstellungen zu komplexen Phänomenen aus theorieähnlichen Strukturen, die ein kohärentes System von Überzeugungen bilden und sich zunächst als relativ resistent gegen Veränderung erweisen (vgl. Vosniadou & Brewer 1992, Mähler 1999).

Theorien wiederum können in diesem Zusammenhang als „geordnete Menge von Konzepten oder Aussagen, die ein Phänomen oder eine Gruppe von Phänomenen erklären“ (Zimbardo & Gerrig 2004, 27) gelten. Bezogen auf kindliches Denken formuliert Mähler (1999) in Anlehnung an Wellmann (1990) und Astington und Gopnik (1991) folgende Kriterien für das Vorliegen einer Theorie:

- Theorien setzen ein kohärentes Wissen in einem spezifischen Inhaltsbereich voraus.
- Wichtige Begriffe und ontologische Unterscheidungen müssen zweifelsfrei definiert sein.
- Ein kausaler Erklärungsapparat für die Phänomene der Theorie muss vorhanden sein.
- Verfügt eine Person über eine ‚Theorie‘, sollte sie mit Hilfe der innerhalb einer Domäne geltenden kausalen Prinzipien und ihren Anwendungsregeln Ereignisse und Phänomene erklären, vorhersagen und generalisieren können (Mähler 1999).

Auf der Grundlage der dargestellten Begrifflichkeit wird im Folgenden versucht, eine knappe Zusammenfassung der aktuellen Diskussionslinien zu Vorstellungen vom Lernen als Konzeptwechselprozess darzustellen.

2.5.2 Das Conceptual Change Paradigma: Zum Stand der Diskussion

“The Conceptual Change theoretical framework (...) focuses on knowledge acquisition in specific domains and describes learning as a process that requires the significant reorganisation of existing knowledge structures and not just their enrichment. (...) The Conceptual Change approach forces the creation of new, qualitatively different representations. The old representations may continue or may disappear. This is a question for empirical research to determine” (Vosniadou 2001, 383f.).

Unter dem Einfluss der Diskussionen zum situierten Lernen mit seinem expliziten Anwendungsbezug scheinen sich die Überlegungen dazu, wie ‚Conceptual Change‘

ermöglicht werden kann, zunehmend zu verbinden mit den durchaus komplexen Fragen nach der Gestaltung von ‚moderat konstruktivistischen Lehr-Lernumgebungen‘. Dies berücksichtigend und die wesentlichen Diskussionsstränge darstellend, nimmt Stark (2002, 2003) zur pointierten Darstellung der unterschiedlichsten Ansätze eine vereinfachende Dichotomisierung vor: So stellt er so genannte ‚kognitivistische‘ Positionen (zum Beispiel ältere Darstellungen von Vosniadou) den von ihm so benannten ‚situationistischen‘ oder eben ‚situierten‘ Positionen (zum Beispiel Caravita & Hallden) gegenüber. Diese Gegenüberstellung dürfte im Wesentlichen der Gegenüberstellung von ‚kalten‘ und ‚heißen‘ Conceptual-Change-Vorstellungen (vgl. Einsiedler 2002) entsprechen.

2.5.2.1 Kognitivistische Positionen (‚Kalte‘ Konzeptwechseltheorien)

Im Rahmentheorieansatz nach Vosniadou und Brewer (1992) wird davon ausgegangen, dass beruhend auf Alltagserfahrungen schon in der Kindheit kohärente Erklärungssysteme konstruiert werden, die bereits hochgradig vernetzt sind. Diese bilden die Grundlage einer Wissensbasis, in welche Konzepte in umfassende theoretische Strukturen eingebettet sind, die die Bedingungen (constraints) für Konzeptbildung beinhalten. Die ‚Rahmentheorie‘ bildet sozusagen den ‚metaphysischen Überbau‘, der aus ontologischen und epistemologischen Überzeugungen besteht und sich in hohem Maße resistent gegenüber Veränderungen verhält. Vor dem Hintergrund der Rahmentheorie werden Beobachtungen und kulturell vermittelte Informationen interpretiert. Unterschieden wird hierbei zwischen domänenspezifischen Rahmentheorien und spezifischen Theorien.

Aus Untersuchungen mit Dritt-, Viert- und Fünftklasskindern zu deren Vorstellungen über astronomische Fragen (zum Beispiel „Welche Form hat die Erde?“ „Wenn du sehr lange geradeaus läufst, wo kommst du dann raus?“) und intensiven theoretischen Überlegungen versuchten Vosniadou & Brewer so genannte ‚Mentale Modelle‘ der Erde zu rekonstruieren: das Scheibenmodell, das Zwei-Erden-Modell, das Hohlkugelmodell, das abgeflachte Kugelmodell, das akzeptierte Kugelmodell. Auf Grundlage der rekonstruierten mentalen Modelle werden Aussagen über Veränderungen von Wissensstrukturen gemacht. Mentale Modelle sind analoge, oft bildangereicherte Vorstellungen von Objekten und Prozessen im Arbeitsgedächtnis (vgl. Einsiedler 1997a; Schnotz & Preuß 1995). Vosniadou (1994a und b) betrachtet demnach ‚Conceptual Change‘ als *graduelle Modifikation mentaler Modelle*. Diese Modifikation kann in Form einer *Anreicherung* stattfinden, wenn zum Beispiel zusätzliche Fakten, die konsistent zu vorhandenem Vorwissen sind, zu bestehenden kognitiven Strukturen hinzukommen. Sind neue Informationen jedoch inkonsistent, ist eine *Revision* erforderlich. Spezifische Theorien können dabei einfacher verändert werden als umfassendere

Rahmentheorien. Deren Veränderung bringt weit reichende Konsequenzen mit sich und erfordert komplexe Umstrukturierungen.

Eine weitere, als kognitivistisch zu betrachtende Position nimmt Chi (1992, nach Stark 2002) ein: Sie unterscheidet zwischen drei grundsätzlichen ontologischen Kategorien: Dingen, Prozessen und mentale Zuständen. Diese Kategorien werden weiter ausdifferenziert zu Subkategorien auf verschiedenen Hierarchiestufen. Die Festlegung auf die drei ontologisch unterschiedlichen Kategorien erfolgt Chis Aussagen nach empirisch untermauert. ‚Fehlkonzepte‘ werden als ontologische Kategorisierungsfehler verstanden. Konzeptwechsel finden statt, wenn ein Konzept in eine andere ontologische Kategorie eingeordnet wird.

Eine grundlegende Gemeinsamkeit der beiden dargestellten Ansätze liegt nach Stark in deren expliziter Defizitorientierung, einer damit notwendigerweise normativen Grundhaltung: So richtet sich der Fokus jeweils auf das, was die Probanden *nicht können* beziehungsweise *falsch machen*. Diese, zumindest aus pädagogischer Sicht, mangelnde Ressourcenorientierung erscheint problematisch. Weitere Kritikpunkte an den kognitivistischen Positionen aus einer situationistischen Position sind nach Stark:

- *Das Verdinglichungsproblem*: Die Beschreibung von Wissensinhalten als Entitäten – im Sinne eines verdinglichten Wissensbegriffes, denen Attribute zugeschrieben werden können, erscheint aus situationistischer Perspektive als Resultat eines Sinngebungsprozesses bei der Beschreibung eines intelligenten Agenten durch einen Beobachter. „Es liegt hier also eine Art ‚Projektion‘ durch den Beobachter vor, die, wenn sie nicht als solche interpretiert wird, einem Kategoriefehler gleichkommt“ (Stark 2002, 12). Ähnlich argumentiert übrigens Murmann (2005), wenn sie das dem Conceptual Change Paradigma inhärente dualistische Verständnis von Wirklichkeitswahrnehmung problematisiert. „Denn dass Schülervorstellungen und fachliche Konzepte verglichen werden können, ohne die jeweiligen Gegenstandskonzeptionen Lernender beziehungsweise der Physik konkret zu analysieren und ebenfalls zu vergleichen, ist nicht selbstverständlich. Es setzt voraus, dass ihre Bezugsgegenstände entweder identisch sind und keiner weiteren Betrachtung bedürfen, weil sie von Deutungen unabhängig existieren, oder dass die fachlichen Deutungen als objektive Gegenstandsbeschreibungen gesetzt werden können. (...) Lerntheoretisch stellt sich die Frage, ob Lernen auf der Ebene von Deutungsveränderungen stattfindet oder vielmehr stattgefundenes Lernen in Form von Deutungsveränderungen beobachtbar wird. Lernen als Konzeptwechsel oder ‚conceptual change‘ zu beschreiben, scheint auf Ersteres zu verweisen. Es spricht jedoch einiges dafür, dass Lernen zunächst darin besteht, auf der Wahrnehmungsebene Ausdifferenzierungen zu erleben, Unthematisches thematisch werden zu lassen, Worte zu

finden und Begriffe zu entwickeln, die diese neu ausdifferenzierten Wahrnehmungsaspekte (be-)greifen, bündeln und für neue Bedeutungsstrukturen verfügbar machen. Dass auf diese Weise neue Wahrnehmungen möglich werden, Begriffe sich bewähren oder ihrerseits an Grenzen stoßen, und neue Widersprüchlichkeiten erlebbar werden, ist plausibel.“ (Murmans 2005, 194f.).

- *Das Problem der Defizitorientierung:* Ausgehend von der Vorstellung, dass auch ein ‚Fehlkonzept‘ seine Wurzeln in durchaus produktivem Wissen haben kann, das zu geeigneten Zeitpunkten in geeigneten Kontexten durchaus Funktionalität aufweisen kann, erscheint die Fokussierung auf ‚falsche‘ Konzepte als problematisch. „Zudem ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass viele naturwissenschaftliche Fehlkonzepte im Alltag so gut wie überhaupt keine Konsequenzen haben (...). Wahrscheinlich sind sie deshalb so resistent gegenüber Veränderung“ (Stark 2002, 15). Eine ressourcenorientierte Argumentation, die die Funktionalität von Wissen betont, berücksichtigt zudem deutlich klarer die grundsätzliche Situiertheit des Wissens. So werden Vorstellungen und Konzepte von Personen i.d.R. nicht isoliert konstruiert, sondern entstehen in Prozessen des sozialen Austausches in gesellschaftlichen Kontexten.
- *Das Problem der individualistischen Wissensdiagnostik beziehungsweise der Erfassung von wenig handlungsrelevanten Repräsentationen:* Die kognitivistische Wissensdiagnostik kann als grundsätzlich individuumszentriert, produktorientiert und punktuell bezeichnet werden. So geht es i.d.R. um das ‚Vorhandensein‘ eines Modells oder bestimmter Kategorisierungen. „Es wäre beispielsweise naiv anzunehmen, dass die Aussagen der Kinder als ‚objektive‘ Abbildungen dessen gelten könne, was die Kinder ‚im Kopf haben‘, so als ob es sich dabei um eine nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten nach außen projizierte, konstant bleibende ‚Innerlichkeit‘ handelte (Stark 2002, 19). (...) Im Extremfall beschreibt kognitivistische Wissensdiagnostik Resultate einer mehr oder weniger gelungenen Anpassung von Probanden an künstliche Testsituationen“ (a.a.O.21).
- *Das Problem der Fokussierung auf initiales Lernen in wohl strukturierten Domänen:* Die bisherige Fokussierung der Conceptual–Change-Forschung auf naturwissenschaftliche Bereiche, ebenso wie der Schwerpunkt in frühen kognitiven Entwicklungsstadien kann nach Stark als zu kritisierende Einengung betrachtet werden.
- *Das Problem der kognitiven Bias:* Die bisher dargestellten Ansätze zu ‚Conceptual Change‘ fokussieren nahezu ausschließlich auf kognitive Aspekte. So werden Einflüsse emotionaler und motivationaler Faktoren kaum berücksichtigt.

Bei einer weitergehenden Problematisierung der oben genannten Defizitorientierung ist daher zu berücksichtigen, inwieweit die Autoren von ‚Fehlvorstellungen‘ im Sinne von falschen und daher grundsätzlich zu korrigierenden Konzepten ausgehen, also einem eher ‚defizitären‘ Lernverständnis anhaften, das ‚falsche‘ oder ‚richtige‘ Lernergebnisse postuliert und Lernerfolge daran misst. Dies spricht meiner Ansicht nach eher von einem Lernverständnis, das einem ‚Produktparadigma‘ verpflichtet ist. Lernergebnisse wären somit eher, zumindest zeitweise, statisch und damit statusdiagnostisch festzustellen, was sich bei einer Diskussion um die angemessene Würdigung der Prozesshaftigkeit von Wissenserwerbsvorgängen als Problem stellte.

Caravita (2001) fasst den derzeitigen Diskussionsstand zur kognitivistischen Interpretation des Conceptual Change Paradigmas kritisch zusammen. Demnach sind ihrer Ansicht nach zum bisherigen Forschungsstand die folgenden Anmerkungen zu machen:

- Die Beschreibungen der zu ändernden Inhalte, ob Vorstellungen, Vermutungen, Theorien, mentale Modelle oder epistemologischen Überzeugungen („as something to fight against or to work with“, a.a.O. S.422), o.a. sind vielfältig und je nach Studie häufig unterschiedlich. Demzufolge sind vergleichende Aussagen über die Ergebnisse von Umstrukturierungsprozessen kaum machbar.
- Die ursprünglich für die Gestaltung von Lernprozessen als zentral erachtete Bedeutung des ‚kognitiven Konflikts‘ kann als relativiert gelten. „In any case, the classical strategy introduced by Posner is no longer central in the design of the teaching intervention“ (a.a.O. 423). Vielmehr betont sie die Bedeutung der Verwendung von Analogien. Im engen Zusammenhang mit der Verwendung von Analogien erhält (die Erzeugung) ein(es) kognitiven Konfliktes seine Bedeutung in der didaktischen Aufbereitung: „Cognitive conflict and analogical thinking might be seen as having complementary functions in knowledge building: the former device may act as an ‚ignition‘, the second one is a sort of ‚compass‘ in the navigation towards fog-shrouded lands“ (a.a.O. 424).
- Die Positionen ‚Konzeptwechsel‘ (‚learning process as revolutionary‘) und ‚Konzeptentwicklung‘ (‚as evolutionary‘) sind nicht länger als einander gegenüberstehende Alternativen zu betrachten. „In both cases I rather see a process of knowledge building: the students get from the teaching intervention information that they previously were unaware of and that they accept and trust“(a.a.O. 425).

Für zukünftige Forschungsbemühungen seien ihrer Ansicht nach folgende Aspekte detailliert zu beleuchten:

- Die Bedeutung metakognitiver Strategien sei deutlicher als bisher zu betonen und zu untersuchen.
- Die Bedeutung des Austausches und die Bedingungen, unter denen sozialer Austausch tatsächlich im intendierten Sinne wirksam wird, seien genauer unter die Lupe zu nehmen. Dabei sei ein besonderes Augenmerk zu legen auf methodische Klarheit.
- Die Verwendung von symbolischen Repräsentationen und Simulationen sei mit Vorsicht zu gestalten: So sei das Problem der ‚Vergegenständlichung‘ bei der Verwendung von externen Repräsentationen und Computersimulationen ein ‚zweischneidiges Schwert‘.
- Die Betonung der Lenkung, Beratung und Anleitung durch den Lehrer sei, insbesondere in E-Learning-Umgebungen, in seiner Bedeutung bisher zu wenig beachtet.

2.5.2.2 *Situationistische Positionen (‚Heiße‘ Konzeptwechseltheorien)*

„Die Bedeutung eines Konzepts ist aus situationistischer Sicht nicht dem Konzept selbst inhärent, sondern wird durch den Kontext gestiftet, den eine wahrnehmende Person konstruiert, die auf das Konzept Bezug nimmt. Natürlich ist die dabei vorgenommene Kontextualisierung nicht beliebig; sie ist immer das Resultat einer Interaktion von Merkmalen der wahrnehmenden Person und wahrgenommenen *constraints* und *affordances* der Situation, in der die Kontextualisierung stattfindet. Vereinfacht könnte man auch sagen, dass sich die Bedeutung eines Konzeptes durch seinen Gebrauch ergibt“ (Stark 2003, 140).

Caravita & Halldén (1994) problematisieren die bisherigen Untersuchungen im Bereich Conceptual Change unter anderem unter dem Aspekt der fehlenden Berücksichtigung alternativer Kontextualisierungsmöglichkeiten. So seien die ‚falschen‘ Antworten beziehungsweise die Fehlvorstellungen der Befragten nicht zwingend ein Hinweis auf ‚Fehlkonzepte‘. Vielmehr könne ein anderer Interpretationskontext beziehungsweise ein anderer Anwendungskontext in Bezug auf die Aufgabenstellung zu unterschiedlichen Lösungsansätzen führen. Die beim Probanden zur Lösung des Problems zum Einsatz kommenden Konzepte orientierten sich somit mehr an der spezifischen Anwendungssituation denn an einer ‚absoluten‘ Vorstellungen über richtig oder falsch. Nach Stark (2003) ist es daher ratsam, sogar erforderlich, die Kontextualisierungsfrage explizit in die Wissensdiagnostik aufzunehmen. Dies könne zum Beispiel dadurch erfolgen, dass die Lernenden ihre Lösungen begründen müssten.

Saljö (1999) bringt einen weiteren interessanten Aspekt in die Diskussion. So problematisiert sie die mangelnde Berücksichtigung des kulturellen Kontextes bei dem Versuch, ein Konzept im Sinne eines Vorganges von Bedeutungszuschreibung zu beschreiben. Auf die Spitze getrieben: „Was aus kognitiver Perspektive ein Fehlkonzept ist, könnte man in diesem Sinne auch als Resultat von Machtverhältnissen interpretieren, die verhinderten, dass die betroffene Person an Diskursen partizipieren durfte, in denen das wissenschaftlich akzeptierte Konzept zum Einsatz kommt“ (Stark 2003, 141).

Caravita (2001) problematisiert den derzeitigen Diskussionsstand zusammenfassend: „The critical element that characterizes the theory of conceptual change and that justifies its narrower focus with respect to general learning theories may possibly be found in the paper by Vosniadou et al. in this volume, when they discuss the desirable outcomes of the theory: “(I should) provide description of the internal representations and processes that go on during cognitive activity and should also try to relate these internal representations to external variables that influence them.” *Representations* is the key-word and is a reference to theories of mind and of cognition in which these are defined as objects of study and cover an explanatory role in accounting for the processes. In my view, adherence to the theory of conceptual change can only be justified by acceptance of this broader theoretical frame” (Caravita 2001, 428f.).

2.5.3 Zusammenfassung und Diskussion

Aus den Fragestellungen, Forschungsarbeiten und Forschungsergebnissen, die unter dem Einfluss des Conceptual Change Paradigmas entstanden sind, schälen sich zunehmend deutlicher drei verschiedene Fragen- und Diskussionskomplexe heraus:

Was ändert sich, wenn Wissenserwerbsprozesse stattfinden?

Zunächst steht immer wieder die Frage im Raum, *was* sich verändert, oder im Zusammenhang damit, wie ‚*groß*‘ diese Veränderungen sind beziehungsweise in *welchem Ausmaß* oder *welcher Qualität* sich etwas ändert? Ändern sich Wissensinhalte oder Denkweisen, Konzepte oder Rahmentheorien und wie sind diese jeweils genauer operationalisiert? So werden Veränderungen in einem bestimmten ‚Ausmaß‘ beziehungsweise einer bestimmten ‚Qualität‘ festgestellt, und es stellt sich die Frage danach, wie dieses Ausmaß oder dessen Qualität begrifflich zu fassen sein könnte. „I agree with Limon when she points out the lack of precision that still exists in the terms used by scientists to define the nature of what the educational strategies aim to change“ (Caravita 2001, 421). Im Zusammenhang mit Fragen danach, was sich ändert, stehen auch Fragen danach, was, wenn neue ‚Konzepte‘ entstehen, mit ‚alten‘ Wissensinhalten geschieht. Bleiben sie bestehen und kommen sukzessiv zum Einsatz,

wenn sich ‚neue Konzepte‘ als tragfähiger erweisen? Oder existieren ‚alte‘ und ‚neue‘ Konzepte nebeneinander und kommen sie vielleicht in unterschiedlichen Situationen oder Kontexten zum Einsatz? Ob ‚Rahmentheorien‘ (Mähler 1999) und ‚mentale Modelle‘ (Vosniadou 1994a und b), ‚Ordnungen in Kategoriensystemen‘ (Chi 1992, zit. nach Stark 2003) oder schlicht ‚Konzepte‘ (Möller 1999), festzustehen scheint, dass sich mental etwas verändert, wenn ein Mensch Wissen erwirbt.

Wie lassen sich die Veränderungsprozesse beschreiben?

Ein weiterer Diskussionskomplex rankt sich um Fragen, die darauf abzielen zu beschreiben, welche *Veränderungsprozesse* stattfinden, beziehungsweise wie sich stattfindende Veränderungen beschreiben lassen? Geschieht eher ‚Wissenserweiterung‘ im Sinne von ‚Wachstum‘ oder eher ‚Wechsel‘ von einem ‚falschen‘ zu einem ‚richtigen‘ Konzept? Erfolgt also eine ‚Anreicherung‘ mit neuen Inhalten oder ein ‚Wandel‘ bestehender Inhalte/Theorien/Konzepte? Erfolgt eine mehr oder weniger fortlaufende ‚Wissensweiterentwicklung‘ und ‚Ausdifferenzierung‘ im Sinne eines kontinuierlichen Prozesses oder gibt es ‚qualitative Sprünge‘ im Sinne eines diskontinuierlichen Verlaufes? Oder ist es nicht vielmehr so, dass die unterschiedlichsten mentalen Prozesse in nahezu allen Individuen stattfinden und diese sich letztlich nur schwer im Sinne einer ‚Entweder-oder‘-Formulierung beschreiben lassen dürften? In diesem Bereich könnten sich meiner Ansicht nach sowohl inhaltspezifische Aspekte der jeweiligen Forschungsbemühungen abzeichnen, als auch Fragen der Erhebungsmethoden und nicht zuletzt der Längsschnittlichkeit einer Studie. Beobachtungen eines individuellen Lernprozesses über einen längeren Zeitraum, in der sich die Beschreibung unterschiedlicher ‚Qualitäten‘ von Wissenszunahme abbilden, wären hier vermutlich ein interessanter Zugang.

Unter welchen Bedingungen erfolgen Konzeptwechselprozesse?

Der dritte, für didaktische Fragestellungen wohl unmittelbar wesentlichste Forschungsbereich bezieht sich darauf zu untersuchen, welche Bedingungen und Strategien dazu geeignet sind, Veränderungen möglich oder wahrscheinlich zu machen. So wurde lange Zeit – ausgehend von Posner u.a. (1982) – die ‚Konfrontationsstrategie‘ als zielführend erachtet, inzwischen jedoch verschiedentlich auch kritisiert und erweitert (Limon 2001). Um den Umgang mit kognitiven Konflikten zielführender zu gestalten, schlägt Limon verschiedene Maßnahmen vor: Zum einen muss der kognitive Konflikt ‚bedeutungsvoll‘ für das jeweilige Individuum sein. Damit verweist sie ganz im Sinne der ‚Situationisten‘ auf die hohe Bedeutung von Motivation und Interesse. „To induce a meaningful cognitive conflict, students should be motivated and interested in the topic, activate their prior knowledge, have certain epistemological beliefs and adequate reasoning abilities to apply“ (a.a.O. 374). Weiterhin formuliert sie die hohe Bedeutung einer detaillierteren Beschreibung dessen, was das angestrebte Ergebnis eines intendierten Veränderungs-

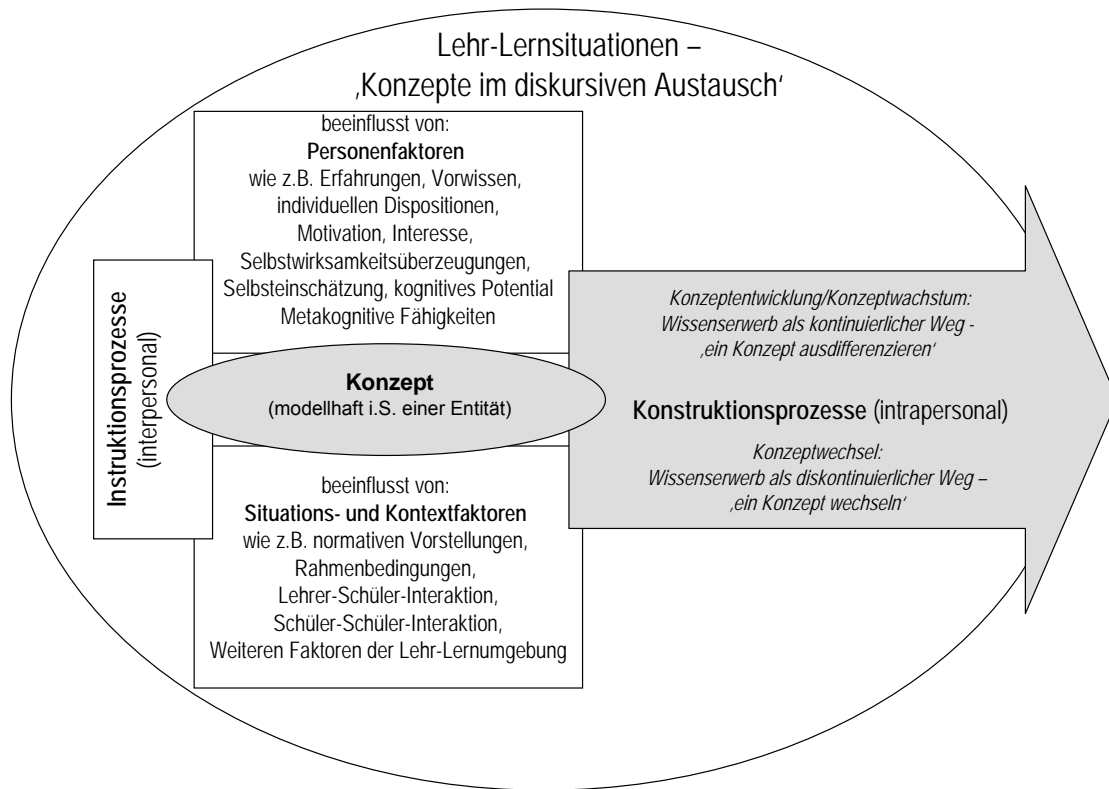
prozesses sei. So lässt sich ihrer Ansicht nach nicht zuletzt deshalb, weil die Verwendung der Termini zur Beschreibung von Conceptual Change so heterogen und keineswegs einheitlich erfolgt, kaum klar fassen, was jeweils der ‚Anfangs- und Endpunkt‘ des intendierten Lernprozesses war und *wo* demzufolge der kognitive Konflikt ansetzen und wirksam werden sollte. Als weiteren wesentlichen erschwerenden und bisher in der Conceptual-Change-Forschung zu wenig berücksichtigten Faktor für die Implementation von Strategien zur Förderung von Conceptual Change führt Limon die Bedeutung der Lehrkraft an. „In general, most of the analysis performed to evaluate the efficacy of conceptual change instructional strategies look at the learner but not at the teacher. Apart from the theoretical problems, it is important not to forget that the implementation of conceptual change instructional strategies takes place in a *real setting, the success of the implementation also depends on the teacher* “ (a.a.O. 376, Hervorhebung durch die Verf.).

Zusammenfassend betrachtet mutet die aktuelle Diskussionslage zum Conceptual Change Paradigma recht vielfältig und heterogen an. Probleme der mangelnden und unklaren theoretischen Fundierung werden angemahnt und die Weiterentwicklung erklärungs-mächtiger theoretischer Konzeptualisierungen als bedeutsam erachtet. Meiner Ansicht nach deutet sich unter Umständen auch eine Entwicklung an, in der eine unangemessene ‚Trivialisierung‘ des Conceptual Change Paradigmas erfolgt. So scheint ‚Conceptual Change‘ bisweilen nahezu als Synonym für Lern- oder Wissens-erweiterungsprozesse ganz allgemein verwendet zu werden, was das Risiko birgt, mangels eigener ‚Kontur‘ in der Fülle der Lehr-Lernforschung aufzugehen. Gelingt es jedoch der Conceptual-Change-Forschung, die Diskussion konstruktiv weiterzu-entwickeln, kann eine Konzeptualisierung erwachsen, die gleichermaßen kognitions- wie instruktionspsychologische Aspekte in sich vereint.²³ Dies könnte sich als hilfreich für die weitere Lehr-Lernforschung erweisen. Auch stellt sich die Entwicklung angemessener didaktischer Strategien für die Übertragung in den Anwendungskontext als große Aufgabe dar.

Da sich diese letzte Fragestellung unter didaktischen Gesichtspunkten und somit für diese Arbeit als wesentlich erweist, wird eine einfache Modellvorstellung zur Darstellung und Integration verschiedener Aspekte des Conceptual Change Paradigmas in Bezug auf die Lehr-Lernsituation entwickelt und erläutert.

²³ Zur Kritik der domänenspezifischen Ausrichtung in der Lehr-Lernforschung vgl. Beck 2000.

Abb. 1: Lehr-Lernsituationen – ‚Konzepte im diskursiven Austausch‘



Eine Lehr-Lernsituation wird hier als Feld betrachtet, in dem eine interaktionistische Dynamik stattfindet. Wissenserwerb wird als *intrapersonal* stattfindender mentaler Konstruktionsprozess verstanden, Instruktionsprozesse werden in einem interaktionistischen Sinne als *interpersonal* stattfindende Prozesse verstanden und verbinden damit in diesem Modell die Personenfaktoren mit den Situations- und Kontextfaktoren²⁴. Diese Situations- und Kontextfaktoren umfassen die räumlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen, die Peer-Group, Interaktionskompetenzen der Lehrkraft (beispielsweise auch deren Fähigkeit, eigene Konzepte zu reflektieren und in den Austausch zu bringen) und weitere Merkmale der Lehr-Lernumgebung, wie zum Beispiel der Einsatz von Repräsentationshilfen. Als Personenfaktoren gelten vor allem Erfahrungen, Vorwissen und individuelle Dispositionen, wie zum Beispiel Motivation, Interesse, Selbstwirksamkeitserwartungen, Selbsteinschätzung, Selbstregulation, kognitives Potential und metakognitive Fähigkeiten des Lerner. Im Zentrum der Modellvorstellung befindet sich idealtypisch vereinfacht ‚ein Konzept‘, modellhaft vorgestellt im Sinne einer Entität, das in seiner Entstehung und seinem weiteren Bestehen beeinflusst wird von *Personenfaktoren* einerseits und *Situations- und Kontextfaktoren* andererseits. Diese Faktoren sind vielfältig, durchaus unterschiedlich

²⁴ Prozesse der Selbstinstruktion werden als intrapersonal stattfindende Prozesse betrachtet, die ggf. auch durch ‚Instruktionen von außen‘ angestoßen werden können.

und können sich sowohl förderlich als auch hemmend auf Wissenserwerbs- und Konstruktionsprozesse auswirken. Die Beschreibung der horizontal dargestellten Achse umfasst die modellhaft vereinfachten ‚Ideal- oder Extrempositionen‘ zu Lernvorstellungen im Sinne des Conceptual Change Paradigmas. So verbinden sich mit dem Pfeil sowohl Vorstellungen, wonach sich Lernen in ‚qualitativen Sprüngen‘ (diskontinuierlich) vollzieht, wie auch Vorstellungen darüber, dass es sich bei dem Wissenserwerbsprozess um einen mehr oder weniger stetigen, ständig stattfindenden (kontinuierlichen) Prozess im Sinne von Erweiterung und Ausdifferenzierung handelt.

In diesem Modell wird von einem Lernprozess ausgegangen, in dessen Verlauf mehr oder weniger *fortwährend kleinere und größere Wandlungen* stattfinden. Lernergebnisse wären in diesem Verständnis immer ‚Zwischenergebnisse‘ auf einem Lernweg, der mehr oder weniger dynamisch verläuft. So kann Lernen grundsätzlich als kontinuierlicher Weiterentwicklungs- und Ausdifferenzierungsprozess verstanden werden, in dessen Verlauf ‚plötzliche‘ oder ‚überraschende‘ Einsichten erfolgen, die auch zu einem mehr oder minder radikalen ‚Wechsel‘ bisher bestehender Überzeugungen führen können. Dies entspricht einer Vorstellung von Lernen im Sinne einer mehr oder weniger kontinuierlichen ‚Weiterentwicklung‘ von Konzepten, wobei ‚qualitative Sprünge‘, (intuitive) Einsichten (vgl. Popp 2001) auch plötzlich, überraschend und von hoher Qualität sein können.²⁵ Die Bedeutung der Lehrkraft liegt in deren Aufgabe, sich – qua Rollenübernahme – für die Gestaltung von Lehr-Lernsituationen verantwortlich gemacht zu haben.

Dieses offene Modell erwiese sich möglicherweise bei der Planung von Lehr-Lernumgebungen unter einer sach-, kontext- und situationsspezifischen Perspektive als didaktisch praktikabel. Es könnte demgemäß ein hinreichend pragmatisches und ressourcenorientiertes theoretisches Modell für die Gestaltung erfahrungsoffener, methodenvielfältiger und angemessener strukturierter Lernumgebungen bilden, das sich in einem konstruktivistischen Sinne an Lernvorstellungen orientiert, ohne die Instruktionaufgabe zu vernachlässigen²⁶.

²⁵ Ebenfalls zu überlegen ist, inwieweit man auch davon ausgehen könnte, dass ‚naive Konzepte‘ weiterhin neben weiter ausdifferenzierten Konzepten existieren und je nach ‚Anwendungssituation‘ das eine oder anderen Konzept ‚zum Einsatz kommt‘.

²⁶ Bei der Diskussion dieser Thematik dürfte sich unter anderem auch die Frage danach stellen, wo die Verantwortung für den Lernprozess verortet wird. Während bei einem ‚instruktiven‘ Lehr-Lernverständnis die Verantwortung für Lernprozesse deutlich auch auf die Seite der Lehrkraft verweist, verortet ein konsequent konstruktivistisches Lehr-Lernverständnis die Verantwortung für Lernprozesse sehr klar auf die Seiten des Lerners. Für schulische Bildungsprozesse greift ein ‚rein konstruktivistisches Lernverständnis‘ daher meiner Ansicht nach zu kurz.

2.6 Handeln und die Veränderung von Konzepten

„Man kann darauf vertrauen, dass sich die Dinge ordnen, indem man sie praktisch handelnd in Angriff nimmt. Wenn man dabei die Augen offen hält, hat man auch einige Chancen, daß einem dies gelingt, denn, so haben wir es immer wieder gesagt: schon im Kontext des Handelns macht sich ein Streben nach der ‚Ordnung des Tuns‘ geltend“ (Aebli 1981, 83).

Aebli legt in seinem Alterswerk ‚Das Ordnen des Tuns‘ ein bedeutsames Fundament für den Handlungsbegriff und die darauf basierenden Zusammenhänge zwischen Handeln und Denken. Allerdings ist eine Erweiterung um die Diskussion zu Schülervorstellungen notwendig. Im Folgenden werden daher die für die Entwicklung von Konzepten relevanten Aspekte auf der Grundlage ausgewählter Aspekte der kognitiven Handlungstheorie²⁷ Aebli dargestellt. Daher erfolgt eine Anknüpfung an den Begriff der Schülervorstellungen.

Da bereits Aebli seine kognitive Handlungstheorie mit einer ausgefeilten Wissenstheorie verband, scheint es m.E. möglich, auf dieser Grundlage an die heutige Diskussion um Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive anzuknüpfen. Konstruktivistische Wissenserwerbtheorien (Gerstenmaier & Mandl 1995; Möller 2001a) betonen die Bedeutung von aktiven, selbstgesteuerten, kooperativen, reflexiven und situierten Prozessen zum Aufbau und der Erweiterung von Wissen. Die Rolle des Lerners ist es dabei, durch eine ‚innere Aktivität‘ einen aktiven Aufbau von Wissen selbstständig vorzunehmen.

Eine vereinfachende Fokussierung auf einen rein ‚inneren Prozess‘ beschreibt jedoch nur – einen zwar wesentlichen, aber doch nur – einen Teil des Prozesses. Zweifelsohne ist der Prozess der Wissenskonstruktion auf einer materiellen, physikalischen Ebene ein ‚innerer Prozess‘ in seiner reinsten Form. Doch erfolgt dieser wohl in einem fortwährenden Austausch mit Anregungen, Impulsen und vorgedeuteten Reizen aus der inneren und äußeren Realität. Zwar – so die konstruktivistische Argumentation – ist diese Realität bereits wahrnehmungsvermittelt und daher vorgedeutet, doch begegnet sie eben – gerade in ihrer vorgedeuteten Form der Person als eine zum (inneren und/oder äußeren) Handeln herausfordernde Situation – als Problem. Erschiene die innere und äußere Realität in ‚perfekter‘ Stimmigkeit, bestünde also keine Diskrepanz zwischen der vorgedeuteten äußeren Realität, deren Wahrnehmung und innerer Deutung und deren Abgleich mit einem irgendwie erwarteten Soll-Zustand, so entstünde (vermutlich) nicht die Notwendigkeit, eine Erweiterung, Ausdifferenzierung oder Vertiefung des ‚inneren

²⁷ Zum Vergleich: Giest stellt in einem knappen Übersichtsartikel eine tätigkeitstheoretische Perspektive in der Tradition Vygotskys der kognitiven Handlungstheorie Aebli gegenüber (Giest 2004).

Systems' vorzunehmen. Bestünde keine Diskrepanz, kein Konflikt, kein Problem, so müsste nicht ‚gelernt‘ werden.

Als Reaktion auf das bestehende Problem wird eine Person Maßnahmen zur Herstellung eines neuen Gleichgewichts (‚Äquilibration‘ bei Piaget) vornehmen²⁸, sie wird ‚innerlich‘ und/oder ‚äußerlich‘ handeln, sie wird Wissen erwerben, sie wird also lernen. Ausgangspunkt dabei ist eine Schwierigkeit, die gleichzeitig mit einer Zielvorstellung verknüpft ist, ein zu lösendes Problem sensu Aebli. ‚Werkzeug‘ sind dabei Handlungen. Diese sind im Sinne Aebli's „mehr als Fertigkeiten: es sind zielgerichtete, in ihrem inneren Aufbau verstandene Vollzüge, die ein fassbares Ergebnis erzeugen“ (1983/1993, 182). Handlungen manifestieren sich dabei in Abläufen, in Handlungsschemata. Diese weisen eine ihnen inhärente Struktur auf. Dabei kann sich ein Handlungsschema sowohl als effektive Handlung als auch als Handlungsvorstellung realisieren, wobei ein „blinder, unverständener“ Ablauf im Sinne Aebli's auch keine Handlung und kein Handlungsschema ist. ‚Neue‘ Handlungsschemata entstehen durch den Brückenschlag zwischen einem in der Vorstellung entstandenen Handlungsziel und den verfügbaren Möglichkeiten. Dazu werden Handlungselemente aus dem Repertoire des Handlungswissens abgerufen. Das Entstehen neuer ‚Handlungsvorstellungen‘ und damit im weiteren Verlauf neuer innerer Vorstellungen, abstrakter Handlungen (Operationen) und Begriffe geschieht über den Vorgang der ‚Verinnerlichung‘ und der damit verbundenen symbolischen Repräsentation.

Der Aufbau von ‚Weltwissen‘ (Aebli) findet somit in einem Prozess der zunehmenden Verinnerlichung, Symbolisierung und Systematisierung von Handlungsschemata statt. „So wird aus Handlungswissen Weltwissen. Im Zuge dieser Veränderung wandelt sich sowohl die Qualität des Wissens als auch die Betroffenheit des wissenden Menschen. Handlungswissen ist Verfügen über Handlungsschemata. Handlungsschemata sind Werkzeuge des Tuns. Handlungswissen ist also Wissen zum Tun und Wissen zu tun. Handlungswissen ist das Wissen eines potentiellen Aktors. Dieser stellt seine Handlungsschemata in den Dienst seiner Interessen und Bedürfnisse. Indem er sie handelnd einsetzt, engagiert er sich selber und partizipiert er verändernd und erleidend am Geschehen der Welt. Indem sich das Handlungswissen zum Weltwissen abbaut, reduziert sich das Engagement des Menschen. Das Wissen wird ‚objektiv‘. Es wird ‚systematisch‘“ (Aebli 1981/1994, 200).

²⁸ Inwieweit es Personen gibt, die über keinerlei *erkennbare* Strategien verfügen oder keine *erkennbaren* Anstrengungen unternehmen, diesen Gleichgewichtszustand – im Sinne einer grundlegenden anthropologischen Daseins- beziehungsweise Strebensdimension – herzustellen, darüber kann hier keine Aussage erfolgen.

Aebli betrachtet intensiv und detailliert den Prozess der Begriffsentwicklung und des Problemlösens. Die prädisponierende und ‚wahrnehmungsmittgestaltende‘ Funktion von bestehenden falschen Vorstellungen bei der Entwicklung neuen Wissens fließen allerdings nicht explizit in seine Arbeit ein. Eine Erweiterung in diese Richtung ist daher nötig.

Die unter 2.4 skizzierten Aussagen zu Schülervorstellungen zeigen, dass Schülerinnen und Schüler (auch Lehrerinnen und Lehrer) ‚falsche‘ Vorstellungen haben, von denen sie zum Teil nur schwer wieder abrücken. Diese bestehenden Vorstellungen erweisen sich zwar bis zu einem bestimmten Punkt als tragfähig, plausibel und daher ‚tauglich‘, doch im Sinne eines anzustrebenden, sachlich zutreffenderen Zielzustandes (zum Beispiel einem schulischen Lernziel), sollten diese ‚falschen‘ Vorstellungen aufgegeben werden können, um sachlich adäquateren Vorstellungen ‚Platz zu machen‘. Auf Grund der bisweilen ausgeprägten Tendenz bestehender Vorstellungen, in ihrem Zustand der ‚vermeintlichen‘ Sicherheit, des Gleichwichts zu verharren, dürfte dann allerdings auch die wiederholte Ausführung einer derartigen Handlung, ohne ein zusätzliches Korrektiv nicht zu einer sachlich angemesseneren Interpretation führen. Das ‚Gestört-Werden‘ im eigenen Handlungsvollzug, der innere oder äußere Widerspruch sind vonnöten, um eine ‚falsche innere Schleife‘ aufzugeben. Dieser Widerspruch kann beispielsweise dadurch zustande kommen, dass das Problem sich mit Hilfe der falschen Interpretation oder Einordnung nicht lösen lässt und dann ein ‚innerer‘ Auftrag für weitere Lösungsversuche erfolgt oder dadurch, dass tatsächlich Widerspruch von außen, zum Beispiel durch einen ‚Mitreiter‘ im Problemlöseprozess, erfolgt. Durch einen Partner im Lernprozess, zum Beispiel eine Lehrkraft, kann daneben ein sozial konstruktiver (Problemlöse-)Prozess entstehen.

Möller (2004b) knüpft die Bedeutung von Handlungen zur Unterstützung von Konzeptentwicklung an die Bedingungen für Konzeptwechselprozesse (vgl. Posner u.a. 1982, ‚dissatisfaction‘, ‚intelligible‘, ‚initially plausible‘, ‚fruitful‘), wonach

- Handlungen die Erkenntnis unterstützen, dass Konzepte Grenzen haben,
- Handlungen dazu beitragen, neue Konzepte verständlich zu machen,
- sich mit Hilfe von Handlungen Konzepte als glaubwürdig erleben lassen und
- durch Handlungen Konzepte als fruchtbar erfahren werden können.

Weiterhin haben Handlungen motivierende Wirkung und unterstützen das individuelle Denken durch handlungsbezogene Kognitionen in der Lerngruppe (a.a.O. 154ff.). Zudem betont Möller (übrigens ebenso wie Aebli) die Bedeutung der symbolischen Repräsentation in möglichst verschiedenen Symbolsystemen, wovon die Sprache für die

meisten Kinder m.E. zunächst das zentralste Symbolsystem sein dürfte. Möller bezieht sich auf Aebli, wenn sie schreibt „für die Entwicklung des Denkens ist das Handeln unabdingbar“ (Möller 2004b, 150). Zwar wird ihrer Ansicht nach eine Abwendung von den handlungsbezogenen kognitiven Theorien durch die entwicklungspsychologischen Befunde zur Bereichsspezifität von Wissen in komplexen Domänen unterstützt, doch verweist sie zur Untermauerung dessen lediglich auf Beispiele ‚falsch verstandener Handlungsorientierung‘, in denen eher ein vorwiegend ‚kindertümelnder Praktizismus‘ gepflegt wird als eine kognitiv-konstruktive Auseinandersetzung. Möglicherweise steht die von Möller ausgemachte Abwendung eher mit diesen ‚praktizistischen‘ Umsetzungsformen in Zusammenhang, als mit deren theoretischen Grundlagen.

Die Berücksichtigung wesentlicher Aspekte der kognitiven Handlungstheorie Aebli, in Verbindung mit der Sichtweise aktueller, konstruktivistischer Auffassungen von Wissenserwerbsprozessen kann zusammenfassend als solides theoretisches Fundament für die Gestaltung von Lernprozessen gelten, die sich zum Ziel setzen, Konzeptwechselprozesse zu ermöglichen.

Einen konkreten Ausdruck in der Unterrichtspraxis findet das ‚Handeln‘ im naturwissenschaftsbezogenen Unterricht unter anderem dann, wenn Schülerinnen und Schüler selbstständig Versuche durchführen und dies reflektierend begleitet wird.

2.7 Die Bedeutung von Versuchen und Experimenten

„Das Experimentieren im Unterricht und wiederum das selbständige Experimentieren gehört zu den wichtigsten unterrichtlichen Aktionsformen in der Grundschule, die dazu beitragen, daß die Schüler individualpsychologisch ‚angepasst‘ neue Begriffe und Sachverhalte erkennen“ (Bäumel 1979, 158).

Die zentrale Rolle des Experimentes im naturwissenschaftlichen Sachunterricht ist sicherlich unbestritten, wenn auch in den vergangenen Jahren Kritik insbesondere an der unterrichtlichen Umsetzung geäußert wurde (zum Beispiel Bauer 1984). Die Frage danach, inwiefern Grundschulkindern das (selbstständige) Experimentieren als zentrale naturwissenschaftliche Arbeitsweise umsetzen können, erfährt dabei eine aktuelle Bedeutung im Zusammenhang mit Fragen nach der Fähigkeit von Grundschulkindern, wissenschaftlich zu denken (Grygier u.a. 2003, 2004; Schrempf & Sodian 1999). Fragen nach der ‚Einbettung‘ von Experimenten in das komplexe Unterrichtsgeschehen spielen insbesondere im Zusammenhang mit ‚Handlungsorientierung‘ eine zentrale Rolle bei didaktischen Entscheidungen (Bäumel 1979; Bennedik 1985; Unglaube 1997; Hartinger 2003). Doch welche Rolle sollte diese Arbeitsweise im naturwissen-

schaftsbezogenen Sachunterricht eigentlich spielen und wie ist sie so einzubetten, dass intendierte Lernprozesse damit initiiert und unterstützt werden können?

Zur Annäherung an diese Fragen erfolgt zunächst eine kurze Erörterung der in diesem Zusammenhang verwendeten Begriffe. „Das Experiment ist die wichtigste empirische Methode der modernen Naturwissenschaft (...) Grundanforderungen, die an das Experiment gestellt werden, sind planmäßige Vorbereitung, Wiederholbarkeit zu beliebiger Zeit und an beliebigem Ort zum Zweck der Ausschaltung von Zufallsmomenten und im Sinne der allgemeinen Nachprüfbarkeit sowie die Variierbarkeit der Bedingungen des Experiments“ (Der große Brockhaus 1983, 295, zit. in Unglaube 1997, 226).

Nach Hartinger (2003) setzt damit ein Experiment eine Hypothese voraus, die mit Hilfe des Experimentes lediglich bestätigt oder abgelehnt werden soll. Im Unterschied dazu ist dies nicht unbedingt Sinn und Zweck eines Versuches. Ein Versuch kann stattdessen auch der Präsentation eines Sachverhaltes und der Veranschaulichung dienen. Unter Bezugnahme auf Schreier und dessen Analyse, dass es (bisher) nicht gelungen sei, das Experiment sinnvoll in den Sachunterricht zu übertragen, plädiert Hartinger dafür, im Sachunterricht lediglich von ‚Versuchen‘ zu sprechen.²⁹ Neben der Unterscheidung zwischen ‚Experiment‘ und ‚Versuch‘ differenziert er zwischen ‚Demonstrationsversuchen‘ (Lehrkraft als Hauptakteur) und ‚Schülerversuchen‘ (Schüler agieren selbstständig) und zwischen Versuchen mit ‚großen apparativen Aufwand‘ (zum Beispiel Messgeräte) und ‚Freihandversuchen‘ (zum Beispiel einfache Alltagsgegenstände oder Gebrauchsmaterial). Für den Sachunterricht der Grundschule dürften schwerpunktmäßig einfache Freihandversuche als Demonstrations- und als Schülerversuche eine Rolle spielen. Als Begründungen für den Einsatz von Versuchen stellt Hartinger insbesondere deren veranschaulichende und damit verständnisfördernde, motivierende, (natur)wissenschaftliches Denken unterstützende Funktion dar und die damit verbundene Möglichkeit, Erfahrungen von Kindern mit fachwissenschaftlichen Verfahren zu verknüpfen.

Wie auch immer die Begrifflichkeiten verwendet werden, festzustellen bleibt, dass das eigenständige Experimentieren durch die Schülerinnen und Schüler als wesentliche Säule eines potentiell qualitätshaltigen naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts gilt (GDSU 2002). Doch kann diese fast schon unhinterfragte Selbstverständlichkeit durchaus auch hinsichtlich ihrer möglichen Implikationen und Auswirkungen kritisch beleuchtet werden. Zwar ist mir für den Bereich des naturwissenschaftsbezogenen

²⁹ Bleichroth (1999, zit. nach Hopf 2004) plädiert für den Bereich des Physikunterrichts ebenfalls dafür, den Begriff Experiment dem Forschungskontext zu überlassen und im schulischen Kontext von Schulversuchen zu sprechen.

Sachunterrichts keine aktuelle Studie bekannt, in der die Bedeutung des Schülerexperiments für die Lehr-Lernprozesse explizit untersucht wurde (ausgenommen Studien der Möllergruppe, die diesen Aspekt implizit enthalten, vgl. 2.8), doch verweist Hopf (2004) in einer zusammenfassenden Analyse von Studien zur Effektivität von Schülerexperimenten im Physikunterricht der Sekundarstufe darauf, dass diesbezüglich durchaus widersprüchliche Ergebnisse sowohl hinsichtlich kognitiv-leistungsbezogener Merkmale wie auch nichtkognitiver Persönlichkeitsmerkmale vorliegen.

Lehrkräfte selbst verbinden mit dem Einsatz von Schülerexperimenten verschiedene Ziele. Hopf (2004) zitiert eine europäische Studie, in der die befragten Physiklehrkräfte der Sekundarstufe

- die Verbindung von Theorie und Praxis,
- das Erlernen experimenteller Fähigkeiten,
- das Kennenlernen von Methoden naturwissenschaftlichen Denkens,
- die Erhöhung der Motivation,
- die Weiterentwicklung der Persönlichkeit sowie sozialer Kompetenzen und
- die Bewertung von Leistungen

als Zieldimensionen für den Einsatz von Schülerexperimenten nannten. Schülerversuche sollen zwar selbstständiges Lernen und kooperatives Arbeiten fördern, kreatives Denken ermöglichen, Motivation und Interesse steigern, das Selbstvertrauen in ihre fachbezogenen Fähigkeiten steigern sowie problemlösendes Denken fördern – deren Wirksamkeit wird demnach außerordentlich hoch eingeschätzt – doch werden Schülerexperimente zumindest von Gymnasiallehrkräften vergleichsweise wenig im Unterricht eingesetzt. Dafür werden im Wesentlichen die folgenden Gründe verantwortlich gemacht:

- Schülerexperimente verursachen mitunter einen enormen Aufwand und
- Lehrkräfte sind in verschiedener Hinsicht unzufrieden mit den Ergebnissen von Schülerexperimenten. Häufig werden weder die Arbeitsweise der Jugendlichen noch die Lerneffekte von den Lehrkräften als günstig angesehen.

Inwieweit die genannten Aspekte für Sachunterrichtslehrkräfte ebenso oder sogar noch mehr gelten können, darüber kann bisher nur spekuliert werden. So verweist Bäuml (1979) darauf,

- dass die von ihr befragten Lehrkräfte die Durchführung von Schülerversuchen in Gruppenarbeit gegenüber Lehrerdemonstrationsversuchen bevorzugten und

- dass die Lehrkräfte die Notwendigkeit, die Lernvoraussetzungen der Schüler bei der Wahl des didaktischen Ortes für den Einsatz des Experimentes zu berücksichtigen, als verhältnismäßig gering einschätzen.

Allerdings ist mir bisher keine aktuelle Studie bekannt, die sich explizit mit der Wahrnehmung der Lehrkräfte von Schülerexperimenten im physikbezogenen Sachunterricht befasst.³⁰ Dass die Studien, die sich mit der Effektivität von Schülerexperimenten befassen, zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, dafür macht Hopf (a.a.O.) schwerpunktmäßig die Heterogenität von Vorstellungen im Zusammenhang mit Schülerexperimenten verantwortlich. Diese zeichneten sich unter anderem darin ab, dass unter dem Begriff ‚Schülerexperiment‘ im Zusammenhang mit Unterrichtsgestaltung eine Vielzahl von Herangehensweisen summiert wird, wobei das Vorverständnis kaum detailliert expliziert wird. Hopf resümiert: „Offenbar kommt es beim Einsatz von Schülerexperimenten nicht so sehr auf die Frage des ‚ob‘ an, vielmehr ist viel Sorgfalt auf die Ausgestaltung des ‚wie‘ durch die Lehrkraft zu verwenden. Ein Lösungsansatz besteht darin, dass, ausgehend von einer gründlichen Analyse der Ziele, für die ein Schülerexperiment eingesetzt werden soll, und die ja sehr unterschiedlich ausfallen können, jeweils passende Methoden auszuwählen sind, um das jeweils angestrebte Ziel im Physikunterricht zu erreichen“ (a.a.O. 4).

Dem dürfte auch für den physikbezogenen Sachunterricht nur hinzuzufügen sein, dass eine sachkompetente Organisation und Moderation der *Lernsituation* den Einsatz von Schülerversuchen sowohl rechtfertigt als auch erfordert. Dabei ist insbesondere darauf zu achten, dass das Experiment oder der Versuch nicht ausschließlich als motivierender Impulsgeber oder als Gelegenheit zum ‚Tun‘ betrachtet wird, sondern dass auf eine reflexionsintensive und diskursive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand geachtet wird. Wenn der Ausgangspunkt des Lernprozesses ein ‚reales‘ Problem oder eine ‚echte‘ Frage ist, könnten zwar bereits recht selbstverständlich entsprechende Lernprozesse stattfinden, jedoch dürften diese durch anregende, Impulse gebende und in

³⁰ In den von mir durchgeführten Interviews geben

- 14 der 20 befragten Lehrkräfte an, dass der Einsatz von Versuchen mit hohem Vorbereitungs- und Durchführungsaufwand verbunden ist,
- sechs Lehrkräfte erwähnen, dass der Einsatz von Versuchen unter Umständen zu erhöhter Unruhe im Unterricht führt,
- sechs Lehrkräfte geben an, dass der Einsatz von Versuchen eine entsprechende Sachkompetenz der Lehrkraft erfordert, die nicht immer gegeben ist und
- fünf Lehrkräfte denken, dass für den Einsatz von Versuchen zu wenig Zeit vorhanden ist.

Die von den Lehrkräften angeführten Überlegungen im Zusammenhang mit Versuchen im Unterricht dürften bisweilen auch im aktuellen Sachunterricht zu einem vom ‚Idealbild‘ abweichenden Unterrichtsverhalten führen. Eine eingehendere Analyse dieses Aspektes, der Probleme und Herausforderungen für Sachunterrichtslehrkräfte im Umgang mit Versuchen ist jedoch entgegen der ursprünglichen Planung nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Frage stellende Maßnahmen vermutlich eine deutliche Intensivierung erfahren. Wenn sich jedoch, wovon bei schulisch institutionalisiertem Lernen mehrheitlich auszugehen sein dürfte, eine naturwissenschaftsbezogene Lernsituation nicht aus ‚realen‘, ‚echten‘ Problemen von Kindern ergibt,³¹ sondern von einer Lehrkraft geplant, didaktisch strukturiert und damit ‚vorgegeben‘ ist, dann erweist es sich meiner Ansicht nach als wesentlich, in der ‚Lernsituation Experiment‘ darauf zu achten, dass entsprechende Denkprozesse initiiert, begleitet und im gemeinsamen Gespräch ausgetauscht werden.³² Eine situations- und kontextadäquate Umgangsweise mit Inhalten und beteiligten Personen im Sinne instruktorischer Unterstützung dürfte sich als wesentlich für die Unterstützung von Lernprozessen herausstellen.

2.8 Ergebnisse der Unterrichtsforschung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht

Die im Folgenden aufgeführten aktuellen empirischen Befunde verweisen auf bedeutsame Möglichkeiten zur Förderung und Stärkung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sachunterricht. Dabei wird im Folgenden auf vier Studien eingegangen, die die Umsetzung naturwissenschaftsbezogener oder technischer Inhalte im Klassenunterricht erprobt und Effekte auf verschiedenen Ebenen untersucht haben.

Aufbau und Vertiefung eines konzeptuellen Verständnisses zu Dichte und Auftrieb: Studien zum Schwimmen und Sinken

Unter der Perspektive einer konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernprozessforschung geht insbesondere die Forschungsgruppe um Kornelia Möller seit einigen Jahren Forschungsfragen nach, deren Bearbeitung unter anderem darauf abzielt, das inhaltspezifische naturwissenschaftliche Wissen von Grundschulkindern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht zu fördern. Zu diesem Zweck werden auf der Grundlage empirischer Ergebnisse zu Präkonzepten von Grundschulkindern insbesondere zum Inhaltsbereich ‚Schwimmen und Sinken‘ Gestaltungsangebote für Unterricht und Interventionsangebote für die Lehrerbildung erarbeitet und hinsichtlich ihrer Effekte untersucht. Die bisherigen Ergebnisse scheinen viel versprechend. So konnte in Studien zum ‚Schwimmen und Sinken‘ gezeigt werden, dass Grundschulkindern ein Basisverständnis zu den physikalischen Konzepten ‚Dichte‘ und ‚Auftrieb‘ erwerben können (Möller u.a. 2002; Jöns u.a. 2003).

³¹ Selbst wenn sich eine derartige Situation in der Klasse ergibt, dann ist es immer noch zunächst das Problem *eines* Kindes, das dann durch geeignete Maßnahmen zum Lernanlass für eine Lerngruppe werden kann.

³² Kritisch zu betrachten sind in diesem Zusammenhang allerdings ‚situationsorientierte Ansätze‘, die darauf vertrauen, dass allein durch das Bereitstellen von ‚Experimentiertischen‘ und ‚Forscherecken‘ intendierte Denkprozesse stattfinden.

Nach Einsiedler wird im Grundschulbereich häufig ein geringes Niveau der kognitiven Verarbeitung in stark selbstgesteuerten und wenig strukturierten Lernumgebungen kritisiert (Einsiedler, zit. nach Möller 2002). In der Schulstudie wurde daher überprüft, welchen Einfluss Strukturierung in einer konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebung auf den Verständniserwerb der physikalischen Konzepte ‚Dichte‘ und ‚Auftrieb‘ in Abhängigkeit von kognitiven Eingangsunterschieden hat. Unterrichtet wurden sechs dritte Klassen zum Thema „Wie kommt es, dass ein Schiff schwimmt?“. Beide Experimentalgruppen erhielten die Möglichkeit, durch geeignete Materialien, Aufgaben und Versuche Erfahrungen zu machen und Überlegungen zum Inhalt „Schwimmen und Sinken“ anzustellen. Davon erhielten drei Klassen gering strukturierten Unterricht. Der Unterricht ähnelte einem Werkstattangebot. Drei Klassen erhielten stärker strukturierten Unterricht. Die Strukturierung im Unterricht erfolgte nach Angabe der Autorinnen durch eine Sequenzierung des gesamten Angebots nach Teilfragen und durch häufigere und längere Klassengespräche, in denen die Lehrkraft verstärkt kognitiv strukturierende Gesprächshilfen einsetzte. „Sie (die Lehrkraft, Anmerkung der Verf.) hob zum Beispiel widersprüchliche oder wichtige Aussagen hervor, forderte Begründungen, Überprüfungen und Anwendungen ein, verdeutlichte Erklärungen, gab prozessbezogene Hilfen und wiederholt wichtige Zusammenfassungen“ (a.a.O., 181). Es zeigte sich, dass bei beiden Experimentalgruppen ein deutlicher Lerngewinn hinsichtlich eines Verständnisses der Auftriebskraft erzielt werden konnte. Dabei erwies sich ein stärker strukturiertes Lernangebot hinsichtlich des Abbaus von Fehlkonzepten sowie vor allem auch bei Kindern mit schwächeren Leistungsvoraussetzungen als deutlich überlegen. Auch hinsichtlich des Kriteriums der so genannten multikriterialen Zielerreichung (vgl. Blumberg u.a. 2003)³³ zeigte sich ein positiver Effekt im Aufbau von Motivation, Erfolgsszuversicht und dem Erleben von Kompetenz und Engagement bei den Kindern, die das entsprechende Experimentalgruppentreatment erhalten hatten. Dabei erfüllte die Lehr-Lernumgebung mit einem höheren Grad an Strukturierung die Zielsetzung besser als die Lehr-Lernumgebung mit einem geringeren Grad an Strukturierung. Die Autorinnen schließen: „Die Ergebnisse lassen vermuten, dass sich instruktive Anteile in konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebungen förderlich auf ein Lernen anspruchsvoller, hochstrukturierter Inhalte auswirken. Ein derart gestalteter naturwissenschaftsbezogener Unterricht bietet Grundschulern bei der Bearbeitung physikalischer Themenbereiche die Möglichkeit, nicht nur physikbezogenes Wissen und entsprechende Denkweisen aufzubauen, sondern auch gleichzeitig Lernzuversicht und Lernmotivation zu entwickeln, was sich insgesamt positiv auf eine weitere Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten an den

³³ Dabei geht es um die simultane Erreichung verschiedener Zielkriterien schulischen Lernens, wobei neben der Leistungssteigerung auch nicht leistungsbezogene Kriterien wie Interesse, Motivation, Selbstkonzept und Lernfreude berücksichtigt werden.

weiterführenden Schulen auswirken dürfte“ (a.a.O. 90). In einer Laborstudie konnten die Autorinnen zudem nachweisen, dass durch den Einsatz externer Repräsentationshilfen (Balkenwaage und Dichtematrix) das konzeptuelle Verständnis von Dichte und Auftrieb erhöht werden kann. So profitierten insbesondere vom Training mit der Balkenwaage Kindern mit günstigen und ungünstigen Lernvoraussetzungen. Die Autorinnen schließen mit der Schlussfolgerung, dass ein konzeptuelles Verständnis von physikalischen Inhalten wie Dichte und Auftrieb schon im Grundschulalter aufgebaut werden kann. Dabei wurde in beiden Studien deutlich, dass insbesondere Strukturierungselemente in Lehr-Lernumgebungen den Konzeptwechsel erleichtern, weil sie die Kinder dabei unterstützen, nicht belastbare Präkonzepte aufzugeben (Möller u.a. 2002).

Da diese Studien für die Entwicklung von Unterricht im naturwissenschaftlichen Sachunterricht wichtige Impulse geben können und gerade der Aspekt ‚Strukturierung‘ sich auch unter der Perspektive der Unterrichtsqualitätsforschung (Einsiedler 1997b, 1998, 2002b; Helmke & Weinert 1997; Helmke 2002, 2003) als wesentlich herausstellt, ist es bedauerlich, dass nicht konkreter darauf eingegangen wird, wie ‚Strukturierung‘ operationalisiert wird. Zwar liefert für interessierte Lehrkräfte das Materialangebot dazu hilfreiche Hinweise, doch wäre insbesondere auch unter Aspekten der Lehr-Lernforschung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht günstig zu erfahren, welche konkreten Strukturierungsmerkmale ein Unterricht aufweist, dem es gelingt, ein konzeptuelles Verständnis von physikalischen Begriffen aufzubauen.

Förderung des Problemlöseverhaltens im technikbezogenen Sachunterricht

Mit Aspekten des Problemlöseverhaltens befasst sich eine weitere Studie der Gruppe aus Münster. Christina Beinbrech (2005) widmete sich der Fragestellung, inwiefern das Ausmaß an Selbststeuerung beim Problemlösen die Förderung von Problemlöseverhalten unterstützt. In zwei Schulklassen mit unterschiedlichem Treatment – in einer der beiden Klassen war das Vorgehen während der Problemlöse- und der Reflexionsphase stärker fremdgesteuert – untersuchte sie über teilnehmende Beobachtungen eines Problemlöseprozesses die Auswirkungen des erfolgten Unterrichts auf ergebnis- und prozessbezogene Aspekte des Problemlöseverhaltens.

Beinbrech kommt zu dem Ergebnis, dass eine Lehr-Lernumgebung, die eine stärker selbstgesteuerte und handelnde Auseinandersetzung mit Problemen ermöglicht, dazu geeignet ist, die Förderung des Problemlösens zu unterstützen. Zwar ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der ergebnisorientierten Auswertung, doch insbesondere in der Auswertung des prozessbezogenen Aspektes ‚Flexibilität/Kreativität‘ zeigte sich, dass die Kinder der Experimentalgruppe (höheres Ausmaß an Selbststeuerung) signifikant häufiger neue Lösungsideen

entwickelten. Zudem wurde unter anderem die Gefahr von ‚falschen Analogiebildungen‘ und damit die Anwendung unreflektierten Wissens verringert. Allerdings verweist die Autorin auch auf die Bedeutung der unterstützenden Maßnahmen durch die Lehrkraft. So erfordert auch eine Lehr-Lernumgebung, die vielfältige Möglichkeiten zur selbstgesteuerten und handelnden Auseinandersetzung gewährt, die Auswahl und Darstellung der Probleme durch die Lehrkraft, die Sequenzierung der Unterrichtsreihe und weitere Lernhilfen beim Problemlösen.

Förderung der Persönlichkeitsentwicklung im Sachunterricht

Claudia Tenberge (2005; Möller & Tenberge 1997) geht in ihrer Studie der Frage nach, wie es im Sachunterricht gelingen kann, sowohl kognitive wie auch persönlichkeitsbezogene Ziele zu verwirklichen. Der Förderung des Fähigkeitsselbstkonzeptes und der Selbstwirksamkeitserwartung und das Erleben von Kompetenz und Autonomie in sozialer Eingebundenheit soll dabei in einem handlungsintensiven Lehr-Lernprozess mit einer Balance zwischen Selbst- und Fremdsteuerung erfolgen. Ausgehend von der Vorstellung, dass das Erreichen von Zielsetzungen im kognitiven, motivationalen sowie persönlichkeitsbezogenen Bereich durch handlungsintensive Lernformen gefördert werden kann, stellt sich die Frage danach, welche Auswirkungen das Ausmaß an Selbststeuerung auf die Persönlichkeitsentwicklung (beziehungsweise die im Zusammenhang damit stehenden Variablen) haben.

Tenberge kommt zu dem Ergebnis, dass „handlungsintensive Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht (...) erwartungsgemäß mit einer Steigerung des sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzeptes und der themenbeziehungsweise bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung einhergehen“ (2005, 226). Eine Steigerung des sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzeptes und der themen- beziehungsweise inhaltspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung durch einen stärker selbstgesteuerten Unterricht konnte nicht nachgewiesen werden. Auch Leistungsunterschiede zeichneten sich nicht ab. Eine Tendenz zur Überlegenheit des stärker selbstgesteuerten Unterrichts gegenüber dem stärker instruktiven Unterricht zeigte sich ebenfalls im Bereich der Interessenentwicklung (vgl. Hartinger 1997).

Interessant ist insbesondere die folgende Schlussfolgerung Tenberges: „Die Frage nach dem wünschenswerten Ausmaß an Selbststeuerung scheint sich weniger auf der Makroebene des Unterrichts als vielmehr auf der Mikroebene eines jeden Kindes beantworten zu lassen. Die Frage lautet dann nicht mehr, ob ein stärker selbstgesteuerter Unterricht einem stärker instruktiven Unterricht überlegen ist, sondern wo das sensible Ausmaß an angemessener instruktionaler Unterstützung für jedes einzelne Kind liegt, damit es weder über- noch unterfordert wird und sich dennoch als erfolgreich handelnd erleben kann“ (a.a.O. 230).

Dieses Zitat verweist auf zwei wesentliche Aspekte für die Gestaltung von Unterricht: Zum einen wird deutlich, dass *Instruktion* auf einer anderen Ebene liegt als die *Konstruktion* von Bedeutungen. So wird ein von außen sichtbares, für alle Schüler vergleichbares Instruktionsverhalten einer Lehrkraft von einem Kind als stärker instruktional konstruiert als von einem anderen Kind. Zum anderen verweist es auf die Bedeutung eines angemessenen Lehrerverhaltens in der spezifischen Lehr-Lernsituation mit einem spezifischen Kind und damit auf die Bedeutung einer *adäquaten Interaktion* in der *Situation*.

Vermittlung von Wissenschaftsverständnis

Der Vermittlung eines adäquaten Wissenschaftsverständnisses wird von verschiedenen Autoren ein hoher Stellenwert bei der erfolgreichen Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens zugeschrieben (vgl. Carey & Smith 1993; Sodian u.a. 2002; Grygier u.a. 2003, 2004). Für Schwierigkeiten im Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens werden in diesem Zusammenhang neben Mängeln im bereichsspezifischen Wissenserwerb insbesondere auch Defizite in der Überwindung bereichsübergreifender Verstehenshindernisse verantwortlich gemacht. So gehören zu einem naturwissenschaftlichen Weltbild auch adäquate Vorstellungen über ‚die Natur der Naturwissenschaften‘ (Nature of Science) und über das Zustandekommen und die Begründbarkeit naturwissenschaftlichen Wissens (Sodian u.a. 2002). Die auf die Förderung von „Wissenschaftsverständnis“ (im Sinne einer didaktischen Reduktion der Bezeichnung ‚Nature of Science‘) abzielenden Forschungsaktivitäten widmen sich daher der Untersuchung von bestehenden Schüler- und Lehrerepistemologien zum Charakter und Zustandekommen naturwissenschaftlichen Wissens, zu begrifflichen Voraussetzungen für Grundzüge wissenschaftstheoretischer Reflexionen (Schrempp & Sodian 1999) und zu Möglichkeiten, diese durch Unterrichtskonzepte (auf Seiten der Schüler) und Lehrerfortbildungen zu verändern.

So zeigten sich in einer Studie zur Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule (Sodian u.a. 2002; Grygier u.a. 2003, 2004) positive Trainingseffekte beim Aufbau eines inhaltsunabhängigen Wissenschaftsverständnisses durch eine kurzfristige curriculare Intervention. Im Rahmen dieser Studie wurde das intuitive Wissenschaftsverständnis von Grundschulern der 4. Jahrgangsstufe sowie Effekte einer kurzfristigen Intervention in einem Prä-Post-Vergleich mit einer Kontrollgruppe untersucht. Als Erhebungsinstrumente wurden das Natur-of-Science-Interview und eine Experimentieraufgabe eingesetzt. Die Intervention bestand in einer fünftägigen Unterrichtseinheit (fünf Doppelstunden an fünf aufeinander folgenden Tagen zum Thema „Warum geht der Brotteig auf?“).

Die Autoren berichten von folgenden Ergebnissen:

- Durch die Unterrichtseinheit mit wissenschaftstheoretischen Aspekten stieg der Anteil von Schülerinnen und Schüler, die ein implizites Verständnis des Testens von Theorien und Hypothesen und von Wissenschaft als Suchen nach Erklärungen für Phänomene aufwiesen (Sodian u.a. 2002, Grygier u.a. 2004).
- Es entstand ein tieferes Verständnis von Experimenten im Sinne einer gezielten Überprüfung von Hypothesen über Zusammenhänge. Dieser Effekt konnte im Interview als inhaltsunabhängig nachgewiesen werden (a.a.O.).

Die dargestellten Studien gehen in ihren jeweiligen Untersuchungsschwerpunkten auf recht unterschiedliche, aber für das Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht relevante Faktoren ein. Ihnen gemeinsam ist jeweils der Versuch, Förderung im Klassenverband beziehungsweise im Kontext des schulischen Lernens vorzunehmen und entsprechende Effekte zu untersuchen. Es zeigt sich, dass

- es durch entsprechende Maßnahmen in der Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen gelingen kann, sachlich tragfähige Konzepte im physikalischen Inhaltsbereich ‚Auftrieb in Wasser‘ aufzubauen.
- eine selbstgesteuerte und handelnde Auseinandersetzung mit Problemen dazu geeignet ist, die Förderung von Problemlöseverhalten zu unterstützen.
- eine simultane Erreichung von persönlichkeitsbezogenen sowie motivationalen und kognitiven Zielsetzungen durch handlungsintensive Lernformen ermöglicht werden kann. Dabei erweist sich das höhere Maß an Selbststeuerungsmöglichkeit allerdings nur für die Förderung des Interesses als überlegen.
- es möglich ist, inhaltsunspezifisch Wissenschaftsverständnis zu fördern.

Diese Befunde geben berechtigt Anlass zu Hoffnungen, dass das Lern- und Entwicklungspotential von Grundschulkindern im Zusammenhang mit naturwissenschaftsbezogenen Inhalten bisher nicht voll ausgeschöpft ist und eine Förderung von Maßnahmen zur Intensivierung auf fruchtbaren Boden fallen kann.

2.9 Fazit: Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologischen Verständnis als zentrales Prinzip naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts

Grundschul Kinder sind ausgestattet mit vielfältigen Möglichkeiten zum Erwerb von konzeptuellem, anschlussfähigem Wissen und nachhaltigen Kompetenzen im natur-

wissenschaftlichen Bereich. Lernangebote, die dazu beitragen wollen, entsprechendes Wissen und Kompetenzen aufzubauen, berücksichtigen dabei in besonderem Maße die Erfahrungen, Vorwissensfragmente und Vorstellungen, mit denen die Kinder die Lernsituation ‚betreten‘ und/oder die in der Lernsituation entstehen. Eine Orientierung an diesen Schülervorstellungen, naiven Theorien oder Konzepten gilt derzeit als wesentlich dafür, dass Lernprozesse stattfinden können. Diese Lernprozesse werden aktuell beschrieben als Konzeptwechselprozesse. Im Rahmen schulisch ‚inszenierten Lernens‘ ist zu überlegen, wie Lernangebote gestaltet sein sollten, dass Konzeptwechselprozesse möglich und wahrscheinlich werden.

Die Gestaltung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht ist ein differenziertes und anspruchsvolles Unterfangen. Aus den diskutierten theoretischen Überlegungen und Forschungsergebnissen lassen sich Konsequenzen für die Gestaltung von Lernumgebungen ableiten (vgl. hierzu u.a.: Carey 1985; Dubs 1995, 1997; Duit 1993a, 1995, 1996; Vosniadou u.a. 2001; Einsiedler 2002a und b; Jonen u.a. 2003; Möller 1997, 2002, 2004; Tenberge 2005; Beinbrech 2005). Die Orientierung an Schülervorstellungen auf der Grundlage einer kognitionspsychologischen Interpretation kann als wesentliches Prinzip für die Gestaltung naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts verstanden werden und wird daher im Folgenden näher erläutert.

Orientierung an Schülervorstellungen durch die Bereitstellung problemhaltiger, handlungsintensiver Herausforderungen

Ausgangspunkt für Lernprozesse im Sachunterricht können reale oder ‚inszenierte‘ Probleme sein, deren antizipierte Lösung so viel persönliche Relevanz für den Lerner besitzt, dass sich die Anstrengung zu lohnen scheint (Aebli 1985). Dabei „arbeitet (der Lehrer) die Problemstellung mit den Schülern sorgfältig aus, er stellt sie nicht einfach routinemäßig als ‚Zielangabe‘ an den Anfang der Lektion“ (Aebli 1985, 36). Bereits die Präsentation eines Phänomens kann potentiell einen problemhaltigen Charakter besitzen und somit Such- und Lernprozesse in Gang setzen (vgl. Wagenschein 1968/1999, 1990, 1995).

Zur Initiierung eines Prozesses, in dessen Verlauf die Lösung eines realen oder ‚didaktisierten‘ Problems bevorsteht, ist dabei die Einbeziehung und Explizierung der zum Einsatz kommenden mentalen Strategien von Beginn an bedeutsam. Die einem Phänomen innewohnende Tendenz beziehungsweise der mit der Konfrontation eines Problems einhergehende Auftrag, Such- und Lösungsstrategien zu entwickeln, kann als grundlegende menschliche Daseinsweise verstanden werden und erfordert daher für diese Arbeit zunächst keine weitere Begründung. Für das Nutzbarmachen desselben zur Inszenierung von institutionalisierten Bildungsprozessen bedarf es allerdings besonderer Überlegungen.

So ist bereits in der Auswahl und der Planung von potentiell relevanten Phänomenen beziehungsweise Problemen ‚didaktisches Denken‘ (vgl. Kahlert 2003) vonnöten. Die didaktische Angemessenheit eines Gegenstandes definiert sich dabei sowohl über den Pol der Passung an den Vorerfahrungen und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler als auch über die sachliche und fachliche Korrektheit und Einordnung der Lern-Sache in den Gesamtkanon der Inhalte. Ist die Auswahl des Gegenstandes erfolgt, beginnt die Planung der weiteren Vorgehensweise.

Es schließt sich die Auswahl und die Bereitstellung und Organisation von Material, Medien und Rahmenbedingungen an. Das ausgewählte Material, die bereitgestellten Aufgaben und die angebotenen Versuche sollten so gewählt sein, dass die Schülerinnen und Schüler in verschiedenen Situationen, unterschiedlichen sozialen Konstellationen und in vielfältigen Kontexten Erfahrungen sammeln, Beobachtungen machen, handelnd aktiv werden und sich austauschen können. Dabei ist darauf zu achten, dass „auf jede praktische Handlung (...) eine Phase der Reflexion erfolgen“ muss (Aebli 1983/1993, 233). Gemeinsam zu bewältigende Problemlöseaufgaben oder die Aufgabe, etwas konstruktiv zu lösen und herzustellen, erhöhen vermutlich noch die Aktivierung lernrelevanter mentaler Mechanismen.

Die Bereitstellung problemhaltiger, handlungsintensiver Herausforderungen und die situations- und kontextadäquate Berücksichtigung von Lerner-Vorstellungen können als wesentliche Maßnahmenbündel für die Gestaltung von Wissenserwerbsprozessen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht gelten.

Orientierung an Schülervorstellungen durch Strukturierung

Planung und Strukturierung durch die Lehrkraft soll der Komplexitätsreduktion in anspruchsvollen Lernumgebungen dienen. Eine angemessene Balance zwischen Strukturierung und Selbststeuerung gilt dabei gerade auch für den Grundschulbereich als wesentlich (vgl. Möller 2004a). Da Strukturierung als essentieller Indikator für potentiell qualitätshaltigen Unterricht gilt, werde ich im Folgenden versuchen, das potentielle Bedeutungsumfeld des Begriffs im Zusammenhang mit Unterrichtsgeschehen näher zu beleuchten. Dabei wird zunächst zwischen Strukturiertheit und Strukturierung unterschieden.

Unter Strukturiertheit kann in einem didaktischen Zusammenhang die Zuschreibung einer Eigenschaft auf Personen und Objekte verstanden werden, die mit dieser Eigenschaft näher beschrieben werden können.

So kann sich Strukturiertheit unter anderem zeigen in

- der ‚Eigen-Struktur‘³⁴ einer Lern-Sache,
- der ‚Eigen-Struktur‘, mit der eine beteiligte Person der Lernsache gegenüber auftritt, wie zum Beispiel die Strukturiertheit der eigenen Gedanken,
- der Strukturiertheit der Rahmenbedingungen in der Lehr-Lernsituation,

Strukturiertheit in diesen verschiedenen Aspekten kann daher als Voraussetzung für Maßnahmen gelten, die der Strukturierung dienen. Strukturierung steht dann für ein Prinzip, dem

- klare und relativ eindeutig nachvollziehbare Gedanken und Prozesse zu Grunde liegen,
- das sich in nachvollziehbaren und überschaubaren Verhaltensweisen und einer überschaubaren Gestaltung des Rahmens und des Lernkontextes äußert.

Strukturiertes Vorgehen in der Planung, Gestaltung und Reflexion von Lehr-Lernprozessen bezieht sich dann unter anderem auf

- die Berücksichtigung empirischer Befunde zu Schülervorstellungen,
- das Beachten der zu Grunde liegenden fachlichen Struktur bei der Auswahl von Lerngegenständen,
- das Gewährleisten einer strukturierten Vorgehensweise bei der Lösung eines Problems,
- das Bereitstellen eines wohl strukturierten organisatorischen und materiellen Rahmens zur Ermöglichung selbstgesteuerter Lernprozesse,
- die strukturierte Einführung in Arbeitsweisen und Methoden,
- das strukturierte Vortragen, Visualisieren und Präsentieren von Inhalten,
- das strukturierende Moderieren von Diskussionen und Gesprächsrunden,
- das laute, selbstverbalisierende Reflektieren der Lehrkraft im Sinne eines Modells für mentale Strukturierungsakte.

³⁴ Zwar kann auch die ‚Eigen-Struktur‘ einer Sache als eine zugeschriebene Struktur gelten, welche aber doch auch auf einer im intersubjektiven Konsens entstandenen Vereinbarung über den Gegenstand besteht und daher als Eigen-Struktur gelten kann.

Für die Moderation von Verhaltensweisen und Gesprächen mit dem Ziel des Gewährens von Unterstützung durch und zur Strukturierung kann

- die modellhafte Strukturierung mentaler Prozesse von anderen,
- der moderierende Austausch mentaler Prozesse durch die zusammenfassende Spiegelung der Gedanken eines anderen hilfreiche Strukturierung bieten.

Planung und Strukturierung³⁵ verweisen daher sowohl auf intrapersonale wie auch interaktionistische Kompetenzen und meinen dann in Bezug auf die Gestaltung von Lehr-Lernsituationen die Fähigkeit, sowohl sich selbst und seine situations- und sachbezogenen Gedanken zu ordnen als auch die Notwendigkeit, den äußeren Rahmen und die darin eingewobenen Gedanken und Verhaltensweisen der Beteiligten jedes Mal aufs Neue ‚in Ordnung zu bringen‘.

Orientierung an Schülervorstellungen durch situations- und kontextadäquates Instruktionsverhalten zur Ermöglichung von mentalen Konstruktionsprozessen

„Wir müssen aber davon ausgehen, dass Lernen immer nach den Annahmen des Konstruktivismus, also konstruktiv beziehungsweise rekonstruktiv, erfolgt, und zwar auch dann, wenn die Lernumgebung eine nicht-konstruktivistische ist“ (Müller 2004, 71). Mit anderen Worten: Nicht die Lernumgebung ist konstruktivistisch, sondern der Lernprozess, der im Individuum, also intrapersonal stattfindet. Lehren dagegen und damit die Gestaltung einer Lehr-Lernumgebung ist ein interpersonales und damit interaktionistisches Geschehen, in dessen Verlauf instruktionale Elemente eine (große) Rolle spielen. Die Qualität der Lehr-Lernumgebung und deren Einbettung in das sonstige interaktionistische Feld ist daher von großer Bedeutung (vgl. Müller 2001).

In ihrer Eingebundenheit in institutionalisierte Lehr-Lernprozesse verweist die Bedeutung einer Orientierung an Schülervorstellungen auf das interaktionistische und somit notwendigerweise auch instruktionale Geschehen von Unterricht. Während die

³⁵ Für die Planung und Durchführung naturwissenschaftsbezogener Sachunterrichtsstunden wird bisweilen eine Orientierung an einem ‚problemorientierten Artikulationsmodell‘ vorgeschlagen (vgl. zum Beispiel (Maras u.a. 2005). Dabei handelt sich m.E. um den Versuch, im Nachvollzug eines naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses diesen Prozess selbst in einem Artikulationsmodell auf die Ablauf-Strukturierung von Unterricht zu übertragen. Ein intrapersonaler Prozess der Konstruktion von Wissen und Einsicht wird damit in seiner Struktur übertragen auf die Gestaltung eines interpersonalen Prozesses (Unterricht) und als ‚Empfehlung‘ für die Gestaltung von Unterricht weitergegeben. Meiner Ansicht nach liegt in dieser Übertragung eines Erkenntnis- beziehungsweise Problemlöseprozesses auf die Gestaltung eines Lehr-Lernprozesses ein Kategorisierungsfehler vor. Die Orientierung an einem ‚typischen‘ Artikulationsschema, das in Anlehnung an den naturwissenschaftlichen Arbeits- und Erkenntnisprozess entwickelt wurde, wird damit als eine ‚Lernhilfe‘ für den Konstruktionsprozess der Schülerinnen und Schüler betrachtet. Dabei unterliegt die Gestaltung des interaktionistischen Geschehens Unterricht anderen Bedingungen und Einflussfaktoren wie ein intraindividueller Problemlöse- und Konstruktionsprozess, dessen Verlauf deutlich weniger planbar, in Phasen einteilbar und kalkulierbar ist.

Konstruktion von Wissen als intrapersonaler Akt auf die entscheidende Bedeutung der Selbstverantwortung für Lernen verweist, gilt es gleichermaßen, die Verantwortung dessen zu beleuchten, der qua Rollenzuschreibung und Rollenübernahme in der Verantwortung für die Bereitstellung von Lerngelegenheiten und für die Begleitung von Lernprozessen ist. Die Lehrkraft und deren Aufgabe der instruktionalen Unterstützung werden daher herausgehoben.

Die Fähigkeiten der Lehrkraft, Inhalte, Strategien und Methoden auszuwählen und zu entscheiden und diese Auswahl und Entscheidung angemessen fachlich und pädagogisch zu begründen, erweisen sich als wesentlich. Die Kenntnis der Sache, ebenso wie die Kenntnis und der kompetente Umgang mit den Rahmenbedingungen ermöglichen eine angemessene Fokussierung auf bildungsrelevante Inhalte. Das Bündel von Maßnahmen, die eine Lehrkraft ergreift, um Lehr-Lernprozesse zu initiieren, zu begleiten, zu moderieren und zu reflektieren, umfasst somit

- die Auswahl und Begründung von Lerninhalten,
- die Planung, Sequenzierung und Strukturierung der Teilaspekte,
- die Planung und Organisation von Lerngelegenheiten,
- die kompetente strukturierende Moderation der Kommunikations- und Präsentationsprozesse und damit der angemessene Einsatz von situations- und kontextadäquatem Instruktionsverhalten,
- die resümierende, reflektierende und zur Weiterarbeit anregende Einordnung der bearbeiteten Inhalte in einen größeren Kontext und
- die Reflexion und Weiterentwicklung von erlebten Lehr-Lernprozessen.

Sowohl in der Auswahl und Festlegung des Lerngegenstandes wie auch in der Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Durchdringung, ‚Nach-Forschung‘ und Bearbeitung erweist sich immer wieder das helfende, nachfragende, ‚er-klärende‘ Gespräch darüber, was zu tun ist und getan wird, was zu sehen ist und weiter zu unternehmen ist, welche Vorstellungen dazu entstehen, als wesentlich (vgl. Tiehl 1985, Wagenschein 1969/2005). Sich selbst zu vergegenwärtigen, was gerade gedacht und getan wird, sich darüber auszutauschen, sich seiner eigenen bestehenden und entstehenden Vorstellungen bewusst zu werden und diese in den Austausch mit anderen zu bringen, das sind im Wesentlichen entscheidende mental-konstruktive Prozesse zum Aufbau von Verstehen. Kommunikation und diskursive Auseinandersetzung leisten dabei unerlässliche Beiträge zur Bereicherung und Vertiefung von Konstruktionsprozessen. Dabei geht es um ein Gesprächsverhalten, das so viel sachliche und subjektive Relevanz beinhaltet, dass aktive Konstruktionsprozesse stattfinden können. Meyer (2004) spricht in diesem Zusammenhang von ‚sinnstiftendem Kommunizieren‘.

Sinnstiftende Kommunikation wird ermöglicht, indem die Lehrkraft Gespräche moderiert und selbst als Gesprächspartnerin zur Verfügung steht. Die Aufgabe der Lehrkraft ist es dabei, mit geeigneten Ideen, Anregungen und Beiträgen zur Weiterführung individueller Denkprozesse und zum Aufbau und zur Vertiefung von inhaltsangemessenen Vorstellungen beizutragen³⁶. Dies verweist wiederum auf die komplexe Aufgabe, die darin steckt, sich für die Gestaltung von Lehr-Lernprozessen verantwortlich gemacht zu haben.

Orientierung an Schülervorstellungen durch die Erarbeitung und Nutzung inhaltspezifischer, versuchsgestützter Argumentationshilfen

Mitunter wird es jedoch nicht ausreichen, auf generelle Unterrichtsstrategien zu verweisen oder allgemeine Empfehlungen zur Veränderung von Vorstellungen, wie zum Beispiel ‚in Frage stellen‘, ‚konfrontieren‘ oder ‚sinnstiftend kommunizieren‘ zu geben (vgl. auch Einsiedler 2002).

Da gewisse Alltagsvorstellungen außerordentlich plausibel sind und der Aufbau einer physikalisch zutreffenden Vorstellung in besonderem Maße physikalisches Sachwissen erfordert, schlägt Wiesner (1995b) eine Vorgehensweise vor, die auf folgender Grundüberlegung beruht: Auf der Grundlage empirischer Befunde zu Schülervorstellungen sind zu ausgewählten physikbezogenen Unterrichtsinhalten gezielte, versuchsgestützte Argumentationshilfen zu erarbeiten, die den Aufbau richtiger Konzepte ermöglichen. Von Seiten der Lehrkraft erfordert dies ein didaktisch wohlüberlegtes, strukturiertes und ‚geführtes‘ Vorgehen im Unterricht.

Das folgende Beispiel illustriert die Idee: (Nicht nur) Grundschul Kinder äußern sich – zum Aufbau eines einfachen Stromkreises befragt – in einer Weise, die darauf schließen lässt, dass sie über die Vorstellung verfügen, Elektrizität fließe von beiden Seiten zu einem Lämpchen hin (so genannte ‚Zweizuführungsvorstellung‘, vgl. Wiesner 1994, 1995b) und das Lämpchen ‚verbrauche‘ Strom. Diese Vorstellungen erweisen sich als derart plausibel, dass selbst Kinder, die sich zunächst im Sinne einer ‚Stromkreisvorstellung‘ äußerten, nach Gesprächen zur (falschen!) ‚Zweizuführungsvorstellung‘ wechselten. Nach Wiesner lässt sich dies nur entkräften, indem inhaltspezifische Argumentationshilfen zur Verfügung gestellt werden, die gute Argumente für die Übernahme einer sachlich zutreffenden Vorstellung liefern. Im Fall der Zweizuführungsvorstellung ist das der Magnetenversuch zum Aufbau der Stromkreisvorstellung. Zur Demonstration schlägt Wiesner daher ein Unterrichtskonzept vor, das

³⁶ Lehrer: „Darf ich ein wenig helfen?“ Robby: „Aber nur ein bisschen, nur ganz wenig, sonst macht’s keinen Spaß. Sie wissen es ja, aber wir kriegen es schon raus.“ (Wagenschein 1969/2005, 10). Um das richtige Maß an Hilfe für Robby – sinnstiftend, ohne belehrend zu sein – dürfte es im Gespräch zwischen ihm, den Mitschülern und dem Lehrer in der Situation also gehen.

darauf rekurriert, dass mit Hilfe der beobachtbaren magnetischen Wirkung fließender Elektrizität die Akzeptanz der Stromkreisvorstellung erreicht werden kann. Folgende Argumentationskette lässt sich mit Hilfe einer geeigneten Versuchsplanung und strukturierten Versuchsdurchführung und -auswertung für Grundschul Kinder herstellen:

- Wird ein Draht von Elektrizität durchflossen, dann wird eine Kompassnadel abgelenkt. Um fließende Elektrizität gibt es also eine magnetische Wirkung.
- Ein stärker beziehungsweise schwächer leuchtendes Lämpchen zeigt an, dass die magnetische Wirkung stärker/schwächer ist, wenn mehr/weniger Elektrizität fließt. Fließt weniger Elektrizität durch den Draht, ist die magnetische Wirkung schwächer. Fließt mehr Elektrizität durch den Draht, ist die magnetische Wirkung stärker.
- In einem geschlossenen Stromkreis kann durch das Umpolen die Flussrichtung der Elektrizität geändert werden. Die Kompassnadeln vor und hinter dem Lämpchen schlagen dann in die andere Richtung aus.
- Schlussfolgerungen: Die Elektrizität fließt im Kreis: von der Batterie zum Lämpchen und von dort wieder zur Batterie. Die Flussrichtung ändert sich, wenn die Anschlüsse an der Batterie vertauscht werden. Da die Kompassnadel vor und hinter dem Lämpchen gleich weit ausschlägt, ist auch die Menge der fließenden Elektrizität überall in einem geschlossenen Stromkreis gleich.

Die Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologischen Verständnis erfordert eine, am jeweiligen Phänomen und den damit in Verbindung stehenden gedanklichen Konzepten orientierte Bearbeitung physikalischer Inhalte. Dabei dürfte gerade das Maß an Abstraktion (verstanden als Loslösung von den unmittelbaren Erfahrungen mit dem Phänomen zum Zwecke des Problemlösens) sinnvoll und hilfreich sein, das sich über das Suchen und Finden geeigneter Formulierungen rankt, mit deren Hilfe man sich über seine eigenen Vorstellungen mit anderen austauschen kann.

Zusammenfassend lässt sich somit formulieren, dass die Berücksichtigung von Lerner-Vorstellungen am weit reichendsten in einem Unterricht gelingen dürfte, der in erster Linie der Berücksichtigung von individuellen Reflexionsprozessen Aufmerksamkeit schenkt. Damit kommt dem Prinzip der Orientierung an Schülervorstellung auch eine diagnostische Bedeutung zu. Wenn Vorstellungen und Denkprozesse bewusst wahrgenommen, bewusst gemacht und selbst wiederum zum Gegenstand von Reflexion gemacht werden, dürfte dies daneben den Erwerb von Problemlösestrategien und damit dem Aufbau von Selbstständigkeit im Lernprozess dienen. Die Berücksichtigung von Lerner-Vorstellungen erfolgt daher am konsequentesten in einem Unterricht, dessen

Hauptfokus auf einer intensiven Orientierung an Reflexionsprozessen und metareflexiven Prozessen der Beteiligten liegt. Das zentrale und daher meiner Ansicht nach übergeordnete Prinzip des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts sollte demzufolge das der Reflexionsorientierung und damit der Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologisch fundierten Verständnis sein. Dies scheint mir das Prinzip zu sein, das klar auf den angestrebten intrapersonalen Prozess der Wissenskonstruktion und damit den Erwerb von Handlungskompetenz fokussiert. Alle anderen Unterrichtsprinzipien stehen demgegenüber in einer ‚dienenden‘ Funktion.

Die Berücksichtigung von Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologischen Verständnis lässt sich auf diese Weise nicht festlegen auf einen definierten didaktischen Ort im Unterrichtsgeschehen, auch nicht auf mehr oder weniger isolierte Angebote von Einzelmaßnahmen wie zum Beispiel das Bilden von Analogien und Modellen. Vielmehr lässt es sich wohl am besten als grundlegendes Prinzip für die Planung und Gestaltung von Unterricht verstehen. Inwieweit dabei allgemeine didaktische Empfehlungen gegeben werden können, die an geeigneten Stellen durch gezielte, inhaltspezifische Argumentationshilfen ergänzt werden müssen, wird in Zukunft weiter zu untersuchen sein.

3 Interventionsansatz: Unterrichtsentwicklung durch Lehrerfortbildung

Im zweiten Kapitel der Arbeit wurden Ziele für naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht formuliert und daraus resultierende Aufgaben von Sachunterrichtslehrkräften aufgezeigt. In den folgenden Kapiteln drei und vier wird die Konzeption einer Interventionsmaßnahme mit dem Ziel der Förderung von Unterrichtsqualität theoretisch begründet und eingeordnet. Zunächst wird die Bedeutung der Lehrerexpertise für die Entwicklung von Unterrichtsqualität herausgearbeitet. Dazu erfolgt die unmittelbare Bezugnahme auf die Lehrkraft, deren fachspezifisch-pädagogisches Wissen, deren subjektive Theorien und deren (Handlungs)Kompetenzen.³⁷ Eine begriffliche Annäherung an die Konstrukte ‚handlungsleitende Lehrerkognitionen‘ und ‚subjektive Theorien‘³⁸, sowie die Bedeutung dieser ‚subjektiven Theorien‘ für das Unterrichtshandeln werden erörtert. Dabei wird das Konstrukt ‚subjektive Theorien‘ verbunden mit der Diskussion um (Unterrichts)Skripts. Im Anschluss daran wird ein heuristisches Modell entwickelt, in dem die vorgestellten theoretischen Diskussionsstränge um komplexe Lehrerkognitionen zusammengefasst werden. Daraus leitet sich die Entwicklung eines integrativen Konzeptes für eine bereichsspezifische Lehrerfortbildung ab (Kap. 4). Das Fortbildungskonzept zum Aufbau von fachdidaktischer Expertise und dessen Realisierung werden beschrieben (Kap. 5).

3.1 Wissen und Kompetenzen und die Bedeutung von Lehrerexpertise für die Unterrichtsqualität

„Entscheidende Bedingungen für einen bildungswirksamen Sachunterricht sind die didaktischen, methodischen und fachlichen Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern, die Sachunterricht vorbereiten, durchführen und analysieren“ (GDSU 2002, 29).

Das einleitende Zitat verweist auf die zentrale Bedeutung der Lehrerkompetenzen für die Gestaltung von Sachunterricht. Dies wird im Folgenden genauer ausgeführt. In Anbindung an die Diskussion um den Professionalisierungsbegriff in der Bildungs- und Lehrerforschung (Combe & Helsper 1996; 2002, Helsper 2004; Reh 2004) widmete

³⁷ Herzig (2004, 581) verweist auf die wissenschaftstheoretische Problemlage im Umgang mit dem Kompetenzbegriff. So sei Kompetenz zum einen empirisch nicht unmittelbar zugänglich, sondern nur beobachtbare Performanz. Kompetenzen seien somit zunächst Handlungsdispositionen. Zum andern sei das Kompetenzkonstrukt zielbezogen und nicht prozessbezogen angelegt und daher sage es nichts über den Erwerb von Kompetenzen aus.

³⁸ Ein Hinweis zum Gebrauch der Rechtschreibung in dieser Arbeit: Im weiteren Textverlauf wird im Terminus ‚Subjektive Theorien‘ das Adjektiv entgegen der Gebräuchlichkeit im Forschungsprogramm Subjektive Theorien kleingeschrieben.

sich in den letzten Jahren eine Reihe von Veröffentlichungen dem Begriff der Lehrerkompetenzen und dem Versuch einer inhaltlicher Füllung derselben (Terhart 2000; Bayer u.a. 2001; Oser & Oelkers 2001; Carle 2002). Es erfolgten Versuche zur Annäherung an die Begrifflichkeit³⁹ (Terhart 2000; Carle 2002), es entstanden Kompetenzmodelle (Arning 2000) und Listen dazu, welche Kompetenzen Lehrerinnen und Lehrer erwerben oder über welche sie verfügen sollten (Carle 2002; Oser & Oelkers 2001 als ‚Standards‘). Dabei wird der Kompetenzbegriff in der Regel in enger Anlehnung an den Wissensbegriff diskutiert. Als Grundlagen der Lehrerkompetenz gibt Terhart (2000)

- wissenschaftlich fundiertes Wissen (deklarativ, prozedural und metakognitiv),
- flexibel anwendbare Routinen⁴⁰,

³⁹ „Mit dem Begriff ‚Kompetenz‘ bezeichnet die Kommission das Verfügen über Wissensbestände, Handlungsrouninen und Reflexionsformen, die aus Sicht einschlägiger Professionen und wissenschaftlicher Disziplinen zweck- und situationsangemessenes Handeln gestatten“ (Terhart 2000, 54).

⁴⁰ Mit Bezugnahme auf Terhart erfolgt auch eine Bezugnahme auf den von ihm verwendeten Begriff der *Routinen* (Terhart 2000, 2001). Dieser Begriff erweist sich im Zusammenhang mit Lehrerkompetenzen als diskussionswürdig, daher ist an dieser Stelle etwas genauer darauf einzugehen. Terhart erachtet „den Aufbau und die Modifikation von Routinen“ (2000, 56) als eine Grundlage für das Lösen unterrichtlicher oder schulischer Probleme. Zwar verweist auch er darauf, dass diese Routinen ‚situativ flexibel anwendbar‘ sein sollten, dennoch ist der Begriff der Routine im Zusammenhang mit der Entwicklung einer Zieldimension kritisch beleuchten. Inwieweit Lehrkräfte Handlungsrouninen aufbauen sollten, um in ihrem komplexen Handlungsfeld situationsangemessen agieren zu können, und welche Handlungsrouninen dazu angemessen scheinen, dürfte nicht zuletzt eine Frage der zu Grunde gelegten Zielvorstellungen sein und diese wiederum lassen sich auch theoretisch durchaus unterschiedlich fassen. „Erziehen ist situationsspezifisch, Theorien sind es aber nicht“ (Patry & Gastager 2002, 55). Zwar erweist es sich als notwendig, in einem derart disparaten Handlungsfeld, wie es schulischer Unterricht darstellt, ‚Routinen‘ zu entwickeln, um den komplexen Anforderungen gewachsen zu sein. Doch ist es bei in einem interaktionistischen Verständnis von Lernen und Lehren sinnvoll und dienlich, entwickelte Routinen immer wieder aufs Neue auf ihre Tragfähigkeit und Verlässlichkeit hin zu überprüfen. Auch Kolbe (2004, 208) formuliert: „Handeln-Können ist als ‚Routine‘ krisenanfällig und bedarf der Reflexion“ und „Wissen ist nicht ‚handlungssteuernd‘, Können nicht eine Routinisierung zweckrationalen Handelns, sondern Verfügung über komplexe Muster sozialen Verstehens und Handelns“ (Kolbe 2004, 218). So steht meine Vorstellung von einer *situations- und kontextadäquaten* Gestaltung von Unterricht durchaus in einem gewissen Widerspruch zum Begriff der Routine, da durch routinisiertes Vorgehen die Bedingungen einer Situation u.U. nicht unbedingt zutreffend interpretiert werden. So plädiere ich zur Verringerung der Komplexität zwar für die Entwicklung einer *erfahrungsbasierten Expertise*, deren Grundlagen jedoch soweit als möglich immer wieder einer *sachbezogen, selbstkritischen Überprüfung* unterzogen werden sollten, um stets aufs Neue ‚wahrhaft‘ situations- und kontextadäquat handeln zu können. In diesem Sinne sollten Lehrkräfte zwar über routinisierte Wissens- und Erfahrungsbestände zur raschen und situationsadäquaten Einschätzung der Angemessenheit einer methodischen Maßnahme oder ihres Instruktionsverhaltens verfügen, doch sollte dies nicht dazu verleiten, eine ‚abgesicherte‘ Vorstellung von Expertise zu entwickeln. Das Wissen um die Spezifität von Lehr-Lernsituationen, die Handlungskompetenz zur Gestaltung einer Lehr-Lernumgebung und die Verfügbarkeit und Anwendung situationspezifisch angemessenen Instruktionsverhaltens, um eine Lernsituation für die Lerner konstruktionsförderlich zu gestalten und damit die Bereitschaft, entwickelte Routinen und Verhaltensweisen immer wieder selbstkritisch zu überprüfen, lassen sich aus dieser Sicht somit als grundlegende Anforderungen (nicht nur) an Sachunterrichtslehrkräfte formulieren (vgl. hierzu auch die Diskussion zum ‚forschenden Lernen‘ bei Stein (2004)).

- und ein besonderes Berufsethos an.

Unter Anbindung an die kognitionspsychologische Diskussion zum Experten-Novizen-Paradigma wird dabei thematisiert, dass neben Selbststeuerungsfähigkeiten und fachübergreifenden allgemeinen organisatorischen, pädagogischen und psychologischen Kompetenzen insbesondere erst fachspezifisch relevante Wissensinhalte kompetentes Handeln ermöglichen. Somit erfolgt auch für Erwachsene die Diskussion zum Erwerb domänenspezifischer Kompetenzen auf der Grundlage kognitionspsychologischer Befunde zur Expertiseforschung. Lesgold (1997) verweist unter Bezugnahme auf die Ergebnisse der Expertenforschung darauf, dass Expertise für ein Berufsfeld grundsätzlich domänenspezifisch ist, wenn auch gleichzeitig bestimmte Aspekte einer allgemeinen ‚Expertendisposition‘ relevant sein dürften. Bromme (1992) überträgt das Expertenparadigma auf Lehrkräfte und entwickelt in Anlehnung an die Klassifikation von Shulman (1986, 1987) eine Taxonomie zur begrifflichen und inhaltlichen Beschreibung der verschiedenen Aspekte des Lehrerwissens. Dabei zeichnet sich das ‚gekonnte Handeln‘ von Experten insbesondere dadurch aus, dass es auf spontanen Situationstypisierungen beruht, in welchen der Handelnde sich auf die Situation konzentriert und nicht auf die eigenen Kognitionen. Für die Art des hier zum Einsatz kommenden Wissens verwendet Bromme (1992) den Terminus des ‚impliziten Wissens‘. „Implizites Wissen meint hohes Handeln-Können, das sich auf eine erfahrungsgestützte Typisierung und Handlungsmuster stützt (...). Für die Handlungsstrukturierung wie für die Verwendung wissenschaftlichen Wissens ergeben sich daraus folgende Konsequenzen: Implizites Wissen stellt kategorial ein Wissen eigener Dignität und Wertigkeit neben und nicht untergeordnet unter wissenschaftliches Wissen dar“ (Kolbe 2004, 209). Aus der Analyse des Expertenwissens von Lehrkräften lässt sich für das Verhältnis von Wissen und Handeln formulieren: „Experten agieren auf der Basis impliziten Wissens, das sich im Handeln zeigt, und das partiell expliziert und rekonstruiert werden kann. Handeln vollzieht sich hier nicht als Regelanwendung mehr oder weniger gewusster oder gar bewusster Handlungsregeln“ (Kolbe 2004, 210).

In Erweiterung der Taxonomie von Shulman⁴¹ beschreibt Bromme (1992) die folgenden Bereiche von Lehrerwissen, bezogen auf Mathematik, als relevant für eine kompetente Gestaltung von Lehr-Lernprozessen:

- Fachliches Wissen über Mathematik als Disziplin,

⁴¹ Shulman (1986, 1987) unterscheidet

- content knowledge (das disziplinäre Wissen über den Fachinhalt),
- curricular knowledge (das Wissen über Unterrichtsmedien und den Schulstoff, der im Lehrplan steht),
- pedagogical knowledge (das fachunspezifische Wissen zum Beispiel über Klassenführung und den Umgang mit Disziplinproblemen) und
- pedagogical content knowledge (das Wissen über die didaktische Aufbereitung des Fachinhaltes).

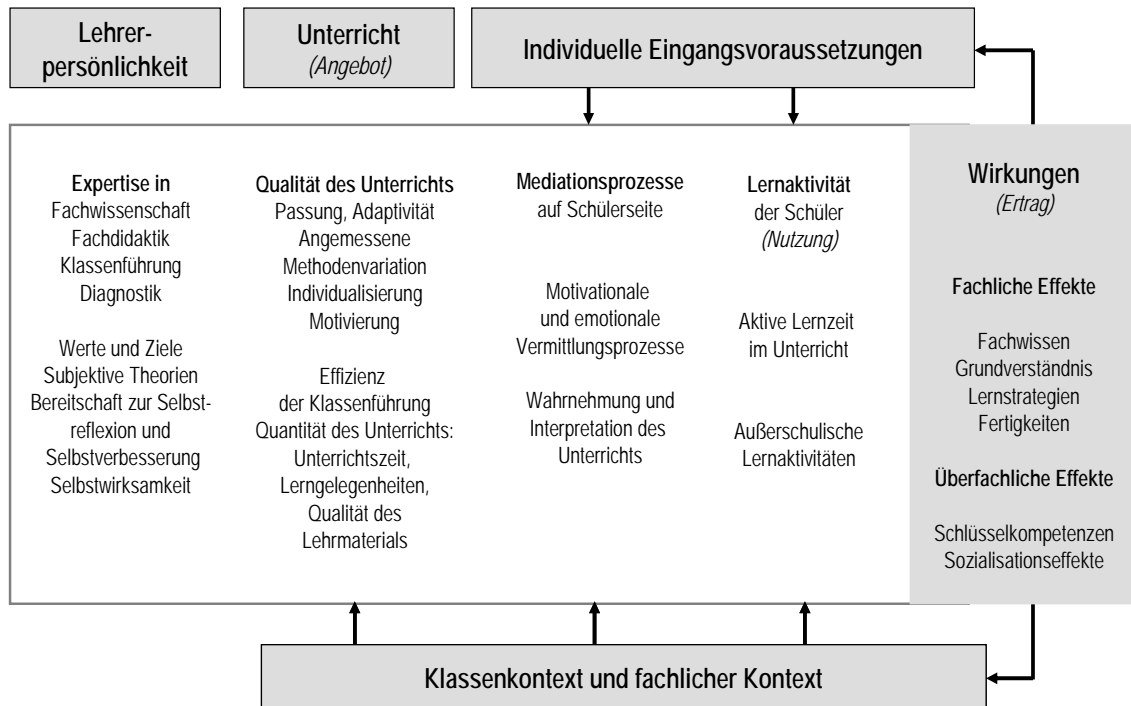
- schulmathematisches Wissen,
- Philosophie der Schulmathematik,
- pädagogisches Wissen und
- fachspezifisch-pädagogisches Wissen.

Dabei liegt nach Bromme das fachspezifisch-pädagogische Wissen quer zur disziplinären Trennung der Fachwissenschaften. Bromme betont, dass sich diese Merkmale des Lehrerwissens nicht ausschließlich aus Befunden zum Wissen selbst ergeben, sondern auch aus der Rekonstruktion der Anforderungen an Lehrer⁴². Wie sich aus der Analyse des Expertenwissens und den dargestellten Befunden zur Lehrerforschung (vgl. Kap. 1) ergibt, dürfte es sich für die Mehrheit der Grundschullehrkräfte als große Aufgabe herausstellen, ‚Expertenwissen‘ für den naturwissenschaftlichen Inhaltsbereich des Sachunterrichts zu erwerben.

Für die Entwicklung von Unterrichtsqualität werden neben einer Reihe weiterer Faktoren die Lehrkräfte und deren bereichsspezifische Kompetenzen, deren Expertise implizit oder explizit als zentrale Faktoren angeführt (vgl. Einsiedler 1997b, 1998, 2002b; Clausen u.a. 2002, 2003; Ditton 2000, 2002; Eder 2002; Helmke & Weinert 1997; Helmke 2002, 2003; Rossbach 2002). Helmke (2003) versucht Faktoren der Unterrichtsqualität in ein umfassendes Modell der Wirkungsweise und Zielkriterien des Unterrichts zu integrieren (vgl. Abb. 2). Für die vorliegende Arbeit von hoher Bedeutung erweist sich dabei derjenige Bereich, den Helmke mit ‚Lehrerpersönlichkeit‘ subsumiert. Die Expertise der Lehrkraft in Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Klassenführung, Diagnostik, deren Werte und Ziele, deren subjektiven Theorien, deren Bereitschaft zur Selbstreflexion und zur Selbstverbesserung und deren Selbstwirksamkeitserleben spielen neben vielfältigen anderen Faktoren eine bedeutende Rolle für die Wirkungen von Unterricht. Daher setzt die hier vorgestellte Interventionsmaßnahme unmittelbar bei der Person der Lehrkraft an. Doch wie lassen sich Lehrerkompetenzen über eine Interventionsmaßnahme aufbauen und vertiefen? Dieser Frage wird im Folgenden nachgegangen.

⁴² In diesem Sinne kann die präskriptive Herangehensweise, die auch der Struktur dieser Arbeit zu Grunde liegt (zu definieren, was Lehrkräfte können sollten, um ‚fachspezifisch-pädagogisch‘ angemessen naturwissenschaftlichen Sachunterricht anbieten und begleiten zu können), im Sinne des Experten-Paradigmas legitimiert werden.

Abb. 2: Ein Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkungsweise des Unterrichts (Helmke 2003, 42)



3.2 Subjektive Theorien von Lehrkräften

„Lehr- und Lernprozesse werden ganz erheblich von den Entscheidungen der Lehrer im Unterricht beeinflusst“ (Müller 2004, 25).

Die theoretische Argumentation zur Grundlegung der Fortbildungskonzeption wird schwerpunktmäßig im Forschungsprogramm Subjektive Theorien (FST) verankert. Es bietet sowohl für den Bereich der Forschung wie auch für den Bereich der Fortbildungskonzeption einen elaborierten theoretischen Rahmen⁴³. Der Schwerpunkt in dieser Arbeit liegt dabei auf einer kognitionspsychologischen Interpretation des Begriffs der subjektiven Theorien in Verbindung mit den Menschenbildannahmen des epistemologischen Subjektmodells. Die Bedeutung subjektiver Theorien für das pädagogische und methodisch-didaktische Handeln von Lehrern kann inzwischen als unbestritten gelten (vgl. 3.2.2). Daraus resultiert die Annahme, dass einer Veränderung

⁴³ In ihrer forschungstheoretischen und forschungsmethodischen Anbindung nimmt die explorative Interventionsstudie schwerpunktmäßig Bezug auf den Design-Based-Ansatz (Reinmann 2005, vgl. 6.1.2). Die Anbindung an das Forschungsprogramm ‚subjektive Theorien‘ fließt dabei sowohl implizit als auch explizit über den unter 6.1.2 und 6.1.3 dargestellten Theorie- und Methodenpluralismus ein.

von Handeln eine Veränderung in den subjektiven Theorien vorausgehen muss. Schlicht ausgedrückt: Soll Lehrerhandeln verändert werden, muss zuerst Lehrerdanken verändert werden. „Bevor sich Veränderung im konkreten unterrichtlichen Handeln zeigen können, müssen sie im Kopf des Handelnden geschehen“ (Patry & Gastager 2002, 59).

3.2.1 Bedeutung und Merkmale subjektiver Theorien

Die zentrale Rolle der subjektiven Theorien der Lehrkraft für Unterrichtshandeln wird seit einigen Jahren diskutiert und erforscht (vgl. u.a. Koch-Priewe 1986; Schlee & Wahl 1987; Groeben u.a. 1988; Dann 1983, 1989, 1994; Kunze 1999; Mutzeck u.a. 2002; Kansanen 2001; für den naturwissenschaftlichen Bereich Fischler 1996, 2001; Fischler u.a. 2002; Müller 2004). Im angelsächsischen Bereich erfolgt diese Arbeit häufig unter der Überschrift ‚Teacher’s thoughts‘ (Clark & Peterson 1986) oder ‚Teacher’s beliefs‘ (zum Beispiel Peterson u.a. 1989; Peterman 1993). In der verwendeten Terminologie zu subjektiven Theorien oder Lehrervorstellungen gibt es eine gewisse Vielfalt. So ist beispielsweise neben dem Begriff der ‚subjektiven Theorien‘ auch von ‚pädagogischen Alltagstheorien‘ (Fischler 1996) die Rede. In den neueren, kognitionspsychologisch ausgerichteten Konzeptualisierungen werden komplexe (Lehrer-)Kognitionen mit den Begriffen ‚implizites Wissen‘ und ‚fachspezifisch-pädagogisches Wissen‘ (s.o.) und ‚Skripts‘ (Schank & Abelson 1977; Anderson 1996; Bromme 1992; Fischler u.a. 2002; Blömeke u.a. 2003, 2004) bezeichnet. Gemeinsam dürfte all den Konzeptualisierungen und Forschungsbemühungen sein, durch einen Blick ‚auf‘ und ‚in‘ die komplexen Kognitionen der Lehrkräfte Hinweise darauf zu erlangen, wie es gelingen könnte, die ‚Kluft zwischen Wissen und Handeln‘ im Lehrberuf zu verringern. Für diese Arbeit wird im Sinne eines heuristischen Modells und zur Erarbeitung einer umfassenden theoretischen Begründung der Interventionsmaßnahme versucht, eine zusammenführende Einordnung der Theoriestränge und Konstrukte ‚subjektive Theorien‘, ‚fachspezifisch-pädagogisches Wissen‘, ‚Konzepte‘ und ‚Skripts‘ herzustellen.

Einen knappen Überblick über die Vielfältigkeit der untersuchten subjektiven Theorien von Lehrern geben unter anderem König (1995) und Müller (2004). Die ersten Untersuchungen dazu widmeten sich im Rahmen des Forschungsprogramms subjektive Theorien zunächst eher allgemein pädagogisch-psychologischen Themen. So gaben die Anforderungen an Lehrpersonen im Bereich des erzieherischen Handlungsfeldes und die daraus resultierende Belastungen Anlass zur Untersuchung und Modifikation der entsprechenden zu Grunde liegenden Theorien (zum Beispiel Dann & Humpert 1987; Dann u.a. 1987). Untersuchungen und Modifikation subjektiver Theorien von Lehrkräften im Umgang mit Aggressionen in der Schule (Tennstädt 1987, 1991; Tennstädt & Dann 1987; Tennstädt u.a. 1991) oder der Umgang mit schwierigen Situationen im Berufsalltag (Mutzeck 1987) sind Beispiele für gut dokumentierte

Erfassungs- und Modifikationsansätze. Eine Übertragung des Konzeptes auf die Untersuchung allgemeindidaktischer und fachdidaktischer subjektiver Theorien (Koch-Priewe 1986) schien ein viel versprechender Weg zur Beschreibung und Erklärung und im weiteren Verlauf zur Veränderung von (fach)didaktischem Handeln. So widmete sich Kunze (1999) beispielsweise der Untersuchung subjektiver didaktischer Theorien im Deutschunterricht und Bromme befasste sich mit kognitiven Prozessen von Mathematiklehrern (Bromme 1979, 1980).

Auch in der Physikdidaktik erfolgte insbesondere in den letzten Jahren eine Bezugnahme auf die Bedeutung der fachspezifischen und fachdidaktischen Lehrerkognitionen für Lehr-Lernprozesse. So beziehen sich Fischler u.a. (2002) mit ihrem Interventionsprogramm zur Modifikation von Unterrichtskripts durch fachdidaktisches Coaching explizit auf das Forschungsprogramm subjektive Theorien. „Mit dieser Fragestellung ist die Grundannahme verbunden, dass das unterrichtliche Handeln von Lehrern in subjektiven Theorien verankert ist, mit denen typische Situationen und Abläufe des Unterrichts interpretiert werden und die ihrerseits mit einem (erfahrungsbewährten) Inventar von Handlungsoptionen verknüpft sind“ (Fischler 2002, 157).

Müller (2004) betrachtet subjektive Theorien im Sinne des Expertenparadigmas als berufliches Expertenwissen. Der Anschluss des Forschungsprogramms subjektive Theorien an aktuelle kognitionspsychologische beziehungsweise konstruktivistische Ansätze zur Lehrerforschung soll im weiteren Verlauf näher ausgeführt werden.

Etwa zu Beginn der siebziger Jahre entstanden neben und in Folge der Erforschung impliziter Theorien von Lehrkräften Forschungsbemühungen zu subjektiven Theorien von Lehrkräften. Während nach Müller (2004) unter impliziten Theorien insbesondere Annahmen von Individuen über Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitseigenschaften verstanden wurden, bezieht sich der Terminus ‚subjektive Theorien‘ auf alle Aspekte der Selbst- und Weltsicht von Individuen und entspricht somit einer weitaus umfassenderen Konzeptionalisierung. Abzugrenzen sind subjektive Theorien als komplexe kognitive Strukturen von ‚einfachen‘ Kognitionen. Die Erforschung und Konzeptualisierung von subjektiven Theorien erfolgt auf der Grundlage des so genannten epistemologischen Subjektmodells, einer Menschbildannahme, wonach der Mensch als erkenntnisfähiges Subjekt mit den Merkmalen Sprach- und Kommunikationsfähigkeit, Reflexivität und potentieller Rationalität und Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit ausgestattet ist (vgl. Groeben & Scheele 2002).

Subjektive Theorien werden beschrieben als

- komplexes Aggregat, von prinzipiell aktualisierbaren Kognitionen der Selbst- und Weltsicht,
- mit (zumindest impliziter) Argumentationsstruktur,
- die, die zu objektiven (wissenschaftlichen) Theorien parallele Funktion der Erklärung, Prognose und Technologie erfüllen
- und sich durch ihre Handlungsleitung auszeichnen (Schlee & Wahl 1987; Groeben u.a. 1988; Mandl & Huber 1983; König 1995; Groeben & Scheele 2002; Müller 2004).

In einer aktuelleren Konzeptualisierung (Müller 2004) werden subjektive Theorien auch als

- teilweise implizite, relativ stabile kognitive Strukturen im Sinne mentaler Repräsentationen, die durch Erfahrung veränderbar sind, bezeichnet,
- die die Funktionen
 - der Situationsdefinition im Sinne einer Realitätskonstituierung,
 - der nachträglichen Erklärung oder Rechtfertigung eingetretener Ereignisse,
 - der Vorhersage oder Erwartung künftiger Ereignisse oder
 - der Generierung von Handlungsentwürfen oder Handlungsempfehlungen erfüllen (a.a.O. 22f.).
- Subjektiven Theorien kommt eine handlungsleitende beziehungsweise handlungssteuernde Funktion zu. Handlungsleitende Kognitionen sind im Umkehrschluss in bestimmten Situationen aktivierte subjektive Theoriestrukturen. Zusammen mit anderen Faktoren (zum Beispiel emotionalen) beeinflussen sie das beobachtbare Verhalten im Rahmen zielgerichteten Verhaltens.

Subjektive Theorien ermöglichen ebenso wie wissenschaftliche Theorien die Beschreibung, Erklärung und Vorhersage des Geschehens in der Welt. Allerdings unterliegen subjektive Theorien im Unterschied zu wissenschaftlichen Theorien nicht dem Anspruch von intersubjektiver Nachprüfbarkeit und Nachvollziehbarkeit. Stattdessen entstehen sie unbewusst oder ‚subbewusst‘ (Müller 2004) im Verlauf der Sozialisation, gehören zum ‚Weltwissen‘ des subjektiven Theoretikers und gelten als eher stabil und schwer zu verändern. „Im Gegensatz zu wissenschaftlichen Theorien beruhen subjektive Theorien auf individuellen Überzeugungssystemen, also auf Meinungen und Gedanken, die auf Grund von Erfahrungen generiert und meist nur implizit angewandt werden. Ebenso wie wissenschaftliche Theorien können auch

subjektive Theorien für unterschiedliche Formen der Handlungssteuerung herangezogen werden“ (Gruber & Rehrl 2005).

Die Auffassung von einer Strukturparallelität subjektiver Theorien zu wissenschaftlichen Theorien steht in einem engen Zusammenhang mit dem epistemologischen Subjektmodell als grundlegende Menschenbildannahme des Forschungsprogramms subjektive Theorien. So werden im Forschungsprogramm subjektive Theorien im Einklang mit den anthropologischen Kernannahmen der Humanistischen Psychologie (vgl. Kriz 1994; Quitman 1985) von einem grundsätzlich reflexiven und erkenntnisfähigen Subjekt ausgegangen (vgl. hierzu die ‚man-the-scientist-Metapher‘, Kelly 1955, 1986). Die Psychologie des reflexiven Subjekts geht dabei, entgegen einer rein behavioristischen Auffassung, davon aus, dass die Struktur der Theorien des Alltagsmenschen parallel zu den Strukturen wissenschaftlicher Theorien ist. Die gemeinsame Funktion der subjektiven ebenso wie der wissenschaftlichen Theorien ist dabei das Geschehen in der Welt, ebenso wie das eigene Handeln darin beschreiben, erklären und vorhersagen zu können.

Subjektive Theorien bestehen in ihrer Binnenstruktur aus subjektiven Konstrukten, deren Explikation in Form von Zusammenhangshypothesen erfolgt (zum Beispiel Wenn-Dann-Beziehungen). Dabei kommt subjektiven Theorien eine ordnende und strukturierende Funktion (Hofer 1986) und im Zusammenhang mit emotionalen und motivationalen Prozessen eine bedeutsame Funktion in der Handlungsregulation zu (Dann 1994). Dann (1994) unterscheidet subjektive Theorien der ‚mittleren‘ Reichweite, im Sinne von ‚Funktionswissen‘ von subjektiven Theorien der ‚kürzeren‘ Reichweite, im Sinne von ‚Herstellungswissen‘ und kommt damit dem Skriptbegriff bereits sehr nahe (s.u.). Diese subjektiven Theorien der ‚kürzeren Reichweite‘ konzeptualisiert er als ‚automatisierte Wissensbestände‘, die in Handlungssituationen zum Einsatz kommen, allerdings dem Bewusstsein schlechter zugänglich zu sein scheinen und schwieriger verbalisierbar sein dürften. Demgegenüber stehen die subjektiven Theorien der ‚mittleren Reichweite‘ im Sinne von Theorien über komplexe Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und im Sinne von Hintergrundwissen, das eine höhere Komplexität aufweisen und besser versprachlichbar sein dürfte.

3.2.2 Subjektive Theorien und Unterrichtshandeln

Inwieweit die subjektiven Theorien von Lehrkräften tatsächlich die Grundlage ihres Handelns bilden, beziehungsweise inwieweit das reale Handeln tatsächlich von zu Grunde liegenden subjektiven Theorien bestimmt wird, ist ein viel diskutierter Fragenkomplex. Deshalb erlangten im Rahmen des Forschungsprogramms subjektive Theorien Fragen nach der Handlungsvalidierung eine besondere Bedeutung. Unter dem

Begriff der Handlungsvalidierung werden Maßnahmen zusammengefasst, deren Ziel es ist, Aussagen über Zusammenhänge zwischen subjektiven Theorien und tatsächlichem Handeln zu machen (Wahl 1994; König 1995). Dabei kann Handlungsvalidierung nach König über drei unterschiedliche Vorgehensweisen erfolgen:

- Handlungsvalidierung als Korrelationen zwischen subjektiven Theorien und beobachtetem Verhalten.
- Handlungsvalidierung als Prognostizierbarkeit zukünftigen Handelns auf der Basis erhobener subjektiver Theorien.
- Handlungsvalidierung auf der Basis einer Veränderung subjektiver Theorien durch Intervention und anschließender Überprüfung möglicher Veränderungen im Verhalten.

Demnach lassen sich klar Zusammenhänge zwischen erfassten subjektiven Theorien und Unterrichtshandeln zeigen (Dann & Humpert 1987; Dann u.a. 1987; Fischler 1996; Wagner u.a. 1977, 1980; Haag & Dann 2001). Nach Müller kann „die Aktualisierung subjektiver Theorien im Verlauf von Handlungsprozessen“ (Müller 2004, 36) mit dem Begriff der handlungsleitenden Kognitionen gefasst und damit als eine ‚Brücke‘ zwischen Wissen und Handeln verstanden werden.

Allerdings handeln Lehrkräfte, insbesondere unter Druck, häufig anders als geplant. Dieses ‚Handeln unter Druck‘ (Wahl 1991), bei dem sich oft erhebliche Diskrepanzen zwischen den Vorstellungen darüber, wie man handeln möchte und tatsächlich wirksamen Handlungsorientierungen zeigen, ist nicht nur für Lehrkräfte gut belegt. Dies kann nach Müller (2004) überall dort angenommen werden, wo der Rückgriff auf wohldurchdachte Handlungsprinzipien verhindert wird oder Handlungsaufgaben die Handlung in eine andere Richtung drängen. So geschieht unterrichtliches Handeln häufig in Situationen, die ein rasches Handeln erfordern, somit unter Handlungsdruck. Für Handeln unter Handlungsdruck greift die Lehrkraft nicht so ohne weiteres auf neu erworbenes Wissen, auf ‚neue‘ subjektive Theorien zurück, sondern aktiviert verdichtete, erfahrungsgebundene kognitiv-emotionale Strukturen.

Dennoch kann für die vorliegende Arbeit auf Wahl (1988) rekurriert werden: „Wir gehen davon aus, dass subjektive Theorien nicht nur handlungsrechtfertigende Funktionen haben, sondern dass sie die entscheidende Größe bei der Steuerung menschlichen Handelns sind. Eine Veränderung der subjektiven Theorien eines Menschen müsste dann im Optimalfall eine gleichsinnige Veränderung des beobachtbaren Handelns nach sich ziehen“ (a.a.O. 199). Damit wird an dieser Stelle keineswegs im Sinne dieses einfach dargestellten Zusammenhangs und somit im Sinne einer einfachen Kausalität

argumentieren. Doch im Sinne einer pädagogischen Haltung kann es für unerlässlich gelten, davon auszugehen, dass durch eine Maßnahme, die auf die Veränderung von komplexen Kognitionen abzielt, ohne emotionale, soziale und motivationale Faktoren zu vernachlässigen, Veränderungen im Handeln erzielt werden können. Sobald diese Kausalitätsbeziehung grundsätzlich in Frage gestellt wird, wird die Gestaltung jeder Art von Erziehungs-, Bildungs- und Interventionsmaßnahme, die auf Veränderung im Handeln abzielt, fragwürdig. Davon auszugehen, dass Veränderungen in komplexen Kognitionen handlungsrelevante Auswirkungen haben, ist mithin eine Grundannahme pädagogischen Handelns überhaupt.

Dass Handeln auch von Faktoren abhängig ist, die sich zunächst eines reflexiven und bewussten Zugangs zu entziehen scheinen und dass dies wiederum dazu führt, dass ‚nicht bewusst‘ ausgeführte Handlungen im Nachhinein argumentative Rechtfertigung vom handelnden Individuum erfahren, spricht meiner Ansicht weniger für einen ‚nicht-bestehenden‘ Zusammenhang zwischen Kognition und Handlung als für die Fähigkeit des menschlichen ‚Konstruktionssystems‘, rasch und situationsbezogen mehr oder weniger plausible, eben ‚subjektive Theorien‘, zu konstruieren. Da nicht davon ausgegangen wird, dass subjektive Theorien grundsätzlich widerspruchsfreie, in sich stimmige Systeme sind, sondern durchaus als einander widersprechende Theoriebestandteile nebeneinander existieren können (Patry & Gastager 2002), kann auch ein in der Situation als Rechtfertigung konstruierter Theoriebestandteil als Akt eines grundsätzlich reflexiven Individuums verstanden werden.

Somit ließe sich der problematische Aspekt der Handlungsvalidierung sinnvoller in Richtung der Frage nach der Bewusstseinsfähigkeit von Reflexions- und Rechtfertigungsakten diskutieren⁴⁴. Hier wiederum findet der Anschluss des Konzeptes subjektive Theorien an das Skriptkonzept statt.

Die immer wieder feststellbaren Diskrepanzen zwischen den Vorstellungen darüber, wie man handeln möchte, und dem, wie man in der Situation handelt, deutet nach Blömeke (Blömeke u.a. 2003, 2004) auf weitere wirksam werdende kognitive Strukturen hin, eben ‚Skripts‘. „Neuere Forschungsergebnisse zum Einfluss des Handlungswissens von Lehrern auf die Unterrichtspraxis zeigen, dass verfügbares (professionelles) Wissen

⁴⁴ Als durchaus schwer (oder zumindest bisher überhaupt nicht) in die hier diskutierten Vorstellungen zu integrieren, stellen sich in diesem Zusammenhang aktuelle Befunde aus der Neuropsychologie und Neurophysiologie heraus: „Das unmittelbare Starten einer Handlung, also die letzte Entscheidung darüber, dass ich dies tue und nicht jenes, beziehungsweise dass ich jetzt überhaupt etwas tue, wird durch die Basalganglien und das Kleinhirn veranlasst, die auf den supplementärmotorischen, prämotorischen und motorischen Cortex einwirken. Dies geschieht dann, wenn die Summe der bewussten und unbewussten Handlungsantriebe die Aktivitätshemmung durch die Basalganglien und das Kleinhirn aufhebt. Dies bedeutet, dass die *aktuelle Entscheidung* etwas zu tun, *unbewusst* erfolgt“ (Roth 1997, 307).

über zweckmäßiges Handeln und das beobachtbare Handeln oft nicht übereinstimmen und Lehrer stattdessen nach schnell verfügbaren Routinen handeln, selbst dann, wenn sie wissen, dass diese Handlungsregeln nicht optimal sind“ (Müller 2004, 37). Der Begriff der Routinen scheint derzeit wesentlich für die weitere Annäherung an handlungsrelevante Kognitionen zu sein. So formuliert Bromme (1992, 150): „Die wichtigsten Strukturbegriffe für Wissen im Expertenansatz sind ‚Schemata‘ und ‚Skripts‘“, wobei Skripts dabei als ‚routinisierte Handlungsabläufe‘ gelten können.“

3.2.3 Subjektive Theorien und Skripts in der Lehrer- und Unterrichtsforschung

Eine modellhafte Verbindung zwischen den Begriffen subjektive Theorien und Skripts, Konzepte und Schemata erfolgt in dieser Arbeit unter einer kognitionspsychologischen Klammer: So umfassen alle Begriffe eine Konzeptualisierung im Sinne komplexer Kognitionen, wobei jeweils unterschiedliche Aussagen, vor allem hinsichtlich deren Komplexität, Relationalität, Verknüfungsgrad, potentieller Bewusstseinsfähigkeit, deren Handlungsrelevanz und deren Routinisierungsgrad, vorliegen. Für die ausführlichere Darstellung der Begriffe ‚Konzept‘ und ‚Schema‘ wird auf Gliederungspunkt 2.5.1 dieser Arbeit verwiesen. Da kognitionspsychologisch nicht unterschieden wird in der Begriffsverwendung für Kinder und Erwachsene zu den Begriffen ‚Konzept‘, ‚Schemata‘ und ‚Skript‘, können die dort angeführten Annäherungen an die Begrifflichkeit für dieses Kapitel ebenso zum Einsatz kommen.

Das Skriptkonzept gilt derzeit als viel versprechender Ansatz in der Unterrichtsforschung. So könnte nach Seidl (2003) das komplexe, differenzierte und vielfältige Wirkungsgefüge ‚Unterricht‘ mit Hilfe des Skriptkonzeptes sowohl eine theoretische Verankerung erfahren, als auch einen darauf basierenden empirischen ‚Zugriff‘ gewähren. Einige Forschergruppen bemühen sich derzeit auf Grundlage verschiedener Forschungsschwerpunkte darum, den Skriptbegriff für die Beschreibung und Erfassung unterrichtlicher Lehr-Lernprozesse zu adaptieren (zum Beispiel Fischler u.a. 2002; Seidl u.a. 2002; Seidl 2003; Blömeke u.a. 2005).

Interessant ist in allen Fällen die Verbindung zwischen Didaktik, Schulpädagogik und pädagogisch-psychologischer Lernforschung. Bei all den Projekten ist die verbindende Auffassung, dass es keinen Königsweg einer einzigen Unterrichtskonzeption, -strategie oder -methode gibt. Vielmehr gilt eine sinnvolle „Orchestrierung“ verschiedener didaktischer Zugänge und Formen als das Mittel der Wahl zur Gestaltung unterrichtlicher Lehr-Lernprozesse.

Der Begriff der Unterrichtsskripts wird allerdings in der Unterrichtsforschung bisher noch keineswegs eindeutig verwendet. Vielmehr wird der Skriptbegriff je nach Projekt in einen spezifischen Kontext gestellt und erhält dadurch einen mehr oder weniger geringfügig veränderten Bedeutungsgehalt. Im Zusammenhang mit der ländervergleichenden Analyse von Mathematikstunden im Rahmen der TIMSS-Videostudie wird der Begriff der Unterrichtsskripts beispielsweise im Sinne allgemeiner Drehbücher beziehungsweise Ablaufmuster verwendet. Die dort vorgenommene überblicksartige Beschreibung videographierter Unterrichtsstunden als rein deskriptive Beschreibung vorgefundener Ablaufmuster von Unterricht greift nach Aussagen verschiedener Autoren insgesamt allerdings zu kurz.

Eine Weiterentwicklung des Skriptansatzes sieht Klieme (zit. nach Seidl 2003) in der Untersuchung handlungsleitender Kognitionen von Lehrpersonen. Er versteht Skripts „als Komponenten von Unterrichtsqualität, die sich durch stabile Muster des Instruktionsverhaltens auszeichnen und vermutlich eine substantielle Vorhersage von Schulleistungen erlauben“ (a.a.O. 32).

Tina Seidl verwendet in ihrer Arbeit den Begriff des Skripts, „um das Wechselspiel zwischen unterrichtlichen Lehrbedingungen und individuellen Lernprozessen zu untersuchen“ (Seidl 2003, 31). In ihrer Übertragung des Skriptbegriffs auf Schulunterricht führt sie folgende Merkmale für Unterrichtsskripts an:

- Unterrichtsskripts stellen eine Struktur dar. Diese beschreibt eine Abfolge von Ereignissen im Kontext Unterricht.
- Für unterschiedliche Unterrichtsfächer variieren die Ablaufmuster.
- Personen eines gemeinsamen Kulturkreises teilen mit großer Übereinstimmungen ihr Wissen und ihre Erwartungen über (kulturspezifische Aspekte) des Unterrichts.
- Ein Unterrichtsskript stellt implizites Wissen über ‚typischen‘ Unterricht dar.
- Unterrichtsskripts sind stark automatisiert und können von den beteiligten Personen nur schwer verändert werden (a.a.O. 35).

Zusammenfassend werden Skripts bei Seidl als routinisierte Handlungsabläufe und stereotype Vorstellungen beschrieben, die häufig innerhalb eines Kulturkreises geteilt werden. Sie formuliert insbesondere im Hinblick auf den hohen Automatisierungsgrad von Skripts die Problematik, dass diese häufig nicht mehr bewusst wahrgenommen werden.

Fischler u.a. (2002) betrachten Unterrichtsskripts als Teil der Expertise einer Lehrkraft zur Gestaltung von Unterricht. Zur Verbesserung der Unterrichtsqualität ist es deren Ansicht nach unverzichtbar, eine Veränderung eben derjenigen Kognitions- und Handlungsmuster anzustreben, die das unterrichtliche Handeln der Lehrkräfte maßgeblich beeinflussen. Deren Grundannahmen postulieren ebenso wie Blömeke einen Zusammenhang zwischen subjektiven Theorien von Lehrkräften und Unterrichtsskripts. So gehen sie davon aus, „dass das unterrichtliche Handeln von Lehrern in subjektiven Theorien verankert ist, mit denen typische Situationen und Abläufe des Unterrichts interpretiert werden und die ihrerseits mit einem erfahrungsbewährten Inventar von Handlungsoptionen verknüpft sind“ (a.a.O. 157).

Zur Veränderung schlagen Fischler u.a. ein in der Tradition der kognitiven Umstrukturierung liegendes Konzept vor. So bieten sie eine Form der individuellen fachdidaktischen Beratung, das fachdidaktische Coaching an (Fischer & Schröder 2003). Damit rekurren sie auf Befunde zur geringen Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen und Trainings, wenn diese nicht gezielt an den jeweiligen individuellen Überzeugungen und Vorstellungen der einzelnen Lehrkraft ansetzen. Ziel dieser Interventionsstudie ist es, durch die Transformation von Kognitions- und Handlungsstrukturen die Erweiterung fachdidaktisch relevanter Urteilsstrukturen und situationstypischer Verhaltenweisen zu erreichen. Der Ansatz, über fachdidaktisches Coaching Lehrerkognitionen verändern zu wollen, dürfte hinsichtlich erhoffter Effekte grundsätzlich Erfolg versprechend sein. Auf Grund des damit verbundenen hohen Zeit- und Kostenaufwandes könnte sich das Verfahren in einzelnen Fällen für Lehrkräfte als attraktiv und hilfreich erweisen. Allerdings bestehend derzeit nur geringe Hoffnungen, dass sich diese ressourcenintensive Art der Intervention als institutionalisierte berufsbegleitende Unterstützungs- und Professionalisierungsmaßnahme etablieren könnte.⁴⁵

Eine differenzierte Darstellung des theoretischen Hintergrundes und eines vermuteten Zusammenwirkens von subjektiven Theorien und Unterrichtsskripts liefern Blömeke u.a. (2003). Sie nehmen dazu Bezug auf die Theorie von Schank und Abelson und umfassen den Skriptbegriff mit drei Bestimmungselementen: Skripts

- bezeichnen die mentale Repräsentation einer systematischen Handlungsabfolge,
- die auf eine spezifische Situation ausgerichtet ist und
- mit einem bestimmten Ziel versehen ist (a.a.O. 106).

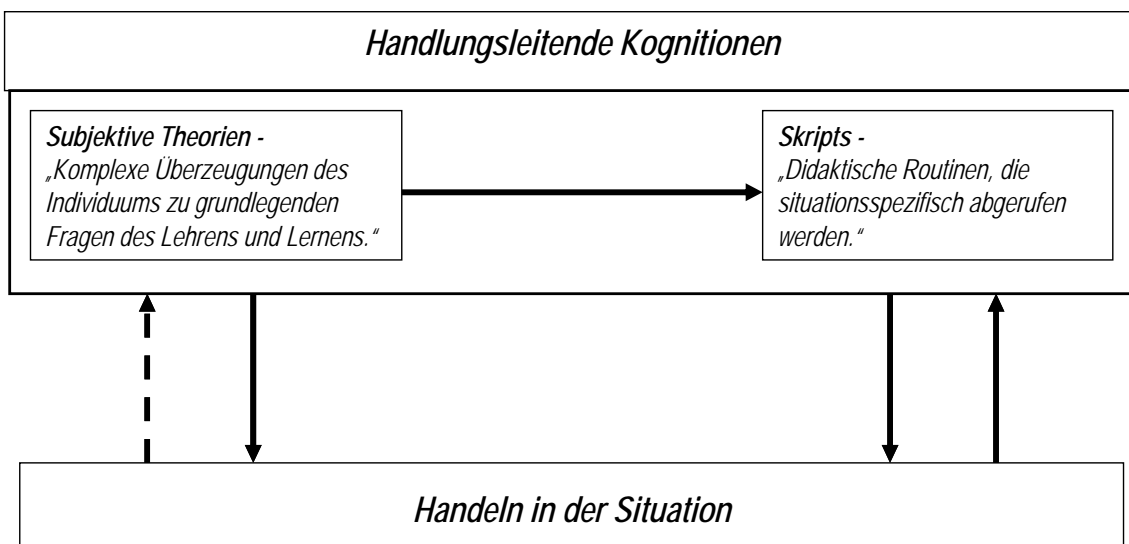
⁴⁵ Vgl. hierzu Vorschläge für Training, Coaching und Mentoring in der Ausbildung von Lehrpersonen (Niggli 2003; Teml 2003; Beck 2003; Bauersfeld 2003; Morberg 2003).

Auf schulische Lehr-Lernprozesse übertragen postulieren die Autoren, dass dem Handeln von Lehrkräften möglicherweise „mental gespeicherte Handlungsverläufe zugrunde liegen, die sich in wiederholten, strukturell ähnlich verlaufenden Unterrichtsstunden niederschlagen. Diese Skripts (...) werden in jahrelanger Schulerfahrung erworben, nicht wesentlich gebrochen durch die universitäre Lehrerausbildung und wieder verstärkt beim Eintritt in die berufliche Praxis“ (a.a.O. 107).

Als bedeutsam erweist es sich, dass diese Routinen bereits in der eigenen Schulzeit (dort aus der Schülerperspektive) erworben werden, relativ stabil die Phase der Ausbildung überdauern, um dann in der beruflichen Praxis aus der Lehrerperspektive (wieder) zum Einsatz zu kommen. Wie viele unreflektierte und unverdaute mentale Ereignisabfolgen dabei von der Schülerperspektive mehr oder weniger nahtlos in die Lehrerposition übernommen werden, darüber kann derzeit nur spekuliert werden. Es bleibt jedoch in Folge dieser Annahmen eine Feststellung: „Teachers teach as they were taught“ (Jones 1993, zit. in Helmke 2003).

Nach Blömeke u.a. (2003) besteht eine enge Beziehung zwischen subjektiven Theorien einer Person und deren Skripten. In beiden Fällen handelt es sich explizit um handlungsleitende Kognitionen. Blömeke u.a. stellen in diesem Zusammenhang ein heuristisches Modell zur Relation von Kognitionen und Handlungen vor (vgl. Abb. 3).

Abb. 3: *Heuristisches Modell zur Relation von Kognitionen und Handlungen nach Blömeke u.a. (2003), geringfügig modifiziert*



Subjektive Theorien werden darin als gegenstandsbezogene handlungsleitende Kognitionen, Skripts als situationsbezogene handlungsleitende Kognitionen verstanden. Zusammenfassend stellen die Autoren dar: „Subjektive Theorien sind komplexe Überzeugungen des Individuums zu grundlegenden Fragen des Lehrens und Lernens. Bei Unterrichtsskripts handelt es sich dagegen um didaktische Routinen, die situationsspezifisch abgerufen werden. Bei ihrer Entstehung – häufig bereits in der eigenen Schulzeit – lagen durchaus subjektive Theorien zugrunde, die im Laufe der Zeit allerdings abgesunken sind. Es ist möglich, sie im Nachhinein wieder zu rekonstruieren“ (a.a.O. 108). Allerdings ist das Zusammenwirken von subjektiven Theorien (im Sinne gegenstandsbezogener handlungsleitender Kognitionen) und Skripts (im Sinne situationsbezogener Kognitionen) noch weitgehend ungeklärt.

Bei Unterrichtsskripts im Sinne Blömekes handelt es sich in einem kognitionspsychologisch fundierten Sinne um ein Konstrukt (im Sinne einer latenten Variablen), das sich nicht direkt beobachten lässt. Interessant wird es ihrer Ansicht nach also sein, in Bezug auf bestehende Theorien Indikatoren im beobachtbaren Verhalten zu finden, deren Erscheinungsform auf das Vorliegen spezifischer Unterrichtsskripts verweist. Inwieweit dem unterrichtlichen Handeln von Lehrkräften mental gespeicherte Konzepte beziehungsweise Vorstellungen von Ereignisabfolgen zu Grunde liegen, soll mit Hilfe des Skriptbegriffes angemessen beschrieben, modellhaft dargestellt und vor allem empirisch untersucht werden können. So schlagen Blömeke u.a. vor, unter Bezugnahme auf die von Aebli vorgelegten Strukturelemente von Skripts – Tätigkeit, Objekt, Ort, Akteure, und Ergebnis – subjektive Theorien von Lehrkräften und deren damit verbundene Skripts empirisch zu erfassen.

Mit Hilfe von eingehenden Videoanalysen und deren (beispielsweise an der Grounded Theorie orientierten) Auswertung könnten so ihrer Ansicht nach ‚Typen von Unterrichtsskripts‘ gefunden werden. Die Analyse derartiger Handlungsmuster zielt dabei auf die Mikrostruktur des Unterrichts und könnte an dieser Stelle sowohl aktuelle unterrichtliche Realität abbilden, wie auch präskriptive Bedeutung für die Entwicklung von Unterricht erhalten. Für die Erfassung von (Unterrichts-)Scripts scheint es daher notwendig zu berücksichtigen, dass die spätere oder auch antizipierte Wiedergabe einer üblichen Abfolge unter dem Einfluss eines zu Grunde liegenden Schemas erfolgt. Die sprachliche Wiedergabe kann somit abweichen von dem Verhalten, das in der Handlungssituation real und beobachtbar stattfinden würde.

So kann eine Lehrkraft beispielsweise durchaus davon berichten, dass ihre naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden einem bestimmten Ablaufmuster folgen, ebenso verfügt sie über Vorstellungen und Erfahrungen darüber, wie sie in ‚interaktionellen Mikrosituation‘ (hier: einem ‚Teilereignis‘), wie zum Beispiel dem Geben von

strukturierenden Hinweisen in der Experimentiersituation an einem Gruppentisch, agiert beziehungsweise agieren wird. Inwieweit das jeweilige Verhalten dann im Zusammenhang mit bestimmten Ablaufmustern steht und routinisierten oder stereotypen Handlungsmustern folgt, bleibt allerdings der Einschätzung auf Grund einer wiederholten Beobachtung und möglicherweise auch einer sensiblen und kritischen Selbstbeobachtung überlassen.

Unstimmigkeit besteht darüber, inwieweit Routinen, also Skripts, bewusstseinszugänglich sind. Die für das Forschungsprogramm subjektive Theorien grundlegende Annahme der prinzipiellen reflexiven Zugänglichkeit von eigenen Kognitionen als ‚Basisparadigma‘ mag der Vorstellung von Bromme zu geringen reflexiven Zugänglichkeit von implizitem Wissen und somit routinisierten Wissensinhalten entgegenstehen. Skripts, im Sinne von erlernten Routinen im Bereich von Ereignisabfolgen, wären dementsprechend nur bedingt bewusstseinsmäßig zugänglich, jedoch handlungswirksam. Dem entgegen steht allerdings zum Beispiel die Auffassung Andersons, der explizit zur Sprache bringt, dass Skripts „beim logischen Nachdenken über prototypische Situationen“ (Anderson 1996, 160) zum Einsatz kommen. Die Schwierigkeit scheint m.E. unter anderem da zu liegen, wo eine prinzipielle selbstreflexive Zugänglichkeit zu eigenen Kognitionen sinnvoll und notwendig schiene. So stellt sich die Frage, inwieweit Skripts im Sinne routinierter Ablaufmuster prinzipiell selbstreflexiven Prozessen zugänglich sind beziehungsweise durch geeignete Methoden zugänglich gemacht werden können oder eben nicht.

Ohne diese Frage abschließend beantworten zu können, ist im Sinne einer ergebnisoffenen Herangehensweise diesbezüglich für eine undogmatische Haltung zu plädieren. So kann auf einer Dimensionsachse mit den beiden äußeren Polen ‚Handlungsroutinen sind nicht bewusstseinszugänglich‘ und ‚Handlungsroutinen sind potentiell bewusstseinszugänglich‘ in einem pragmatischen Anwendungskontext und ausgehend von einem reflexiven Subjektmodell davon ausgegangen werden, dass auch mehr oder weniger routinisierte Handlungsmuster mit Hilfe geeigneter Methoden zumindest partiell erschlossen und dementsprechend modifiziert werden können. Zudem dürfte dies nicht unwesentlich mit einer gewissen Selbstreflexionskompetenz und einem Geübtsein von ‚reflection-in-action‘ in Verbindung stehen. So dürften Personen mit hohen metakognitiven Kompetenzen und einem entsprechenden Erfahrungs- und Übungshintergrund durchaus einen hohen Anteil selbstbezogener Kognitionen in Bezug auf ihr Handeln erfassen und wiedergeben können.

3.2.4 Zusammenhänge zwischen subjektiven Theorien, unterrichtlichem Handeln und Lernerfolgen von Schülern im Physikunterricht⁴⁶

„Wie insbesondere die Ergebnisse der TIMMS-Videostudie nahe legen, erklärt die vom Lehrerhandeln abhängige Gestaltung des Unterrichts ein erhebliches Maß an feststellbarer Leistungsvarianz von Schülern“ (Fischler u.a. 2002, 157).

Im Rahmen des DFG-Projekts ‚Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht – eine Videostudie‘ untersuchte Müller (2004) auf der Grundlage eines von ihm entwickelten konstruktivistisch-integrativen Theoriemodells, inwieweit Lern- und Entwicklungsprozesse von Schülern im Zusammenhang mit subjektiven Theorien von Lehrkräften stehen. Das Modell versucht zu erklären, auf welchem Weg die handlungsleitenden Kognitionen von Lehrern als Teil ihres Unterrichtsskripts die Entwicklung von Lernen, Interesse, Selbstkonzept und Kompetenzerleben auf Seiten der Schüler beeinflussen. Im Modell wird dabei auf der Ebene der Beziehung zwischen Schüler und Lehrer von einem Prozess einer ‚strukturellen Identifikation‘ ausgegangen. Demnach eigneten sich Schüler von der Lehrkraft neben dem Inhalt insbesondere ‚Strukturen des Erkenntnisgewinns an‘⁴⁷. Müller identifiziert aufgrund der Ähnlichkeit ihrer subjektiven Theorien vier Lehrertypen: ‚Analytiker‘, ‚Wissenschaftler‘, ‚Anbieter‘ und den ‚Schaffer‘, denen er jeweils unterschiedliche Merkmalskombinationen zuordnet. Für diese Arbeit sind vor allem die folgenden Schlussfolgerungen Müllers interessant:

- Die Lehrertypen unterscheiden sich in der Art ihrer konstruktivistischen Orientierung, nicht aber im Ausmaß. „Die subjektiven Theorien aller Lehrer lassen sich am besten als eine Mischung aus ‚traditionellen‘ und ‚konstruktivistischen‘ Vorstellungen beschreiben“ (Müller 2004, 219) .
- Subjektive Theorien und reales Unterrichtshandeln entsprechen sich nur zum Teil. Dieses Ergebnis ergab sich aus einem Vergleich zwischen den subjektiven Theorien und so genannten Sachstrukturdiagrammen auf der Grundlage von videographierten Unterrichtsstunden. Dieser Befund stützt nach Müller die Vermutung, dass „zumindest eine Teil des Zusammenhangs (zwischen Lehrer- und Schülervariablen, Ergänzung durch die Verfasserin) durch einen Prozess

⁴⁶ Für den Bereich der Grundschulen konnten Staub und Stern (2002) ermitteln, dass zwischen 6% und 50% der Varianz an Leistungszuwachs von Grundschulern im mathematischen Lernbereich durch die handlungsleitenden Kognitionen der Lehrkräfte (im Sinne von ‚pedagogical content beliefs‘ sensu Shulman, 1987) aufgeklärt werden konnte.

⁴⁷ vgl. hierzu die Diskussion um epistemologische Überzeugungen zum Beispiel bei Hofer 2001; Urhahne & Hopf 2004

vermittelt wird, der unterhalb der ‚Sichtebene‘ oder ‚Oberflächenstruktur‘ des Unterrichts angesiedelt ist“ (a.a.O. 221).

- Es zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit des Lehrers und dem Lernzuwachs, der Interessensentwicklung, dem fachspezifischen Selbstkonzept- und dem Kompetenzerleben der Schüler. Diese genannten Merkmale der Schüler werden durch die subjektiven Theorien der Lehrer beeinflusst. Der Einfluss kann nur zum Teil durch beobachtbares Verhalten erklärt werden.

Diese Studie liefert interessante Hinweise auf Untersuchungs- und Auswertungsverfahren zur Erfassung subjektiver Theorien von Lehrkräften im naturwissenschaftlichen Bereich. Auch die dargestellten Zusammenhänge zwischen subjektiven Theorien, handlungsleitenden Kognitionen und Unterrichtsskripts auf Seite der Lehrkräfte und den Ergebnissen auf Seite der Schüler ermöglichen aufschlussreiche Einblicke in das komplexe Geschehen von Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht. Jedoch lassen sich die Ergebnisse, insbesondere diejenigen bezüglich der subjektiven Theorien der Lehrkräfte und deren Gruppenbildung, nicht auf Sachunterrichtslehrkräfte übertragen. Im Unterschied zu den fachlich ausgebildeten Physiklehrkräften dürften sich in den subjektiven Theorien der Sachunterrichtslehrkräfte unter anderem sowohl eine sachliche und fachliche Distanz, mangelndes Kompetenzerleben, ebenso wie eine grundsätzliche pädagogische Ausrichtung im Sinne einer ‚globalen Schülerorientierung‘ (Möller u.a. 2004a) abzeichnen.

3.3 Zur Legitimation der Veränderungsbemühungen von bereichsspezifischen subjektiven Theorien

Die Bezugnahme auf das epistemologische Subjektmodell im Forschungsprogramm subjektive Theorien, macht es erforderlich, Fragen nach der Legitimation von Veränderungsbemühungen zu diskutieren. Im Zusammenhang mit Grundfragen zur pädagogisch-psychologischen Evaluation (vgl. Wottawa 2001) lassen sich Maßnahmen zur Qualitätsentwicklung im Bildungsbereich aus verschiedenen Perspektiven betrachten.

Zunächst scheint es im Bereich der Evaluationsforschung so, als könne allein der festgestellte Nutzen einer Maßnahme zu dessen Legitimierung dienen. Dieser Nutzen wiederum kann jedoch entweder von den Auftraggebern und Initiatoren der Maßnahme festgestellt werden oder von den Teilnehmern der Maßnahme oder – im besten Fall – von beiden. Allerdings ist beispielsweise durchaus denkbar, dass die subjektiven Ziele einer Teilnehmerin erfüllt wurden, während die von den Veranstaltern avisierten

Fortbildungsziele bei der Person nicht oder kaum erreicht werden konnten. Subjektiv wahrgenommene Effekte einer persönlichen und beruflichen Weiterentwicklung sind nicht immer deckungsgleich mit den vom Arbeitgeber (hier: der Institution) intendierten Effekten. Im Zusammenhang mit den Menschbildannahmen des Forschungsprogramms subjektive Theorien stellt sich dabei allerdings die Frage, ob nicht sowieso nur diejenigen Veränderungsbemühungen (dauerhaft) Erfolg haben werden (Handlungsrelevanz entfalten werden), deren kognitive Repräsentationen nach mehr oder weniger eingehender rationaler Prüfung durch das Individuum Eingang in deren subjektive Überzeugungssysteme gefunden haben. Insofern entwickelt sich ‚Nutzen‘ für den ‚Arbeitgeber‘ sowieso nur dann, wenn die avisierten Veränderungen ‚nützlich‘ für das Individuum sind. Eine Orientierung an den impliziten Zielvorstellungen des Teilnehmers für eine Maßnahme mit dem Ziel, Veränderung zu ermöglichen, scheint daher unerlässlich. Die Explikation persönlicher Zielvorstellungen kann im Sinne eines Aufbaus von metakognitiver Bewusstheit den Veränderungsprozess daher vermutlich unterstützen.

Die (Weiter-)Entwicklung fachdidaktischer Handlungskompetenz gilt als übergeordnete Zieldimension der hier vorgestellten Lehrerfortbildung. Demzufolge ist es wesentlich, die entsprechenden unterrichtsbezogenen subjektiven Theorien zu rekonstruieren und zu modifizieren. Deren Modifikation erfolgt jedoch nicht zum Selbstzweck, sondern wird erst dort bedeutsam, wo sich im Zusammenspiel zwischen Kognition und Verhalten das Feld des fachdidaktisch adäquaten Unterrichtshandelns aufspannt. Somit ist für die Lehrerfortbildung ein Konzept zu ersinnen, das sich die Weiterentwicklung der subjektiven Theorien und des fachspezifischen-pädagogischen Wissens im naturwissenschaftlichen Sachunterricht zum Ziel setzt und den Aufbau von entsprechenden Handlungskompetenzen ermöglicht.

Im vorliegenden Projekt beziehen sich die angestrebten Veränderungsbemühungen auf Ziele, die unterschiedlichen Wissensbereichen angehören und auf unterschiedlichem ‚Eindeutigkeitsniveau‘ liegen. Die angemessene oder eben mangelnde Realitätsangemessenheit der bestehenden subjektiven Theorien und somit ein wesentlicher legitimierender Faktor für Veränderungsbemühungen (vgl. Forneck 1987) dürfte sich in den Bereichen ‚physikalisches Sachwissen‘ und ‚didaktisches‘ Wissen unterschiedlich darstellen.

Bezüglich derjenigen subjektiven Theorien der Fortbildungsteilnehmer/-innen, die sich im weitesten Sinne auf pädagogisch-didaktische Wissensbestände und Handlungsweisen beziehen, wie zum Beispiel die materielle Gestaltung der Lehr-Lernumgebung, Aspekte der Leistungsmessung oder der Gesprächsführung im Unterricht, lässt sich die Frage, mit welchem Recht Erwachsenenbilder eine Veränderung der subjektiven

Theorien der Lerner anstreben, solange die Realitätsunangemessenheit derselben nicht eindeutig nachzuweisen ist, durchaus kritisch diskutieren.⁴⁸ Für den Fall pädagogisch-didaktischer Interventionen zur Verbesserung von Lernerfolgen kann zwar auf richtungsweisende Tendenzen im Zusammenhang mit einschlägigen Forschungsergebnissen verwiesen werden, aber wissenschaftliche Ergebnisse im Sinne von klar benennbaren und eindeutigen kausalen und generalisierbaren Zusammenhängen (wie zum Beispiel in der Physik) sind doch recht rar. Der Eindruck von Fortbildungsbedarf entsteht dann möglicherweise zunächst aus Diskrepanz zwischen den bestehenden, rekonstruierten subjektiven Theorien der Teilnehmer und einer von Seiten der Fortbildungsleitung definierten, zunächst möglicherweise scheinbar angemesseneren Sichtweise.

So lässt sich beispielsweise im Falle dieses Projektes als Zielvorstellungen für Lehrkräfte die Entwicklung einer didaktischen Haltung benennen, in der sich eine Orientierung an Schülervorstellungen im Sinne kognitionspsychologisch fundierten Lernverständnisses abbildet (vgl. 2.9). Zeigt sich also in den subjektiven Theorien einer Lehrkraft eine Auffassung von Schülervorstellungen, die ein recht ‚triviales‘ Verständnis widerspiegelt, zum Beispiel in einer Weise, dass Schülervorstellungen in erster Linie als alltagsweltliches ‚Erfahrungskonglomerat‘ ohne weitergehende kognitive Verknüpfungen aufgefasst werden, so liegt damit eine Diskrepanz zu der in der fachdidaktischen Diskussion herrschenden Auffassung vor. Auf der Grundlage dieses unterschiedlichen Begriffsverständnisses entwickeln sich im Weiteren vermutlich unterschiedliche Vorstellungen über ‚sinnvolle‘ didaktische Strategien. Während im ersten Fall eine ‚einfache‘ Anknüpfung an Alltagserfahrungen bereits für ausreichend und angemessen erachtet wird, so ist im zweiten Fall das Ersinnen und Umsetzen einer umfangreichen didaktischen Strategie mit Rekonstruktions- und Konfrontationsprozessen erforderlich, um Lernprozesse zu initiieren und zu begleiten. Inwieweit eine Lehrkraft nun diese fachdidaktisch angemessenere Sichtweise in ihre subjektiven Theorien aufnimmt, wird nicht zuletzt davon abhängen, ob die vorgestellten Konzepte für die Fortbildungsteilnehmer/-innen genügend Plausibilität, Relevanz und Anwendbarkeit entfalten, um als sinnvolle Alternative erlebt zu werden.

Im Rahmen dieser Arbeit stellt sich jedoch die Frage nach der Legitimation von Veränderungsbemühung noch in einem anderen Kontext: So haben sich gerade im Bereich der Naturwissenschaften eine Vielzahl an Wissensbestandteilen in vielen Einzelfällen bewährt, können somit als stabil und unter einem klassischen

⁴⁸ Nach Forneck (1987) lassen sich Veränderungsbemühungen beim Entstehen eines ‚doppelten‘ Wahrnehmungs- und Bedeutungssystem legitimieren und Veränderungen sind seiner Ansicht nach da indiziert, wo „in der praktischen Arbeit das Auseinanderfallen von Kenntnissen und Bedeutungen in Einstellungen, Handlungen und Sprache sichtbar wird“ (a.a.O. 50).

Wissenschaftsverständnis auch als wissenschaftlich gesichert gelten. Somit erhalten diese Wissensbestandteile erst auf einer derart hoch komplexen und abstrakten Konzeptualisierungsstufe wieder das Niveau von zu überprüfendem und neu zu modellierendem Wissen, dass dies für den Anwendungsfall Sachunterricht kaum handlungsrelevant werden dürfte.

Im Bereich des physikalischen Sachwissens verfügen die Fortbildungsteilnehmer im Sinne des oben Genannten häufig de facto über ‚falsche‘ oder eben nicht wissenschaftlich adäquate Theorien oder in der Sprache der Konzeptwechseltheoretiker über ‚naive Theorien‘, ‚private theories‘, ‚Fehlkonzepte‘, ‚Präkonzepte‘, ‚Misskonzepte‘ oder ‚alternative Konzepte‘. Deren Veränderung in Richtung hin zu einer wissenschaftlicheren Auffassung muss nicht zusätzlich legitimiert werden. Eine Erweiterung und somit auch ein Veränderung des physikalischen Sachwissens werden in der Fortbildung eindeutig angestrebt. Dieser Prozess lässt sich derzeit am besten mit dem Konzeptwechselbegriff beschreiben. Konzepte zu physikalischen Phänomenen und daraus resultierende Wissensbestandteile oder kognitive Strukturen werden in diesem Verständnis als ein Bestandteil der subjektiven Theorien einer Person gefasst (vgl. 4.1). Daher ist für die Fortbildung ebenfalls eine Bezugnahme auf Konzeptwechseltheorien sinnvoll.

3.4 Lernen als Modifikation subjektiver Theorien

„Unter der Perspektive des Forschungsprogramms subjektive Theorien lässt sich Lernen (...) als die Neu- und Umkonstruktion von subjektiven Theorien begreifen“ (Schlee 1998, 68).

Eine Lehrerfortbildung, die die Modifikation bereichsspezifischer und fachdidaktisch bedeutsamer handlungsleitender Kognitionen anstrebt, kann sich nur zum Teil an vorliegenden Konzepten orientieren. Zwar liegen Anregungen zur Modifikation subjektiver Theorien vor, diese beziehen sich jedoch häufig auf die Modifikation fachübergreifender subjektiver Theorien und daraus resultierender Handlungskompetenzen bei Lehrkräften wie beispielsweise dem Aufbau von Kompetenzerwerb im Gruppenunterricht (Haag 2002) oder dem Aufbau von Bewältigungsstrategien in unerwünschten und belastenden Situationen (Mutzeck 1987). Der Ansatzpunkt für avisierte Veränderungen liegt dabei eher auf allgemeinen und somit fachübergreifenden pädagogischen Wissensbeständen und Handlungsweisen.

Bei den im Rahmen dieser Studie avisierten Veränderungen handelt es sich jedoch um Wissens- und Verhaltensbereiche, die explizit fachlich und fachdidaktisch spezifische Aspekte beinhalten. Die Entwicklung einer Einsicht in die hohe Bedeutung eines

gleichermaßen sachlich und fachlich fundierten wie auch pädagogisch-psychologischen Wissens- und Kompetenzerwerbs und einer daraus resultierenden bereichsspezifischen Kompetenz spiegelt sich in den bereits dargestellten Taxonomien Shulmans (1987) und Brommes (1992) wider. Staub & Stern (2002) problematisieren unter Bezugnahme auf Peterson u.a. (1989), Chi u.a. (1988) und Sternberg & Horvarth (1999) die mangelnde Berücksichtigung inhaltspezifischer Aspekte in der Erforschung von Lehrerkognitionen. „Research on teachers’ beliefs, however, has focused mainly on teachers general beliefs with respect to their role, student learning and principles explaining interactive behaviour, without taking adequate account of subject-matter content. This is problematic because expert competencies are based on vast amounts of highly specific and structured knowledge“ (Staub & Stern 2002, 345). Diese Problematik entfaltet sich allerdings nicht nur auf der Ebene der Forschung, sondern in Folge davon auch auf der Ebene der Intervention. So liegen bisher kaum theoretisch fundierte, erwachsenendidaktische Konzepte für Entwicklung, Gestaltung und Evaluation von Lehrerfortbildungen mit fachdidaktischem Schwerpunkt vor, deren Ziele über den ‚reinen Wissenserwerb‘ hinausgehen.

Für die Weiterentwicklung oder Modifikation spezifisch fachdidaktisch relevanter subjektiver Theorien stellt Inckemann zur Modifikation subjektiver Theorien von Lehrkräften in Bezug auf das Phänomen Lese-Rechtschreib-Schwäche (vgl. Inckemann 2003, 2004a und b) ein Konzept vor. Für den Bereich des Sachunterrichts gibt es dagegen meines Wissens nach bisher kein (veröffentlichtes) Fortbildungskonzept zur Veränderung komplexer bereichsspezifischer Lehrerkognitionen in der Tradition des Forschungsprogramms subjektive Theorien. Zwar verweisen Möller u.a. (2004a und b) in der Gestaltung ihrer Studienmodule auf den Einsatz des ‚pädagogischen Doppeldeckers‘ sensu Wahl, indem die Lehrer durch den Vollzug eines Perspektivenwechsels vom Lehrenden zum Lernenden zu ‚Lernforschern‘ werden sollen. Dadurch erfolgt implizit ein Verweis auf das Forschungsprogramm subjektiver Theorien, doch expliziert wird diese theoretische Anbindung von den Autoren bisher nicht. Da die Münsteraner Forschungsgruppe insgesamt klar dem Konzeptwechselfparadigma zuzuordnen ist, dürfte der theoretisch zu leistende Anschluss zwischen dem Forschungsprogramm subjektive Theorien und sozial-konstruktivistischem Paradigma bei der Gestaltung einer Lehrerfortbildung bisher offen geblieben sein.

Für diese Arbeit wird auf Grund der Integration des Mediums Internet schwerpunktmäßig auf das Konzept zur Modifikation subjektiver Theorien durch Tele-Learning von Wahl (2002a) Bezug genommen. Dabei wird im Sinne eines Blended-Learning-Konzeptes (vgl. Sauter & Bender 2004; Arnold u.a. 2004; Reinmann-Rothmeier u.a. 2005b; Weber 2005) eine didaktisch sinnvolle Verbindung zwischen Lernen an Präsenztagen und Online-unterstützten Lernformen angestrebt. Wahl (2002a) beschreibt

neben didaktisch-methodischen Gestaltungsmöglichkeiten die folgenden *drei Veränderungsschritte* zur Modifikation „kognitiv-emotional-physiologischer Handlungsstrukturen“ (Wahl 2002a, 16).

Demnach sollen die Handlungsstrukturen zunächst einer bewussten Bearbeitung zugänglich gemacht werden. Das entspricht sensu Wahl dem *ersten Veränderungsschritt*. Dazu müssen die Lernenden zunächst in ihrem Handeln ‚innehalten‘ und sich mit ihren Gedanken, Gefühlen und Routinen beim Handeln auseinander setzen. Dies kann durch Perspektivenwechsel, die Verbalisation des eigenen Handelns und/oder die Reflexion selbst angewandeter Lehrpraktiken und Interaktionsformen geschehen. Das Einnehmen dieser Doppelrolle, sowohl Lernender als auch Lehrender zu sein, bezeichnet Wahl (2002a, nach Geissler 1985) als ‚Pädagogischen Doppeldecker‘. Die bewusste Reflexion „führt zu außerordentlich intensiven Bewusstmachungsprozessen und kann in Extremfällen zu einer völligen Infragestellung des bisherigen Kursleiterhandelns führen“ (Wahl 2002a, 17).

In einem *zweiten Veränderungsschritt* sollen neue Handlungsalternativen konstruiert werden. Dazu werden den Lernenden Zielvorstellungen und Lösungsmöglichkeiten angeboten. Im so genannten ‚Sandwich-Prinzip‘, d.h. in systematisch strukturierten, zeitlich aber eher kurzen kollektiven Lern- und Arbeitphasen wird wichtiges Wissen erarbeitet. Zwischen den kollektiven Arbeitsphasen erfolgen Phasen individueller Arbeit, Tandearbeit und Arbeit in Kleingruppen. „Das Sandwich-Prinzip sorgt durch den ständigen Wechsel zwischen kollektiven und individuellen Phasen nicht nur für einen abwechslungsreichen Verlauf der Präsenzphasen, sondern es ermöglicht auch einen Austausch zwischen den Subjektiven Theorien und dem durch Texte oder Referate bereitgestellten Expertenwissen“ (Wahl 2002a, 18).

Im *dritten Veränderungsschritt* schließlich müssen diese neu entwickelten Handlungsalternativen zu ‚Situations- und Handlungsprototypen‘ verdichtet werden. Dazu werden verschiedene Methoden der individuellen und gruppenbezogenen Handlungsplanung vorgeschlagen, wie zum Beispiel Partnerrollenspiele oder Micro-Teaching-Settings.

Die Fortbildungskonzeption erfolgt schwerpunktmäßig unter der expliziten Orientierung am Forschungsprogramm subjektive Theorien, da die Menschbildannahmen den persönlichen Wertvorstellungen der Verfasserin entsprechen und daher als konstituierende Bestandteile meiner pädagogischen und forschenden Haltung verstanden werden können: „Erst dann, wenn die Vertreter der Austauschperspektive davon abrücken, wissenschaftliches Wissen als dem Alltagswissen prinzipiell überlegen anzusehen und sich darauf einlassen, dass jede Art von Wissen sich im Einzelfall erst

bewähren muss, verändert sich auch die Rolle des Lehrers von einem passiv-aufnehmenden zu einem aktiv-prüfenden Wesen“ (Niemeyer & Wahl 1987, 21).

3.5 Befunde zur Veränderung subjektiver didaktischer Theorien von Lehrkräften

Die Veränderung subjektiver Theorien und damit in Zusammenhang stehender Verhaltensweisen gilt als durchaus schwieriges Unterfangen. Zwar berichtet u.a. Wahl (2002a) von erfreulich hohen Veränderungen des beobachtbaren Verhaltens nach mehrphasigen beziehungsweise mehrschrittigen Trainings in der Erwachsenenbildung, doch gibt es bisher nur wenige Studien, die Veränderungen im Bereich der subjektiven *didaktischen* Theorien dokumentieren können. Die bisherigen Interventionsstudien beziehen sich, wie bereits erwähnt, hauptsächlich auf Veränderungsbemühungen von allgemein pädagogisch-psychologischen subjektiven Theorien und Verhaltensweisen. So werden beispielsweise für das Konstanzer Trainingsmodell (Tennstädt 1987; Tennstädt & Dann 1987; Tennstädt u.a. 1991), ein Trainingsprogramm für Lehrkräfte zur Störungsreduktion und Gewaltprävention, klare Interventionserfolge berichtet.

In einer Trainingsstudie von Haag (2002; Haag & Mischo 2003) kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass eine Auseinandersetzung mit den subjektiven Theorien anderer Lehrkräfte zu positiven Effekten bei der Implementierung von Gruppenunterricht im eigenen Unterricht führen kann.

Inckemann (2003, 2004a und b) weist in ihrer Studie nach, dass die subjektiven Theorien von Lehrkräften zum Phänomen Lese-Rechtschreib-Schwäche durch eine Fortbildungsmaßnahme ‚ergänzt‘ werden konnten. So gelang zwar keine ‚radikale Abkehr‘ von vorher bestehenden subjektiven Theorien, doch weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die entsprechenden Theoriebestandteile durch die Fortbildungsmaßnahme ausdifferenziert werden konnten⁴⁹.

Bezüglich der in dieser Studie relevanten Frage, inwieweit Lehrkräfte durch eine Fortbildungsmaßnahme dazu veranlasst werden können, Elemente eines konstruktivistischen Lehr-Lernparadigmas in ihre subjektiven Theorien aufzunehmen, gibt auch eine Studie von Patry & Gastager (2002) interessante Hinweise. So kommen sie im Zusammenhang mit einer fortbildungsbegleitenden Studie von ‚traditionellen‘ und

⁴⁹ Die Vorstellung, dass durch Fortbildungsmaßnahmen subjektive Theorien ‚ausdifferenziert‘ werden, könnte dann im Sinne des Conceptual Change Paradigmas eher als ‚Conceptual Growth‘-Prozess verstanden werden. Damit hätte die Veränderung nicht in Form eines ‚Austauschs‘ stattgefunden, sondern in Form einer ‚Ausdifferenzierung‘.

‚konstruktivistischen‘ didaktischen Ansätzen in den subjektiven Theorien von 18 Mathematiklehrern zu dem Ergebnis, dass

- die Lehrerinnen und Lehrer das neue ‚konstruktivistische‘ Paradigma aufgenommen haben, ohne das ‚traditionelle‘ zu eliminieren,
- diese beiden Paradigmen in der subjektiven Theorie einer Lehrkraft nebeneinander und relativ unabhängig voneinander existieren können (Paradigmenkoexistenz beziehungsweise Paradigmenvielfalt). „Lehrer sind sich zwar der Gegensätze zwischen den beiden Ansätzen bewusst, es bereitet ihnen aber keine Probleme, sie nebeneinander als sinnvoll wahrzunehmen“ (a.a.O. S. 59).
- diese unterschiedlichen Theorien sich situationsspezifisch in unterschiedlichen Verhaltensweisen – als von den Lehrkräften als traditionelle vs. konstruktivistisch deklarierte Lektionen – offenbaren (Situationsspezifität der subjektiven Theorien).

Die aufgeführten Ergebnisse lassen verschiedene interessante Überlegungen zu:

- Es zeigen sich deutliche Unterschiede in der Konzeptualisierung subjektiver vs. wissenschaftlicher Theorien: Während in subjektiven Theorien einander widersprechende ‚Konzepte‘ als sinnvoll wahrgenommen werden können, gilt dies für wissenschaftliche Theorien nicht.
- Die situationsspezifische ‚Anwendung‘ einer jeweils ‚passenden‘ subjektiven Theorie im ‚Handlungsfall‘ verweist auf weitere, vielleicht nicht bewussteinfähige, vielleicht aber auch bisher nicht erfasste ‚Entscheidungskomponenten‘ und ‚Entscheidungsinstanzen‘ bei der Umsetzung von komplexen Kognitionen in komplexe Handlungen.
- Da es möglicherweise unter anderem diese Entscheidungsprozesse und deren kognitive, emotionale und soziale Grundlagen sind, die dazu führen, dass die eine oder andere (oder vielleicht sogar noch weitere) Theorie zum Handlungsvollzug führt, wird an dieser Stelle die Bedeutung der Förderung metakognitiver Bewusstheit klar: So dürfte ein zunehmend routinierter Ablauf der bewussten Beobachtung eigener Reflexionsprozesse rasche Abwägungen zwischen konkurrierenden Theorien möglicher machen und somit die Reflexivität des Handelns erhöhen.
- Die angeführte Paradigmenkoexistenz erinnert an die Hinweise der Conceptual-Change-Forschung, wonach verschiedene, einander durchaus widersprechende Konzepte nebeneinander ‚ko-existieren‘ können. Möglicherweise ist es auch diese Koexistenz verschiedener Konzepte und deren situationsbezogene Anwendbarkeit, die eine Veränderung erschwert. Pragmatisch und somit nutzbar im Sinne

einer Bewältigungsstrategie ist es nämlich durchaus, dasjenige kognitive Konstrukt zu aktivieren, das in der auftretenden Situation der Lebensbewältigung am dienlichsten zu sein scheint und dieses wiederum muss nicht zwingend das wissenschaftlich Elaboriertere sein. Allerdings besteht an dieser Stelle die Gefahr, subjektive Theorien nur noch als nachträgliche Rechtfertigungen für erfolgte Handlungen, die dann vor allem dem Zweck der Rationalisierung dienen, zu betrachten. Definitiv ‚verantwortlich‘ für Handlungen wären dann tatsächlich dem Bewusstsein nicht oder kaum zugängliche Mechanismen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Befunde zur Veränderung subjektiver *didaktischer* Theorien bisher eher spärlich sind.⁵⁰ Der nachfolgende Anschluss an die Diskussion zu sozial-konstruktivistischen Lernvorstellungen verweist auf eine weitere theoretische Basis für die Entwicklung einer fachdidaktischen Fortbildungsmaßnahme.

3.6 Lernen aus sozial-konstruktivistischer Perspektive – Lernen als Konzeptwechselprozess

Der Wechsel von ‚traditionellen‘ Auffassungen über Wissenserwerb, wonach Lernen als Prozess der ‚Aufnahme‘ über ‚Übernahme‘ von Wissen verstanden wurde, zu den derzeit aktuellen Vorstellungen von Lernen als aktivem und konstruktivem Prozess erfolgte für das Lernen in den Naturwissenschaften durch die seit etwa Mitte der siebziger Jahre stattfindenden Untersuchungen über Struktur und Inhalte von Schülervorstellungen und – nach Müller (2004) – durch einen Artikel von Driver & Easley (1978), der durch die Bereitstellung der Begrifflichkeit für eine Übertragung konstruktivistischer Ansätze in die Didaktik sorgte.

Der radikale Konstruktivismus lässt sich zunächst als Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie begreifen, der sich mit Fragen der Objektivität von Wissen und Wahrnehmung und deren Verhältnis zur Welt befasst (Gerstenmaier & Mandl 1995, Müller 2004). Physiologische und kognitionswissenschaftliche Ansätze, die das Gehirn als in sich geschlossenes System betrachten, das nach selbst entwickelten Kriterien neuronale Signale deutet und bewertet, bilden die theoretische Grundlage des Konstruktivismus (Maturana 1987a und b, 2000; Varela 1987; Roth 1997). Systemtheoretische Überlegungen fassen den Konstruktivismus als „Erkenntnistheorie für eine Gesellschaft

⁵⁰ Dies dürfte meines Erachtens sowohl in einem Zusammenhang mit der bisher wenig erfolgten Übertragung des Forschungsprogramms subjektive Theorien auf fachdidaktische Inhalte stehen, als auch auf die Schwierigkeiten hinweisen, die im Zusammenhang mit dem Forschungsfeld stehen: Die Erforschung von Veränderungen im Bereich der komplexen, handlungsleitenden Lehrerkognitionen erweist sich durchaus als große Herausforderung.

mit ausdifferenziertem Wissenschaftssystem“, deren Reflexionsprobleme „nur noch konstruktivistisch zu lösen sind“ (Luhmann 1990). Als „Theorie des Wissens“ (von Glaserfeld 1992) lässt sich der radikale Konstruktivismus nach Müller (2004) zunächst nicht unmittelbar auf (schulische) Lehr-Lernprozesse übertragen. Allerdings gibt es eine Reihe von Ansätzen, in denen die Übertragung und Anwendung konstruktivistischer Grundpositionen auf die Gestaltung von Lernprozessen – mithin auf didaktische Fragestellungen – erfolgreich diskutiert wurde (Gerstenmeier & Mandl 1995; Duit 1995; Dubs 1995; Siebert 1999; Müller 2001; Windschitl 2002)⁵¹. Nach Tulodziecki (2004) zeichnet sich diesbezüglich mittlerweile eine ‚pragmatische Zwischenposition‘ ab, die sich in der Diskussion um das Konzept des ‚situierten Lernens‘ widerspiegelt⁵².

Die Gestaltung einer Lehrerfortbildung, die sich dem Anspruch verpflichtet fühlt, eine Lehr-Lernumgebung bereitzustellen, welche Möglichkeiten für intensive Lernprozesse im Sinne des sozial-konstruktivistischen Lernparadigmas zur Verfügung stellt, orientiert sich dabei sowohl in der Planung als auch Gestaltung an Prämissen, wie sie gemäß Gerstenmaier & Henninger (1997) für die Gestaltung moderner Lernkonzeptionen in der Erwachsenenbildung als grundlegend gelten können:

- ‚*Conceptual change is self-directed*‘: (Lernende) Individuen suchen auf der Basis von Vorwissen Handlungs- und Situationserklärungen, gelangen über ‚mental experimentation‘ zu verändertem, ‚restrukturiertem‘ Wissensaufbau und konstruieren situationsspezifische Modelle zur Fehleranalyse und -korrektur.
- ‚*Social genesis*‘ von Wissen: Individuen erwerben über den Weg von Internalisierungen Wissen durch Erfahrungen im sozialen Kontext. Der Erwerb von Wissen geschieht somit über sozial vermittelte Konstruktionsprozesse.

⁵¹ Damit zeichnet sich ein theoretisches ‚Dilemma‘ ab: Der Konstruktivismus entwickelte sich zunächst als Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie, welche dann als Begründung für lehr-lerntheoretische Positionen verwendet wurde. Dies bildet sich in der Verwendung der Begrifflichkeit ab. So ist Wissenserwerb als intraindividueller Prozess als konstruktivistisch zu bezeichnen, eine Lernumgebung jedoch wohl eher nicht. Eine Lernumgebung ist vielmehr dazu geeignet, Lernprozesse – also Konstruktionsprozesse – zu ermöglichen, aber sie kann wohl nicht ‚konstruktivistisch‘ sein, es sei denn man bezeichnet immer dann eine Lernumgebung als konstruktivistisch, wenn nachweislich ein Lernprozess darin stattgefunden hat. Somit wäre eine ‚konstruktivistische Lernumgebung‘ immer erst an ihren Auswirkungen erkennbar und auch ‚traditioneller‘ Unterricht könnte eine – in diesem Sinne – konstruktivistische Lernumgebung sein. Der präskriptive Charakter, der für Empfehlungen zur Gestaltung von Lernumgebungen führt, ließe sich somit nicht anwenden. Auch bezüglich des Begriffs der Situietheit scheint Ähnliches zu gelten: So ist Lernen immer an eine Lernsituation gebunden und somit immer situiert. Das gilt übrigens – schon lange vor der Diskussion des konstruktivistischen Paradigmas – auch für Lernen als Konditionierungsvorgang.

⁵² Im angloamerikanischen Raum: zum Beispiel Collins u.a. 1989; Cognition and Technology Group at Vanderbilt 1990; im deutschsprachigen Raum: zum Beispiel Mandl u.a. Renkl 2002; für den Sachunterricht: Hartinger & Mörtl-Hafizovic 2004.

- ‚*Monitoring, Selbstdiagnose, Selbstregulation*‘: Es erfolgt der Aufbau mentaler Modelle, die Konzeptionen von Zielstrukturen, Problemräumen und meta-kognitiven Strategien enthalten.

Für die Gestaltung von ‚situierter‘ Lernumgebungen lassen sich daher nach Mandl u.a. (2002) zusammenfassend folgende Forderungen ableiten:

- *Komplexe Ausgangsprobleme*: Ein interessantes und motivierendes Problem dient als Ausgangspunkt des Lernprozesses. Dadurch wird Wissen in einem Anwendungskontext erworben.
- *Authentizität und Situiertheit*: Durch realistische Probleme und authentische Situationen wird ein Anwendungskontext für das zu erwerbende Wissen bereitgestellt.
- *Multiple Perspektiven*: Zur flexiblen Übertragung des Wissens auf neue Situationen soll es in mehrere, verschiedene Kontexte eingebettet werden.
- *Artikulation und Reflexion*: Zur Förderung der Abstrahierung des Wissen ist es erforderlich, die zu lösenden Probleme laufend zu artikulieren und zu reflektieren.
- *Lernen im sozialen Austausch*: Eine wesentliche Bedeutung hat das Lernen im sozialen Kontext. Kooperatives Lernen ermöglicht das gemeinsame Lösen von Problemen.

Diese Forderungen bilden unter anderem auch die lern- und instruktionstheoretische Grundlage für die Gestaltung von E-Learning-Umgebungen⁵³. So gilt der Cognitive-Apprenticeship-Ansatz (Collins u.a. 1989, vgl. Fußnote 52) vermutlich als das international meist beachtete Instruktions-Design-Modell für die Entwicklung von multimedialen Lernumgebungen (vgl. Niegemann u.a. 2004). Als Analogie zur traditionellen Meisterlehre, worin der ‚Experte‘ den ‚Novizen‘ (siehe die Anlehnung an die aktuelle kognitionspsychologische Diskussion) nach anfänglicher starker Stützung Schritt für Schritt mehr in die Selbstständigkeit entlässt, nennen die Autoren ihr Modell ‚Cognitive-Apprenticeship‘. Als wesentlich zum Aufbau von Handlungskompetenz gilt dabei das ‚Hineinwachsen‘ in eine Expertengemeinschaft über das Lösen von authentischen Problemen in sozialer Interaktion (Mandl u.a. 2002; Mandl & Geier 2004). In einer Kombination aus direkten und indirekten Unterstützungsmaßnahmen, wobei die externe Steuerung im Verlauf des Lernprozesses zunehmend nachlässt, sollen

⁵³ Da in der hier vorgestellten Lehrerfortbildungsmaßnahme das Internet als Lernmedium integriert wurde, wird an dieser Stelle – allerdings nur knapp – auf die theoretische Anbindung der aktuellen E-Learning-Diskussion eingegangen.

in diesem Modell informelle Lernaktivitäten, wie sie in alltäglichen sozialen Kontexten beobachtet werden, im Vordergrund stehen. Lernen soll erfahrungsbezogen stattfinden, sodass Abstraktionen in Verbindung zum Anwendungsfeld stehen. Der Prozess des ‚Hineinwachsens‘ wird in sieben Schritten (sechs Schritten bei Niegemann u.a. 2004) beschrieben:

- *Modeling*: Ein Experte führt eine Problemlösung beziehungsweise eine Vorgehensweise vor, so dass er vom Lerner beobachtet werden kann. Dabei verbalisiert der Experte seine mental ablaufenden Prozesse.⁵⁴
- *Coaching*: Der Novize führt die Vorgehensweise selbst aus und wird dabei von einem Experten gezielt unterstützt.
- *Scaffolding*: Der Experte schätzt die bisher entwickelten Fähigkeiten des Lerners möglichst genau ein und gewährt so viel Unterstützung wie nötig und so viel Freiraum wie möglich.
- *Fading*: Die Unterstützung wird zunehmend ausgeblendet.
- *Articulation*: Der Lerner reflektiert und artikuliert seine Denkprozesse und Problemlösestrategien.
- *Reflection*: Die Reflexion ablaufender Lernprozesse und deren Austausch mit anderen soll das eigene Wissen und Vorgehen bewusst machen.
- *Exploration*: Eine weitergehende und selbstständige Exploration und die Einordnung des Könnens in einen übergeordneten Rahmen bildet den ‚Zielzustand‘ ab.

Nach Niegemann eignet sich das Modell besonders „für die Einführung in neue Lehrstoffe, vor allem wenn kognitiv-prozedurales Lernen im Vordergrund steht“ (2004, 36).

Möller u.a. (2004a und b) setzen für die Gestaltung von Lehrerfortbildungen zur Steigerung der naturwissenschaftsbezogenen fachdidaktischen Kompetenzen für Sachunterrichtslehrkräfte auf die Förderung fachlicher, didaktischer und methodischer Kompetenzen, zielen auf die Steigerung von Interesse, Motivation und Selbstvertrauen und binden die Fortbildungen theoretisch an Konzeptwechseltheorien. Sie erachten eine tutorielle Unterstützung im Sinne des Cognitive-Apprenticeship-Ansatzes am Anfang des Lernprozesses für nötig und gestalten den Lernprozess für die Lehrkräfte in den folgenden Modulen: Zunächst erfolgt die Aneignung physikalischer Inhalte durch das Aufstellen, Experimentieren, Diskutieren und Reflektieren von Hypothesen. Dabei erfolgt eine Unterstützung durch die Fortbildungsleitung. Es folgt die Reflexion und

⁵⁴ Vgl. Modelllernen bei Bandura.

Beschreibung des eigenen Lernprozesses und der Erfahrungsaustausch mit anderen Fortbildungsteilnehmer/-innen. Gemeinsame Unterrichtsplanung und Erprobung von Unterricht auf der Grundlage von zur Verfügung gestelltem Material schließt sich an. Zudem erachten die Autoren es für zentral, dass die Lehrkraft die Sichtweise eines Lernenden reflektieren kann. Dazu nehmen die Lehrkräfte in der Fortbildung die Rolle eines ‚Lernforschers‘ ein: Sie führen Interviews mit Schüler/-innen zu naturwissenschaftlichen Themen und beobachten den Lernprozess eines Kindes im Unterricht. Die gesamte Fortbildung umfasst 16 Fortbildungstage.

3.7 Befunde zur Veränderung von Wissen und zum Kompetenzaufbau im naturwissenschaftsbezogenen Unterricht

Der Mangel an empirischer Forschung zur Lehrerbildung gilt bereits seit einigen Jahren als kritisch und Lehrerbildungsforschung somit als Desiderat der empirischen Bildungsforschung (vgl. Terhart 2001; Schaefers 2002; Kolbe & Combe 2003).⁵⁵ Dies gilt umso mehr für den Bereich dieser Arbeit. Das bereichsspezifische Wissen, Denken und Handeln von Sachunterrichtslehrkräften, deren Interessen, Meinungen und Einstellungen bezogen auf die naturwissenschaftliche Unterrichtsinhalte und vor allem die Veränderung und Erweiterung derselben durch eine Fortbildungsmaßnahme gelten weitestgehend als empirisches Neuland. Im Folgenden werden einige der wenigen Forschungsergebnisse aufgeführt.

Zur Veränderung der Fehlkonzepte von 36 australischen Lehramtsstudenten und 21 Grundschullehrkräften beschreibt Paul Webb (1992) in seiner Interventionsstudie eine Vorgehensweise, in der den Probanden zunächst ‚typische‘ Schülervorstellungen zu einem einfachen Stromkreis bildlich präsentiert wurde mit der Bitte, sie mögen ankreuzen, welche Vorstellung sie für zutreffend hielten. Im Anschluss daran erhielten die Teilnehmer Versuchsmaterial und die Gelegenheit, drei Stunden damit zu experimentieren und mit den anderen Teilnehmern zu diskutieren. Daraufhin wurden ihnen wieder die vier ‚typischen‘ Vorstellungen präsentiert, erneut mit der Bitte versehen, sich für die zutreffende zu entscheiden. Es gelang durch diese Maßnahme, dem intensiven Experimentieren und Diskutieren ein sehr deutlicher Zuwachs in der ‚Übernahme‘ des physikalisch adäquaten Konzepts. So wählten nach der Fortbildungsmaßnahme deutlich mehr Personen die ‚richtige‘ Vorstellung. Webb schließt daraus: „Therefore, if teachers are expected to teach towards conceptual change in their pupils, it seems probable that a profitable way of teaching towards this goal at tertiary

⁵⁵ Einen Überblick über nationale und internationale Studien zur Erforschung der Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen gibt Lipowsky (2004).

institutions is to lead prospective and in-service teachers through the same process, at the same time making explicit the reasons for doing so“ (a.a.O. 428).

Gustafson & Rowell berichten dagegen von recht unbefriedigenden Ergebnissen bei dem Versuch ‚teachers initial ideas about learning, teaching and the nature of science‘ zu verändern (Gustafson & Rowell 1995, 603). Die Autorinnen untersuchten die ‚conceptions‘ der befragten ‚preservice teachers‘ mit Hilfe von Fragebögen und teilstrukturierten Interviews vor und nach deren Teilnahme an einem zweiteiligen, 13-wöchigen ‚science education‘ Kurs. Die beiden Kurse umfassten „discussions of the constructivistic view of learning, emphasized group work, class discussion and sharing ideas.“ Die Autorinnen kommen zu dem ernüchternden Ergebnis, dass es mit Hilfe der angebotenen Interventionsmaßnahme nur in geringem Umfang gelungen schien, bereichsbezogene Kognitionen zu verändern. „In summary, the preservice teachers‘ final ideas about learning, teaching science and the nature of science were not remarkable different from their initial ideas“ (a.a.O. 598).

Im Rahmen einer weiteren Interventionsstudie kommen Gustafson u.a. (2002) zu günstigeren Ergebnissen. Das Treatment wurde im Sinne eines Experten-Novizen-Modells organisiert. Dreizehn Lehrkräfte mit jeweils einem Jahr Schulerfahrung, ‚Novizen‘ also, erhielten die Gelegenheit, zunächst im Rahmen eines Seminars gemeinsam mit erfahrenen Lehrkräften, ‚Experten‘, naturwissenschaftsbezogenen Unterricht zu planen und zu diskutieren. Weiterhin konnten die Novizen zwei Tage im Unterricht der erfahrenen Lehrkräfte hospitieren und mit den Kollegen diskutieren. Auswirkungen der Interventionsstrategie auf die Entwicklung professionsbezogenen Wissens wurden im Sinne der Taxonomie Shulmans erfasst. Die Daten zur Erfassung des professionsbezogenen Wissens wurden dabei vornehmlich mit Interviews erhoben. Die Autoren berichten von positiven Effekten, insbesondere auf das ‚curricular knowledge‘ (das Wissen über Unterrichtsmedien und den Schulstoff, der im Lehrplan steht) und das ‚pedagogical knowledge‘ (das fachunspezifische Wissen zum Beispiel über Klassenführung und den Umgang mit Disziplinproblemen).

Janet Kelly (2000) stellt positive Effekte für die Entwicklung von ‚content knowledge‘, ‚pedagogical knowledge‘ und ‚pedagogical content knowledge‘ für Studierende dar, die einen so genannten ‚Science Methods Course‘ besucht hatten. Ein umfangreiches Angebot an Inhalten und Methoden innerhalb eines anspruchsvollen Kursdesigns verband vielfältige Möglichkeiten für eigene Erfahrungen mit den Inhalten von kooperativen Problemlöse- und Diskussionsprozessen. „A variety of approaches, including modelling for the preservice teachers‘ constructivistic teaching strategies, involving them in exploratory and reflective collaborative activities; requiring them to seek resources and develop their own teaching material; and having them explore and

teach science in the context of formal and informal learning environments, were employed to enable preservice teachers to learn science content while learning teaching methods” (a.a.O. 770). Auswirkungen des Kurses zeigten sich nach Aussagen der Autorin in einem Zuwachs an Wissen und Verständnis für naturwissenschaftliche Inhalte und Fragen, einem Einstellungswandel gegenüber Naturwissenschaften und einer Stärkung des Vertrauens in die eigene Kompetenz, naturwissenschaftsbezogene Inhalte zu unterrichten. Für wesentlich erachtet die Autorin, dass Lernende sowohl sich selbst immer wieder in der Rolle des Lerners wahrnehmen und reflektieren, als auch die Rolle des Lehrenden einnehmen und reflektieren. Dieser ständige und mehrfache sachbezogen selbstreflektierende Perspektivenwechsel, der auch in der Diskussion um erfahrungsbezogenes, problemorientiertes, situiertes Lernen eine zentrale Rolle spielt, stellt meiner Ansicht nach eine wesentliche Komponente für die Ausbildung und Weiterentwicklung von kompetentem Unterrichtshandeln dar.

Lee u.a. (2004) untersuchten 53 Dritt- und Viertklasslehrkräfte aus sechs Grundschulen hinsichtlich ihrer bestehenden Überzeugungen (,initial beliefs’), ihrer Unterrichtspraxis im Bereich ,inquiry-based science’ und Auswirkungen einer Interventionsmaßnahme darauf. Die Interventionsmaßnahme umfasste die Bereitstellung von ausgearbeiteten Unterrichtseinheiten und Unterrichtsmaterial und Workshops, die inhaltlich aufeinander abgestimmt waren. Die Autoren begründen die Neuerarbeitung von Unterrichtseinheiten und -material mit der unbefriedigenden Qualität von bestehendem Material und der mangelnden Passung ihrer Fortbildungsziele mit bestehendem Material. Das Material wurde unter Bezugnahme auf die National Standards in Science erarbeitet. Die Workshops umfassten vier vollständige Tage, verteilt auf ein Schuljahr.⁵⁶ Erhoben wurden Fragebogendaten, Daten aus Gruppendiskussionen und Beobachtungsdaten in den Klassen der teilnehmenden Lehrkräfte. Die Autoren fassen zusammen, dass die Lehrkräfte von einem Zuwachs an inhaltspezifischem Wissen berichten, von einem Zuwachs an Vertrauen in Bezug auf das Unterrichten naturwissenschaftsbezogener Inhalte und davon, dass sie eigenen Aussagen nach mehr ,hands-on and ,inquiry based science instruction’ verwirklichen. Allerdings besteht nach Aussagen der Autoren eine Diskrepanz zwischen den selbst reportierten Aussagen der Lehrkräfte und den Ergebnissen aus der Unterrichtsbeobachtung. So zeigten sich kaum Veränderungen in der realisierten Unterrichtspraxis.

Parker & Heywood (2000) verweisen auf die hohe Bedeutung eines ,qualitativen’ Verständnisses von physikalischen Phänomenen für den Erwerb von unterrichtlicher Handlungskompetenz. Dabei betonen sie die Bedeutung eines selbstreflexiven Lern-

⁵⁶ An dieser Stelle werden zufällige Parallelen zwischen diesem Fortbildungsdesign und der SUPRA-Lehrerfortbildung deutlich.

prozesses beim Erwerb physikalischen Wissens. So sollten Lehrkräfte parallel zum Erwerb fachlichen Wissens ihren eigenen Lernprozess intensiv beobachten. Der Zusammenhang zwischen inhaltspezifischem Wissen und kompetentem pädagogischen Handeln liege in der Fähigkeit und Bereitschaft, den eigenen Lernprozess zu untersuchen und daraus Schlüsse für das eigene Lehrerhandeln zu ziehen. „The implications are not only a requirement for in-depth subject knowledge but, (...) as beliefs about teaching and learning drive decisions to do with teaching, prospective teachers need an awareness of the nature of learning itself. (a.a.O. 108) Metacognition refers to the knowledge and regulation learners have of their own thinking and learning, learning about learning could contribute to resolving the tension between subject knowledge and pedagogy” (a.a.O. 110).

Im deutschsprachigen Raum kann auf die Arbeiten der Münsteraner Forschungsgruppe (Möller u.a. 2004a und b) verwiesen werden, die sich unter anderem der Frage widmet, wie durch Lehrerfortbildungsmaßnahmen das fachspezifisch-pädagogische Wissen von Sachunterrichtslehrkräften verändert werden kann. Ergebnisse liegen derzeit noch nicht vor.

Drechsler-Köhler (2005) kommt auf Grund ihrer Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass Grundschullehrkräfte durch geeignete Fortbildungsmaßnahmen dazu angeregt werden können, eine häufig vorhandene ablehnende Haltung gegenüber chemischen und physikalischen Inhalten aufzugeben und entsprechende Inhalte im Sachunterricht umzusetzen. Die Autorin verweist auf die folgenden Einflussfaktoren für den Erfolg von Fortbildungsmaßnahmen:

- Mit Fortbildungen ganzer Kollegien werden auch Kollegen erreicht, die chemische und physikalische Inhalte eher meiden.
- Lehrplan-Konformität der Fortbildungsinhalte erhöht die Akzeptanz und die Wahrscheinlichkeit der unterrichtlichen Umsetzung.
- Unterrichtsmaterialien werden für die meisten Lehrkräfte erst in Verbindung mit einer zugehörigen Fortbildungsmaßnahme nutzbar.
- Experimentelle Ansätze müssen von Fortbildungsteilnehmer/-innen im Rahmen der Fortbildung erprobt werden, um im Unterricht umgesetzt zu werden.
- Wiederholte Fortbildungsteilnahme erhöht den Anteil derer, die ihre Kompetenz positiv einschätzen.
- Wiederholte Fortbildungsteilnahme wirkt sich vor allem auf Lehrkräfte ohne entsprechende naturwissenschaftliche Ausbildung positiv aus.

Insgesamt geben die Ergebnisse von Drechsler-Köhler berechtigten Anlass zur Hoffnung, mit Hilfe von Fortbildungsmaßnahmen die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung chemisch-physikalischer Inhalte im Sachunterricht erhöhen zu können.

Zusammenfassend zeigt sich, dass empirische Ergebnisse zur Lehrerausbildung im Bereich des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts, insbesondere im deutschsprachigen Raum, rar und zur Lehrerfortbildung in diesem Bereich kaum vorhanden sind. Didaktische Überlegungen zur Gestaltung der Fortbildung beziehen ihre Anregungen daher aus einer Reihe der hier vorgestellten Studien in Verbindung mit eigenen konzeptionellen Überlegungen.

3.8 Zusammenfassung und Diskussion

Ausgehend von den Anforderungen, die an Lehrkräfte zur Erfüllung eines ‚niveauvollen‘ Sachunterrichts gestellt werden, kommen die dafür notwendigen Kompetenzen der Lehrkräfte, deren subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen und deren fachspezifisch-pädagogisches Wissen in den Blick.

Situations- und kontextgebundene komplexe Kognitionen gilt es im Hinblick auf Kompetenzzuwachs so zu verändern, dass sie handlungswirksam werden. Einstellungen, Meinungen und Interessen in Bezug auf naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht könnten sich wandeln. Wissen, das aufgebaut wird, sollte fachlich korrekt sein, nicht ‚träge‘ bleiben und in einer passenden Situation zum Einsatz kommen. Handlungsalternativen, die entwickelt und aufgezeigt werden, sollten in einem Prozess der zunehmenden Prozeduralisierung verfügbar werden. Für die Entwicklung einer Interventionsmaßnahme mit dem Ziel der Kompetenzsteigerung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht sind daher zur theoretischen Grundlegung dieser Maßnahme Überlegungen nötig, die auf die Modifikation subjektiver, handlungsleitender Theorien ebenso abzielen wie auf die Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens inklusive der entsprechenden physikalischen Konzepte.

4 Theoretische Grundlegung der Fortbildungsmaßnahme: Lernen als Konzeptwechselprozess und Lernen als Veränderung subjektiver Theorien – ein Integrationsversuch

Die Entwicklung eines integrativen Fortbildungskonzeptes wird vorgestellt. Dieses bezieht sich sowohl auf Anregungen aus dem Forschungsprogramm subjektive Theorien wie auch auf Überlegungen zur Gestaltung sozial-konstruktivistischer Lehr-Lernumgebungen im Sinne des Konzeptwechselmodells. Für die vorliegende Interventionsmaßnahme wurde eine Kombination der Konzeptionen auf der Grundlage des im Folgenden dargestellten heuristischen Modells vorgenommen.

4.1 Entwicklung einer Modellvorstellung zur theoretischen Grundlegung einer fachdidaktischen Lehrerfortbildung

Die theoretische Grundlegung des Interventionsvorhabens erfolgt sowohl im Conceptual Change Paradigma (Stark 2003) wie auch im Forschungsprogramm subjektive Theorien (Groeben u.a. 1988). Das Conceptual Change Paradigma bietet insbesondere für das Lernen und Lehren im Bereich der in den Naturwissenschaften hilfreiche Beschreibungen und Vorstellungen.⁵⁷ Zudem weist es auch unter didaktisch und methodisch relevanten Gesichtspunkten Parallelen zu den Vorstellungen des Forschungsprogramms subjektive Theorien auf.

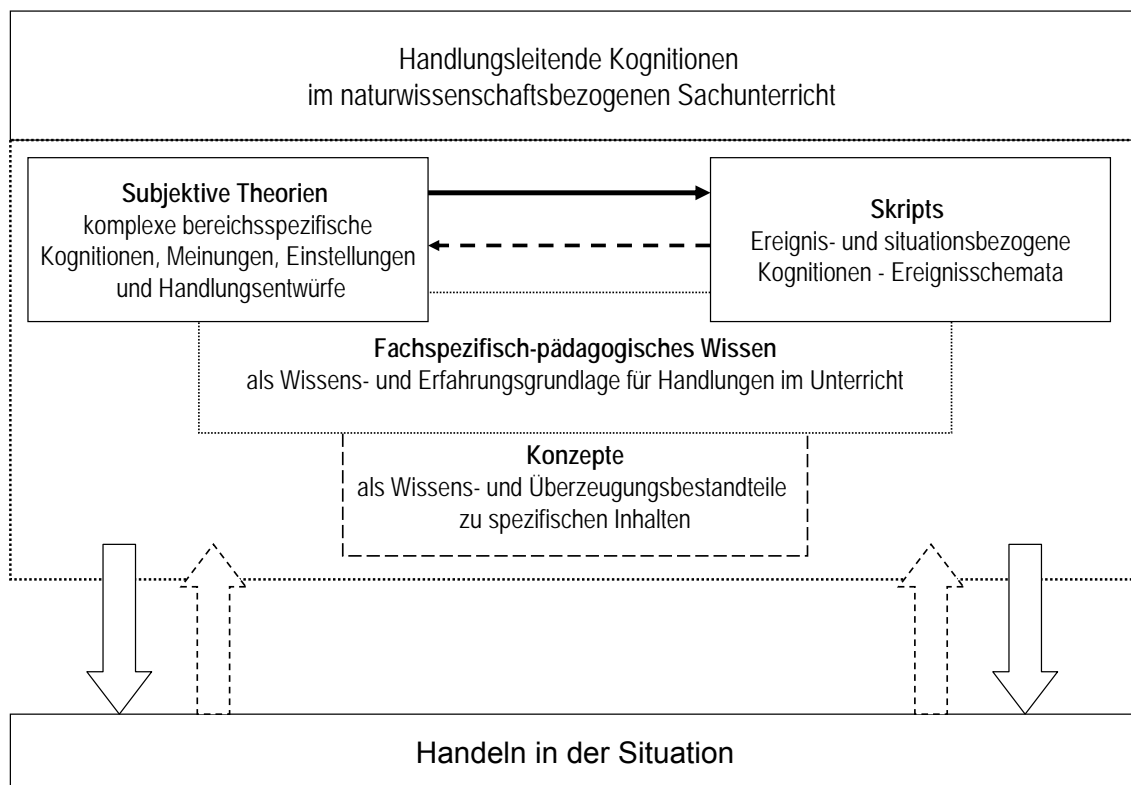
Das Ziel der modellhaften Verbindung des Konzeptwechselmodells mit dem Forschungsprogramm subjektive Theorien ist die theoretische Begründung einer fachdidaktischen Lehrerfortbildungsmaßnahme. Diese verfolgt das Ziel einer Erweiterung und Ausdifferenzierung der bereichsspezifischen subjektiven Theorien zum Aufbau unterrichtlicher Handlungskompetenz im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.

In diesem Modell werden in Anlehnung an Blömeke u.a. (2003) subjektive Theorien verbunden mit dem kognitionspsychologischen Begriff der Skripts (vgl. 3.2.3). Diese beiden Konstrukte umfassen gleichermaßen handlungsleitende Kognitionen, und es wird davon ausgegangen, dass sie einander beeinflussen. Blömeke u.a. fassen, wie bereits dargestellt, subjektive Theorien als gegenstandsbezogene Kognitionen und

⁵⁷ Vgl. hierzu auch Kleickmann u.a. 2005a, 168: „Aus naturwissenschaftsdidaktischer Sicht schlägt hierzu eine Reihe von Autoren für die Lehreraus- und weiterbildung die Übertragung des Konzeptwechsel-Modells auf den Erwerb von Lehrerkognitionen vor.“

Skripts als situationsbezogene Kognitionen. In dem hier vorgeschlagenen Modell wird die Konzeptualisierung subjektiver Theorien als gegenstandsbezogene Kognitionen übernommen, der Begriff des Skripts um ‚ereignisbezogene‘ Kognitionen beziehungsweise Ereignisschemata erweitert. Zudem wird das Modell um den Begriff des fachspezifisch-pädagogischen Wissens sensu Bromme (1992) und um den Konzeptbegriff ergänzt.

Abb. 4: Handlungsleitende Kognitionen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht



Handlungsleitende Kognitionen einer Person werden als übergeordnetes Konstrukt zur Beschreibung komplexer unterrichtsbezogener Lehrerkognitionen betrachtet. Subjektive Theorien gelten in Anlehnung an das unter 3.2 dargestellte Begriffsverständnis als umfassende kognitive Repräsentation bewusster beziehungsweise bewusst gewordener oder bewusst werdender innerer Prozesse. Damit umfasst der Begriff der subjektiven Theorien auch Einstellungen, Meinungen und Emotionen (sofern diese im Sinne einer kognitiven Bewertung einer physiologischen Reaktion oder einer Situation verstanden werden)⁵⁸ und dürfte daher im Zusammenhang mit handlungsleitenden Kognitionen das

⁵⁸ Zur Rolle der Emotionen der Lehrkräfte im naturwissenschaftlichen Unterricht vergleiche Zembylas 2004, 343: „Arising from this view, are the emotions of intellectual excitement, frustration and shame

umfassendste Konstrukt sein. Die hier vorgenommene Präzisierung auf domänen-spezifische subjektive Theorien beinhaltet damit komplexe Kognitionen im Sinne konzeptueller Schemata zu Wissensinhalten und Wissensstrukturen, zu Meinungen und Einstellungen, zu Interessen und Gefühlen in Bezug auf grundlegende Fragen des Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. Subjektive Theorien in diesem Sinne beinhalten dann unter anderem auch das fachspezifisch-pädagogische Wissen im Sinne Brommes (1992)⁵⁹, welches sich als *eine* Grundlage gegenstandsbezogener, bereichsspezifischer Kognitionen und ereignis- und situationsbezogener Kognitionen im Sinne von Ereignisschemata (Skripts) zusammenfassen ließe. Fachspezifisch-pädagogisches Wissen wiederum beinhalte dann neben grundlegenden domänenspezifischen Überzeugungssystemen und dem entsprechenden Wissen (zum Beispiel einem zutreffenden Konzeptverständnis) auch prozedurale Wissensaspekte und somit mehr oder weniger prozeduralisierte und routinisierte Ereignisschemata, eben Skripts. Diese könnten, in einer Erweiterung der Fassung Blömekes, auch verstanden werden als didaktische Routinen, die situations-, ereignis- und domänenspezifisch abgerufen werden. Konzepte wiederum könnten in diesem Modell als inhaltspezifische Bestandteile domänenspezifischer subjektiver Theorien betrachtet werden.

Dieses Modell geht von einer postulierten Parallelität zwischen dem Konstrukt ‚subjektive Theorien‘ und dem Konzeptwechsel-Paradigma aus. Lernen wird in beiden Theoriesträngen jeweils als Erweiterung und Ausdifferenzierung oder als Neuinterpretation und Wechsel von Sichtweisen interpretiert. Die Veränderung subjektiver Theorien im Sinne einer Neu- und Umkonstruktion von komplexen kognitiven Strukturen lässt sich somit ebenso wie die Veränderung oder Weiterentwicklung von Konzepten als Lernprozess verstehen. Für den lerntheoretischen Bereich (ohne explizite Bezugnahme auf Lehrerfortbildung) macht Müller (2004) einen plausiblen Integrationsvorschlag: „Da für die Veränderung wissenschaftlicher Theorien in der Wissenschaftstheorie bereits Modelle beschrieben und diskutiert worden sind, lassen sich diese auf Grund der angenommenen Struktur- und Funktionsparallelität zumindest heuristisch auf die Veränderung subjektiver Theorien übertragen. Schlee (1998) unterscheidet hier zwischen einem kumulativen Modell der Veränderung (fortschreitende Erweiterung und Differenzierung des Wissens), einem revolutionären Modell (neue Sichtweisen und Neuinterpretation; Paradigmenwechsel im Sinne Kuhns 1967, 1970) und einem evolutionären Modell (Entwicklung unterschiedlicher Teiltheorien auf der Basis

that play a key role in the development of self-esteem. The dynamics of this emotions, in the context of experiences of success and failure, may dispose teachers to act positively or negatively towards science teaching. (...) These experiences indicate that emotion is constitutive of teaching, and merits greater consideration in science teaching.”

⁵⁹ Zur Abgrenzung vom ‚Forschungsprogramm subjektive Theorien‘ vgl. Bromme 1992, 125f.

derselben Kernannahmen, von denen sich die Erklärungsstärkste durchsetzt). Bezogen auf die subjektiven Theorien führt also die kumulative Veränderung zum Erwerb neuen Wissens, die evolutionäre Veränderung zu einem Wandel von Sichtweisen und Einstellungen und die revolutionäre Veränderung zu tief greifenden Persönlichkeitsveränderungen, wie sie nach Therapien oder Brüchen in den persönlichen Lebensverhältnissen zu erwarten sind. Eine Strukturparallelität der hier beschriebenen Vorstellungen mit kognitivistischen und konstruktivistischen Vorstellungen vom Lernen ist unschwer zu erkennen: Während die kumulative Veränderung der ‚traditionellen‘ kognitivistischen Vorstellungen vom Lernen entspricht, findet sich in der Beschreibung der evolutionären und der revolutionären Veränderungen eine deutliche Analogie zu den konstruktivistischen Vorstellungen von ‚Conceptual Growth‘ und ‚Conceptual Change‘, besonders deutlich zum Modell des Konzeptwechsels von Posner et al. (1982): Allerdings wird hier mit dem Hinweis auf mögliche Persönlichkeitsveränderungen deutlicher auf affektive und soziale Komponenten hingewiesen als im Konzeptwechselmodell“ (Müller 2004, 25).

Ein intendierter Lernprozess von Lehrkräften könnte demgemäß durch die Modifikation von subjektiven Theorien an einer Veränderung von inhaltsbezogenen Konzepten und an einer Veränderung von Vorstellungen darüber ansetzen, wie Lehr-Lernprozesse so zu gestalten sind, damit Konzeptwechselprozesse auch bei Schülerinnen und Schülern wahrscheinlich werden. Als Rahmenziel der Lehrerfortbildung wird daher die Veränderung subjektiver Theorien mit dem Ziel der Kompetenzsteigerung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht gesehen.

4.2 Ein integratives Konzept für eine bereichsspezifische Lehrerfortbildung

Für die Gestaltung der SUPRA-Lehrerfortbildung zur Förderung von fachdidaktischer Expertise und zum Aufbau von Handlungs- und Reflexionskompetenzen werden im Sinne einer Adaption von bestehenden Konzepten an die Erfordernisse des konkreten Falls die geschilderten Ansätze zu einem ‚integrativen Fortbildungskonzept‘ verbunden.

Dies erweist sich als notwendig, da nach wie vor eine große Kluft zwischen der Formulierung von Anforderungen an Lehrkräfte und theoretisch begründeten und didaktisch reflektierten Vorschlägen dazu liegt, wie diese Kompetenzen aufzubauen sind.⁶⁰ Dabei werden im Folgenden die hier einfließenden theoretischen Überlegungen

⁶⁰ Das Experten-Paradigma bietet dafür ein gutes Beispiel: So lässt sich aus der Analyse von gekonntem Handeln zwar recht gut ‚extrahieren‘, über welche Merkmale eine Person zu verfügen scheint, die sich kompetent handelnd zeigt, doch wie die Person dieses Können erworben hat, ist unter didaktischen

zusammenfassend dargestellt und damit die didaktischen Prinzipien und das methodische Vorgehen der Maßnahme begründet.

Zur Entwicklung und Darstellung dieses integrativen Fortbildungsmodells mit dem Ziel der Wissenserweiterung und der Förderung von Handlungskompetenz erweist es sich als notwendig, eine zielorientierte didaktische Perspektive einzunehmen. Zentral ist dafür die Fragestellung, unter welchen Bedingungen Konzeptwechselprozesse oder Veränderungen von komplexen kognitiven Strukturen erfolgen.

Da sich bestehende Konzepte und subjektive Theorien als erfahrungsbezogene, mitunter recht stabile und schwer veränderbare Vorstellungen erweisen, kommt dieser didaktischen Fragestellung die größte Bedeutung zu, umso mehr als sie in zweierlei Hinsicht gilt: So erlangt die Frage danach, wie Lernprozesse so zu gestalten sind, dass neben tragfähigem Wissen auch Handlungskompetenzen aufgebaut werden können, eine hohe Bedeutung. Dies muss dabei sowohl in der Gestaltung von Lehr-Lernprozessen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht wie auch in der Gestaltung der Lehrerfortbildung bedacht werden. Vereinfacht dargestellt lassen sich zwei grundsätzlich unterscheidbare Herangehensweisen vorstellen (vgl. hierzu auch 2.9):

- a) So könnten auf der Grundlage von Forschungsergebnissen zu Lerner-Vorstellungen explizit *inhaltsspezifische* Konzepte entwickelt werden, in denen mit Hilfe detaillierter Vorschläge zur genauen und ‚konzeptspezifischen‘ Vorgehensweise klare Vorgaben zur Gestaltung der Lehr-Lernsituation gemacht werden (zum Beispiel der Magnetfeldversuch zur Einführung der Stromkreisvorstellung).
- b) Auch können weitestgehend *inhaltsunspezifische*, allgemeindidaktische Gestaltungsvorschläge und Strategien mit weiter reichendem Gestaltungsimpetus (zum Beispiel die Konfrontationstrategie), zum Einsatz kommen.

Für das hier beschriebene Interventionsvorhaben sind sowohl inhalts- und damit präkonzeptspezifische Strategien und Methoden wie auch inhalts- und konzeptunspezifische didaktisch-methodische Strategien vorgesehen (z.B. das Aktivieren der Vorstellungen durch Kleingruppengespräche).

Gesichtspunkten die zentralere Frage. Dazu reicht es dann nicht festzustellen, dass kompetentes Handeln auf der Grundlage von ‚implizitem Wissen‘ stattfindet und der Aufbau von implizitem Wissen über den Erwerb von Erfahrungswissen und ‚Einsozialisierung‘. Vielmehr gilt: „Pädagogisches Handeln ist also nicht standardisierbar, und die mit der Erfahrung auskristallisierenden Erfahrungsmuster stellen als implizites Wissen allein noch kein professionelles Können dar. Dazu bedarf es vielmehr der Rekonstruktion und reflexiven Bewertung des eigenen Erfahrungswissens beziehungsweise Könnens durch den Professionellen. Das kann nach Maßgabe der Krisenbewältigung in der Struktur professionellen Handelns gelingen: durch das ‚forschende‘ Prüfen der Routinen in Bezug auf unterschiedliche, widersprüchliche Anforderungen und Geltungsansprüche“ (Kolbe 2004, 213).

Weiterhin kristallisieren sich aus der theoretischen Diskussion die folgenden Überlegungen für die Gestaltung der SUPRA-Lehrerfortbildung als wesentlich heraus:

- Die Menschenbildannahmen des Forschungsprogramms subjektive Theorien bilden im Sinne einer Wertorientierung die Grundlage für das Arbeiten mit der Lehrergruppe.
- Die erörterte Integration der beiden Theoriestränge ermöglicht eine mehrperspektivische Betrachtungsweise und bildet damit auch eine stabile kognitionspsychologische Fundierung für die theoretische Grundlegung von Lernprozessen im naturwissenschaftlichen Lernbereich.
- Durch die Integration der Theoriestränge erfolgt bereits auf theoretischer Ebene eine Berücksichtigung der kognitiven wie auch der sozial-emotionalen Faktoren im Lerngeschehen. Vor allem durch die Orientierung an den unter 5.3 aufgeführten didaktischen Prinzipien in der Gestaltung der Lehr-Lernumgebung wird versucht, eine Balance zwischen kognitiven und nichtkognitiven Faktoren zu erreichen.
- Der Rekonstruktion subjektiver Theorien beziehungsweise der Anknüpfung an Präkonzepte (zum Beispiel durch Konfrontation) wird eine hohe Bedeutung im Lernprozess zugeschrieben. Die Orientierung an Lerner-Vorstellungen ist im weiteren Verlauf an nahezu allen Stellen des Lernprozesses zu berücksichtigen und kann sich nicht darauf beschränken, zu Beginn eines Lernprozesses zu erfolgen. Eine laufende Aktivierung und Berücksichtigung bestehender und entstehender Konzepte und das Aufzeigen von Möglichkeiten, diese bewusstsenszugänglich zu machen, kann somit als wesentliche didaktische Strategie gelten.
- Im Zusammenhang damit kommt methodischen Maßnahmen, die der ‚Aufdeckung‘ und Reflexion des individuellen Lernprozesses, der Förderung von Metakognition und der sachbezogenen Selbstevaluation dienen, eine wichtige Funktion im Lernprozess zu. In der hier vorgestellten Lehrerfortbildung geschieht dies zum einen durch die forschungsmethodisch begründete Rekonstruktion der subjektiven Theorien zu Beginn und zum Abschluss des Fortbildungsprozesses, zum anderen fortbildungsbegleitend durch wiederholte methodische Maßnahmen zur Förderung der sachbezogenen Selbstreflexion.
- Zum Aufbau und zur Verarbeitung neu zu erwerbender Wissens- und Kompetenzbereiche lassen sich zudem die folgenden Grundsätze formulieren:
 - Die Berücksichtigung individueller Lernwege;
 - Die Einbettung der Inhalte in realistische und persönlich bedeutsame Kontexte(n) beziehungsweise der Ausgangspunkte des Lernprozesses von realistischen und persönlich bedeutsamen Kontexte(n);

- Die reflexive Durchdringung und die Konstruktion von Wissen und Bedeutung auf der Grundlage einer eigenaktiven Auseinandersetzung;
 - Die Auseinandersetzung mit anderen Lernern im sozialen Diskurs.
- Insgesamt kommt für die Gestaltung der Lehrerfortbildung dem ‚Pädagogischen Doppeldecker‘ eine hohe Bedeutung zu (vgl. 3.4).

Die Tabelle 2 gibt einen vereinfachenden und daher auch idealtypischen Überblick über die Strukturierung der intendierten Lehr-Lernprozesse in der Lehrerfortbildung und über die jeweils zugeordneten methodischen Maßnahmen. Die Strukturierung des Lehr-Lernprozesses in drei Schritten erfolgt ausgehend von den unter 3.4 erörterten Veränderungsschritten zur Modifikation subjektiver Theorien. Auf Grund der dargestellten Annahme einer Strukturparallelität der Paradigmen im Hinblick auf den Lernbegriff wurde die Darstellung der didaktischen Strukturierung im Sinne eines dreischrittigen Prozesses auch für die Vorstellung vom Lernen als Konzeptwechselprozess übernommen.⁶¹ Es wird deutlich, dass sich bei einer modellhaften Beschreibung der Phasen des Lehr-Lernprozesses Übereinstimmungen für die daraus resultierenden methodischen Überlegungen ergeben.

Durch die Integration des Mediums Internet in das Gesamtkonzept der Fortbildung und durch die Kombination von Präsenztagen und Transferphasen, in denen unterstützt durch Arbeitsaufträge vorwiegend mit der Plattform und dem Lernpartner gearbeitet werden sollte, lässt sich in der Terminologie der ‚E-Learning Community‘ die SUPRA-Lehrerfortbildung auch als einfaches Blended-Learning-Konzept beschreiben.

Weiterhin fließen Überlegungen zur Förderung der sachbezogenen Selbstreflexion (vgl. Stein 2004) in Bezug auf den eigenen Lernprozess und in Bezug auf unterrichtliches Handeln und Überlegungen zur Orientierung an persönlichen und individuellen Fortbildungszielen in die didaktischen Überlegungen zur Planung und Gestaltung der Fortbildung ein.

⁶¹ Max (1997) schlägt beispielsweise in dem von ihm vorgestellten Phasenmodell eines möglichen Lernarrangements (für Schülerinnen und Schüler) auf der Grundlage des Konzeptwechselparadigmas fünf Phasen vor: 1) Mobilisierungsphase, 2) Artikulationsphase, 3) Herausforderungsphase, 4) Argumentationsphase, 5) Weiterführungsphase. Für die Strukturierung von Lehr-Lernprozessen werden je nach Differenzierungsgrad drei, vier, fünf, sechs oder auch sieben und acht Schritte vorgeschlagen. Bei einer Orientierung an den vorgestellten drei Veränderungsschritten lassen sich inhaltlich betrachtet die von Max vorgeschlagenen Phasen eins und zwei und die Phasen drei und vier jeweils zusammenfassen und so einer dreischrittigen Struktur anpassen.

Tab. 2: Vergleichender Überblick über die geplanten Phasen des Lehr-Lernprozesses in der SUPRA-Lehrerfortbildung

	Lernen als Modifikation subjektiver Theorien	Lernen als 'Conceptual-Change-Prozess'
Ausgangspunkt des Lernprozesses	1. <i>Veränderungsschritt: Rekonstruktion subjektiver Theorien</i>	1. <i>Schritt: Aktivierung, Konfrontation</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewusstmachung der eigenen subjektiven Theorien zum Lernen und Lehren in den Naturwissenschaften ▪ Bewusstmachen vorhandener Vorstellungen und Konzepte ▪ Selbstkonfrontation per Videoaufzeichnung ▪ Anknüpfen an vorhandene Vorstellungen ▪ Herstellen einer wertschätzenden und positiven Lernatmosphäre 	
Erarbeitungs- und Reflexionsphasen (Fortwährend im Lauf des Lernprozesses)	2. <i>Veränderungsschritt: Konstruktion neuer Handlungsalternativen durch kognitiv-emotionale Umstrukturierungsprozesse – autonom, reflexiv und zielgerichtet</i>	2. <i>Schritt: Konstruktion neuen Wissens, Reorganisation vorhandener Wissensbestände, Umstrukturierung, Aufbau</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklung von (persönlichen) Zielvorstellungen ▪ Sandwich-Prinzip und Pädagogischer Doppeldecker ▪ Lösungsangebote durch Informationsaufnahme, Verbalisation und Reflexion, Perspektivenwechsel und Feedbackprozesse ▪ Bereitstellung einer aktivierenden und strukturierten Lehr-Lernumgebung ▪ Eigenständiges und problemorientiertes Lernen, selbsttätige und selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten an Lerntheken und Stationen ▪ Möglichkeit für sozial-konstruktive Lernprozesse und Perspektivenwechsel durch das Arbeiten in Lernpartnerschaften, Lerngruppen und Expertengruppen ▪ Instruktionale Unterstützung durch gezielte Hinweise, Nachfragen, Anregungen und Einzelgespräche und Plenumsgespräche mit den Fortbildungsleitern ▪ Individualisierte und weitgehend selbst gesteuerte Informationsaufnahme und -verarbeitung durch das Internetangebot ▪ Hohe sozio-emotionale Unterstützung durch das Arbeiten in Tandems und Kleingruppen ▪ Maßnahmen zur Erhaltung einer wertschätzenden und positiven Lernatmosphäre 	
Reflexion und Evaluation des Lernprozesses	3. <i>Veränderungsschritt: Reflexion selbst wahrgenommener Veränderungen und reales Erproben</i>	3. <i>Schritt: Metareflexion und Transfer</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metareflexion und Evaluation zum Abschluss jedes Fortbildungstages ▪ Formulierung persönlicher und individueller Handlungsziele für die unterrichtliche Umsetzung ▪ Erproben in der Fortbildungsgruppe ▪ Erproben im Unterricht ▪ Erneute Rekonstruktion subjektiver Theorien ▪ Unterrichtsreflexion durch Führen eines strukturierten Unterrichtstagebuchs ▪ Aufbau einer erfolgszuversichtlichen Perspektive 	

Das hier vorgestellte Konzept einer Lehrerfortbildung bezieht sich auf Ergebnisse der Lehrer- und Unterrichtsforschung, nimmt in theoretischer Hinsicht Bezug auf das vorgestellte Modell zu komplexen, handlungsleitenden Lehrerkognitionen, versucht handlungsleitende Impulse aus den bisherigen Forschungen zur Veränderung von Wissen und zum Aufbau von Handlungskompetenzen aus verschiedenen Paradigmen aufzugreifen und auf dieser Grundlage eine Konzeption für eine Interventionsmaßnahme zu erarbeiten. Diese Konzeption kann damit als integratives Konzept für eine bereichsspezifische Lehrerfortbildung bezeichnet werden.

5 Das Projekt SUPRA – Fachdidaktische Unterstützung und Kompetenzförderung für Sachunterrichtslehrkräfte

Das vollständige Unterstützungsangebot für die Sachunterrichtslehrkräfte zum Aufbau und zur Vertiefung physikdidaktischer Kompetenzen setzt auf zwei Bausteine:

Eine ständig verfügbare und flexibel handhabbare, konkrete Unterstützung für die Planung und Gestaltung von Sachunterricht liegt in Form der *Internetpräsenz SUPRA – Sachunterricht konkret und praktisch* vor (vgl. Fenn 2005). Diese Internetpräsenz versteht sich als kostenloses Angebot für alle Sachunterrichtslehrkräfte zur Unterstützung bei der Gestaltung eines fachdidaktisch reflektierten und an den Erfahrungen und dem Vorwissen der Schüler und Schülerinnen orientierten Sachunterrichts.

Die hier vorgestellte *Lehrerfortbildungsmaßnahme*, die sich dem Aufbau und der Förderung der physikdidaktischen Kompetenz widmet, wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl für die Didaktik der Physik, Prof. Dr. Dr. H. Wiesner, durchgeführt (vgl. Heran-Dörr u.a. 2003, 2005). Die Fortbildungskonzeption wird im Folgenden detailliert beschrieben.

5.1 Das Konzept der SUPRA-Lehrerfortbildung

Auf der Grundlage einer Reflexion und Analyse der theoretischen Grundlagen, wie sie für die Gestaltung einer erwachsenenadäquaten fachdidaktischen Fortbildung diskutiert wurden, wurde für die SUPRA-Lehrerfortbildung ein Fortbildungsdesign entwickelt, das verschiedene Bausteine miteinander kombiniert. In Anlehnung an das Modell von Wahl (2002) wurde eine berufs- und damit unterrichtsbegleitende Fortbildung mit einer Kombination aus

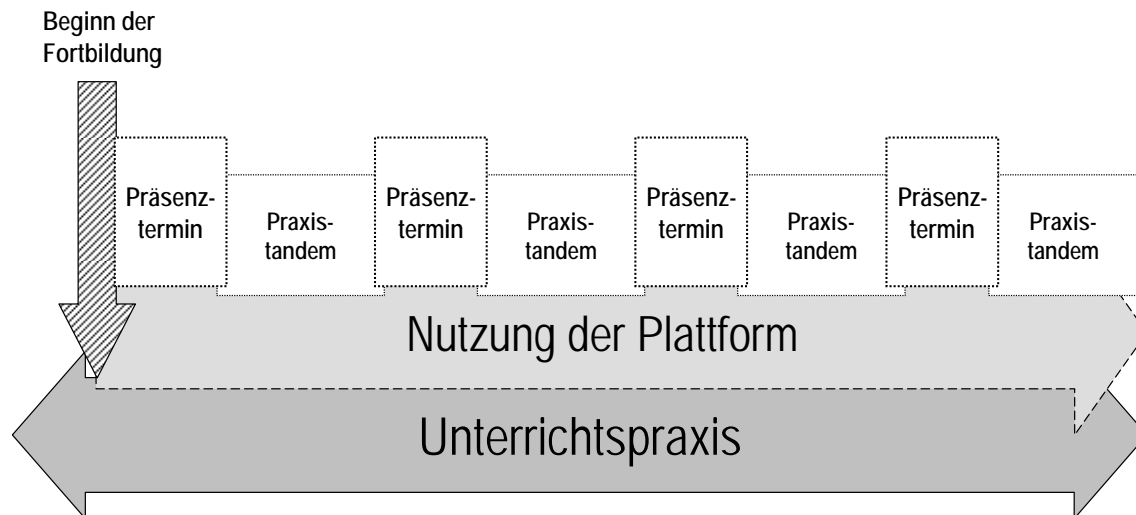
- Lernen mit einer Internet-Plattform (vgl. 5.5),
- Werkstattlernen an den Präsenztagen (vgl. 5.6) und
- Lernen in Lernpartnerschaften beziehungsweise Praxistandems (vgl. 5.7)

als grundlegender Gestaltungsrahmen gewählt (vgl. Abb. 5).

Damit entspricht die Gestaltung den Vorschlägen Wahls, Fortbildungen in Form eines so genannten ‚großen Sandwichs‘ zu organisieren (Wahl 2000). Dies ist als Metapher für die Rahmenstruktur zu verstehen, wonach die Arbeit in den Präsenzphasen, die Arbeit in der Lernpartnerschaft, das Selbststudium und Arbeit mit der Website einander abwechseln und somit – wie bei einem Sandwich – zwischen Lernprozesse an den

Präsenztagen, so genannte ‚Transferphasen‘, eingeschoben werden. Wahl schlägt auch für die Gestaltung der Präsenztage das Prinzip des ‚kleinen Sandwichs‘ vor, worunter eine Abwechslung zwischen Phasen der individuellen Auseinandersetzung mit Phasen der kollektiven Auseinandersetzung im Plenum zu verstehen ist. Im Folgenden werden die Ziele, die didaktischen Prinzipien, die Organisation und die einzelnen Bausteine der Fortbildung beschrieben.

Abb. 5: Konzept der SUPRA-Lehrerfortbildung



5.2 Ziele und Inhalte der Interventionsmaßnahme

Für die SUPRA-Fortbildungsgruppe lassen sich für die folgenden Bereiche Fortbildungsziele formulieren:

- Modifikation der bereichsspezifischen handlungsleitenden Kognitionen und Erweiterung des inhaltspezifischen physikalischen Sachwissens sowie des fachspezifischen-pädagogischen Wissens durch die Entwicklung tragfähiger physikalischer Konzepte zum Aufbau unterrichtlicher Handlungskompetenzen.
- Reduktion von Unsicherheit durch Erhöhung des subjektiven Kompetenzerfindens und Steigerung von Interesse an physikalischen Unterrichtsthemen.
- Aufbau und Erweiterung der Nutzungskompetenz im Umgang mit der Plattform SUPRA.

Im Folgenden wird detailliert auf die Ziele der einzelnen Bereiche eingegangen.

5.2.1 Aufbau von Nutzungskompetenzen im Umgang mit der Plattform SUPRA

Der Entwicklung von Medienkompetenz in Schulen wird von verschiedenen Seiten eine nicht zu unterschätzende Bedeutung beigemessen⁶² (Meister & Sander 1999; Kerres 2000; Tulodziecki u.a. 2000; Tulodziecki 2001; Aufenanger 2001; Schulz-Zander 2001; Spanhel 1999, 2001a und b, 2002; Schachtner 2002). Für die Implementation von neuen Medien im Bildungsbereich werden die Lehrkräfte als entscheidende Instanzen erachtet (Schulz-Zander & Tulodziecki 2002). Da Lehrerinnen und Lehrer in medienpädagogischer Hinsicht bisher als nicht hinreichend qualifiziert gelten (Blömeke 2001, 2003a und b)⁶³, sind vor allem die Medienkompetenz und die medienpädagogische Kompetenz jeder einzelnen Lehrkraft zu stärken (Spanhel 1999; Blömeke 2000; Schachtner 2002; Herzig 2004). Schulz-Zander & Tulodziecki (2002, 327) formulieren: „Medienerziehung und Medienbildung als Aufgabe der Schule setzen medienpädagogische Kompetenzen der Lehrerinnen und Lehrer voraus. Die Lehreraus- und Lehrerfortbildung soll Möglichkeiten für den Erwerb medienpädagogischer Kompetenzen schaffen. Dabei muss die Qualifizierung zunächst darauf gerichtet sein, Möglichkeiten zur Stärkung der eigenen Medienkompetenz zu eröffnen“. Zwar wurden bereits Anstrengungen unternommen, entsprechende Kompetenzen auf Seiten der Lehrkräfte aufzubauen (zum Beispiel SchiLF-TeluMM – Schulinterne Lehrerfortbildung zu Telekommunikation und Multimedia, intel@lehren für die Zukunft), häufig steht dabei jedoch der Einsatz des Internets im Unterricht im Mittelpunkt des Fortbildungsprogramms. Das Ziel der Bemühungen ist somit eher das vermutete Bedürfnis und der definierte Lernbedarf der Schülerinnen und Schüler als der der Lehrerinnen und Lehrer.

Beim Einsatz des Internets in der SUPRA-Lehrerfortbildung rücken dagegen zunächst die Bedürfnisse der einzelnen Lehrkraft in den Mittelpunkt. Dieser Bedarf erstreckt sich nicht zuletzt darauf, leicht und rasch Zugang zu Unterrichtshilfen und Unterrichtsmaterial zu erhalten (vgl. Hedtke u.a. 1998, 1999, 2001; Kahlert u.a. 1998a und b, 2000). Dabei dürfte der Bedarf umso intensiver deutlich werden, wenn es sich zum einen um einen Lehr-Lernbereich handelt, indem die Lehrkräfte per se mit Unsicherheiten und mangelnden Kompetenzgefühlen zu kämpfen haben und der zum

⁶² Auch die Bedeutung neuer Medien als Bestandteil von Schulentwicklungsprozessen wird betont (Schulz-Zander 2001).

⁶³ Reichertz (2001, 55): „Für die kreative Nutzung des Internet gilt nämlich das Gleiche wie für die Nutzung des Buches: Der gute Einfall trifft nur den vorbereiteten Geist. Nur wer etwas weiß und zudem auch weiß, was er nicht weiß, kann mit einer Information etwas anfangen und neues Wissen schaffen.“

anderen einen äußerst materialintensiven Unterricht erfordert, wie dies im physikalisch-technischen Lernbereich durchaus der Fall ist. Im Kontext der Schul- und Unterrichtsentwicklungsdiskussion entsteht im Zusammenhang mit dem Aufbau von Medienkompetenz mittel- bis langfristig die Perspektive, dass Lehrkräfte mit zunehmender Nutzungskompetenz das Internet verstärkt auch als Möglichkeit für die Gestaltung von kollegialem Austausch und Kooperation nutzen. Die Nutzungskompetenz wird hierbei in der Erfüllung eines eigenen Fortbildungsbedarfes erworben und kann weiterführend auch in der unterrichtlichen Nutzung zum Einsatz kommen.

Für die SUPRA-Lehrerfortbildung werden auf Grund der einfachen und zielgruppenspezifischen Gestaltung der Website für den Bereich der Internetnutzung nur der Erwerb und die Vertiefung einfacher Nutzungskompetenzen anvisiert. Damit könnten einige der Lehrkräfte über die erforderlichen Kompetenzen bereits weitgehend verfügen. Die zur Nutzung des Angebotes erforderlichen Kompetenzen beschränken sich auf Grund der Struktur der Website (und der bisher nicht vorhandenen Einbettung multimedialer und interaktiver Tools) auf einfache und inzwischen vielen Lehrkräften im Zusammenhang mit der Internetnutzung vertraute ‚Handgriffe‘. So werden die Lehrkräfte in der Fortbildung

- zunächst einen Überblick über das Angebotsspektrum der Plattform erhalten,
- die verschiedenen Navigationsmöglichkeiten der Plattform kennen lernen und nutzen,
- Word- und Adobe-Acrobat-Dokumente öffnen und ausdrucken,
- das Diskussionsforum bedienen.

Die dafür erforderlichen Handgriffe werden am ersten und zweiten Fortbildungstag gezeigt und direkt in der Arbeit am Computer eingeübt. Für auftretende Schwierigkeiten in der Plattformnutzung in den Phasen zwischen den Fortbildungstagen (‚Transferphasen‘) wird zunächst die Unterstützung durch den Tandempartner avisiert. Bei größeren Problemen können die Fortbildungsteilnehmer/-innen auf tutorielle Unterstützung durch die Fortbildungsleitung im Forum, per E-Mail oder telefonisch zurückgreifen.

5.2.2 Vertiefung des inhaltspezifischen physikalischen Sachwissens – Entwicklung tragfähiger Konzepte

Die inhaltspezifischen Fortbildungsschwerpunkte liegen auf der Bearbeitung der Themen ‚Optische Phänomene/Spiegel‘ und ‚Elektrizitätslehre & Magnetismus‘.

Der erste Fortbildungsinhalt „Optische Phänomene/Spiegel“ stellt für die meisten Fortbildungsteilnehmer eine vollständig neu zu bearbeitende Unterrichtssequenz dar, da erst seit der Lehrplanänderung im Jahr 2000 ‚Optische Phänomene/Spiegel‘ als sachunterrichtlicher Inhalt in Bayern verpflichtend eingeführt wurde. Für diesen Inhalt ergibt sich durch eine Thematisierung des Symmetriebegriffs eine fächerübergreifende Verbindung zum Mathematikunterricht.

Die Aufnahme des Inhaltsbereiches „Elektrizitätslehre & Magnetismus“ erfolgt auf Grund der inhaltlichen Komplexität der Thematik. So stellt die Elektrizitätslehre fachlich und sachlich vermutlich den höchsten Anspruch an Sachunterrichtslehrkräfte nicht zuletzt deshalb, weil die grundlegenden physikalischen Begriffe recht anspruchsvoll sind. Zwar wird der Inhalt ‚Elektrischer Strom‘ aus dem physikalischen Bereich im Sachunterricht vergleichsweise noch am häufigsten unterrichtet (vgl. Drechsler & Gerlach 2001), doch leider ist dabei keineswegs davon auszugehen, dass der Inhalt auch sachlich korrekt und fachdidaktisch solide bearbeitet wird. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, dass die Vielzahl der im Bereich ‚Elektrizitätslehre‘ auf dem einschlägigen Markt erhältlichen Unterrichtshilfen und -materialien dazu führt, dass Lehrkräften dieses traditionelle Thema des Sachunterrichts ‚streng nach Rezept‘ umsetzen. Auch die fachlichen und fachdidaktischen Grundlagen dieser oftmals tradierten Unterrichtsvorschläge scheinen bisweilen dünn zu sein.

So wurde beispielsweise während einer in diesem Projekt videographierten Stunde zum Thema ‚Leiter-Nichtleiter‘ ein mit Plastik isoliertes Kabel von der Lehrkraft diskussionslos in die Kategorie ‚Leiter‘ eingeordnet, ohne dass auf den bedeutsamen Unterschied zwischen dem leitenden Kupferdraht im Kabel und der den Kupferdraht umhüllenden Isolierschicht eingegangen worden wäre. Die Lehrkraft hatte die Unterrichtsstunde eigenen Aussagen nach weitestgehend aus einer Vorlage übernommen und die Unterscheidung zwischen ‚Kabel‘ und ‚Leiter‘ scheinbar weder in den ihr vorliegenden Unterlagen gefunden noch selbstständig reflektiert. Die Elektrizitätslehre scheint also trotz ihrer bereits bestehenden relativen Beliebtheit durchaus ‚fortbildungswürdig‘ zu sein.

Außerdem wird in der SUPRA-Lehrerfortbildung auf einen in der Sachunterrichtsdidaktik bisher wenig diskutierten Unterrichtsvorschlag zur Elektrizitätslehre eingegangen: So soll mit Hilfe eines Versuchsaufbaus, der die magnetische Wirkung elektrischen Stromes als Argumentationshilfe nutzt, eine Unterrichtsidee zur strukturierten Einführung der Stromkreisvorstellung diskutiert werden (vgl. 2.9).

Im Zusammenhang mit der traditionsreichen Bearbeitung der Elektrizitätslehre wird der ebenfalls vollständig neue Inhalt ‚Magnetismus‘ in den Inhaltskanon der Fortbildung

aufgenommen. Dieser Inhalt war zunächst nicht geplant, wurde aber, in enger Anlehnung an das Prinzip der Teilnehmerorientierung (vgl. 5.3), auf den dringend geäußerten Wunsch der Fortbildungsteilnehmer in die Fortbildung mit aufgenommen.

Im Bereich des *physikalischen Sachwissens* sind dabei für die Lehrkräfte die folgenden inhaltspezifischen Lernziele zu formulieren:

„Optische Phänomene/Spiegel“

- Einsicht in die Sehvorstellung
- Anwendung des Reflexionsgesetzes
- Einsicht in die Bedeutung der Sehvorstellung und des Reflexionsgesetzes für die Unterrichtseinheiten „Wo sehen wir das Spiegelbild?“ und „Was vertauscht der Spiegel?“

„Elektrizitätslehre & Magnetismus“: Schwerpunkt 1: Elektrizität

- Einsicht in die Stromkreisvorstellung
- Kenntnis der Begriffe Stromstärke und Spannung
- Einsicht in die primären Wirkungen von Elektrizität: Wärmewirkung und magnetische Wirkung
- Einsicht in das Konzept Widerstand
- Einsicht in die Bedeutung der Leitfähigkeit unterschiedlicher Stoffe
- Einsicht in den Zusammenhang zwischen fließender Elektrizität und erkennbarer magnetischer Wirkung
- Vorstellung und kritische Diskussion gängiger Modellvorstellungen für den elektrischen Stromkreis, zum Beispiel Wassermodell, Blutkreislauf, Elektronenmodell⁶⁴

„Elektrizitätslehre & Magnetismus“: Schwerpunkt 2: Magnetismus

- Einsicht in die Eigenschaften von magnetischen Polen
- Vorstellung und kritische Diskussion der Modellvorstellung zum Magnetismus

⁶⁴ Heywood & Parker verweisen auf die Bedeutung des Einsatzes von Analogien zur Förderung der Stromkreisvorstellung und kommen im Zusammenhang mit ihren Studien bei Grundschullehrkräften zu dem Ergebnis: „The usefulness of an analogy seems largely dependent on whether the base domain resonates with the learner’s existing experience. Where it does not, the learner is unlikely to be able to transfer to the target domain“ (1997, 881).

- Kenntnis der Grundbegriffe zum Erdmagnetfeld

5.2.3 Erweiterung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens

Im Zusammenhang mit den Forschungsergebnissen zum Stand des fachspezifisch-pädagogischen Wissens und auf der Grundlage der von den Lehrkräften formulierten Bedürfnisse ergeben sich für den Bereich des fachspezifisch-pädagogischen Wissens die folgenden Fortbildungsziele und Inhalte:

Lernen als Konzeptwechselprozess und die Bedeutung von Schülervorstellungen

- Aufbau eines differenzierten Verständnisses der Bedeutung von Schülervorstellungen für den Lernprozess: Entwicklung eines *konzeptorientierten und kontextbezogenen* Begriffsverständnisses für Schülervorstellungen
- Vermittlung und kritische Diskussion der Konzeptwechsel- beziehungsweise Konzeptentwicklungstheorien unter Berücksichtigung der Möglichkeiten zur unterrichtlichen Umsetzung: Entwicklung differenzierter Vorstellungen, *die einen diskursiven, reflexiven und situations- und kontextbezogenen Umgang* mit Schülervorstellungen im Unterricht erkennen lassen
- Vermittlung *inhaltspezifischer Forschungsergebnisse* zu Schülervorstellungen im Grundschulalter, dabei hier insbesondere Schülervorstellungen zum Bereich Elektrizitätslehre/Magnetismus und zur Optik/Spiegel

Es ist davon auszugehen, dass die Lehrkräfte bisher nicht über eine Kenntnis der bestehenden empirischen Ergebnisse aus der Schülervorstellungsforschung verfügen. Zum Aufbau, zur Reflexion und Diskussion schülervorstellungsadäquater Unterrichtsangebote ist die Kenntnis plausibler Erklärungsmuster jedoch von hoher Bedeutung.

Dem Planen, Durchführen und Auswerten von Versuchen als zentrale naturwissenschaftliche Arbeitsweisen kommt neben dem Erbauen von themenbezogenen Spielobjekten, im Sinne von ‚phänomenorientierten Anschauungshilfen‘ wesentliche Bedeutung beim Aufbau von naturwissenschaftlichem Denken und Handeln zu. Im Zusammenhang damit erweist sich auch der kompetente Umgang mit Werkzeug und Versuchsmaterial als außerordentlich bedeutsam. Nur wenige der Sachunterrichtslehrkräfte hatten bisher die Gelegenheit, entsprechende Kompetenzen aufzubauen und zu schulen (vgl. Möller & Tenberge 2000). Auch die Fertigkeit, entsprechende Versuche mit Hilfe einfacher (Alltags-)Gegenstände zu organisieren, rasch aufzubauen und einen sachbezogenen Auswertungsprozess anzuleiten, erfordert einen Übungsprozess, der zunächst einmal sinnvollerweise vor der unterrichtlichen Bearbeitung des

Themas liegen sollte. Demzufolge werden hinsichtlich des diesbezüglichen Kompetenzerwerbs für die Lehrerfortbildung folgende Ziele und Inhalte formuliert:

Einsatz und Bedeutung von Versuchen für den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler

- Vermittlung und Erprobung von themenbezogenen, grundschulkindgemäßen und einfachen Freihandversuchen
- Kennenlernen und selbstständige Durchführung ausgewählter Freihandversuche zu den Inhalten der Fortbildung
- Kritische Reflexion und Diskussion der Versuche unter Berücksichtigung unterrichtlicher Umsetzungsmöglichkeiten und Umsetzungshindernissen
- Übung im kompetenten Umgang mit Werkzeug zum Erstellen eines einfachen Versuchsaufbaus (zum Beispiel Versuchsbrett ‚Stromkreis‘)
- Hinweise zur Materialbeschaffung
- Bau und Erprobung von Spielobjekten zu den Unterrichtsinhalten

Unter Bezugnahme auf die Bedürfnisse der Lehrkräfte und zur Anbahnung einer Weiterentwicklung der unterrichtlichen Expertise wurden die folgenden Inhalte mit aufgenommen:

Unterrichtsgestaltung im physikbezogenen Sachunterricht

- Kritische Diskussion des zur Verfügung gestellten Unterrichtsangebotes und Unterrichtsmaterials im Kollegenkreis
- Kritische Diskussion der aus den Konzeptwechseltheorien resultierenden didaktischen Vorschläge
- Diskussion und Austausch über unterrichtliche Gestaltungsmöglichkeiten
- Diskussionen über den Einsatz von Analogien und Modellvorstellungen

Nach Bromme muss fachspezifisch-pädagogisches Wissen durch eigene Erfahrungen entwickelt werden (Bromme 1992, 107). Die Fortbildung kann in diesem Sinne sowohl einerseits Raum für das Sammeln von Erfahrungen bieten als auch Anregungen geben, die dann allerdings erst im eigentlichen Unterricht umgesetzt werden können. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Aufbau von fachspezifisch-pädagogischem Wissen im Sinne von Expertenwissen zweifelsohne einen deutlich langwierigeren Prozess beinhaltet, als dies durch eine kurzfristige Intervention abgebildet werden könnte. Das Fortbildungsangebot versteht sich somit als Anstoß für die Entwicklung eines Prozesses

mit dem Ziel, dieses Wissen in einem ständigen Prozess laufend zu erweitern und zu vertiefen. Dazu sind die

- Anbahnung und/oder Vertiefung von Interesse am Thema,
- die Motivation zur Weiterarbeit und
- die Reduktion von inhaltsbezogener Unsicherheit vonnöten.

Diese Aspekte können als ‚Rahmenziele‘ für die gesamte Fortbildungsmaßnahme verstanden werden.

5.2.4 Reduktion von Unsicherheit durch Erhöhung des subjektiven Kompetenzerlebens und Steigerung von Interesse an physikalischen Unterrichtsthemen

Die Ergebnisse der berichteten Studien legen nahe, bei der Gestaltung einer Lehrerfortbildung zur Förderung der fachdidaktischen Kompetenz in besonderer Weise auf das Unsicherheitserleben der Lehrkräfte bezüglich der physikalischen Inhalte Rücksicht zu nehmen. Durch eine teilnehmerorientierte Gestaltung ist zu einer Verringerung desselben beizutragen. Als Ziele können daher formuliert werden:

- Aufbau und Vertiefung des subjektiven Kompetenzerlebens in Bezug auf das eigene Verständnis für physikalische Inhalte
- Aufbau und Vertiefung des subjektiven Kompetenzerlebens in Bezug auf eine handlungs- und reflexionsintensive Gestaltung der Lehr-Lernumgebung
- Aufbau und Vertiefung der Einsicht in die Alltagsrelevanz physikalischer Inhalte
- Aufbau und Vertiefung der Einsicht in die grundlegenden Denk- und Arbeitsweisen der Physik
- Aufbau und Vertiefung des Interesses am physikalischen Arbeiten und Denken durch das Bereitstellen einer handlungs- und reflexionsintensiven Lernumgebung

Ein weiterer für die Entwicklung von Motivation und Interesse wesentlicher Orientierungspunkt ist die Berücksichtigung persönlicher Motive, Interessen und Ziele (vgl. Schiefele & Prenzel 1991; Deci & Ryan 1993; Krapp 1999; Krapp & Ryan 2002).

5.2.5 Orientierung an den persönlichen Fortbildungszielen der Teilnehmer und Teilnehmerinnen

Im Sinne der theoretischen Grundlagen des hier vorgestellten Fortbildungskonzeptes entfaltet ein von den Organisatoren für potentiell relevant erachteter Inhalt in der Erwachsenenbildung erst dann sein vollständiges Fortbildungsvermögen, wenn dieser Inhalt für die jeweils im Fortbildungsprozess stehenden Personen als individuell sinnvoll und notwendig erachtet wird. So weiß zwar eine teilnehmende Person vor Fortbildungsbeginn u.U. noch nicht, was sie eben noch nicht weiß, und kann dies daher nicht gezielt einfordern, doch dürften gerade die Lehrkräfte, die sich freiwillig für diese Fortbildung angemeldet haben, durchaus über selbst wahrgenommene Defizite verfügen und daher Erwartungen an die Fortbildung formulieren (vgl. 6.3.1). Für einen angestrebten Fortbildungserfolg erweist es sich als bedeutsam, auf die von Teilnehmer/-innen geäußerten Bedürfnisse einzugehen, da davon auszugehen ist, dass

- die Motivation gerade in diesen Bereichen recht hoch sein dürfte,
- diese Erwartungen im Sinne von Vorstellungen über den eigenen Wissensstand den Anknüpfungspunkt für individuelle Lernprozesse darstellen,
- die Bezugnahme auf persönliche Ziele als Indikator für Teilnehmerorientierung gelten kann und Lernprozesse in der Erwachsenenbildung entscheidend davon profitieren, dass sich die Teilnehmer/-innen in ihren Bedürfnissen ‚gehört‘ und ernst genommen fühlen.

Zudem und weiterführend ist es die Aufgabe der Fortbildungsleiter, auf der Grundlage ihres Fachwissens gegebenenfalls zusätzliche weitere Inhalte auszuwählen und vorzugeben, um über die geäußerten Bedürfnisse hinaus ein fachlich solides Angebot zu gewährleisten.

5.3 Didaktische Prinzipien der SUPRA-Lehrerfortbildung

Da die Vorschläge zur Gestaltung von Lehrerfortbildungen in der Regel auf einem recht allgemeinen Niveau verbleiben, gilt es in der Darstellung eines konkreten Fortbildungsprojektes hinsichtlich der Begründung und Legitimation von konkreten Maßnahmen auch die didaktischen Überlegungen näher zu beleuchten. Daher werden im Folgenden die wesentlichen didaktischen Prinzipien der Maßnahme kurz dargestellt.

Problemorientierung, Authentizität und Situiertheit

Als wesentlich für die Gestaltung der SUPRA-Lehrerfortbildung gilt zunächst eine Ausrichtung auf die Aspekte Problemorientierung, Authentizität und Situiertheit. Diese stehen in einem engen Zusammenhang und werden daher gemeinsam erörtert. Seinen Ausdruck findet eine Orientierung an den genannten Prinzipien insofern, als dass das gemeinsame, erfahrungsbezogene Lernen der Teilnehmer der SUPRA-Lehrerfortbildung grundsätzlich davon getragen sein sollte.

Eine Ausrichtung auf die genannten Aspekte findet bereits dahingehend statt, dass die Teilnehmer und Teilnehmerinnen die Fortbildung begleitend zu ihrer täglichen Berufspraxis besuchen und somit in einem ständigen Kontakt mit dem Anwendungsfeld sind. Eine enge Verzahnung zwischen den Fortbildungsinhalten, den in der Fortbildung gemachten beziehungsweise zu machenden neuen Erfahrungen und eine am Anwendungsfeld orientierte wiederkehrende Reflexion der Inhalte kann damit ermöglicht werden. Alltägliche und konkrete Probleme der Lehrkräfte, zum Beispiel die Frage danach ‚Wie setzte ich den Inhalt ‚Elektrizitätslehre‘ konkret im Unterricht um?‘ oder ‚Welcher Versuchsaufbau eignet sich für Beobachtungen zur Leitfähigkeit von Stoffen‘, spielen während der gesamten Fortbildung eine wesentliche Rolle, da sie den unmittelbaren Anwendungskontext und die Möglichkeit, diese Fragen kooperativ zu lösen, berücksichtigen.

Weiterhin erfolgt eine Problemorientierung dahingehend, dass der Erwerb des physikalischen Sachwissens weitestgehend in aktivierenden und teilstrukturierten Lernformen, wie zum Beispiel einer Stationenarbeit, erfolgt. Die Lehrkräfte erhalten beispielsweise den Auftrag, verschiedene Schalter nach vorgegebenen Problemstellungen zu bauen oder selbstständig Versuche zu planen, durchzuführen und zu reflektieren.

Problemorientierung findet sich somit in zweifacher Hinsicht: Zum einen dürfte der Ausgangspunkt der Lernanstrengungen für die Lehrkräfte durchaus eine bisweilen problemhaltige Unterrichtssituation sein, zu deren Lösung Hilfen in der Fortbildung gesucht werden. Zum anderen findet sich auch in der methodischen und inhaltlichen Mikrostruktur das Prinzip wieder, in dem potentiell problemhaltige Aufgaben zur gemeinsamen Bearbeitung gestellt werden.

Eine Orientierung am Prinzip der Authentizität und der Situiertheit wird unter anderem dadurch gewährleistet, dass die Teilnehmer mit und in den Methoden und Lernarrangements lernen, die wir für die Gestaltung von Lernumgebungen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht vorschlagen. Die Gestaltung einer strukturierten, problemorientierten Lernumgebung, die Unterstützung durch instruk-

tionale Hilfen und der intensive Austausch mit den anderen Teilnehmern und einem Experten für physikalische Inhalte können somit als ein zu reflektierendes Modell für die Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen gelten.

Authentizität entsteht auch auf einer unmittelbar interaktionistischen Ebene, in der des unmittelbaren und möglichst authentischen Austausches zwischen den Personen. Damit ist die Bedeutung der Gestaltung einer positiven Lernatmosphäre verknüpft. Problemorientierung, Authentizität und Situiertheit gelten somit sowohl als übergeordnetes Prinzip im Sinne einer ‚Makrostruktur‘ der gesamten Fortbildung wie auch als Prinzip für die ‚Mikrostruktur‘ hinsichtlich der Auswahl von Methoden und einer Entscheidung für Interaktions- und Instruktionsverhalten.

Teilnehmerorientierung

Teilnehmerorientierung wird seit etwa 30 Jahren als wesentliches Konzept für die Erwachsenenbildung diskutiert (vgl. Breloer u.a. 1980; Overmann 2002), seit den neunziger Jahren in den Bezugswissenschaften kaum noch erwähnt, von den ‚Praktikern‘ jedoch nach wie vor als wesentlich erachtet. Problematisiert wird unter anderem der geringe Zusammenhang zwischen dem Verständnis des Terminus, wie ihn Erwachsenen(aus)bilder, also Anwender, rezipieren und in der Praxis der Erwachsenenbildung umsetzen, und dem, wie der Terminus in die Bezugswissenschaft gefasst wird (vgl. Luchte 2003).

Zur Überwindung dieser Diskrepanz und zur Legitimierung dessen, dass dieses Prinzip für die Gestaltung der SUPRA-Lehrerfortbildung als wesentlich benannt wird, kann zum einen auf das folgende Zitat verwiesen werden. So ist nach König auch ein Verständnis von Wissenschaft denkbar, das „den Kern von Wissenschaft nicht in Begriffen oder empirischen Aussagen, sondern in bewährten Verfahren (sieht), die praktisches Handeln zu leiten vermögen“ (König 1999, zit. nach Luchte 2003).

Zum anderen kann das Begriffsverständnis expliziert werden. Das hier vorliegende Verständnis von Teilnehmerorientierung umfasst den Versuch

- sich soweit wie möglich an geäußerten sowie an vermuteten Wünschen und Bedürfnissen der Teilnehmer bezüglich des organisatorischen Rahmens zu orientieren,
- sich soweit wie möglich und als sinnvoll erachtet an geäußerten Wünschen hinsichtlich der Aufnahme bestimmter Inhalte in die Fortbildung zu orientieren,
- sich soweit wie möglich an den individuellen Lernzielen der Teilnehmer zu orientieren,

- maximale Transparenz über den Forschungs- und den Fortbildungsverlauf zu geben,
- sich unmittelbar an den im Lerngeschehen auftretenden Fragen, Störungen oder Wünschen zu orientieren, um eine situations- und personenadäquate Unterstützung geben zu können (vgl. Cohn 1975, 1993; Cohn & Terfurth 1993).

Das Prinzip der Teilnehmerorientierung in der hier dargestellten Form entspringt zum einen einer grundlegenden Wertorientierung, in der sich Respekt und Wertschätzung gegenüber der Autonomie eines jeden Teilnehmers abbildet und diesen in seinem jeweils individuellen Lernprozess ernst nehmen und unterstützen möchte. Die Ermöglichung eines hohen Maßes an Selbstbestimmung und Partizipationsmöglichkeit für den Einzelnen steht dabei auch in einem gesellschaftstheoretischen Zusammenhang.

Zum anderen bildet sich darin ein Verständnis für die Gestaltung einer Lehr-Lernumgebung ab, in der der Berücksichtigung von subjektbezogenen und individuellen Gestaltungsmöglichkeiten im Lernprozess, verknüpft mit strukturierenden und situationsbezogenen, instruktionalen Hilfen, ein hohes Maß an Effektivität und Bildungswirksamkeit zugesprochen wird.

Im Prinzip der Teilnehmerorientierung bildet sich somit ein Verständnis von einem autonomen und selbstreflexiven Lerner ab, der bei geeigneter Unterstützung dazu in der Lage ist, selbstverantwortlich und selbstverantwortet Wissen und Kompetenzen aufzubauen. „Lehrerfortbildungen sind im Rahmen der Professionalisierung eines reflektiv-evaluativen Selbstkonzeptes als fortwährende, spiralförmige Lern- und Arbeitsprozesse zu verstehen, in denen multidimensionale Ausgangsqualifikationen erprobt, hinterfragt, evaluiert und innovativ modifiziert werden. Sie dienen nicht vorrangig der Addition von Wissen, sondern dem interkollegialen Austausch von Erfahrungen, Einstellungen und Dilemmata. Die Teilnehmerorientierung, d.h. die Ausrichtung an den Bedürfnissen und Erwartungen der Lerner auf dem Hintergrund ihrer beruflichen Biographie ist daher ein grundlegendes Prinzip der Lehrerfortbildung“ (Overmann 2002, 213).

Orientierung an Vorstellungen der Lehrkräfte

Dieses Prinzip steht analog zum Prinzip der Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologischen Sinn, wonach die Berücksichtigung von Lernvorstellungen als Ausgangspunkt für Wissenserwerbsprozesse betrachtet wird.

Dies umfasst eine Orientierung an den Vorstellungen, die die Teilnehmer zu bestimmten physikalischen Inhalten beziehungsweise Konzepten mitbringen oder in der Lernsituation entwickeln, ebenso wie eine Orientierung an pädagogischen und

psychologischen ‚Theorien‘ der Lehrkräfte zum Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. Deren Rekonstruktion und Explikation gelten als Grundlage für den intendierten Lernprozess. Deren reflexionsintensive Diskussion und die Konfrontation mit alternativen Konzepten und Theorien gelten als wesentliche Schritte im Lernprozess und ihre wiederkehrende, metareflexive Überprüfung gilt als ein Schlüssel für die Bereitschaft, sich nachhaltig mit den Inhalten der Fortbildung auseinander zu setzen.

Sozialer Austausch

Die Bedeutung des sozialen Austauschs wird auf zwei Ebenen gesehen. Zum einen gilt sie im Sinne eines kognitionspsychologisch bedeutsamen Zusammenhangs als wesentlich für die Weiterentwicklung von bestehenden Konzepten und Theorien. Durch den intersubjektiven Austausch werden Prozesse der Ko-Konstruktion ermöglicht und Wissenserwerbsprozesse unterstützt. Zum anderen stellt ein funktionierender sozialer Austausch zwischen Fortbildungsteilnehmer/-innen einen wesentlichen Faktor für das Entstehen einer angenehmen und als förderlich empfundenen Lernatmosphäre dar. Gemeinsame Lern- und Problemlöseprozesse finden in Gruppen nicht per se statt, sondern vor allem in Gruppen, die dazu in der Lage sind, sich konstruktiv miteinander auszutauschen. Das heißt nicht, dass es ein konfliktfreier Austausch sein muss, aber zumindest sollte es ein sozialer Austausch sein, der die Bezeichnung Austausch verdient.

Es geht also nicht um die Gestaltung von Lernen im sozialen Kontext an sich, sondern darum, dass dieser soziale Kontext so gestaltet und moderiert ist, dass ‚qualitätshaltiger‘ Austausch möglich wird, in dem Lernprozesse stattfinden können. Dazu scheint es immer wieder notwendig, inhaltliche und interaktionsbezogene Strukturierungshilfen zu geben und Kommunikationsprozesse situations- und kontextbezogen zu moderieren.

Multiple Kontexte und Perspektiven

Die Berücksichtigung verschiedener Kontexte stellt sich in der Wissenserwerbssituation ebenso als Aufgabe dar wie in Anwendungssituationen.

Ein Beispiel: Um ein physikalisch angemessenes Verständnis für das Konzept des Auftriebs zu entwickeln, erweist es sich in der Regel als notwendig, wiederkehrend, in verschiedenen Situationen, unter verschiedenen Fragestellungen, mit unterschiedlichen Versuchen und in vielfältigen Diskussionen die eigenen Fragen an den Inhalten zu entwickeln, zu überprüfen und zu modifizieren.

In der Situation des Wissenserwerbs finden somit vielfältige Kontextualisierungen und Perspektivenübernahmen statt. Etwas Ähnliches dürfte für den Erwerb von komplexen

pädagogisch-psychologischen Konstrukten wie zum Beispiel dem Conceptual Change Paradigma gelten.

Ebenfalls relevant ist die Berücksichtigung dieses Prinzips im Hinblick auf die Entwicklung einer angestrebten unterrichtlichen Handlungskompetenz. Die Vielfältigkeit der in der Situation auftretenden und zu berücksichtigenden Kontexte und Perspektiven stellt nicht zuletzt eine, wenn nicht sogar die zentrale Herausforderung für eine Lehrkraft dar.

Multiple Kontexte und Perspektiven sind somit in der Lehreraus- und -fortbildung, zumindest dann, wenn es sich um explizit unterrichtsbezogene Fortbildungen handelt, immer sowohl mit der Perspektive auf den *Wissenserwerbsprozess* der Lehrkraft verknüpft als auch mit der Perspektive auf den *Wissensdistributionsprozess*, den die Lehrkraft durch die Gestaltung einer Lehr-Lernumgebung für Schülerinnen und Schüler verantwortet.

Spielraum für aktives und selbstreguliertes Lernen – Methodenrepertoire

Dieses Prinzip bezieht sich im Wesentlichen auf die in der Fortbildung verwendeten Methoden. So kommen auf der Grundlage der geschilderten Überlegungen und unter Berücksichtigung der didaktischen Prinzipien in erster Line Methoden der Erwachsenenbildung beziehungsweise Lehrerbildung zum Einsatz, die

- aktivierende und stimulierende Funktionen haben,
- aktives, handlungs- und problemorientiertes Lernen und Arbeit ermöglichen,
- vielfältige Erfahrungen mit Lerninhalten, Lerngegenständen und Interaktionspartnern ermöglichen,
- soziale Austauschprozesse fördern,
- Unsicherheit reduzieren und Vertrauen in die eigene Kompetenz stärken,
- Motivation, Interesse und Lernfreude erhalten und steigern und
- vielfältige Möglichkeiten zur sachbezogenen Selbstreflexion und zur diskursiven Auseinandersetzung mit den Inhalten stimulieren sollen.

Das verwendete Methodenrepertoire orientiert sich zum einen an den Vorschlägen, wie sie in vielfältigen Sammlungen für die Gestaltung von Erwachsenenfortbildungen zu finden sind (vgl. u.a. Wahl u.a. 1995; Wahl 2005; Huber 2005), zum anderen an Methoden, wie sie für die Gestaltung von Lernprozessen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht eingesetzt werden.

Die in der Fortbildung zum Einsatz kommenden Methoden wurden unter der Maßgabe der ‚Passung‘ zwischen den genannten Interventionszielen, den didaktischen Prinzipien und den zu vermittelnden Inhalten ausgewählt. Für die Gestaltung einer fachdidaktischen Fortbildung ergeben sich andere Auswahlkriterien als dies beispielsweise für Fortbildungen mit einem pädagogisch-psychologischen Schwerpunkt gilt. Der Entwicklung eines attraktiven Methodenrepertoires beziehungsweise die Adaption bestehender Methoden an die Erfordernisse fachdidaktischer Fortbildungen zur Gestaltung erwachsenenadäquater Bildungsprozesse im Sinne der erörterten theoretischen Grundlagen kann daher durchaus als Desiderat für weitere Entwicklungen gelten. Die in der Fortbildung verwendeten Methoden werden in der Darstellung der einzelnen Fortbildungstage näher erörtert.

Instruktion, Artikulation und Reflexion

Diesem didaktischen Prinzip kommt eine hohe Bedeutung zu und dies auf mehreren Ebenen. Zum einen verweist die Betonung auf Reflexion und Artikulation auf die Orientierung am Menschenbild des epistemologischen Subjektmodells. Die grundsätzliche Ausgangslage, wonach Menschen also potentiell autonom, aktiv konstruierend und reflexiv gelten und intentional, entscheidungsfähig, planend und sprach- und kommunikationsfähig handeln, impliziert ein Fortbildungsdesign, das dem Reflexion- und Artikulationsprozess einen bedeutenden Raum gibt.

Doch nicht nur auf dieser Orientierung fußt die hohe Bedeutung dieses Prinzips, sondern auch in instruktionspsychologischen Überlegungen. Ein aktiver Konstruktionsprozess erfordert wiederkehrende Artikulations- und Reflexionsschleifen.

- Sich selbst mit seinen Vorstellungen zu explizieren,
- Worte für die mentalen Bilder zu finden, die man als Lerner konstruiert,
- Vorstellungen in Austausch zu bringen, die gerade erst entwickelt wurden,
- zur Diskussion zu stellen, was sich zu vernetzen und umzustrukturieren beginnt und
- immer wieder neu in Frage zu stellen, was schon klar schien,

das sind Prozesse, die deutlich auf Artikulation und Reflexion verweisen. „Ein Wissen, das leben soll und am Leben bleiben soll, muss anfangs und immer wieder angesichts der Sache, im Gespräch ‚in statu nascendi‘ studiert werden, das heißt: im Zustand der Empfängnis und des Zur-Welt-Kommens“ (Wagenschein 1969/2005, 10).

Um sich als Lerner jedoch nicht im ‚Dickicht der eigenen mentalen Netze zu verfangen‘ bedarf es der Unterstützung, der Instruktion. Das Geben instruktionaler Hilfen liegt dabei auf einer inhaltlichen sowie einer sozialen Ebene: So ist es beispielsweise

erforderlich, in bestimmten Situationen inhaltliche Inputs zu geben (zum Beispiel in Form von Hinweisen zu Versuchen oder alternativen Versuchsmöglichkeiten) oder auch Erklärungsangebote auf Fragen von Lernern zu gewähren.⁶⁵ Ebenso erforderlich ist die Moderation von Gesprächsverläufen (zum Beispiel auf Beobachtbares aufmerksam machen, Widersprüche aufdecken, Begründungen einfordern, scheinbar Eindeutiges in Frage stellen) und die Gewährung von Unterstützung für die Organisation gemeinsamer Arbeitsprozesse.

Ressourcenorientierung

Aus einer lösungsorientierten Perspektive heraus sind die genannten Prinzipien noch um das Prinzip der Ressourcenorientierung zu ergänzen. Ausgangspunkt ist die Überlegung, dass durch eine Orientierung auf vorhandene Stärken, sowohl eines Individuums als auch eines Kollektivs, also zum Beispiel einer Lerngruppe, lösungsorientiert ausgerichtete Denk- und Arbeitsprozesse unterstützt werden.

Da in einem konstruktivistischen Verständnis nicht die ‚Dinge an sich‘ Bedeutung tragen, sondern ihre Bedeutung durch Prozesse erhalten, die Individuen in Situationen und Kontexten konstruieren, können durch ‚Umdeutungen‘ andere Bedeutungen entstehen. Ein Fehler, ein Fehlkonzept oder eine ‚naive Theorie‘ kann in diesem Verständnis eine Herausforderung zur Aktivierung von Wissenserwerbsprozessen in der Weise sein, dass es dem Individuum oder einer Gruppe gelingt, einen Fehler, eine Schwäche, ein Problem so umzudeuten, dass das ihm innewohnende Potential sichtbar wird und zum Tätigwerden anregt.

So betrachtet äußert sich das Prinzip ‚Ressourcenorientierung‘ zunächst in einer grundsätzlich akzeptierenden Haltung gegenüber Mitmenschen, in diesem Fall den Teilnehmern der Fortbildung. Diese Akzeptanz ist zu erweitern um einen Blick darauf und eine Würdigung dessen, was bereits an Stärken in Bezug auf das angestrebte Ziel vorhanden ist. Es ist sowohl ein individueller Prozess, darauf zu blicken, was eine Person in Bezug auf den Lerninhalt bereits kann, als auch ein Gruppenprozess festzustellen, über welche Ressourcen eine Gruppe von Personen zur Lösung eines Problems bereits verfügt. Dazu zählt unter Umständen auch die Fähigkeit, ein selbst gewähltes Lernziel, im Sinne der Definition eines adäquaten, realistischen Lernschritts für sich oder die Gruppe zu definieren. Die Einladung dazu, diese Haltung als

⁶⁵ Wenn der Lehr-Lernprozess so gestaltet ist, dass er als gemeinsamer Konstruktionsprozess konzeptualisiert werden kann, steht der ‚Erklärung‘ eines Phänomens durch einen Spezialisten nichts im Weg. Vielmehr wird er als kompetenter Lernpartner eine wichtige Funktion im Lernprozess erhalten. Wenn die einzelnen Merkmale der Situation und der Interaktion lernförderlich gestaltet und genutzt werden, ist gegen eine gute Erklärung nichts einzuwenden.

Ausgangspunkt für einen Lernweg zu begreifen, verursacht potentiell ‚innere und äußere Atmosphären‘, die sich als lernförderlich erweisen sollten.

5.4 Organisation, Rahmenbedingungen und Informationsveranstaltung

Gemäß den Vorannahmen, unter Berücksichtigung der bis zu Forschungs- und Fortbildungsbeginn stattgefundenen Vorarbeiten (zum Beispiel Gestaltung der Website) und der strukturellen Bedingungen, wurde die Fortbildung über die staatlichen Schulämter schwerpunktmäßig für Lehrkräfte in der dritten Phase (also Berufsanfängerinnen), die in einer dritten oder vierten Jahrgangsstufe unterrichten, ausgeschrieben. Die Meldung zur Teilnahme erging über den Dienstweg zurück an uns. Da sich nicht ausreichend viele Lehrkräfte nach den geforderten Kriterien meldeten, wurden darüber hinaus auch Kollegen in die Fortbildungsgruppe aufgenommen, die in einer ersten oder zweiten Jahrgangsstufe unterrichteten und/oder über (deutlich) mehr Berufserfahrung verfügten. Eine erste Informationsveranstaltung für die angemeldeten Lehrkräfte fand im Februar 2004 statt. An einem Nachmittag wurden den Interessenten die Konzeption der Fortbildung, deren Einbettung in das Forschungsprojekt erläutert und ein erster handlungsorientierter Zugang zu physikalischen Inhalten des Sachunterrichts ermöglicht. Den Lehrkräften wurde an diesem Tag die Gelegenheit gegeben,

- die Fortbildungsleitung und die anderen Teilnehmer/-innen kennen zu lernen,
- die Fortbildungsorganisation und deren inhaltliche und methodische Konzeption zu erfahren,
- daran anschließende Fragen zu stellen,
- sich dem Unterrichtsinhalt ‚Optik/Spiegel‘ unter einer physikalischen Perspektive ‚spielerisch‘ zu nähern, indem ein Kaleidoskop selbst gebaut wurde.

Auf der Grundlage dieser Informationen und ersten Erfahrungen wurden die Lehrkräfte gebeten, ihre Teilnahme abzusagen oder verbindlich zu bestätigen.

Ziele dieser Informationsveranstaltung waren:

- Schaffung von Transparenz durch Information,
- vertrauensbildende Maßnahmen durch Vorstellen der verantwortlichen Personen und ersten Austausch mit Kolleg/-innen,
- Erhöhung von Motivation und Interesse und Reduktion von Unsicherheit durch ‚spielerisches Annähern‘ sowie

- Erhöhung der Teilnahmeverbindlichkeit durch Klärung der Teilnahmeabsicht.

Den Lehrkräften wurde an diesem Tag eine Mappe mit folgenden Inhalten überreicht:

- Fragebogen zur Erfassung der Lehrerkognitionen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht,
- frankiertes Rückkuvert zur Rücksendung des Fragebogens,
- Einverständniserklärung zur Mitwirkung an einem Forschungsprojekt,
- Kopiervorlage für das strukturierte Unterrichtstagebuch zur Dokumentation und Initiierung einer sachbezogenen Unterrichtsreflexion, Hinweise zum Ausfüllen,
- Hinweise zur Videographie des Unterrichts und
- Vorlage für eine Einverständniserklärung der Eltern zur Videographie des Unterrichts.

Mit Hilfe dieses Informationstages und dem Überreichen der Mappe konnte der Forschungs- und Fortbildungsprozess strukturiert und transparent gemacht werden. Die Intention dieses offenen und kommunikativen Nachmittags war es vor allem, den Lehrkräften zu vermitteln, dass sie von Beginn an als Partner im Forschungs- und Fortbildungsprozess verstanden werden. Der Aufbau eines vertrauensvollen Verhältnisses wird sowohl für das Forschungs- als auch für das Fortbildungsprojekt als wesentlich erachtet.

Bei dieser ersten gemeinsamen Veranstaltung erfolgte auch die Terminvereinbarung für die Interviews zur Erfassung der subjektiven Theorien vor Fortbildungsbeginn. Die gesamte Fortbildungsdauer erstreckte sich beginnend vom Informationstag bis zum letzten Präsenztage über einen Zeitraum von einem Jahr. Der erste Fortbildungstag fand am Lehrstuhl für die Didaktik der Physik der Ludwig-Maximilians-Universität München im Oktober 2004 statt. Es folgten bis zum Februar 2005 noch weitere drei Präsenztage im Abstand von jeweils etwa vier bis sechs Wochen. Die Organisation und die Inhalte der Fortbildung werden im Folgenden dargestellt.

5.5 Lernen und Arbeiten mit der Internetplattform ‚SUPRA – Sachunterricht praktisch‘

Einige Überlegungen zur Fortbildungskonzeption setzen, wie bereits beschrieben, auf die Integration des Mediums Internet im Fortbildungsverlauf. Insbesondere diejenigen Aspekte, die klar auf die individuelle und bedarfsorientierte Gestaltung des eigenen

Lernprozesses und auf das Bedürfnis der Lehrkräfte nach Unterrichtsmaterial setzen, rekurren auf die individuelle Nutzungsmöglichkeit einer Internetplattform durch die Lehrkräfte. Durch das Webangebot sollen die Lehrkräfte unabhängig von den Präsenzterminen ihren Lernprozess eigenständig gestalten und weiterführen können. Damit wird eine individuelle Lernprozessgestaltung für die Lehrkräfte ermöglicht. Die Teilnehmer entscheiden im Verlauf der Fortbildung weitestgehend selbstständig, wann sie sich mit welchen Inhalten vertiefend befassen möchten. Die Erweiterung ihrer fachdidaktischen Kompetenz kann damit in enger inhaltlicher Abstimmung auf aktuelle Notwendigkeiten der Unterrichtsplanung und -gestaltung erfolgen. So wird es vermutlich für die Mehrheit der Lehrkräfte erst dann relevant, sich beispielsweise mit Elektrizitätslehre zu befassen, wenn die Bearbeitung des Inhalts in der eigenen Klasse bevorsteht. Dann erst erweist es sich als notwendig, das eigene Hintergrundwissen zu aktivieren und zu vertiefen, passendes Unterrichtsmaterial bereitzustellen und im Kollegenkreis unterrichtliche Gestaltungsmöglichkeiten zu diskutieren.

Die Internetplattform bietet dazu sowohl zeitlich wie inhaltlich flexibel zu handhabende, unterrichtsbezogene Bausteine. Auf der Website erfolgte eine Aufteilung in zwei Bereiche: Die SUPRA-Materialbörse und die SUPRA-Lernplattform.

Die Materialbörse

In der SUPRA-Materialbörse erhalten die Nutzer kostenlos fertig ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge zu ausgewählten Inhalten des Sachunterrichts. Die bereichsspezifische Ausarbeitung und die Qualität der zur Verfügung gestellten Unterrichtsmaterialien kann durch die intensive Beteiligung der Fachdidaktik gewährleistet werden. Das in SUPRA im Lernfeld Natur und Technik zur Verfügung gestellte Unterrichtsmaterial wird vom Lehrstuhl für die Didaktik der Physik erarbeitet und erprobt.

Zum Zeitpunkt der Lehrerfortbildung befanden sich in der SUPRA-Materialbörse für den Bereich des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts (Lernfeld Natur & Technik) Ausarbeitungen zu den folgenden Inhalten:

- Schall,
- Licht und Schatten,
- Spiegel,
- Elektrizitätslehre,
- Magnetismus.

Die Aufbereitung der Inhalte bietet themenübergreifend eine gleich bleibende Struktur. So werden zu jedem Inhalt

- Sachinformationen,
- fachdidaktische Informationen, dabei im Wesentlichen empirische Befunde zu Schülervorstellungen und
- Vorschläge zum Aufbau der Unterrichtssequenz mit einzeln ausgearbeiteten Unterrichtseinheiten bereitgestellt.

Diese Gliederung nimmt Bezug auf die wesentlichen Elemente didaktischen Planens und Handelns und entspricht mit den drei Komponenten a) Analyse der Sachstruktur, b) Bezug auf empirische Untersuchungen und c) Konstruktion von Unterricht nach dem Modell der didaktischen Rekonstruktion (vgl. Kattmann u.a. 1997). Die Struktur der einzelnen Einheiten orientiert sich wiederum an den für eine Unterrichtsvorbereitung wesentlichen Elementen. So werden für jede Einheit

- Ziele formuliert,
- Hinweise zu notwendigen Vorbereitungen durch die Lehrkraft gegeben,
- ein Vorschlag zum Unterrichtsverlauf gemacht und
- zum Ausdruck und Einsatz im Unterricht fertiges Unterrichtsmaterial⁶⁶ angeboten.

Durch die Distribution von Unterrichtsmaterial über die Webplattform werden die Präsenztage vom dringenden Bedürfnis der Lehrkräfte nach Unterrichtsmaterial mit nach Hause zu nehmen, entlastet. Das Bedürfnis kann über die Plattform befriedigt werden und muss nicht an den Fortbildungstagen stattfinden. Eine Konzentration auf die eigenen Lernprozesse lässt sich dadurch anbahnen. Diskussionen über Unterrichtsmaterial können sich auf allen Teilnehmern zugängliche, konkrete Vorlagen beziehen und Arbeitsaufträge der Transferphase können explizit auf das in der Website zur Verfügung gestellte Material Bezug nehmen. So wurden die Teilnehmer beispielsweise zur Vorbereitung auf das diskutierte Unterrichtskonzept zur Elektrizitätslehre im Zusammenhang mit der kooperativen Lernform ‚Gruppenpuzzle‘ (vgl. u.a. Huber 2005) gebeten, die entsprechenden Unterrichtseinheiten in ihrer Expertengruppe zu diskutieren und für eine Präsentation vorzubereiten.

⁶⁶ Das bereitgestellte Unterrichtsmaterial wird in zwei verschiedenen Dateiformaten angeboten, als Pdf-Datei und als Doc-Datei. Mit dem Download einer Doc-Datei verbindet sich der Vorteil, dieses Unterrichtsmaterial nach den jeweils eigenen Vorstellungen umzugestalten. Die Pdf-Datei gilt als virus-sichereres Dateiformat und bietet sich somit für Nutzer mit einem höheren Sicherheitsbedürfnis an.

Die Lernplattform

Die SUPRA-Lernplattform bietet den Nutzern

- Beiträge zu aktuellen Themen der Sachunterrichtsdidaktik,
- fachdidaktische Beiträge zur vertiefenden Reflexion des angebotenen Unterrichtsmaterials,
- Informationen über die laufenden Präsenzfortbildungen und Informationen über das begleitende Forschungsprojekt,
- Kontakt, Erfahrungsaustausch und Diskussion mit Kollegen und Studierenden in einem Forum.

In der Lehrerfortbildung kam die Lernplattform in verschiedener Hinsicht zum Einsatz. Zur Vorbereitung der Diskussion aktueller sachunterrichtsdidaktischer und fachdidaktischer Fragen und Themen erhielten die Lehrkräfte für die Transferphase den Auftrag, ausgewählte, auf der Website zur Verfügung gestellte Texte zu lesen und in ihrer Lernpartnerschaft zu diskutieren. Das zur Verfügung gestellte Forum sollte dem kollegialen Austausch dienen und auch Möglichkeiten bieten, mit der Fortbildungsleitung in Kontakt zu treten. Die Moderation des Forums erfolgte durch die Fortbildungsleitung. Im Hinblick auf das mit dieser Arbeit verbundene Forschungsvorhaben war es dabei von Interesse, wie die Lehrkräfte ohne weitergehende Unterstützung dieses Angebot nutzen würden.

5.6 Formative Evaluation: Akzeptanz des Webangebots in der Entwicklungszeit

Um die anfangs entwickelte Struktur der Materialbörse auf Nutzerfreundlichkeit zu überprüfen, wurde anhand der im ersten Entwicklungshalbjahr entstandenen Struktur der Plattform SUPRA eine Erhebung im Sinne einer formativen Evaluation (vgl. Wottawa & Thierau 1998; Wottawa 2001) mit Grundschullehrkräften durchgeführt. Ziel war es, Informationen über die

- die Akzeptanz,
- die Beurteilung der Website aus der Sicht der Lehrkräfte und
- die Teilnahmebereitschaft an einer internetunterstützten Lehrerfortbildung zu erhalten.

Arnold u.a. (2004) betonen die Bedeutung formativer Evaluation in der Entwicklung von Maßnahmen im Bereich des E-Learnings insbesondere auch unter einem

ressourcenschonenden Blickwinkel. Dazu werden die Ergebnisse der ersten Evaluation in den weiteren Entwicklungsprozess rückgekoppelt, um die Maßnahme bereits in ihrer Entstehungszeit möglichst an die Bedürfnisse der avisierten Nutzer anpassen zu können.

Im März 2003 konnten im Rahmen einer mehrtätigen Lehrerfortbildung in der Lehrerfortbildungsakademie in Dillingen dreizehn Grundschullehrkräfte zu den genannten Bereichen befragt werden. Die geringe Zahl an Teilnehmern ermöglicht keine repräsentativen Ergebnisse, allerdings kann die Befragung im Sinne einer explorativen Voruntersuchung interessante Hinweise zum weiteren Vorgehen liefern. Die Teilnahme an der Befragung war freiwillig. Die Lehrkräfte konnten an den zur Verfügung gestellten Laptops eine beliebig lange Zeit in der Plattform SUPRA navigieren und recherchieren. Im Anschluss daran bearbeiteten die Personen einen zweiseitigen Fragebogen (siehe Anhang A1).

Fragestellung und Erhebungsinstrument

Das Ziel der Erhebung war es zu erfassen, ob das Angebot einer Online-Materialbörse und der geplanten internetunterstützten Lehrerfortbildung von Lehrkräften genutzt würde und wie die Gestaltung, Strukturierung und Aufbereitung der Website von den Lehrkräften goutiert wird. Die Fragestellung umfasste daher die beiden folgenden Komplexe:

- Wie beurteilen die Lehrkräfte die Navigations- und Nutzerfreundlichkeit der Plattform?
- Wie hoch ist die Bereitschaft der Lehrkräfte, an einer Fortbildung teilzunehmen, die von dieser Plattform begleitet wird?

Der Fragebogen enthielt fünffach skalierte Items und halboffene Fragen. Die Items wurden in einer Mitarbeiterdiskussion auf grundsätzliche Validität im Sinne der Fragestellungen überprüft. Entsprechend der Zielsetzung des Fragebogens wurden die Items zunächst folgenden Skalen zugeordnet:

- Skala 1: Navigationsmöglichkeiten in SUPRA (fünf Items nach Itemanalyse),
- Skala 2: Nutzungshäufigkeit der verschiedenen Navigationsmöglichkeiten (drei Items ausgewertet nach Häufigkeiten),
- Skala 3: Gestaltung/ergonomische Beurteilung (drei Items nach Itemanalyse),
- Skala 4: Inhalt der Materialbörse (sechs Items ausgewertet nach Häufigkeiten),
- Skala 5: Teilnahmebereitschaft an einer Lehrerfortbildung (sieben Items nach Itemanalyse).

Im Folgenden werden ausschließlich die Ergebnisse der skalierten Items dargestellt.

Ergebnisse der Voruntersuchung

Für die Skalen eins, drei und fünf konnten recht hohe Reliabilitätskoeffizienten zwischen .81 und .87 (Cronbach's Alpha) errechnet werden. Auf Grund der ausgewiesenen Trennschärfekoeffizienten wurde aus der ursprünglichen Fassung jeweils ein Item pro Skala entfernt, so dass für die Skalen eins, drei und fünf der entwickelte Itempool weitgehend übernommen werden konnte. Für die Skalen zwei und vier wurden auf Grund der Fragestellung lediglich Häufigkeiten berechnet, die sowohl hinsichtlich Nutzungshäufigkeit der verschiedenen Navigationsmöglichkeiten als auch bezüglich der Teilnahmebereitschaft an der geplanten Lehrerfortbildung aufschlussreiche Daten liefern und somit interessante Hinweise geben.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Skalen und einzelner Items dargestellt. Die nachfolgenden Abbildungen sechs, sieben, acht und neun illustrieren die Ergebnisse der Skalen eins, zwei, drei und vier.

Die Ergebnisse zur Skala eins „Navigationsmöglichkeit und intuitive Benutzerführung“ (fünf Items nach Itemanalyse) weisen nahezu durchgängig hohe bis sehr hohe Zustimmungswerte auf. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Navigationsstruktur den Erfordernissen der Zielgruppe weitgehend angepasst werden konnte.

Im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Skala geben die Fragen zur Nutzungshäufigkeit der unterschiedlichen Navigationsmöglichkeiten aufschlussreiche Gestaltungshinweise. So gaben zwölf der Befragten an, überwiegend die Mind-Maps zur Navigation zu nutzen. Diese Angaben zum Navigationsverhalten lassen vermuten, dass die grafisch vergleichsweise aufwendige Gestaltung der Überblicksseiten mit Hilfe der Mind-Maps von den Lehrkräften als Navigationserleichterung erlebt und goutiert wird. Die vergleichsweise hohe Zahl an fehlenden Daten bei den Items zur Subnavigation lassen vermuten, dass die Lehrkräfte diese alternativen Navigationsmöglichkeiten möglicherweise gar nicht wahrgenommen haben.

Auch im Bereich der ergonomischen Beurteilung und des Layouts (drei Items nach Itemanalyse) wird die grafische Gestaltung von SUPRA von Lehrkräften weitgehend positiv beurteilt.

Abb. 6: Voruntersuchung/Skala 1: Navigationsmöglichkeiten in SUPRA

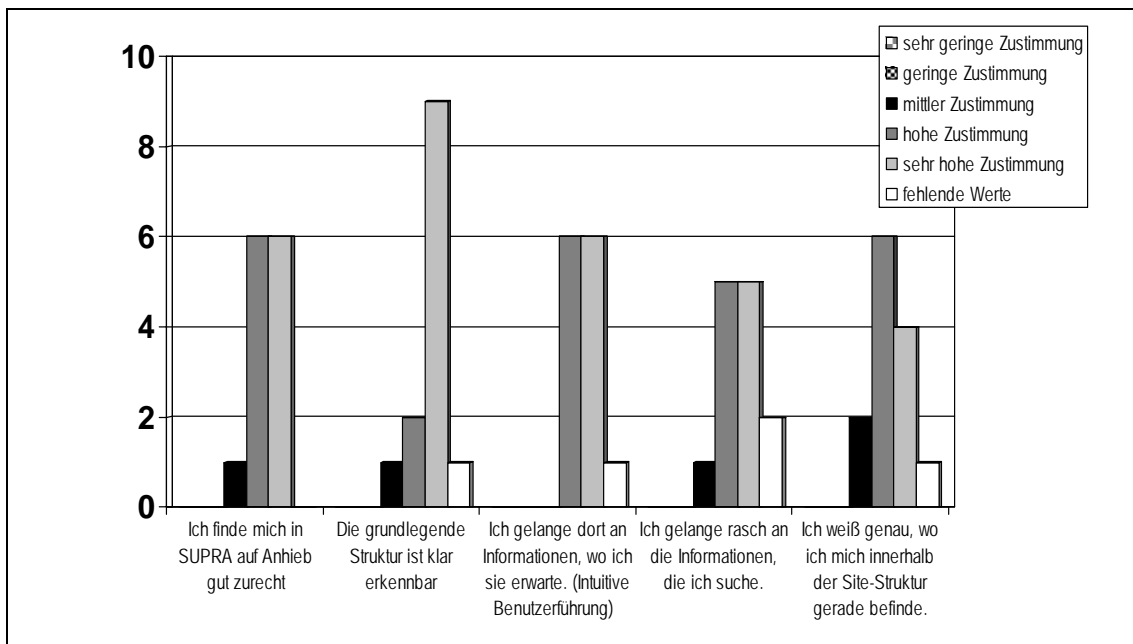


Abb. 7: Voruntersuchung/Skala 2: Nutzungshäufigkeit der verschiedenen Navigationsmöglichkeiten

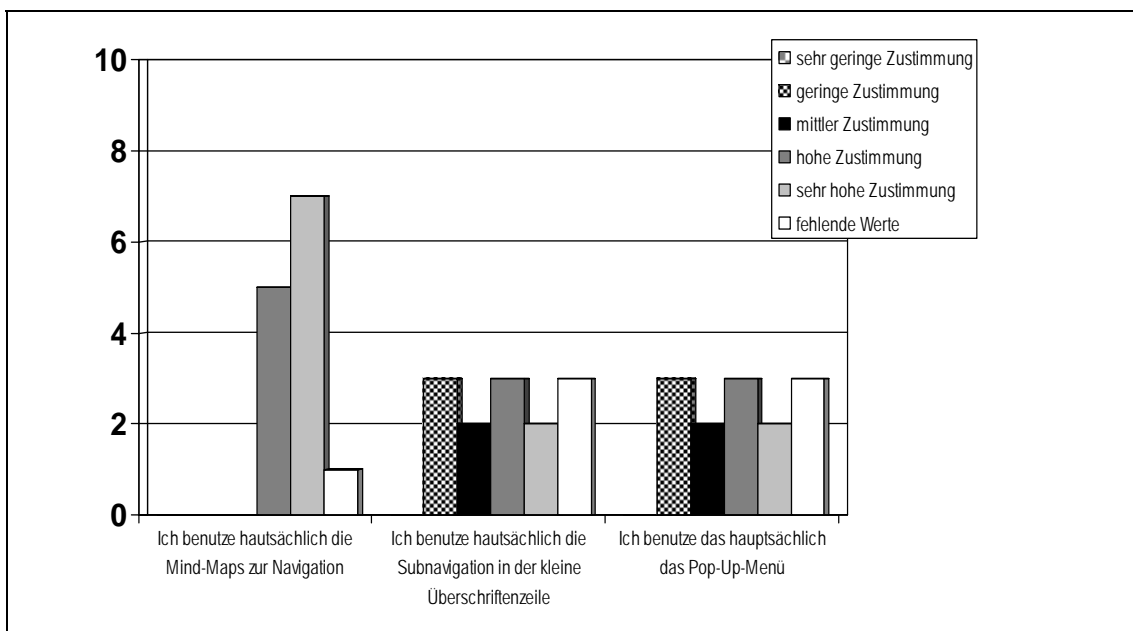


Abb. 8: Voruntersuchung/Skala 3: Gestaltung/ergonomische Beurteilung

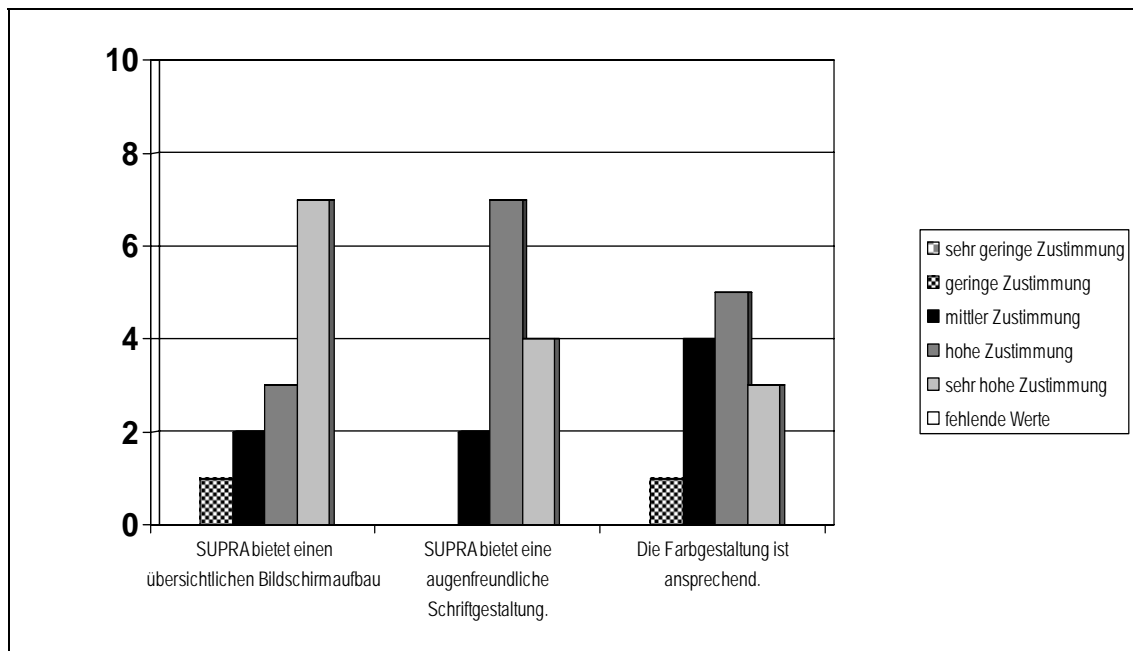
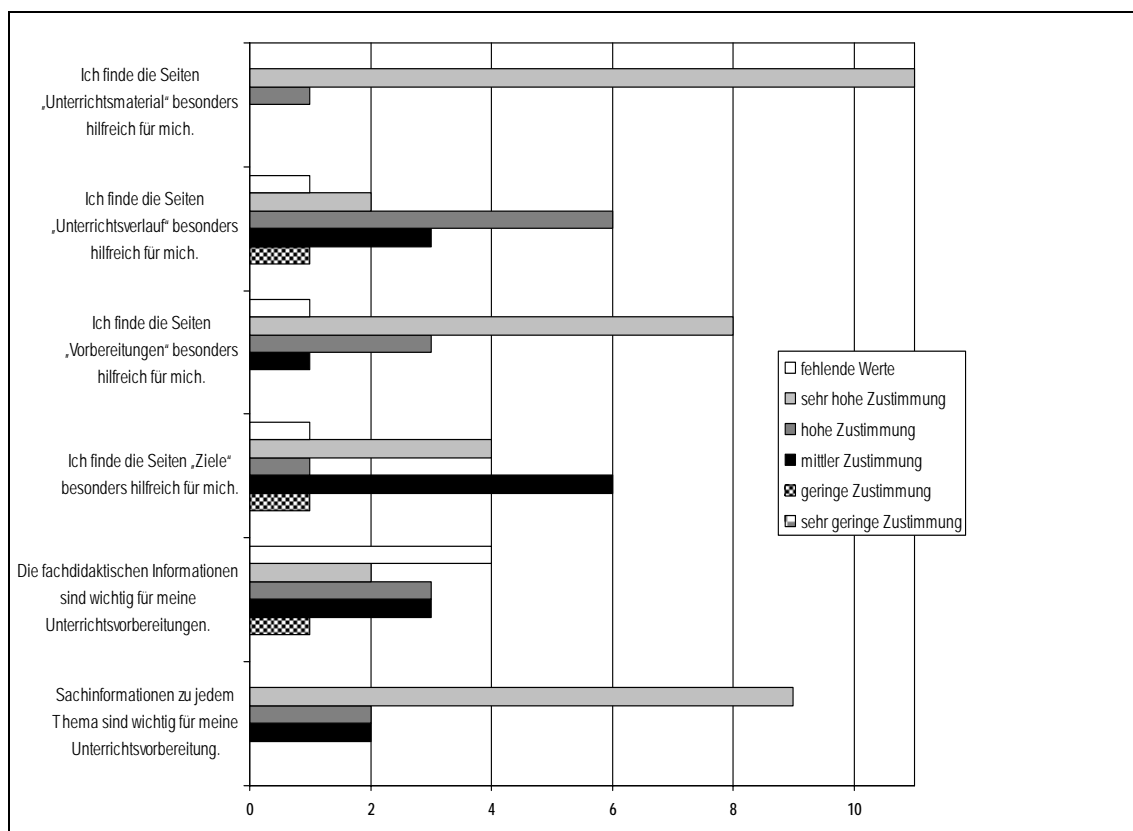


Abb. 9: Voruntersuchung/Skala 4: Inhalt der Materialbörse



Bei der zusammenfassenden Auswertung der Skala vier ergeben sich folgende Befunde: Die überwiegende Mehrheit der Lehrkräfte, elf Personen, geben an, dass die Seiten von SUPRA, auf denen konkretes Unterrichtsmaterial (Arbeitsblätter, Anschauungsmaterial etc.) angeboten wird, für sie die wichtigste Unterstützung darstellen. Ebenfalls als sehr hilfreich und sinnvoll für die Unterrichtsvorbereitungen werden die Seiten eingeschätzt, die Sachinformationen über das Unterrichtsthema anbieten (neun Personen) und die aufzeigen, welche Vorbereitungen die Lehrkraft treffen muss (acht Personen sehr hohe Zustimmung, drei Personen hohe Zustimmung).⁶⁷ Die Darstellung des Unterrichtsverlaufes ist für acht Lehrkräfte hilfreich oder sehr hilfreich. Dabei ist anzumerken, dass diese Auswahl eher von Kolleginnen mit geringerer Berufserfahrung getroffen wurde.

Die Skala fünf ‚Teilnahmebereitschaft an einer Lehrerfortbildung‘ enthielt nach Itemanalyse die folgenden sieben Items:

Ich würde gerne an einer Lehrerfortbildung teilnehmen,

- a) in der ausgewählte Fortbildungsinhalte über eine Website dargeboten werden,
- b) in der die Kommunikation zwischen Fortbildungsteilnehmer/-innen über ein eigenes Forum ermöglicht wird,
- c) in der die Arbeit mit den Internetseiten von einem Tutor (zum Beispiel über E-Mail) begleitet wird,
- d) in der die Arbeit mit den Internetseiten von einer Präsenzfortbildung begleitet wird,
- e) in der ich Nutzungsmöglichkeiten von SUPRA zu Fortbildungszwecken kennen lerne,
- f) in der ich die Nutzungsmöglichkeiten von SUPRA zur Unterrichtsvorbereitung kennen lerne,
- g) in der ich lerne, mich mit Kolleg/-innen über das Internet auszutauschen.

Die Reliabilität der Skala liegt nach der Entfernung eines Items mit .87 recht hoch. Die höchsten Zustimmungswerte erhielten die Items a) und f) mit jeweils 61,1%. Es scheint also zum einen eine grundsätzliche Bereitschaft zu bestehen, das Internet als Fortbildungsmedium nutzen zu wollen, und zum anderen lockt ein konkretes Angebot (SUPRA) und dessen Möglichkeiten für einen direkten Einsatz im täglichen Handlungsfeld. Ebenfalls hohe Zustimmungswerte erhielten die Items d) und e), bei denen jeweils 53,9% der Befragten angaben, Interesse an einer Kombination von Internetnutzung und Präsenzfortbildung zu haben und – wieder projektspezifisch – die Einsatzmöglichkeiten von SUPRA zu Fortbildungszwecken kennen lernen zu wollen. Auffällig sind die Items g) und c). Hier tritt am deutlichsten eine ablehnende Haltung zu

⁶⁷ Fachdidaktische Informationen schätzen die Lehrkräfte als nicht so bedeutsam ein, wobei die vergleichsweise hohe Zahl der fehlenden Werte möglicherweise auch dafür spricht, dass die Befragten diesen Bereich kaum näher untersucht hatten. Zudem lag zum Zeitpunkt dieser Befragung hierzu nur eine kleine Ausarbeitung im Bereich der Geschichtsdidaktik vor.

Tage. So haben jeweils 30,8% der Lehrkräfte nur ein geringes Interesse daran, sich mit Kolleginnen via Internet auszutauschen beziehungsweise an einer Fortbildung teilzunehmen, an der die Arbeit an den Internetseiten von einem Tutor virtuell begleitet wird. Hier zeigt sich möglicherweise die Präferenz für einen kollegialen Austausch in der direkten und unmittelbaren persönlichen Begegnung.

Zusammenfassende Interpretation

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Angebot und die Gestaltung und Struktur der Website von den im März 2003 befragten Lehrkräften durchaus goutiert und potentiell als konkrete Hilfe für die tägliche Unterrichtspraxis erlebt wurden. Für die Planung der Lehrerfortbildung scheint es sich als hilfreich zu erweisen und im Sinne der Zielgruppe zu sein, dass die Arbeit mit dem Medium Internet zunächst mit Hilfe einer konkreten Website erfolgt. Durch die begleitende Unterstützung könnte Sicherheit im Umgang mit dem Medium entstehen. Die Lehrkräfte könnten demnach zunächst bereichsspezifische Kompetenzen aufbauen, auf deren Grundlage weitere Lernschritte zur Erweiterung der Nutzungskompetenz erfolgen könnten. Einschränkend muss gesagt werden, dass mit dreizehn Befragten die Stichprobe natürlich sehr klein ist. Die Akzeptanz des Webangebotes wurde im weiteren Verlauf im Interview nach der Fortbildung erhoben (vgl. 6.3.2).

5.7 Lernen und Arbeiten an den Präsenztagen

Zusammenfassend lässt sich der Charakter der Präsenztage der SUPRA-Lehrerfortbildung unter dem Begriff der Werkstatt subsumieren: „Eine Werkstatt ist eine an pädagogisch-psychologischen Methoden orientierte Veranstaltungsform, die als Gegenentwurf zu referentenorientiertem Lehren, Lernen und Arbeiten versucht, über die aktive Beteiligung ihrer Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Erarbeitung einer Thematik die Erlebnisse in konkretes (...) pädagogisches Handeln umzusetzen“ (zit. nach Pallasch & Reimers 1990, in: Reimers 1992, 44).

Eine Weiterentwicklung dieses Gedankens zum Werkstattlernen in der Lehrerfortbildung erscheint gerade für den physikalisch-technischen Bereich als eine zielführende Strategie für die Entwicklung einer Fortbildung mit fachdidaktischem Schwerpunkt. So sollen neben dem Erwerb und der Vertiefung fachspezifischen-pädagogischen Vorwissens auch komplexe Fertigkeiten aufgebaut werden, die in der weiteren Entwicklung in den entsprechenden Unterrichtssituationen situationsadäquat eingesetzt werden können. Zum Aufbau von Handlungskompetenz in einer Domäne, verstanden als „die Fähigkeit, die in dieser Domäne gestellten Anforderungen nicht nur durch theoretisches Wissen zu fassen, sondern auch Problemsituationen erfolgreich zu bewältigen“ (Gruber & Rehl 2005, 11), erweist es sich als notwendig, neben Wissen

auch Erfahrungen im einschlägigen Inhaltsbereich zu erwerben. „Erfahrung als die episodische Kenntnis über den Umgang mit Wissen, also darüber, wie, wann und in welcher Situation welches Wissen am Erfolg versprechendsten zur Anwendung kommt, stellt die Verknüpfung zwischen Wissen und Praxis her. Kompetenzerwerb bedeutet damit nicht mehr nur bloßes Hinzufügen von Wissen oder bloße Praxis, sondern ein ständiges situationsabhängiges Reorganisieren und Integrieren von ‚erfahrenen‘ Wissenstrukturen“ (a.a.O. 13). Werkstattorientiertes Arbeiten wird als geeignete Möglichkeit angesehen, diese Erfahrungen zu sammeln.

5.7.1 Gestaltung der Präsenztage

Die Gestaltung einer Werkstatt, einer stark teilnehmerorientierten Veranstaltungsform, erfordert nach Reimers (1992) von den Gruppenleitern, für die sich inzwischen die Bezeichnung ‚Moderator‘ eingebürgert haben dürfte, andere Qualifikationen und vor allem ein anderes Leiterverhalten, als dies bei ‚traditionell referentenorientierten‘ Veranstaltungen üblich ist. So muss ein Moderator fähig sein, „eine Werkstattgruppe so zu moderieren, dass sie ihre selbst definierten Ziele erreicht. Er muss ‚die Gruppe auf ihrem Lernweg begleiten‘“ (zit. nach Pallasch & Reimers 1990, In: Reimers 1992, 45). Ein Moderator ist nach Reimers ein Typus, „der Gruppen in ihrem Lern- und Arbeitsprozess animiert, sie in ihrem Bemühen, gesteckte Ziele zu erreichen unterstützt, methodisches Instrumentarium zur Verfügung stellt, gruppenspezifische Prozesse erkennt bzw. sie zum Nutzen der Gruppe auswertet und lernpsychologische Hilfen und Verfahrensweisen anbietet. Er muss selbst kein Fachexperte der Thematik sein, der sich der jeweiligen Gruppe annimmt. Sein fachliches Wissen und Können liegt in der pädagogisch-psychologischen, in seiner methodisch-didaktischen und in seiner sozialen Kompetenz, einzelne Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie Gruppen in den Lern- und Arbeitsprozessen anzuleiten“ (a.a.O. 45).

Gemäß den Zielen der Fortbildung und den lerntheoretischen Grundannahmen erwies es sich als wesentlich, den Lehrkräften ein Lernangebot zur Verfügung zu stellen, das auf den gleichen Gestaltungsgrundsätzen beruht, wie dies für die Gestaltung der Lehr-Lernumgebung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht bereits erläutert wurde. Die folgenden grundlegenden Sozial- und Organisationsformen, ebenso wie allgemeine und fachspezifische Methoden und Arbeitsweisen kamen während der Fortbildungstage zum Einsatz:

Sozial- und Organisationsformen

- Einzelarbeit zur Reflexion und zur Fixierung persönlicher Lernprozesse
- Partnerarbeit in wechselnden Zusammensetzungen und in verschiedenen Lernsituationen zur Aktivierung und zur Gestaltung sozialer Konstruktionsprozesse
- Kooperative Lernformen und Gruppenarbeit in verschiedenen Lernsituationen zur Aktivierung und zur Gestaltung sozialer Konstruktionsprozesse
 - zum Beispiel Gruppenpuzzle (vgl. Arbeit in Stamm- und Experten-
gruppen auch oder Jigsaw-Methode) zur aktivierenden und verantwortungsbewussten Erarbeitung geeigneter Inhalte
 - zum Beispiel Pro-Contra-Debatte zur pointierten Darstellung und Diskussion verschiedener Argumentationslinien
- Lernstationen/Lerntheken
- Plenumsrunden zur Klärung und Diskussion aufgeworfener Sachfragen, zum Austausch unterschiedlicher Ansichten und Erwartungen und zur Diskussion konkreter unterrichtsbezogener Überlegungen

Allgemeine und fachspezifische Methoden

- Planung, Durchführung und Reflexion von Versuchen zu allen Fortbildungsinhalten
- Selbstständiger Bau inhaltsbezogener Spielobjekte zu allen Fortbildungsinhalten
- Aktivierung, Diskussion und Reflexion inhaltspezifischer Vorstellung und Erfahrungen zu allen Fortbildungsinhalten
- Recherche, Reflexion und Diskussionen im Kollegenkreis zu den auf die Fortbildung bezogenen Unterrichtsinhalten
- Problemlösendes Denken und eigenständige Konstruktion bei ausgewählten Fortbildungsinhalten (zum Beispiel: Konstruktion verschiedener Schalter)

Visualisierung und Strukturierung

- Veranschaulichung physikalischer Inhalte und Zusammenhänge in Grafiken und Tafelbildern
- Strukturierung des Ablaufs durch Tagesübersichten, Herstellung von Transparenz über den Tagesablauf
- Visualisierung von Kurzvorträgen durch Power-Point-Präsentationen
- Sammlung von Fragen der Teilnehmer/-innen auf Flip-Chart-Bögen

- Selbstständige Erstellung von Plakaten und/oder Arbeitsergebnissen durch die Teilnehmer/-innen
- Evaluation von Tagesergebnissen, Stimmungen, Lernerfolgsberichten auf Stimmungsbarometern, Evaluationsbögen o.Ä.

Tagesstruktur

Zur Gewährleistung einer zuverlässigen Planung und einer übersichtlichen und daher verlässlichen Strukturierung wiesen sämtliche Fortbildungstage eine ähnliche Tagesstruktur auf. So begann beispielsweise jeder Fortbildungstag mit einem Überblick über das Tagesprogramm, einem aktivierenden Austausch zwischen den Teilnehmern in immer wieder wechselnden kleinen Gruppen, einer methodisch variierten Rekonstruktion der inhaltspezifischen Kognitionen zu den in der Transferphase bearbeiteten Inhalten und damit einer Anknüpfung an aktuelle Vorstellungen. Durch die klare und wiederkehrende Tagesstruktur entsteht für die Teilnehmer damit Transparenz in einer potentiell mit Unsicherheiten belasteten Situation. Dies kann dem Aufbau von Sicherheit und Vertrauen dienen. Im Sinne der Gestaltung einer Lernumgebung für die Lehrerfortbildung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht lässt sich das Konzept der SUPRA-Fortbildungstage neben dem oben genannten Verständnis als ‚Werkstatt‘ unter sozialkonstruktivistischer Perspektive zusammenfassend als nachforschend-diskursives Lernen mit instruktionaler Unterstützung verstehen.

5.7.2 Die Fortbildungstage im Einzelnen

Der erste Tag

In der Gestaltung von Lernprozessen kann auch für Erwachsene gelten, dass der Anfang beziehungsweise der Einstieg und dessen Gelingen nicht unerheblich dazu beitragen, dass eine Fortbildung erfolgreich verlaufen kann. Als wesentlich für die Gestaltung von Anfängen kann unter anderem das Herstellen von Transparenz, Sicherheit und Vertrauen durch strukturierende und Klarheit schaffende Maßnahmen zur Gestaltung eines positiven und lernförderlichen Klimas gelten (vgl. u.a. Geißler 2004, Knoll 2003). Folgende Aspekte wurden berücksichtigt:

- Einfache und rasche Organisation der Rahmenbedingungen (zum Beispiel Reisekosten, Teilnahmebestätigungen, Verpflegung/Getränke, ständiger Überblick über die organisatorische und inhaltliche Strukturierung des Tages etc.)
- Angemessene Raumgestaltung (kommunikationsförderliche Sitzordnung, fahrbare Experimentiertische etc.)
- Vorstellung und Kennenlernen der Fortbildungsleiter und der Teilnehmer

- Darstellung des kommunikations- und handlungsintensiven Fortbildungskonzeptes und seines theoretischen Hintergrundes (Anbindung an das Forschungsprogramm subjektive Theorien)
- Berücksichtigung der Erwartungen der Teilnehmer/-innen durch Erwartungsabfrage (Methode: Kartenabfrage)

Der erste Fortbildungstag fand am 08.10.2004 statt. Ziele und Inhalte des ersten Fortbildungstages waren:

- Aufbau eines kommunikationsförderlichen Klimas durch Aktivierung der Bereitschaft, sich mit sich selbst, den Inhalten und den Kollegen konstruktiv auseinander zu setzen (Methode: 3 X 3)
- Information über Fortbildungsinhalte, -konzeption und theoretischen Hintergrund (Methode: Kurzvortrag)
- Aktivierung und Reflexion der persönlichen Fortbildungsziele (Methode: Partnergespräch)
- Kennlernen der Website SUPRA und erste Recherchen bezogen auf den Sachinhalt des Fortbildungstages (methodische Gestaltung: Eigene Recherchen in der Plattform mit Hilfe eines gezielten Arbeitsauftrages und freie Recherchen)
- Aktivierung der individuellen Vorstellungen zum Lerninhalt ‚Optische Phänomene/Spiegel‘ (Methode: Plenumsgespräch)
- Durchführung erster Beobachtungen und einfacher Versuche am ebenen Spiegel und Diskussion mit dem Lernpartner (Methode: Versuche und Partnergespräch)
- Reflexion und Korrektur der eigenen Fehlvorstellungen (Plenumsgespräch)
- Sachinformationen und Schülervorstellungen zum Thema Spiegel (Kurzvortrag)
- Bau der Objekte Periskop, Spiegellabyrinth, Fischaugenmodell (Eigenaktivität)

Der erste Fortbildungstag schloss damit, dass die Lehrkräfte über die Arbeitsaufträge für die Transferphase informiert wurden.

Der zweite Tag

Der zweite Fortbildungstag fand am 12.11.2004 statt. Die Ziele und Inhalte des zweiten Fortbildungstages waren:

- Rasche Wiederaufnahme der Kontakte zu den anderen Teilnehmer/-innen, Aktivierung, Erfahrungsaustausch/Transferzeit, Einstimmung auf die Inhalte des Fortbildungstages (Methode: Kugellager)

- Arbeit an der Plattform SUPRA: Erprobung von Lösungsmöglichkeiten bei Nutzungsproblemen
- Diskussion des in SUPRA angebotene Unterrichtskonzepts zum Inhalt ‚Optische Phänomene/Spiegel‘ (Methode: Kleingruppendiskussion, Aufgreifen der Arbeitsaufträge aus der Transferzeit)
- Diskussion mit Vorschlägen zur Überarbeitung des Angebotes (Plenumsrunde)
- Fachspezifische Arbeitsweisen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht (Impulsreferat)
- Elektrizitätslehre und Magnetismus im bayerischen Lehrplan 2000 (Impulsreferat)
- Vertiefung des eigenen Sachwissens im Bereich Elektrizitätslehre (Methode: strukturiertes Lernangebot/Lernstationen zur Elektrizitätslehre)
- Diskussion zu Fragen des physikalischen Hintergrundwissens (Plenumsrunde)
- Modellvorstellungen zur Elektrizitätslehre (Plenumsrunde)
- Schülervorstellungen im Bereich der Elektrizitätslehre (Kurzvortrag und Diskussionsrunde)
- Bau eines Geschicklichkeitsspiels und eines elektrischen Lexikons (Eigenaktivität)
- Tagesevaluation

Der dritte Tag

Der dritte Fortbildungstag fand am 10.12.2004 statt. Die Ziele und Inhalte des dritten Fortbildungstages waren:

- Aufgreifen von Erfahrungen und vertiefende Diskussionen zum Inhaltsbereich ‚Elektrizitätslehre‘ (Methoden: Netzwerk, Partnerinterview und Gruppendiskussionen zu den vorgestellten Möglichkeiten der unterrichtlichen Umsetzung)
- Aktivierung des inhaltspezifischen Vorwissens und Vertiefung des eigenen Sachwissens im Bereich Magnetismus (Methoden: Überkreuzassoziationen und strukturiertes Materialangebot zum Inhalt ‚Magnetismus‘)
- Diskussion zu Fragen des physikalischen Hintergrundwissens (Plenumsrunde)
- Modellvorstellung zum Magnetismus (Plenumsrunde)
- Diskussion um Ziele des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts
- Planung für eine unterrichtliche Umsetzung des Inhalts Magnetismus (Kleingruppenarbeit)

- Tagesevaluation

Der vierte Tag

Der vierte Fortbildungstag fand am 28.01.2005 statt. Die Ziele und Inhalte des vierten Fortbildungstages waren:

- Zwischenresümee und Erwartungsabfrage (Methode: ‚Stummes Schreibgespräch‘)
- Aufgreifen von Erfahrungen und vertiefende Diskussionen zum Inhaltsbereich ‚Magnetismus‘
- Hinweise und Möglichkeiten zur Gestaltung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht unter der Perspektive einer Orientierung an Schülervorstellungen (Methoden: Pro-Contra-Debatte, Kleingruppendiskussionen)
- Das SUPRA-Unterrichtskonzept zur Elektrizitätslehre (Methoden: Eigenaktivität, Versuchsplanung, -durchführung und -auswertung, Gruppenpuzzle, bereits in den vorangegangenen Fortbildungstagen und den Transferphasen vorbereitet)
- Interessen von Mädchen und Jungen im Sachunterricht (Kurzreferat einer Teilnehmerin, vgl. Rossberger & Hartinger 2000)
- Bau von naturwissenschaftlichem Spielzeug und/oder Lehr- und Lernmaterial (Eigenaktivität)
- Reflexion des persönlichen Lernertrages (Methode: ‚Schatzsuche‘)
- Realisierungs- und Umsetzungsstrategien (Methoden: Einzelarbeit, Partnergespräche, Austausch im Plenum)

Nachtrag

Die Lehrkräfte äußerten insbesondere am vierten Fortbildungstag großes Interesse daran, ihren persönlichen Lernprozess im Zusammenhang mit den naturwissenschaftlichen Inhalten und deren unterrichtlicher Realisierung fortzusetzen. Aus diesem Grund beschlossen wir, einen weiteren Fortbildungstag mit dem Inhaltsschwerpunkt ‚Wasser‘ durchzuführen. Dieser Tag fand im Juli 2005 statt. Da er allerdings zusätzlich zur geplanten Interventionsmaßnahme durchgeführt wurde und auch die Datenerhebungsphase nach Fortbildungsende bereits vor diesem Tag begann, wird er nicht in die Beschreibung des offiziellen Projektverlaufs aufgenommen. Interessant ist jedoch, dass es offensichtlich gelungen ist, die Lehrkräfte über den zunächst zugesagten und erforderlichen Zeitaufwand hinaus für eine Beschäftigung mit dem Thema zu motivieren.

5.8 Lernen und Arbeiten in den Lernpartnerschaften: Bindeglied zwischen Fortbildung und Berufsfeld

Um eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit den Inhalten der Fortbildung zu gewährleisten, um eine Verzahnung zwischen den Präsenztagen und der Arbeit mit der Website zu forcieren und um bereits in der Fortbildungsphase Maßnahmen zur Implementierung der Inhalte in den Schulalltag anzubahnen, wurden die Lehrkräfte nur als ‚Tandem‘ in die Fortbildung aufgenommen. Dabei wurde es als wünschenswert, allerdings nicht zwingend erachtet, dass die Lehrkräfte gemeinsam an einer Schule tätig waren.⁶⁸ Aus organisatorischen und persönlichen Gründen schlossen sich sechs Teilnehmerinnen in zwei Gruppen, jeweils zu dritt zusammen.

Die fortbildungsbegleitende Arbeit in Lernpartnerschaften (Tandems) ist mit verschiedenen Erwartungen verknüpft (vgl. Wahl u.a. 1995). Diese liegen sowohl auf psycho-emotionaler und psycho-sozialer wie auch auf kognitiver Ebene. Durch die Einbindung in eine Lernpartnerschaft sollten insbesondere folgende Prozesse bei den Teilnehmerinnen angestoßen werden:

- Reduzierung von Unsicherheit durch Kontakt- und Austausch mit einer bekannten Kollegin
- Reduzierung der Hemmschwelle für Fragen, offener und vertrauensvoller Austausch in einer (mehr oder weniger) vertrauten Beziehung
- Erhöhung von Verbindlichkeit durch Einbindung in eine sozial vorstrukturierte Lernsituation
- Unterstützung in Phasen geringerer Motivation durch einen Partner
- Intensivierung des Lernprozesses durch regelmäßigen inhaltsbezogenen Austausch mit dem Lernpartner
- ‚Verzahnung‘ der einzelnen Fortbildungsbausteine miteinander
- Erhöhung der Implementierungschancen durch eine im Berufsfeld anwesende Ansprechpartnerin für spezifische Fragen und Probleme

⁶⁸ Für eines der Tandems erwies sich die Organisation einer regelmäßigen gemeinsamen Teilnahme an den Präsenztagen als außerordentlich schwierig, da sie beide an der gleichen kleinen Schule tätig waren und somit an Fortbildungstagen die Hälfte des Kollegiums dieser Schule fehlte. Das bedeutet – wenn von Seiten des betreffenden Schulamtes keine mobilen Reserven zur Verfügung gestellt werden können – für die an der Schule anwesenden Kollegen eine deutliche Mehrbelastung. Aus diesem Grund wechselten sich die beiden an zwei Präsenztagen ab. Somit ist beim Einsatz von Lern tandems aus einer kleinen Schule im Vorfeld bereits auf die daraus möglicherweise entstehenden Schwierigkeiten zu achten.

Praxistandems beziehungsweise Lernpartnerschaften ermöglichen nach Wahl (2002) in besonderer Weise, dass einer Innensicht-Perspektive eine konfrontierende Außensicht-Perspektive gegenübergestellt wird und gewähren hohe sozio-emotionale Unterstützung und konkrete Hilfe (vgl. Schmidt 2001, zit. nach Wahl 2002).

Zur Initiierung einer kontinuierlichen eigenen Weiterarbeit und zur Anregung einer gemeinsamen Arbeit an verschiedenen Inhalten der Fortbildung erhielten die Teilnehmer zusätzlich für die Zeiten zwischen den Präsenztagen, die Transferphasen, konkrete Arbeitsaufträge, also ‚Hausaufgaben‘.

5.9 Zusammenfassung und Diskussion

Die vorgestellte Lehrerfortbildung soll die Modifikation komplexer unterrichtsbezogener Lehrervorstellungen, die Vertiefung inhaltspezifischen physikalischen Sachwissens und den Aufbau fachspezifisch-pädagogischen Wissens ermöglichen. Für die Planung und Durchführung wurde unter Bezugnahme auf die dargestellten Zielvorstellungen (vgl. 5.2) ein didaktisches Konzept auf der Grundlage der dargestellten theoretischen Überlegungen entwickelt. Das Konzept der SUPRA-Lehrerfortbildung versucht mit Hilfe des vorgestellten Interventionsansatzes fachdidaktische Kompetenzen von Lehrkräften in Bezug auf physikbezogenen Sachunterricht aufzubauen. Im Vordergrund der Maßnahme steht dabei die Orientierung an den komplexen Kognitionen der Lehrkräfte. Eine Orientierung daran erfolgt dabei

- zum einen unter einer kognitionspsychologischen Perspektive im Sinne des Conceptual Change Paradigmas mit dem Ziel der Erweiterung und Veränderung der Vorstellungen.
- zum anderen unter einer pädagogischen Perspektive, wonach eine Ausrichtung an den Vorstellungen der Lernenden als grundlegende ‚Haltungsdimension‘ im Sinne von wertschätzender Teilnehmerorientierung verstanden werden kann.

Dazu erfolgt zunächst eine Aktivierung und Rekonstruktion aktuell bestehender Vorstellungen. Im Verlauf des Lernprozesses wird durch eine methodisch-didaktisch überlegte Gestaltung der Lehr-Lernumgebung

- Möglichkeiten für kognitiv stimulierende Lern- und Arbeitsprozesse geschaffen,
- Angebote für sach- und selbstbezogene Reflexionen und individuelle sowie gemeinsame Konstruktionsprozesse zur Verfügung gestellt.

Die Prinzipien für die Gestaltung eines problemorientierten, sachlich anspruchsvollen und kognitiv stimulierenden, diskursiven Sachunterrichts mit nachforschend-nacherfindendem Charakter gelten dabei weitestgehend auch für die Gestaltung der Lehr-Lernumgebung in der Lehrerfortbildung. Die sachbezogene Stimulation bereichsspezifischer Kognitionen während des Lernprozesses, erweitert um die Aktivierung selbstbezogener Kognitionen in Bezug auf das eigene Lernen und das eigene Unterrichtshandeln – also die Förderung metakognitiver Strategien – sind dabei wesentlich. Die eigene Lernerfahrung der Lehrkräfte, sich selbst als aktiv Handelnde zu erleben und diese Erfahrung mit bewussten Reflexions- und Austauschprozessen zu begleiten und zu unterstützen, könnte sich bei der Übertragung auf die Gestaltung von Unterrichtssituationen als hilfreich erweisen.

6 Evaluation der Interventionsmaßnahme – eine explorative Studie

Die vorliegende Untersuchung entstand in unmittelbarem Zusammenhang mit der in Kap. 5 beschriebenen Interventionsmaßnahme ‚SUPRA – eine internetunterstützte Lehrerfortbildung zur Förderung der fachdidaktischen Expertise im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht‘. Einordnung, theoretische Grundlegung, Ziele und Konzeption der Fortbildung wurden in den Kapiteln eins bis fünf dieser Arbeit beschrieben. Im Folgenden wird die Studie in den Forschungskontext eingeordnet (6.1), die Fragestellungen, die verwendeten Methoden und die Auswertungsverfahren werden dargestellt (6.2). Wesentliche Ergebnisse der Studie werden im Einzelnen beschrieben (6.3), zusammenfassend interpretiert (6.4) und diskutiert (6.5).

6.1 Forschungsstrategie und Forschungsperspektive

„Die aktuelle Qualitätsdebatte im Bildungswesen hat auch den Fort- und Weiterbildungssektor erfasst. Qualität und Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen gelten jedoch als weitgehend weißer Fleck auf der Forschungslandkarte“ (Lipowsky 2004, 462). Das mit dieser Arbeit verbundene Forschungsvorhaben greift gemäß des aufgeführten Zitates ein viel beklagtes Forschungsdefizit auf (vgl. Terhart 2003b, auf internationaler Ebene vgl. Borko 2004). Generell gilt insbesondere die Untersuchung von Transfereffekten, hier von Fortbildungsinhalten in die berufliche Praxis von Lehrkräften, als anspruchsvolles Unterfangen, da sich die Vielzahl von Einflussgrößen einer einfachen Messung und Kontrolle entzieht (Lipowsky 2004). Um die Wirksamkeit im Bereich der Lehrerfort- und Weiterbildung zu erfassen, stellt Lipowsky ein vielen Evaluationsstudien im Bereich der Fort- und Weiterbildungsevaluation zu Grunde liegendes vierstufiges System dar (vgl. hierzu auch Reischmann 2003).

- Auf einer *ersten Ebene* wird die Wirksamkeit einer Maßnahme an den *Meinungen und Einschätzungen* der Teilnehmer, hier der Lehrkräfte, betrachtet. Deren Zufriedenheit und selbst wahrgenommener Kompetenzgewinn werden erfragt.
- Auf einer *zweiten Ebene* gelten Veränderungen im ‚kognitiven System‘ der Teilnehmer, deren *Wissenszuwachs, Einstellungsänderung* u.a. als Hinweis auf die Wirksamkeit der Maßnahme.
- *Veränderungen im beobachtbaren Verhalten* der Teilnehmer verweisen auf Wirkungen auf einer *dritten Ebene*.

- Die weit reichendsten und letztlich avisierten Anzeichen für Wirksamkeit liegen auf einer *vierten Ebene*, auf der sich Merkmale von Lehrerfortbildungen mit *Schülermerkmalen* in Verbindung setzen lassen.

Gemäß dieser Einteilung werden in der vorliegenden Arbeit auf der Grundlage der erörterten theoretischen Überlegungen Wirkungen auf der *ersten und zweiten Ebene* erfasst und abgebildet. Im Vordergrund des Erkenntnisinteresses dieser explorativen Studie steht die Frage danach, wie eine Interventionsmaßnahme im Bereich der Lehrerfortbildung gestaltet sein sollte, dass sie zur Zufriedenheit der Lehrkräfte beiträgt (Akzeptanzanalyse) und zu Ausdifferenzierungen und Veränderungen in deren ‚kognitivem System‘ im Sinne der formulierten Zielvorstellung führt (Wirkungsanalyse). Für die wissenschaftliche Begleitung und Evaluation dieses Projektes stellt sich damit die Aufgabe, die Maßnahme theoretisch zu fundieren, die Umsetzung konkret zu beschreiben und mögliche Auswirkungen zu erfassen. Damit entspricht das Erkenntnisinteresse demjenigen der Evaluationsforschung, wonach „Formen des Handelns, mit denen etwas hervorgebracht, vermieden, verändert oder verbessert werden kann“ (Bortz & Döring 2002, 105), gesucht und untersucht werden. Diese Studie lässt sich dabei dem Bereich der Interventionsforschung zuordnen: „Aktivitäten, die auf die Entwicklung von Maßnahmen oder Interventionen ausgerichtet sind, wollen wir zusammenfassend als Interventionsforschung beschreiben“ (a.a.O. 106). Damit liegt der Theoriebildung und der Wahl der Forschungsstrategie ein expliziter Anwendungsbezug zu Grunde.

6.1.1 Einordnung der Studie als ‚integrative Forschungsstrategie‘

Stark (2004) verweist im Zusammenhang mit der Diskussion um das Theorie-Praxis-Problem in der Lehr-Lernforschung, das er auch als eine besondere Art eines Transferproblems betrachtet, auf die Möglichkeiten einer so genannten ‚integrativen Forschungsstrategie‘. Dabei handelt es sich „um einen Versuch, die Distanz zwischen Theorie und Praxis in der Lehr-Lernforschung durch bestimmte Strategien bei der Generierung wissenschaftlichen Wissens und bei der Anwendung und Evaluation dieses Wissens in der instruktionalen Praxis zu reduzieren“ (a.a.O. 262). Als Ausgangspunkt der Forschungsbemühungen wird dabei eine als defizitär bewertete instruktionale Praxis gesehen, als Perspektive werden sowohl anwendungsbezogene, instrumentelle Ziele wie auch die Generierung wissenschaftlichen Wissens mit theoretischer Relevanz betrachtet. „Um diese multiplen Ziele erreichen zu können, ist es notwendig, wissenschaftliche Erkenntnisse aus einer expliziten Anwendungsperspektive zu generieren“ (a.a.O. 264). Primat bei der Anwendung einer integrativen Forschungsstrategie haben dabei nach Stark die zu erreichenden Ziele. Theoriebildung, -anwendung und Methodenwahl

orientieren sich ausdrücklich nach Maßgabe der Ziele. „Wo es der Zielerreichung dient, wird deshalb auf Theorien, Modelle und Konzepte unterschiedlicher Provenienz sowie auf unterschiedliche Forschungsmethoden zurückgegriffen. Theorienpluralismus wird somit – auch über Paradimgrenzen hinweg – bewusst in Kauf genommen“ (a.a.O. 267).

In der vorliegenden explorativen Studie sollen die Auswirkungen der Maßnahme auf Lehrerkognitionen erfasst werden. Dazu können in Anlehnung an das Gesagte die folgenden Ziele benannt werden: Darüber, welche Erwartungen die Teilnehmer formulieren und wie die Teilnehmer die Fortbildungsmaßnahme beurteilen, soll die Akzeptanz erfasst werden (Evaluationsebene 1/Akzeptanzanalyse). Über mögliche Veränderungen in komplexen Lehrerkognitionen soll die Wirksamkeit der Maßnahme erfasst werden (Evaluationsebene 2/Wirkungsanalyse). Diese beiden Ziele lassen sich im Sinne Starks als instrumentelle oder anwendungsbezogene Ziele der Studie betrachten. Weiterhin soll durch die Anbindung der Studie an das vorgestellte theoretische Modell (Kap. 4) dem Ziel der Generierung wissenschaftlichen Wissens mit theoretischer Relevanz entsprochen werden. Durch die modellhafte Verbindung des Forschungsprogramms subjektive Theorien mit dem Conceptual Change Paradigma erfolgt eine Orientierung an zunächst zwei unterschiedlichen theoretischen Zugängen zu komplexen Lehrerkognitionen, die jedoch im vorgestellten heuristischen Modell ‚handlungsleitende Kognitionen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht‘ (vgl. 4.1) aufeinander bezogen wurden. Die Auswirkungen der Maßnahme sollten sich dementsprechend innerhalb dieser modellhaften Vorstellung abbilden lassen.

6.1.2 Einordnung der Studie in den Design-Based-Research-Ansatz

Mit der angesprochenen expliziten Zielorientierung weist das vorliegende Interventions- und Forschungsprojekt deutliche Parallelen zu einem Design-Based-Research-Ansatz auf, wie ihn Reinmann (2005a) für die Lehr-Lernforschung als sinnvoll vorschlägt (vgl. auch Edelson 2002; Shavelson 2003; Cobb u.a. 2003). „Design-based research is an emerging paradigm for the study of learning in context through the systematic design and study of instructional strategies and tools. We argue that design-based research can help create and extend knowledge about developing, enacting and sustaining innovative learning environments“ (Design-Based Research Collective 2003, 5). Reinmann problematisiert die geringe Relevanz der Ergebnisse klassischer experimenteller Studien für Innovationen in der Lehr-Lernforschung, da diese die Komplexität von Lehr-Lernsituationen nur unzureichend berücksichtigen könnten. Die Bedeutung des Design-Based-Research-Ansatzes für die Lehr-Lernforschung sieht Reinmann vor allem darin, dass durch die als zentral erachtete Bedeutung des ‚Designs‘ in seiner ‚Brückenfunktion‘ ein Beitrag für Innovationen in der Praxis geleistet werden kann. Indem

Theorie und Praxis nicht als zwei voneinander getrennte Entitäten betrachtet werden, wird die Arbeit in der Praxis als potentieller wissenschaftlicher Akt gesehen und zwingt somit zur ‚Bodenhaftung‘.

Im Design-Based-Research-Ansatz werden Interventionen im Lehr-Lernbereich mehrperspektivisch betrachtet. Interventionen bestehen in diesem Verständnis aus Interaktionen zwischen Methoden, Medien, Materialien, Lernenden und Lehrenden und gelten als Produkt des Kontextes, in das sie implementiert werden. „Das unmittelbarste Ziel im Design-Based-Research-Ansatz ist die Lösung von Problemen in der Bildungspraxis. Eng damit verzahnt ist das Ziel, nach außen kommunizierbare Theorien zu entwickeln, die kontextsensitiv und für die Praxis brauchbar sind, gleichzeitig aber auch die wissenschaftliche Erkenntnis zum Lernen und Lehren erhöhen“ (a.a.O. 62).

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Entscheidungen über einen Gestaltungsprozess an die Bedingungen des Kontextes optimal anzupassen. Durch eine systematische Gestaltung, Durchführung, Überprüfung und erneute ‚Weiter-Gestaltung‘ des Designs der hier vorgestellten Lehrerfortbildung und deren Evaluation soll die Komplexität der ‚Ökologie des Lernens‘ besser als bisher durchdrungen werden. Daher wird das ‚Design‘ im Sinne eines Gestaltungsprozesses zum ‚Kristallisationspunkt‘ für systematische Lernprozesse und zur Quelle für die Entwicklung von Theorien (vgl. Reinmann 2005a).

Bewertungskriterien für Design-Based-Research-Projekte sind demnach neben den ‚klassischen Gütekriterien‘ auch Neuheit, Nützlichkeit und nachhaltige Innovationen. Design-Based-Forschung lässt sich damit vor allem abgrenzen von der Experimental-forschung. Zur Evaluationsforschung gibt es zwar nach Reinmann methodologisch enge Verbindungen, doch geht es in der Design-Based-Research-Forschung weniger um die Überprüfung und Perfektionierung eines Produkts, als vielmehr um ein größeres theoretisches Verständnis von Lehren und Lernen, wobei das Design nicht nur Gegenstand der Bewertung ist, sondern, wie bereits erwähnt, auch als Ausgangspunkt für theoretische Weiterentwicklung betrachtet wird. Die für den Design-Based-Research-Ansatz kennzeichnende Betrachtung der Arbeit in der Praxis als ‚potentieller wissenschaftlicher Akt‘ kann dabei sowohl der Implementation von Theorien im Praxisfeld dienen wie auch Hinweise darauf geben, wo Hypothesen und Aussagen zu unpräzise oder zu wenig kontextspezifisch sind.

Prinzipien, die Studien erfüllen müssen, wenn sie als wissenschaftlich gelten sollen, sind gemäß des National Research Councils (2002, zit. in: Reinmann 2005a) die folgenden:

- Pose significant questions that can be investigated empirically;
- Link research to relevant theory;
- Use methods that permit direct investigation on the question;
- Provide a coherent and explicit chain of reasoning;
- Replicate and generalize across studies;
- Disclose research to encourage professional scrutiny and critique.

Die Orientierung an diesen Prinzipien dient somit als ‚Messlatte‘ für Projekte im Zusammenhang mit dem Design-Based-Research-Ansatz. Fischer et al. kommen nach Reinmann (a.a.O.) zu dem Schluss, dass für Studien im Rahmen des Design-Based-Research-Ansatzes keines der genannten Prinzipien verletzt werden dürfe.

Im Sinne des Design-Based-Research-Ansatzes

- nimmt die vorliegende Arbeit ihren Ausgangspunkt in relevanten Fragestellungen (diese werden unter 6.2.1 formuliert),
- expliziert die Arbeit das theoretische Vorverständnis, nimmt eine theoretische Einordnung vor und bahnt eine theoretische Weiterentwicklung an (vgl. Kap. 2, 3 und 4),
- verwendet die Studie zur Annäherung an die Fragestellung relevante Methoden (vgl. 6.2.3),
- nimmt die Arbeit eine kohärente und verständliche logische Argumentation vor und beschreibt das Vorgehen präzise,
- werden eigene Erkenntnisse in Bestehendes integriert und mit weiteren Erkenntnissen verbunden, indem diese kritisch diskutiert werden (vgl. 6.4 und 6.5) und
- stellt sich die Arbeit der Überprüfung und Kritik durch Offenlegung.

Für eine Studie mit integrativer Forschungsstrategie und im Sinne des Design-Based-Ansatzes ist auch in der Auswahl und im Einsatz der Methoden darauf zu achten, dass dies gemäß den angegebenen Zielen erfolgt.

6.1.3 Forschungsmethodische Konsequenzen

Dem explorierenden Charakter dieser Interventionsstudie gemäß erweist es sich als notwendig, einen gleichzeitig umfassenden wie auch mehrperspektivischen Zugang zum Feld zu erhalten. Dies gelingt im Sinne des Design-Based-Research-Ansatzes durch den Einsatz unterschiedlicher Forschungsmethoden, was dem Prinzip der methodischen Triangulation (Bortz & Döring 2002, 370) entspricht. „Was im deutschen Sprachraum auf wissenschaftlich-methodischer Ebene als multimethodisches Vorgehen bezeichnet wird und in der kommerziellen Markt- und Meinungsforschung Methodenmix heißt, wird in der amerikanischen Soziologie unter dem Schlagwort Triangulation diskutiert“ (Lamnek 2005, 277). Der Einsatz von Triangulation, als Kombination von Methodologien beim Studium ein und desselben Phänomens, unterschiedlicher Aspekte desselben Phänomens oder unterschiedlicher Phänomene verstanden (Lamnek 2005), setzt methodologische Offenheit auf Seiten des Forschenden voraus und verweist auf die Vorstellung, die jeweiligen Schwächen der verschiedenen Methoden durch ihre gegenseitige Kontrolle und Ergänzung kompensieren zu können (vgl. hierzu auch ‚Mixed Methods Research‘, u.a. bei Johnson & Onwuegbuzie 2004; Chatterji 2005). So werden durch Triangulation breitere Erkenntnisse und adäquatere Befunde erwartet und eine mehrperspektivische und explorierende Sicht auf den Untersuchungsgegenstand ermöglicht (vgl. u.a. Schröder-Lenzen 1997; Flick 2000; Kelle & Erzberger 2000; Lamnek 2005). Daher werden Daten mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren erhoben sowie verschiedene Analysemethoden eingesetzt. Für den Forschungsverlauf lassen sich daraus Widersprüche, Vergleiche und Bestätigungen erwarten, was wiederum vielfältige Interpretationsmöglichkeiten bietet und von daher zur Abbildung der Komplexität des Feldes Lernen und Lehren in der Lehrerfortbildung angemessen sein dürfte.

In Verbindung damit lässt sich auch die inzwischen häufig kritisierte Polarität zwischen qualitativer und quantitativer Forschung (vgl. u.a. Kelle & Erzberger 2000; Oswald 2003) für diese Studie nicht aufrechterhalten. Für Design-Based-Research-Projekte gilt vielmehr der *interventionsorientierte* Einsatz von Methoden als entscheidend. Daher erfolgte die Planung der Forschungsstrategie in enger Anlehnung an die Interventionsstrategie und auf der Grundlage einer Orientierung an den für die Fortbildung als notwendig und nützlich erachteten didaktischen Prinzipien (vgl. 5.3). In der vorliegenden Studie sollen

- die Erwartungen der Teilnehmer an die Maßnahme (vgl. 6.3.1) und das Urteil der Teilnehmer über die Interventionsmaßnahme (vgl. 6.3.2) sowie
- Auswirkungen der Maßnahme auf die komplexen bereichsbezogenen Lehrerkognitionen (vgl. 6.3.3 und 6.3.4)

untersucht werden. Die genannten Bereiche werden mit einem Repertoire an unterschiedlichen Methoden und Auswertungsverfahren erfasst. Deren Einsatz soll dabei gleichermaßen kontextsensitiv und interventionsorientiert erfolgen und zuverlässige und gültige Antworten auf die Forschungsfragen liefern.

Die mit dieser Arbeit verbundenen Forschungsbemühungen lassen sich damit klar einer pragmatischen Zielvorstellung zuordnen: Der Entwicklung und Untersuchung einer, unter den gegebenen Bedingungen mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen realistischen Lehrerfortbildungskonzeption zur Erweiterung und Veränderung bereichsspezifischer handlungsleitender Kognitionen. Dieses konkrete Ziel der Arbeit dient dem übergeordneten Ziel, naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht an Grundschulen zu verbessern. Theorie- und Methodenpluralismus ergeben sich dabei auf den verschiedensten Ebenen nahezu unausweichlich. Diese sinnvoll und zuverlässig zu organisieren gilt als Herausforderung für den theoretischen und praktischen (im Sinne der Konzeption und Gestaltung der Lehrerfortbildung) sowie für den empirischen Teil dieser Arbeit.

6.2 Der Untersuchungsansatz der Studie

6.2.1 Fragestellungen der Studie

Ziel der Studie ist es, Informationen darüber zu erhalten, wie Lehrkräfte das Interventionsangebot SUPRA beurteilen und inwieweit sich mit Hilfe des Angebotes bereichsspezifische Lehrerkognitionen verändern lassen. Die Fragestellungen lassen sich damit zwei Fragenkomplexen zuordnen:

- (1) **Evaluationsebene 1/Akzeptanzanalyse:** Welche Erwartungen formulieren die Lehrkräfte an die Maßnahme? Wie beurteilen die Lehrkräfte das Interventionsangebot insgesamt? Welche Rolle spielen dabei die verschiedenen Bausteine des Interventionsangebotes? Wie schätzen die Lehrkräfte subjektiv ihren Lernerfolg ein?
- (2) **Evaluationsebene 2/Wirkungsanalyse:** Welche Auswirkungen hat die Interventionsmaßnahme auf bereichsspezifische Lehrerkognitionen? Lassen sich durch die Lehrerfortbildungsmaßnahme Veränderungen in den handlungsleitenden Kognitionen erzielen?

Die Fragestellungen weisen in der dargestellten Form einen hohen Allgemeingrad auf. Um deutliche Aussagen zur Optimierung der Maßnahme und über Wirkungseffekte

machen zu können, werden sie unter Bezugnahme auf theoretische Grundlagen konkretisiert.

6.2.2 Präzisierung der Fragestellungen

Für die hier vorgestellte Interventionsmaßnahme wurde ein Blended-Learning-Konzept erarbeitet, das im Sinne des ‚Sandwich-Prinzips‘ (vgl. 5.1) die Bausteine ‚Arbeiten mit einer Internetplattform‘, ‚Arbeiten in einem Praxistandem‘ und ‚Arbeiten an Präsenztagen im Sinne des Werkstattlernens‘ miteinander kombiniert. Dieses Konzept bezieht seine Anregungen aus zwei theoretischen Traditionen: Lernen als Veränderung subjektiver Theorien (vgl. 3.4) und Lernen als Konzeptwechselprozess (vgl. 3.6), welche auf der Grundlage eines für diese Studie entwickelten heuristischen Modells (vgl. 4.1) zu einem integrativen Fortbildungskonzept zusammengefasst wurden (vgl. 4.2).

Evaluationsebene 1 (Akzeptanz)

Die Untersuchung der Akzeptanz soll der Adaption der Maßnahme an die Bedürfnisse der Teilnehmer dienen, um damit die Kontextsensitivität zu erhöhen.

Evaluationsebene 1a: Vor der Maßnahme werden die Erwartungen an die Fortbildungsmaßnahme und die persönlichen Zielsetzungen jedes einzelnen Teilnehmers erfasst. Ausgangspunkt dafür ist die Überlegung, dass eine Maßnahme ihr Potential dann entfalten kann, wenn sie auch an den Vorstellungen, Erwartungen und subjektiv erhofften Zielen der Teilnehmer ansetzt (vgl. 5.3).

Die Teilnehmer werden danach gefragt, welche persönlichen Erwartungen sie in Bezug auf die Fortbildungsinhalte, auf die methodische Gestaltung und den Einsatz des Mediums Internet formulieren.

Von Seiten der Entwickler der Maßnahme ist zusätzlich zur Adaption der Maßnahme an die Erwartungen der Nutzer ebenfalls darauf zu achten, nicht in der Erfüllung der geäußerten Erwartungen verhaftet zu bleiben und in einer Reaktion auf individuelle und subjektive Zielformulierungen zu verharren. Vielmehr ist über die Sicherung eines von den Nutzern formulierten (vermutlichen) Status quo hinaus zusätzlich das entwicklungsförderliche Potential einer Maßnahme in Augenschein zu nehmen und damit auch eine präskriptive Zieldefinition anzustreben. Somit fließen in die kontextsensitive Gestaltung der Interventionsmaßnahme einerseits die Orientierung an Erwartungen und Zielen der Teilnehmer ein, wie auch die Berücksichtigung von Zielen und Inhalten, die sich aus dem Stand der fachdidaktischen Diskussion ergeben.

Evaluationsebene 1b: Nach Abschluss der Maßnahme werden die subjektiv erlebte Zufriedenheit, subjektiv wahrgenommene persönliche Lernfortschritte und individuelle Beurteilungen zu den einzelnen Fortbildungsbausteinen erhoben.

Zufriedenheit mit der Fortbildung, der subjektive Eindruck eines Nutzens und das Gefühl, seinem persönlichen Ziel näher gekommen zu sein, sollten als Motivationsfaktor für erhoffte Transfereffekte nicht unterschätzt werden. Für die abschließende Akzeptanzevaluation dieser Maßnahme werden die Lehrkräfte daher danach befragt

- wie sie die organisatorische Gesamtkonzeption der Maßnahme und die einzelnen Bausteine beurteilen,⁶⁹
- wie sie ihren persönlichen Lernerfolg einschätzen und wo sie ihren individuellen Lernzuwachs verorten,
- wie sie die didaktische und methodische Gestaltung der Maßnahme beurteilen,
- inwieweit sie persönliche Ziele erreichen konnten,
- welche Vorschläge sie zur Verbesserung des Angebotes machen.

Die Erhebung und Auswertung auf dieser Ebene zielt darauf ab, Hinweise darüber zu erhalten, wie eine Lernumgebung so gestaltet werden könnte, dass Lehrkräfte nach deren Nutzung von subjektiv erlebtem Lernzuwachs berichten. Die Befragung der Teilnehmer zu deren Einschätzung der Lernförderlichkeit einzelner Fortbildungsbausteine soll dabei helfen, spezifische Hinweise auf attraktive Gestaltungselemente für Lehrerfortbildungsmaßnahmen zu erhalten.

Hintergrund der Erfassung von Aussagen der Lehrkräfte zu diesem Bereich ist die Annahme, dass erwachsene Lerner durch die gezielte Beobachtung des eigenen Lernprozesses in Verbindung mit einer Reflexion des für die Gestaltung dieses Lernprozesses zur Verfügung gestellten Rahmens, der Organisation, der eingesetzten Methoden u.a. interessante und zielführende Hinweise für die Weiterentwicklung des

⁶⁹ Für die Evaluation von E-Learning-Konzepten gibt es verschiedene Vorschläge zur Systematisierung von Evaluationskriterien (vgl. Henninger 2001, Fricke 2002, Niegemann u.a. 2004). Fricke resümiert: „Die Evaluation multimedialer Instruktionssysteme ist keine einmalige, summative Messung des Effekts neuer Lernformen, sondern ein ständiger Konstruktions- und Überprüfungsprozess, der nicht nur von erwünschten Lehrzielen und implizit oder explizit vorhandenen Lehr-Lerntheorien auszugehen hat, sondern sich auch ständig an diesen beiden Größen orientieren muss und dabei die allgemeinen Rahmenbedingungen nicht außer Acht lassen darf“ (a.a.O., 460f.). Die Evaluation der Plattform SUPRA im Rahmen dieser Arbeit erfolgt gemäß dem Forschungsansatz ‚design based‘. Damit wird die Plattformnutzung der Teilnehmer als **ein** Element der Maßnahme betrachtet und entsprechend dem Stellenwert, den es in der Gesamtmaßnahme hatte, ausgewertet. Die knappe Darstellung der Evaluation der Plattform entspricht daher der Intention und dem Gesamtumfang der vorliegenden Arbeit.

Fortbildungsdesigns geben können. Der subjektive Eindruck des Teilnehmers einer Maßnahme, die Teilnahme habe sich für ihn gelohnt, kann dabei als reflexiver Selbstaussdruck dessen verstanden werden, der letztlich der verantwortliche Spezialist für den eigenen Lernprozess ist. Die individuelle Einschätzung des Lehrers – als autonomer, selbstverantwortlicher und selbstreflexiver Beobachter des eigenen Lernprozesses – darüber, inwieweit Strukturen, Maßnahmen und Methoden der Intervention als lernförderlich erlebt wurden, kann dann als ein Maßstab für die Weiterentwicklung einer kontextsensitiven Interventionsmaßnahme gelten.

Neben dem subjektiven Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme ist es erforderlich, Informationen über die Wirksamkeit der Maßnahme zu erhalten.

Evaluationsebene 2 (Wirksamkeit)

Die Wirksamkeit der Maßnahme wird unter Bezugnahme auf das theoretische Modell erfasst. Auswirkungen auf handlungsleitende bereichsspezifische Lehrerkognitionen – verstanden als das Zusammenspiel subjektiver Theorien, Skripts, fachspezifisch-pädagogischen Wissens und inhaltsbezogener Konzepte (vgl. 6.1) – lassen sich dann konstatieren, wenn sich bei einem Vergleich des Antwortverhaltens vor und nach der Maßnahme Veränderungen abzeichnen.

Evaluationsebene 2a (Fragebogenerhebung): Erfasst werden Auswirkungen

- auf das Interesse und die Selbsteinschätzung in Bezug auf Physik,
- auf das Verständnis von Naturwissenschaften,
- auf die Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht und
- auf die Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht.

Die Fragen zur Erhebung der Evaluationsebene 2a werden wie folgt konkretisiert:

1. Lassen sich durch die Fortbildungsmaßnahme das Interesse und die weitere selbstbezogene Kognitionen bezüglich Physik steigern?
2. Werden durch die Fortbildungsmaßnahme Sichtweisen über Naturwissenschaften verändert?
3. Lassen sich durch die Fortbildungsmaßnahme Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht verändern?
4. Lassen sich durch die Fortbildungsmaßnahme Überzeugungen zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht verändern?

Die genannten Fragen sind den Bereichen des eingesetzten Fragebogens zuzuordnen. Demgemäß erfolgt eine weitere Konkretisierung bei der Vorstellung des Erhebungsinstrumentes (vgl. 6.2.4.1).

Evaluationsebene 2b (Interviews): In der Theoriediskussion konnte als ein wesentliches Prinzip für verstehensfördernden naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht die Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologisch orientierten Sinne herausgearbeitet werden (vgl. 2.9). Ein anerkannter Konsens besteht darüber, dass eine Orientierung an Schülervorstellungen in der Unterrichtsplanung und -gestaltung entscheidend zum Lernerfolg beitragen kann. Da jedoch der Terminus und dessen Bedeutungsumfeld für Grundschullehrkräfte unter Umständen auch auf den doch recht diffusen Begriff der ‚Schülerorientierung‘ verweisen, ist zu erfassen, wie die befragten Lehrkräfte diesen Appell an ihre didaktische und methodische Kompetenz verstehen. Wird Orientierung an Schülervorstellungen nämlich nicht deutlich von ‚Schülerorientierung‘ abgegrenzt, besteht das Risiko, dass unter dem Deckmantel der Orientierung am Schüler die vielfach kritisierte Beliebigkeit und Trivialität des Lernens im Sachunterricht in der Überzeugung perpetuiert wird, man orientiere sich damit ja ‚am Schüler‘.

Da sich das Verständnis von Schülervorstellungen deutlich auf die Unterrichtsgestaltung auswirken dürfte, ist zunächst erfassen, wie die Lehrkräfte den Terminus verstehen. So ist beispielsweise davon auszugehen, dass eine Lehrkraft, deren Verständnisfokus zu Schülervorstellungen hauptsächlich auf ‚Alltagserfahrungen‘ liegt, sich möglicherweise damit begnügen wird, zu Beginn einer Stunde einige Erlebnisse und Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler zu sammeln und ansonsten recht klar der Struktur ihrer Unterrichtsplanung folgen wird, ohne die Denk(um)wege der Schülerinnen und Schüler einzubeziehen. Eine Lehrkraft, die die Einbettung von Erfahrungen in ein nahezu ständig aktives und konstruierendes kognitives System reflektiert, wird sich dagegen vermutlich mit einer Aktivierung von bisherigen Erfahrungen nicht begnügen, sondern einen diskursiven Prozess der Auseinandersetzung anstreben.

Weiterhin bedeutsam ist insbesondere die Frage danach, wie die Lehrkräfte glauben, Schülervorstellungen berücksichtigen beziehungsweise verändern zu können und welche Maßnahmen sie konkret im Unterricht ergreifen, um dieses Ziel zu erreichen. Daher werden die Lehrkräfte danach befragt, welche Rolle Schülervorstellungen ihrer Ansicht nach im Unterricht spielen und in welcher Weise sie in der Unterrichtsplanung und Unterrichtsgestaltung darauf Bezug nehmen.

Die Bezugnahme auf den Skriptbegriff (vgl. 3.2.3) in dieser Arbeit zielt auf den Versuch ab, sich den situations- und ereignisbezogenen Kognitionen der Lehrkräfte anzunähern. Damit verbunden sind auch die Vorstellungen der Lehrkräfte zum ‚Ablauf‘ und zur ‚Strukturierung von Unterricht‘. Erfragt wird daher ebenfalls, wie die Lehrkräfte Unterricht strukturieren beziehungsweise ob sie sich an Vorschlägen für ‚typische‘ Unterrichtsverläufe orientieren. Vorstellungen zur linearen Strukturierung von Unterricht im Sinne eines Artikulationsmodells dürften einem mehr oder weniger wohldefinierten Ablauf von Unterricht und damit einer wahrnehmbaren ‚Oberflächenstruktur‘ entsprechen.

6.2.3 Begründung der Indikatoren zur Erfassung der Wirksamkeit

Da der Terminus ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘, wie beschrieben, zunächst recht vage anmutet, ist es notwendig, Indikatoren für eine angemessene Konzeptualisierung zu benennen. Als Indikatoren für eine angemessene Konzeptualisierung und adäquate unterrichtliche Berücksichtigung des Prinzips ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ werden gemäß der Theoriediskussion im zweiten Kapitel für diese Studie die folgenden Kriterien definiert:

- Die Lehrkräfte verfügen über ein *konzeptorientiertes und kontextbezogenes Verständnis* zum Begriff Schülervorstellungen. Demnach verstehen sie Schülervorstellungen als erfahrungsbezogene, situativ entstehende, komplexe und mitunter stabile Vorstellungen zu Phänomenen und Inhalten.
- Die Lehrkräfte kennen inhaltsbezogene *empirische Befunde* zu Schülervorstellungen, beispielsweise die so genannte ‚Zweizuführungsvorstellung‘.
- Die Lehrkräfte berücksichtigen Schülervorstellungen auf Grund des Bewusstseins um die Notwendigkeit des *Anknüpfens an bestehende Vorstellungen*. Dies impliziert eine Vorstellung von Lernen als Konstruktions- und Konzeptwechselprozess, wonach Wissen nicht ‚grundsätzlich neu aufgebaut‘ wird, sondern auf der Grundlage bestehender Vorstellungen erfolgt.
- Die Lehrkräfte berücksichtigen Schülervorstellungen beim *Einsatz von Versuchen* und in der *Unterrichtsgestaltung*, indem sie im Verlauf des Unterrichts
 - Situationen zur Aktivierung von inhaltsbezogenen Erfahrungen, Vorwissen und Vorstellungen gestalten,
 - Möglichkeiten zur problem- und handlungsorientierten Auseinandersetzung zur Verfügung stellen,
 - reflexionsintensive Lernsituationen gestalten durch die Förderung von diskursiven, sozialem Austausch,

- Lehr-Lernangebote strukturieren und angemessene instruktionale Unterstützung gewähren.⁷⁰

Auswirkungen im Sinne der vorgestellten Indikatoren sprächen für eine Wirksamkeit der Maßnahme hinsichtlich der formulierten Ziele (vgl. 5.2).

6.2.4 Methodischer Ansatz

Im Folgenden werden die Untersuchungsinstrumente beschrieben, deren Einsatz dargestellt sowie die Auswertungs- und Analysemethoden erläutert und die Stichprobe vorgestellt.

6.2.4.1 Untersuchungsinstrumente

Gemäß des beschriebenen Forschungskontextes kamen in dieser Studie bezogen auf die Fragestellungen insbesondere die folgenden Methoden zum Einsatz.

- Der Fragebogen ‚Naturwissenschaftliches Lehren und Lernen im Heimat und Sachunterricht‘⁷¹ (siehe Anhang A2) wurde vor und nach der Maßnahme

⁷⁰ Vorstellungen über Maßnahmen zur Strukturierung, in denen sich eine kognitionspsychologisch ausgerichtete Orientierung an Schülervorstellungen abzeichnet, dürften vermutlich auch auf die Organisation von *Lernsituationen* (in denen eine situations- und kontextadäquate Interaktion stattfinden kann) ausgerichtet sein und daher schwerpunktmäßig eine Ebene der ‚Tiefenstruktur‘ von Unterricht abbilden. Dies widerspricht nicht einer Vorstellung von einem wahrnehmbaren wohldefinierten Ablauf, jedoch wird dieser nicht gleichgesetzt mit der Struktur eines Lehr-Lernprozesses (vgl. hierzu 2.9). Eine Orientierung an Schülervorstellungen in Bezug auf die Strukturierung des Unterrichtsgeschehens findet vermutlich dann statt, wenn die Orientierung an einem Artikulationsmodell nicht gleichgesetzt wird mit der Vorstellung, analog zu diesem Ablaufmodell erfolge auch der Lernprozess der Schülerinnen und Schüler. In diesem Sinne dürfte sich eine Orientierung an Schülervorstellungen weniger in einer Strukturierung gemäß eines ‚typischen‘ problemorientierten Ablaufschemas abbilden, als mehr in einer Offenheit der Lehrkraft gegenüber den jeweils individuell stattfindenden Phasen von Problem, Frage, Vermutung, Lösungsversuch, erneutes Problem, Austausch mit anderen, erneuter Lösungsversuch. Diese Offenheit widerspricht nicht einer sinnvoll strukturierten Vorgehensweise, allerdings ist deren Motivhintergrund und damit die der Lehrhandlung zu Grunde liegende Intention eine andere. Wenn die linear geplante Abfolge von Unterrichtsschritten als Strukturierungshilfe vor dem inneren Auge der Lehrkraft liegt, sie selbst dabei unterstützt, den Faden nicht zu verlieren und sie sich dennoch, oder gerade deshalb, auf eine reflexionsförderliche, situations- und kontextadäquate Interaktion mit den Schülerinnen und Schüler einlassen kann, dann erscheint dieses Verständnis sinnvoll für eine Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologisch fundierten Sinne.

⁷¹ Mit freundlicher Genehmigung der beteiligten Personen wird der im Rahmen des von der DFG geförderten und im Schwerpunktprogramm BIQUA angesiedelten Projekts „Konstruktivistische Lehr-Lernumgebungen und externe Repräsentationsformen im naturwissenschaftlichen Lernbereich der Grundschule – Integration und Bedingungen der Implementation“ (K. Möller, E. Stern, I. Hardy, A. Jonen, T. Kleickmann) entwickelte Fragebogen zur Erfassung von Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht verwendet.

eingesetzt. Mit Hilfe des Fragebogens wurden Aspekte der Wirksamkeit der Maßnahme erfasst.

- Problemzentrierte Leitfadeninterviews zur Erfassung unterrichtsbezogener Lehrervorstellungen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht wurden vor und nach der Maßnahme (siehe Anhang A3 und A4) geführt. Mit Hilfe der Interviews wurden die Erwartungen der Lehrkräfte an die Maßnahme, das Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme sowie unterrichtsbezogene Kognitionen erfasst. Die Interviews dienten somit zur Erfassung der Akzeptanz und der Wirksamkeit der Maßnahme.

Um sich der Komplexität des Feldes auch forschungsmethodisch noch umfassender anzunähern, wurden im Rahmen des Projektes zusätzlich strukturierte Unterrichtstagebücher von den Lehrkräften sowie Videoaufnahmen von deren Unterricht erstellt. Die Auswertung und Analyse dieser Daten würde den Rahmen dieser Arbeit jedoch sprengen. Im Folgenden werden der Fragebogen und die Leitfadeninterviews näher beschrieben, da ausschließlich die mit diesen Methoden erhobenen Daten im Rahmen dieser Arbeit ausgewertet wurden.

6.2.4.1.1 Fragebogen ‚Naturwissenschaftliches Lernen und Lehren im Heimat- und Sachunterricht‘

Der von den Kollegen aus Münster entwickelte Fragebogen soll der Erfassung von selbstbezogenen Kognitionen, Einstellungen und Meinungen von Sachunterrichtslehrkräften im Hinblick auf naturwissenschaftliche, insbesondere physikbezogene Inhalte dienen (siehe Anhang A2).

Jedes der insgesamt 110 Items (im Vor-Test) beziehungsweise 106 Items (im Nach-Test)⁷² konnte durch die Verwendung einer fünffachen Likert-Skala bewertet werden. Die Antwortvorgaben lauteten ‚stimmt gar nicht‘ = 0, ‚stimmt wenig‘ = 1, ‚stimmt teils-teils‘ = 2, ‚stimmt ziemlich‘ = 3, ‚stimmt völlig‘ = 4.

⁷² Im Post-Test wurde auf die Erhebung der Skala ‚Interesse am Schulfach Physik‘ bezogen auf die eigene Schulzeit verzichtet.

Bei der Konstruktion des Fragebogens wurden Fragen zu den nachfolgend aufgeführten fünf Bereichen entwickelt:

- Bereich FB 1: Interessen und Selbsteinschätzung der Lehrkräfte bezüglich Physik (17 Items)
- Bereich FB 2: Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften („nature of science“) (fünf Items)
- Bereich FB 3: Einstellungen und Vorstellungen der Lehrkräfte zu/über physikbezogenen Sachunterricht (motivationale und selbstbezogene Skalen) (36 items)
- Bereich FB 4: Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht (Skalen Lernen und Lehren) (52 Items)
- Personenbezogene Daten

Eine Übersicht über die Skalen der Bereiche FB eins bis FB vier mit allen Items des Fragebogens und deren Zuordnung zu den einzelnen Skalen findet sich im Anhang B3. Die personenbezogenen Daten, die unter anderem Angaben zur Ausbildungs- und Berufsbiographie enthalten, wurden in den Analysen der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt, da sie für die Fragestellungen dieser Arbeit, mit dem Ziel einer ersten explorativen Erhebung der Veränderbarkeit von Einstellungen und Haltungen zunächst als nicht relevant erachtet wurden. Die nachfolgende Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Skalen und deren Zuordnung zu den Bereichen des Fragebogens.

Die Skalenbildung geht auf theoretische Vorüberlegungen und Faktorenanalysen von Kleickmann⁷³ zurück und wird für diese Studie von Kleickmann übernommen (vgl. 6.2.4.3). Im Folgenden werden die Skalen im Einzelnen kurz vorgestellt, zur Illustration jeder Skala wird jeweils ein beispielhaftes Item aufgeführt.

⁷³ Kleickmann, Th. (2003, persönliche Mitteilung): Gemeinsam mit der Zusendung des Fragebogens übermittelte der Autor die Berechnung von Skalenkennwerten, die auf der Grundlage einer Befragung von knapp 300 Lehrkräften erfolgt war. Die vom Autor angegebenen Skalen wurden für diese Studie übernommen.

Tab. 3: Bereiche- und Skalenübersicht zum Lehrerfragebogen

Bereich FB 1: Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik	
Skala 1	Interesse am Schulfach Physik (retrospektiv bezogen auf die eigene Schulzeit) (4 Items)
Skala 2	Aktuelles Interesse an Gegenständen und Themen der Physik (4 Items)
Skala 3	Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. Physik (4 Items)
Skala 4	Eingeschätzte Bedeutung von Physik (persönlich) (5 Items)
Bereich FB 2: Sichtweisen über Naturwissenschaften	
Skala 5	Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein; Hier: ‚konstruktivistisches Naturwissenschaftsverständnis‘ (5 Items)
Bereich FB 3: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht	
Skala 6	Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)
Skala 7	Selbsteinschätzung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte (4 Items)
Skala 8	Eingeschätzte Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule (4 Items)
Skala 9	Ziele physikbezogenen Sachunterrichts (9 Items)
Skala 10	Lernbereitschaft von Grundschulkindern im Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)
Skala 11	Allgemeine Lernfähigkeit von Grundschulkindern im physikbezogenen Sachunterricht (3 Items)
Skala 12	Fähigkeit von Grundschulkindern, im physikbezogenen Sachunterricht selbstgesteuert zu lernen (4 Items)
Skala 13	Möglichkeit, physikbezogenen Sachunterricht für Grundschulkindern motivierend zu gestalten (4 Items)
Bereich FB 4: Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht	
Skala 14	Motivation als notwendige Voraussetzung für Lernen (4 Items)
Skala 15	Eigene Ideen entwickeln und dabei Umwege zulassen (9 Items)
Skala 16	‚Conceptual Change‘ (6 Items)
Skala 17	‚Schülervorstellungen‘ (7 Items)
Skala 18	‚Situieretes Lernen‘ (5 Items)
Skala 19	Ideen diskutieren (4 Items)
Skala 20	Stark instruktives Lehr-/Lernverständnis (7 Items)
Skala 21	Praktizistisches Lehr-/Lernverständnis (5 Items)
Skala 22	Extrem offenes Lehr-/Lernverständnis (5 Items)

Bereich FB 1: Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik

Im Bereich FB 1 (Skalen 1, 2, 3, 4) sollen sich Interessen und Selbsteinschätzung der Lehrkräfte bezüglich Physik abbilden. Diesem Bereich werden 17 Items in vier Skalen zugeordnet. Die Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Skalen. Ein Beispielitem illustriert jeweils die inhaltliche avisierte Bedeutung der Skala.

Tab. 4: *Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik – Skalenübersicht (Bereich FB1)*

Bereich FB 1: Interessen und Selbsteinschätzung der Lehrkräfte bezüglich Physik			
Skala	Abkürzung	Menge der Items	Beispielitem
1	fai	4 Items	„Der Physikunterricht in der Schule hat mir Spaß gemacht.“
2	sai	4 Items	„Mich mit physikalischen Inhalten zu beschäftigen macht mir großen Spaß.“
3	fsk	4 Items	„Ich bin gut in Physik.“
4	spb	5 Items	„Physik hilft mir, Phänomene des Alltags zu verstehen.“

Bereich FB 2: Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften (,nature of science')

Im Bereich FB 2 (Skala 5/4 Items) soll sich in einem einfachen Sinne ein Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften (,nature of science') abbilden. Dabei liegt den Antwortmöglichkeiten gemäß der Angabe des Autors⁷⁴ ein konstruktivistisches Naturwissenschaftsverständnis zu Grunde. Die Tabelle 5 gibt einen Überblick. Der Bereich umfasst eine Skala mit fünf Items. Ein Beispielitem illustriert die inhaltliche avisierte Bedeutung der Skala.

⁷⁴ Kleickmann, Th. (2003, persönliche Mitteilung).

Tab. 5: *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften („nature of science“) – Skalenübersicht (Bereich FB 2)*

Bereich FB 2: Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften („nature of science“)			
Skala	Abkürzung	Menge der Items	Beispielitem
5	nos	5 Items	„In den Naturwissenschaften gibt es immer nur einen Lösungsweg.“ (Beispiel für ein umzukodierendes Item)

Bereich FB 3: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht

Im Bereich FB 3 (Skalen 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) sollen sich Einstellungen und Vorstellungen der Lehrkräfte zu/über physikbezogenen Sachunterricht abbilden. Der Bereich setzt sich aus insgesamt 36 Items zusammen, die acht Skalen zugeordnet wurden. Die Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Skalen. Ein Beispielitem illustriert jeweils die inhaltliche avisierte Bedeutung jeder Skala.

Tab. 6: *Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht – Skalenübersicht (Bereich FB 3)*

Bereich FB 3: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht			
Skala	Abkürzung	Menge der Items	Beispielitem
6	iup	4 Items	„Ich habe Interesse daran, physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten.“
7	swe	4 Items	„Ich fühle mich nicht kompetent genug, physikbezogene Themen im Sachunterricht zu behandeln.“ (Beispiel für ein umzukodierendes Item)
8	pgs	4 Items	„Themen mit physikalischen Bezügen sollten dem Unterricht in den weiterführenden Schulen vorbehalten bleiben.“
9	zsu	9 Items	„Grundschul Kinder sollten sich mit physikbezogenen Themen auseinander setzen, damit sie das Formulieren und Prüfen von Ideen lernen.“
10	lbg	4 Items	„Ich bin überzeugt, dass Grundschul Kinder im physikbezogenen Sachunterricht bereit sind, sich anzustrengen, um Ursachen von Phänomenen zu erforschen.“
11	lfa	3 Items	„Ich bin sicher, dass alle Grundschul Kinder Lernfortschritte bei physikorientierten Themen machen können.“
12	lfs	4 Items	„Kinder können für physikbezogene Probleme auch ohne die Hilfe des Lehrers Lösungswege finden.“
13	mgk	4 Items	„Physikbezogene Themen sind für Grundschul Kinder einfach nicht so spannend aufzubereiten.“ (Beispiel für ein umzukodierendes Item)

Bereich FB 4: Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht

Im Bereich FB 4 sollen sich Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht abbilden. Er umfasst insgesamt 52 Items in neun Skalen. Zu den Konstrukten, die die Skalen ‚Lernen und Lehren‘ abbilden sollen, gibt der Autor⁷⁵ folgende theoretische Bezüge an:

- Wissenserwerb als aktiver, konstruktiver, selbstgesteuerter, situativer und sozialer Prozess (vgl. Reinmann-Rothmeir/Mandl 1994, 1998)
- Ein Lehr-Lernverständnis, das instruktive Anteile mit einschließt (vgl. Gerstenmaier/Mandl 1995; Dubs 1995; Möller 2001a)
- Ein ‚praktizistisches‘ Lehr-Lernverständnis, wonach das Handeln der Kinder im Unterricht schon für den Wissenserwerb ausreicht (vgl. Gustafson/Rowell 1995).

Die in diese Arbeit übernommene Einteilung der Skalen und Items basiert auf der Auswertung von Kleickmann nach dem 3. Vortest (Stand 31.10.2003)⁷⁶. Demnach lassen sich die angenommenen theoretischen Konstrukte dieses Bereiches nur zum Teil empirisch bestätigen. Nach Faktorenanalysen sollen die Skalen 14 (mt), 15 (ei/uw), 16 (cc), 17 (vw), 18 und 19 (aw und dk) ein konstruktivistisch orientiertes Lehr-Lernverständnis abbilden. Dieses setzt sich nach Aussagen des Autors aus zwei Faktoren zweiter Ordnung zusammen. Demnach lagen die Skalen 14 (mt), 15 (ei/uw), 18 und 19 (aw, dk) auf einem Faktor und 16 (cc) und 17 (vw) auf einem zweiten Faktor. In den Skalen 20 (il/fv), 21 (pl) und 22 (ol) bilden sich jeweils spezifische Lehr-Lernverständnisse ab, die einander jedoch nicht gegenseitig ausschließen, sondern gemeinsam auftreten können. Bei Faktorenanalysen über die Items dieser drei Skalen bilden sich nach Angaben des Autors drei ‚klare Faktoren‘ ab. Die nachfolgende Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Skalen des Bereichs FB 4.

⁷⁵ Kleickmann, Th. (2003, persönliche Mitteilung).

⁷⁶ Kleickmann, Th. (2003, persönliche Mitteilung).

Tab. 7: Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Skalenübersicht (Bereich FB 4)

Bereich FB 4: Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht			
Skala	Abkürzung	Menge der Items	Beispielitem
14	mt	4 Items	„Nur wenn Kinder bei einem naturwissenschaftlichen Thema motiviert sind, können sie verstandenes Wissen aufbauen.“
15	ei/uw	9 Items	„Kinder verstehen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht nur, wenn sie Erklärungen zur Deutung von Naturphänomenen selbst entwickeln.“
16	cc	6 Items	„Wenn Kinder naturwissenschaftliche Inhalte lernen, stehen oft alte Vorstellungen in ständiger Konkurrenz mit neu erworbenen Vorstellungen.“
17	vw/cc	7 Items	„Grundschul Kinder kommen teilweise mit tief in Alltagserfahrungen verankerten Vorstellungen zu Naturphänomenen in den Unterricht hinein.“
18	aw	5 Items	„Echte und komplexe Problemstellungen aus dem Alltag müssen der Ausgangspunkt des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts sein.“
19	dk	4 Items	„Kinder lernen naturwissenschaftliche Inhalte, indem sie sich untereinander austauschen.“
20	il/fv	7 Items	„Im naturwissenschaftlichen Sachunterricht ist das Lernen eines Merksatzes wichtig für das Verstehen eines Naturphänomens.“
21	pl	5 Items	„Das Handeln der Kinder im naturwissenschaftlichen Sachunterricht ist so entscheidend, dass andere Prinzipien der Unterrichtsgestaltung zweitrangig sind.“
22	ol	5 Items	„Gespräche über die Deutung von Naturphänomenen sind nur sinnvoll, wenn sich der Lehrer dort ganz heraushält.“

Eine ausführliche Tabelle über alle Items, Skalen und Skalenkennwerte findet sich im Anhang B3.

6.2.4.1.2 Problemzentrierte Leitfadenterviews

Da der Zugang zu handlungsleitenden Kognitionen mit Hilfe von Fragebögen nur sehr eingeschränkt gelingen kann (Groeben u.a. 1988), werden diese vor und nach der Fortbildungsmaßnahme zusätzlich mit Hilfe von problemzentrierten Leitfadenterviews erhoben. Damit kann deutlich differenzierter auf die komplexen unterrichtsbezogenen Kognitionen der Lehrkräfte und deren Veränderungen eingegangen werden.

Der Leitfaden zur Erfassung der Lehrervorstellungen *vor* Fortbildungsbeginn (vgl. Anhang A3) wurde in enger Anlehnung an die theoretische Diskussion entwickelt (vgl. Hron 1994; Ulich 1994; Lamnek 2005). Anregungen für die Entwicklung gaben der Leitfaden der Videostudie (vgl. Prenzel u.a. 2001) und der Leitfaden der Studie zur Erfassung der subjektiven Theorien zu Lese-Rechtschreib-Schwäche (Inckemann 2002, pers. Mitteilung). Der Leitfaden der Erfassung der Lehrervorstellungen *nach* Fortbildungsende (vgl. Anhang A4) wurde in Teilen abgestimmt auf den ersten Leitfaden und weiterentwickelt um Fragen zur Evaluation der Maßnahme.

Vor der Maßnahme

Im Unterschied zu den Items im Fragebogen sollten in den Interviews detailliert und gezielt vor allem *unterrichtsnahe* komplexe Kognitionen sowie Erwartungen, Meinungen, Einstellungen und Einschätzungen zu einzelnen Aspekten der Lehrerfortbildung erfasst werden (vgl. Anhang A.3).

Zur Erfassung unterrichtsnaher Vorstellungen zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht wurden die Lehrkräfte zu ihrer Rolle als Lehrkraft und nach ihrer Unterrichtsgestaltung befragt. Jede interviewte Lehrkraft wurde darum gebeten, den Einsatz von Sozialformen und Arbeitsweisen und die Bedeutung des Unterrichtsgespräches darzustellen. Außerdem sollten die Lehrkräfte jeweils eine Unterrichtseinheit mit naturwissenschaftlichem Inhalt möglichst konkret beschreiben, in der ihrer Ansicht nach Lehr-Lernprozesse gut gelungen seien und eine Einheit, in der ihrer Ansicht nach Lehr-Lernprozesse weniger oder nicht gut gelungen seien. Dabei wurde die befragte Lehrkraft vor allem auch um Begründungen für ihre Einschätzung gebeten.

Zwei Schwerpunkte des Interviews vor Fortbildungsbeginn bezogen sich darauf zu erfassen, welche Rolle nach Einschätzung der Lehrkraft Versuche/Experimente und welche Rolle Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht spielten. Zu diesen Schwerpunkten wurde jede Lehrkraft jeweils mit Hilfe der im Leitfaden dazu angegebenen Fragen detaillierter befragt. Beispielsweise wurden die Lehrkräfte im Verlauf des Interviews dazu aufgefordert, genauer zu beschreiben, was sie unter einer ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ verstünden.

Weiterhin wurden die Lehrkräfte im ersten Interview danach befragt, welche Erwartungen sie in Bezug auf ihre Teilnahme formulieren könnten (vgl. 6.2.2). Die Antworten der Lehrkräfte gaben den Veranstaltern Hinweise darauf, worauf bei der Planung und Durchführung einer kontextsensitiven Maßnahme aus der Sicht der Lehrkräfte zu achten sei.

Die zum Abschluss des ersten Interviews außerdem erbetene Formulierung eines persönlichen Fortbildungszieles erlangt unter verschiedenen Perspektiven Bedeutsamkeit. So wird zum einen die jeweils individuelle Motivation eines jeden einzelnen Teilnehmers deutlich. Zum anderen kann die Vergegenwärtigung eines persönlichen Ziels im Verlauf der Fortbildung dafür sorgen, einen persönlichen roten Faden zu verfolgen und damit die subjektive Relevanz der Lerninhalte erhöhen. Eine Überprüfung nach Abschluss der Fortbildung, inwieweit man sich an das persönliche Lernziel annähern konnte beziehungsweise inwieweit es partiell erreicht wurde, dient ebenso einer persönlichen Lernzielevaluation wie auch – bei einem Austausch darüber – der Evaluation subjektiv wahrgenommener Fortbildungseffekte. Damit erlangt die Formulierung persönlicher Fortbildungsziele evaluative wie auch selbstevaluative Bedeutung.

Nach der Maßnahme

Nach Abschluss der Fortbildung wurden die Lehrkräfte zur Erfassung ihres Urteils über die Maßnahme darum gebeten, ihren subjektiv erlebten eigenen Lernerfolg einzuschätzen und ihre Meinung über die einzelnen Bausteine der Fortbildung zu äußern. Dazu sollten sie zunächst spontan ihre Eindrücke zur Fortbildung zu schildern, daraufhin ihre Arbeitsweise mit der Plattform SUPRA und in der Lernpartnerschaft charakterisieren und ihren Eindruck vom Lernen an den Präsenztagen zu schildern. Weiterhin wurden sie darum gebeten zu beschreiben, inwieweit sie bei sich selbst Zufriedenheit und Lernzuwachs wahrnahmen und worauf sie gegebenenfalls dies zurückführten. Außerdem wurden die Befragten um Hinweise zur Verbesserung des Angebotes gebeten.

Weiterhin wurden die Lehrkräfte nach Abschluss der Fortbildung erneut zu ihren unterrichtsbezogenen Gedanken befragt. Erkenntnisleitender Hintergrund war dabei die Frage, inwieweit die Lehrkräfte vor und nach der Maßnahme über ein Verständnis von Schülervorstellungen verfügen, das sich auf ein kognitionspsychologisch fundiertes Verständnis im Sinne des Konzeptwechselfparadigmas stützt und inwieweit sie mit der Planung ihrer unterrichtlichen Maßnahmen darauf Bezug nehmen. In der von Lamnek (2005) vorgenommenen Einteilung möglicher Formen eines qualitativen Interviews lassen sich die im Rahmen dieser Studie durchgeführte Interviews damit zusammenfassend als ‚problemzentrierte Interviews‘ beschreiben. „Im problemzentrierten Interview ist der Forscher schon vor dem Interview mit einem theoretischen Konzept ausgestattet. Diese theoretischen Vorstellungen werden durch das Interview

mit der sozialen Realität konfrontiert, plausibilisiert oder modifiziert“ (a.a.O. 382)⁷⁷.

6.2.4.2 Einsatz der Erhebungsinstrumente und Datenerhebung

Fragebögen

Den Fragebogen vor Fortbildungsbeginn erhielten die Teilnehmer im Rahmen der Informationsveranstaltung gemeinsam mit einem frankierten Rückkuvert (vgl. 5.4). Alle Fragebögen gingen in den folgenden drei Wochen ausgefüllt ein. Den Fragebogen nach Fortbildungsende erhielten die Lehrkräfte am letzten Fortbildungstag wiederum gemeinsam mit einem frankierten Rückkuvert. Nach etwa sechs Wochen lagen die ausgefüllten Fragebögen vollständig vor.

Interviews

Die Interviews vor Fortbildungsbeginn wurden von mir zwischen März und Juli 2004 mit allen 20 Lehrkräften durchgeführt. Die Interviews dauerten zwischen 50 und 90 Minuten, wurden mit Hilfe eines analogen Diktiergerätes vollständig aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Die Interviews nach Fortbildungsende wurden von mir im Zeitraum von März bis Juli 2005 mit allen 20 Lehrkräften durchgeführt, ebenfalls vollständig aufgezeichnet und weitestgehend transkribiert⁷⁸. Die Interviews nach Abschluss der Maßnahme dauerten zwischen 45 und 70 Minuten.

Bei der Durchführung der Interviews wurden insbesondere die folgenden Empfehlungen berücksichtigt (vgl. Lamnek 2005, 355f.):

- Die Herstellung einer natürlichen Gesprächssituation konnte dadurch erfolgen, dass das Interview in der Regel im alltäglichen Milieu des Befragten stattfand. Die Lehrkräfte wurden in der Regel im Rahmen einer Sprechstunde oder nach Unterrichtsende an ihrer Schule aufgesucht. Je nach den zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten wurden die Interviews in Lehrerzimmern, Sprechzimmern oder in einem Klassenzimmer durchgeführt. Auf eine ruhige und ungestörte

⁷⁷ Nach Lamnek (2005, 368) weist ein problemzentriertes Interview die folgenden Merkmale auf:

- Das problemzentrierte Interview ist eingebettet in eine Methodenkombination.
- Zwar verfügt der Forscher über ein theoretisches Konzept, doch bleibt die Generierung eines Konzeptes durch den Befragten erhalten.
- Die theoretischen Konzepte der forschenden Person werden durch das Interview laufend geprüft und modifiziert.
- Deduktion und Induktion ergänzen einander.
- Das theoretische Konzept des Forschers wird nicht mitgeteilt, um nicht suggestiv beeinflussend zu wirken.
- Dem problemzentrierten Interview kann ein Fragebogen vorausgehen.
- Ein Leitfaden ist zulässig, um relevant erscheinende Themenbereiche abzufragen.

⁷⁸ Auf Grund technischer Probleme konnten fünf Abschlussinterviews nur passagenweise transkribiert werden.

Gesprächsatmosphäre wurde geachtet, sie konnte in allen Fällen weitestgehend ermöglicht werden.

- Die Herstellung eines Vertrauensverhältnisses zwischen Forscher und Befragten und der Aufbau einer vertraulichen und freundschaftlich-kollegialen Atmosphäre konnte unter anderem durch die Offenheit in den Formulierungen und in der Abfolge der Fragen aufgebaut werden. Von Vorteil könnte es sich zudem erwiesen haben, dass ich (als Interviewerin) ebenfalls Grundschullehrkraft bin und damit auch als Kollegin wahrgenommen wurde. Das Praktizieren einer offenen und anregend-passiven Gesprächshaltung ist mir aus meiner mehrjährigen Tätigkeit in der schulpsychologischen Beratung vertraut. Mein echtes Interesse konnte als Stimulans wirken (vgl. Lamnek 2005).
- Für die Durchführung eines problemzentrierten Interviews werden nach einer Phase der Einleitung und der sich anschließenden allgemeinen Sondierung die folgenden Möglichkeiten zur aktiven Verständnisgenerierung vorgeschlagen (vgl. Lamnek 2005): Zurückspiegelung, Verständnisfragen und Konfrontationen. Auch direkte Fragen können zum Einsatz kommen. In der Durchführung der Interviews für diese Studie wurden alle genannten Kommunikationsmuster verwendet. Der folgende Ausschnitt verdeutlicht eine der Möglichkeiten zur aktiven Verständnisgenerierung:

L: „Schön fand ich auch die Einstimmungen, um eben wieder hineinzukommen, die anderen kennen zu lernen. Was mich erstaunte, war dann doch immer wieder diese Scheu, die manche Erwachsene haben, sich zu blamieren und dann lieber gar nichts zu sagen, aber das wurde immer besser, fand ich, durch verschiedene Methoden, das Kreisgespräch, die Kleingruppenarbeit, wenn man jemand anderem etwas vorstellen musste, diese Mischung fand ich echt gut und gelungen.“

I: „Ich höre, dass Sie das Methodenrepertoire von diesen Präsenztagen als lernförderlich erlebt haben?“

L: „Ja, und auch – kann man so sagen – als Mut förderlich. Auch der Mut wurde größer, eine eigene Theorie zu offenbaren oder einfach zu sprechen und keine Angst zu haben, dass man so blöd ist.“

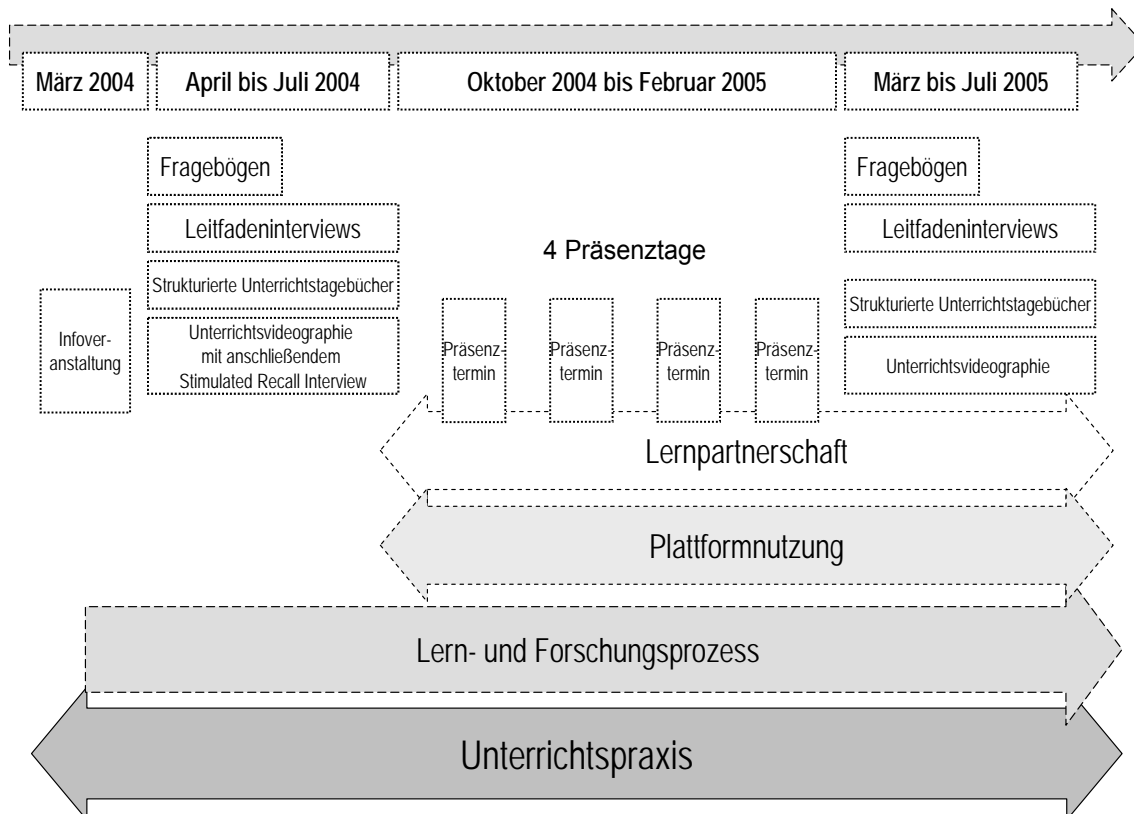
I: „Ich höre, dass eine Atmosphäre entstanden ist, in der man sich getraut hat zu sagen, oh, das weiß ich jetzt nicht so genau. Es war eine lernunterstützende Atmosphäre?“

L: „Ja, genau.“ (Lehrkraft 4)

Zur strukturierenden Unterstützung des Gesprächsverlaufs wurde zusätzlich ein visualisierendes Hilfsmittel eingesetzt: So lagen die Überschriften der Interviewpassagen als vorbereitete Wortkarten während der Interviews ständig sichtbar vor den beiden Gesprächspartnern (vgl. Anhang A5). Damit sollte für die gesamte Dauer der Gespräche ein Überblick über die anzusprechenden Bereiche gegeben, Struktur und Sicherheit vermittelt und zudem dafür gesorgt werden, dass bereits mit Hilfe einer Orientierung an diesen Wortkarten die wesentlichen Bereiche angesprochen würden.

Die nachfolgende Grafik (Abb. 10) gibt einen Überblick über die Verzahnung des Interventionsdesigns mit dem Forschungsdesign und damit über die Zeitpunkte der Datenerhebung. Die Abbildung verdeutlicht die Zuordnung der inhaltlichen Arbeitsschritte zur zeitlichen Abfolge.

Abb. 10: Verzahnung des Forschungs- und Fortbildungsdesigns



Wie aus der Abbildung ersichtlich wird, erfolgte der gesamte Datenerhebungs- und Fortbildungsprozess begleitend zur Unterrichtspraxis der Lehrkräfte. Die Daten aus der Unterrichtsvideographie und den strukturierten Unterrichtstagebüchern werden nicht im Rahmen dieser Studie ausgewertet.

6.2.4.3 Analyse der Daten

6.2.3.3.1 Fragebogendaten

Die Auswertung der Fragebogendaten erfolgt mit Hilfe des Programms SPSS. Es wurden die üblichen Kennwerte der deskriptiven Statistik, Häufigkeitsverteilungen, Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Die Skalenbildung geht, wie erwähnt, auf theoretische Vorüberlegungen und Faktorenanalysen von Kleickmann

zurück und wird für diese Studie übernommen. Eigene Itemanalysen und Reliabilitätsprüfungen sprächen im Hinblick auf die gefundenen Trennschärfen (r_{it} korrigierte Item-Skala-Korrelation) einzelner Items dafür, diese aus der Skala zu eliminieren. Da die Stichprobe der Münsteraner Gruppe für die Berechnung der Skalenwerte jedoch in jeder Hinsicht als besser einzuschätzen ist, werden die Angaben von Kleickmann übernommen und demzufolge die Reliabilität der einzelnen Skalen (Cronbach's Alpha) grundsätzlich als gut eingeschätzt. An manchen Stellen wird die Reliabilität und die Item-Skala-Korrelation einzelner Items, berechnet auf Grundlage der Daten dieser Studie, allerdings als unzureichend angesehen ($\text{Alpha} < 0.5$; $r_{it} < 0.3$) und daher auf eine weitere Auswertung dieser Skala (zum Beispiel Überprüfung auf Mittelwertsdifferenzen) verzichtet. In der Ergebnisdarstellung wird an den entsprechenden Stellen darauf hingewiesen. Für die Ermittlung von Unterschieden im Antwortverhalten vor und nach der Maßnahme wurden die Skalen auf Normalverteilung überprüft und zunächst jeweils der T-Test auf Mittelwertdifferenzen für gepaarte Stichproben gerechnet. Da jedoch auf Grund der kleinen Stichprobe der Einsatz eines T-Tests kritisch zu beurteilen ist, wurde zusätzlich der Wilcoxon-Rangsummentest gerechnet und ausgewertet. Der Wilcoxon-Rangsummentest kann bei verbundenen Stichproben und mit ordinalskalierten Daten eingesetzt werden und setzt als nicht-parametrischer Tests keine Normalverteilung der Merkmale voraus. Berechnet wurde die asymptotische Signifikanz. Es wurde von einem 5%igen Signifikanzniveau ($p\text{-Wert} < \alpha = 0,05 \Rightarrow$ signifikant) und einem 10%igen Signifikanzniveau ($p\text{-Wert} < \alpha = 0,1 \Rightarrow$ tendenziell signifikant) ausgegangen. Dargestellt werden jeweils die Ergebnisse des Wilcoxon-Rangsummentests.

6.2.3.3.2 Inhaltsanalytischer und theoriegeleiteter Zugang zu den Interviews

Für die Auswertung der Interviews sieht sich diese Arbeit schwerpunktmäßig einem qualitativ-interpretativen Paradigma als forschungsleitendem Denkmodell verpflichtet. Die Auswertung erfolgt daher in Anlehnung an eine qualitativ inhaltsanalytische Vorgehensweise (vgl. Mayring 2002, 2003; Gläser & Laudel 2004; Lamnek 2005). „Inhaltsanalytisches Vorgehen wertet Material interpretierend aus, das emotionale und kognitive Befindlichkeiten, Verhaltensweisen oder Handlungen repräsentiert“ (Lamnek 2005, 486).

Während die Entwicklung der Fragestellungen theoriegeleitet stattfand, erfolgte die Kategorienbildung in einem direkt am Material orientierten Analyseprozess unter Bezugnahme auf die genannten Fragestellungen zunächst weitgehend induktiv, wobei der grundsätzliche Zugang zum Datenmaterial jedoch entsprechend der dargestellten theoretischen Grundlagen stattfand. „Die qualitative Inhaltsanalyse ist das einzige Verfahren der qualitativen Textanalyse, das sich frühzeitig und konsequent vom Ursprungstext trennt und versucht, die Informationsfülle systematisch zu reduzieren

sowie entsprechend dem Untersuchungsziel zu strukturieren“ (Gläser & Laudel 2004, 194). Grundlegend ist dafür die Entnahme der ‚benötigten‘ Informationen aus dem Text mit Hilfe eines ‚Suchrasters‘, das aus theoretischen Vorüberlegungen konstruiert wurde. „Das Kategoriensystem, das man für die Extraktion benutzt, baut auf den in den theoretischen Vorüberlegungen konzipierten Untersuchungsvariablen bzw. Einflussfaktoren auf. Dadurch wird sichergestellt, dass die theoretischen Vorüberlegungen die Extraktion anleiten“ (a.a.O. 195).

Die Extraktion und strukturierte Zusammenstellung der für die Beantwortung der Fragestellung relevanten Informationen erfolgte in den hier aufgeführten Schritten:

1. **Schritt (Interviewtranskript-PRAE):** Für jede Lehrkraft wurde zuerst eine knappe Zusammenfassung des ersten Interviews erstellt (siehe Beispiel im Anhang B1). Dazu wurden die Aussagen der Lehrkraft stichwortartig notiert, mit der Angabe der genauen Fundstelle versehen und verschiedenen Bereichen zugeordnet. Diese Bereiche entsprachen im Wesentlichen der Gliederung des Leitfadens. Dadurch entstand für jede Lehrkraft eine komprimierte und gemäß den Fragestellungen strukturierte Fassung der Aussagen des ersten Interviews.

Da bei diesem Vorgehen der Interpretationsprozess durch die Verfasserin bereits in der Zusammenfassung der Interviews einsetzt, ist eine immer wieder vorzunehmende Überprüfung der möglichen Bedeutungen am ursprünglichen Transkript unerlässlich. Um jedoch nicht auf der Ebene einer unmittelbaren Abbildung des Gesagten zu verharren und Daten mit einem höheren Abstraktionsgrad zu erhalten, ist die Kategorienbildung im Sinne einer interpretierenden Deutung und deren Benennung von einem Standpunkt der Außenbeobachtung notwendig.

2. **Schritt (Interviewtranskript-PRAE):** Entlang der stichwortartig notierten Beispieläußerungen wurde ein erster Satz Kategorien entwickelt. Dazu wurde vom Stichwort der komprimierten Fassung ausgehend die entsprechende Textstelle aufgesucht und versucht, diese in ihrem Bedeutungszusammenhang zu verstehen. Hierzu war es häufig nötig, umgebende Textstellen zu berücksichtigen oder sich auf weitere Textstellen des Interviews zu beziehen, um in einem interpretierenden Prozess bedeutungstiftende Kategorien entwickeln zu können. Durch dieses Vorgehen sollte gewährleistet werden, dass das zu entwickelnde Kategoriensystem sowohl theoretisch begründete und begründbare Aspekte abdeckt als auch offen für sich erst entwickelnde Bedeutungen bleibt. Die für die Zuordnung der Aussagen der Lehrkräfte entwickelten Kategorien verstanden sich dabei nicht als Exklusivkategorien. Es konnte vorkommen, dass die Aussagen einer Lehrkraft verschiedenen

Kategorien zugeordnet wurden, je nachdem in welchem Kontext die Aussage interpretiert wurde. Mehrfachkodierungen einer Aussage waren damit möglich.

3. **Schritt (Interviewtranskript-PRAE):** Im nächsten Auswertungsschritt wurden die bestehenden Kategorien entlang der Fragestellungen und der formulierten Indikatoren (vgl. 6.2.2) komprimiert und neu geordnet. Dabei musste erneut am Ausgangsmaterial überprüft werden, inwieweit die Bedeutung mit der Zuordnung zu den Indikatoren übereinstimmte. Die Begründungsmuster der Lehrkräfte waren damit neu zu untersuchen und hinsichtlich ihrer Zuordnung zu den Indikatoren zu interpretieren. Daraufhin konnten Kategorien zusammengefasst werden, Zuordnungen mussten geändert werden, Kategorien wurden neu gebildet. Dieses Kategoriensystem umfasste für den Bereich der *unterrichtsnahen Vorstellungen* 53 bedeutungstragende Kategorien, die elf Bereichen zugeordnet wurden.

Für die Auswertung bezüglich der *Erwartungen an die Maßnahme* konnten elf Kategorien entwickelt werden, die vier Bereichen zugeordnet wurden. Die Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Kategorien.

Die Auswertung der Interviews vor Fortbildungsbeginn mit Hilfe dieses Kategoriensystems (vgl. Tab. 8) erfolgte in einer Excel-Tabelle. Die Kategorien wurden in Zeilen eingetragen, für jede Lehrkraft wurde eine mit dem Kürzel benannte Spalte angelegt, kodiert wurde dichotom: Für Äußerungen, die in diesem Sinne vorhanden waren, wurde mit ‚x‘ plus Zeilenangabe; andernfalls wurde mit ‚0‘ kodiert (vgl. Anhang B4).

4. **Schritt (Interviewtranskript-POST):** Entsprechend der formulierten Indikatoren wurden bei einer ersten Sichtung der Interviews *nach* der Fortbildung zunächst in jedem Transkript die für die Fragestellungen relevanten Textstellen markiert.
5. **Schritt (Interviewtranskript-POST):** Die Aussagen zum *Urteil der Teilnehmer* über die Maßnahme ließen sich zusammenfassend 19 Kategorien und sechs Bereichen zuordnen. Die Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Kategorien und Bereiche zur Auswertung des Urteils der Teilnehmer. Darin bilden sich die wesentlichen Argumentationslinien der Befragten ab. Für jede Lehrkraft wurde untersucht, ob sie in ihren Aussagen den Urteilsmerkmalen zustimmt oder nicht. Damit liegt ebenfalls eine einfache dichotome Auswertung vor (vgl. Anhang B5).

Tab. 8: Erwartungen an die Lehrerfortbildung – Bereiche und Kategorien

Bereich EA: Naturwissenschaftlicher Sachunterricht	
EA1	Unterrichtshilfen (Material, Versuche, Gestaltungshinweise)
EA2	Sach- und Fachwissen
EA3	Zunahme an Selbstsicherheit/Reduktion von Unsicherheit
Bereich EB: Internet	
EB1	Konkrete Unterrichtshilfen
EB2	Weiterführende Hinweise
Bereich EC: Didaktisch-methodische Aspekte der Fortbildung	
EC1	Austausch mit Kolleginnen
EC2	Berücksichtigung des Vorwissens/der Kompetenzen
EC3	Selbsttätigkeit/eigenständiges Handeln, Versuche planen, durchführen, reflektieren
Bereich ED: Persönliche Zielformulierung	
ED1	Fokus auf der Ebene einer individuellen, personalen Weiterentwicklung
ED2	Fokus auf der Ebene der Unterrichtsentwicklung
ED3	Fokus auf der Ebene der Schulentwicklung

Tab. 9: Die Maßnahme im Urteil der Teilnehmer – Bereiche und Kategorien

Bereich IA1: Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign	
IA1a	Ausgewogene Mischung an Fortbildungsinhalten (,Theorie-Praxis-Bezug')
IA1b	Günstig: Ganze Fortbildungstage
IA1c	Günstig: Gesamtkonzeption - Transferphasen
IA1d	Günstig: Anbindung an Universität
Bereich IA2: Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs	
IA2a	Zuwachs an Fach- und Sachwissen
IA2b	Zuwachs an fachdidaktischem Wissen in Bezug auf Schülervorstellungen
IA2c	Zuwachs an fachdidaktischer und methodischer Handlungskompetenz – Versuche und weitere Anregungen zur unterrichtlichen Umsetzung
IA2d	Zuwachs an fachbezogener Selbstsicherheit
IA2e	Interesse in Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte
IA2f	Persönliche Lernziele
Bereich IA3: Akzeptanz der Plattform SUPRA	
IA3a	Die Struktur der Website und die Navigation sind nutzerfreundlich.
IA3b	Materialbörse erweist sich als hilfreich für die Unterrichtsvorbereitung.
IA3c	Forum wurde nicht oder kaum genutzt.
Bereich IA4: Beurteilung der Transferzeit und der Lernpartnerschaft	
IA4a	Zusammenarbeit mit Lernpartner als hilfreich/sinnvoll erlebt
IA4b	„Hausaufgaben“ als sinnvolle Möglichkeit zur „Überbrückung“
Bereich IA5 Beurteilung der Präsenztage	
IA5a	Günstig: Diskussionen und Austausch mit Kollegen
IA5b	Günstig: Vorträge, Erklärungen, Demonstration und Diskussionen mit Experten
IA5c	Günstig: Lehr-Lernmethoden zur Aktivierung und zur Förderung der Gesprächsbereitschaft
IA5d	Günstig: Eigenaktivität
Bereich IA6: Verbesserungsvorschläge	

6. **Schritt (Interviewtranskript-PRAE und POST):** Bei der Entwicklung von Kategorien, in denen sich die komplexen Begründungsmuster in Bezug auf unterrichtsnahe Kognitionen nach der Fortbildung abbilden sollten, zeigte sich rasch, dass das vor der Fortbildung entwickelte Kategoriensystem für die Auswertung nach der Fortbildung nicht unverändert übernommen werden konnte. Zu vielfältig hatten sich Bedeutungen und Begründungsmuster gewandelt.⁷⁹ Es erwies sich somit für einen Vorher-Nachher-Vergleich als erforderlich, ein Kategoriensystem zu erarbeiten, in dem sich relevante Informationen *vor und nach* der Maßnahme abbilden würden. Diese neu zu entwickelnden Kategorien wurden auf der Grundlage des weitgehend induktiv gewonnenen ersten ‚Sets‘ gebildet. Es war jedoch nötig, das Kategoriensystem klar unter Bezugnahme auf die formulierten Indikatoren und damit noch stärker theoriegeleitet (vgl. 6.2.3) weiterzuentwickeln. Dieses Vorgehen führte zu einer deutlichen Reduktion der Kategorien. Von zunächst elf Bereichen mit insgesamt 53 Kategorien blieben für den Vergleich die nun vorliegenden sechs Bereiche mit insgesamt 22 Kategorien übrig (siehe Tab. 10 und 11).
7. **Schritt (Interviewtranskript-PRAE und POST):** Anschließend wurden beide Interviews erneut gelesen. Dabei wurden nun ausschließlich diejenigen Aussagen in die Auswertung einbezogen, die den Begründungsmustern der gefundenen Kategorien entsprachen. Es wurde dichotom kodiert (‚liegt vor‘ (X) oder ‚liegt nicht vor‘ (0)). Gemäß der Vorüberlegungen und der präzisierten Fragestellungen wurden die Gesprächsbestandteile aus den Interviews zum Schwerpunkt ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ den beiden Bereichen ‚Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen (IB)‘ und ‚Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung (IC)‘ zugeordnet (vgl. Anhang B6 und B7). Damit dürfte unter sachunterrichtsdidaktischer Perspektive ein explorierender Zugang zum Feld gegeben sein. Das Ergebnis weist in der vorliegenden Form einen weitgehend deskriptiven Zugang zu den Interviews auf.

⁷⁹ So bildeten sich für die Interviews vor Fortbildungsbeginn gemäß dem schwerpunktmäßig induktiven Vorgehen zunächst Kategorien ab, die unmittelbar aus den Äußerungen der Lehrkräfte hervorgingen. Darin konnten sich also ‚nur‘ Vorstellungen abbilden, die eben **vor** Fortbildungsbeginn vorhanden waren. Wenn es nun der Fortbildung gelungen war, diese Vorstellungen in einem Sinne zu modifizieren, dass Vorstellungen ausdifferenziert wurden und kausale Zuordnungen, also Begründungsmuster, sich veränderten, dann bedingt dies zwingend auch eine Veränderung des Kategoriensystems. Dies scheint auch in einem umfassenderen Sinn auf einen der in 2.5.2 und 2.5.3 hingewiesenen zentralen Kritikpunkte im Bereich des Conceptual Change Paradigmas hinzuweisen, nämlich darauf, dass genauer zu beschreiben sei, *was* es eigentlich sei, das sich ändert, wenn Wissen erworben wird und sich Ansichten, Meinungen und Einstellungen ändern (vgl. hierzu auch 6.5.2).

Zur Auswertung der Interviewpassagen, die sich auf das Verständnis der Lehrkräfte von Schülervorstellungen bezogen, musste zusätzlich versucht werden, die Erlebnisweisen der Lehrkräfte bezüglich des Phänomens zu verstehen. Dies entspricht einer Beobachterperspektive zweiter Ordnung (vgl. Murmann 2002). „Eine Perspektive zweiter Ordnung hingegen beschreibt einen Gegenstand aus der Perspektive von jemand anderem. (...) Eine Perspektive zweiter Ordnung beschreibt also aus einer Beobachterperspektive die von anderen erlebten Phänomene“ (a.a.O. S. 91)⁸⁰. Da die für das Verständnis der Lehrkräfte von Schülervorstellungen entwickelten Kategorien versuchen, diesem Anspruch gerecht zu werden, gilt weiterhin: So „sollen die Kategorien selbst keine Bewertung der Erlebnisweise enthalten, die sie darstellen. Eine Bewertung drückt sich allerdings in der anschließenden Hierarchisierung der verschiedenen Kategorien aus“ (a.a.O. S. 92). Kategorien, die diesen Kriterien entsprechen, nennt Murman ‚phänomenographische Kategorien‘. Für die Erlebnisweisen der Lehrkräfte zu Schülervorstellungen wurden demnach ‚phänomenographische Kategorien‘ entwickelt. Für die hier dargestellten Kategorien (vgl. Tab. 10, Kat. IB 2, IB3 und IB 4) gilt daher: „Vereinfachend kann man sagen, dass die unterschiedlichen Erlebnisweisen von Phänomenen, die durch phänomenographische Kategorien dargestellt werden, verschiedene Kombinationen von Aspekten reflektieren, die zu einem gegebenen Zeitpunkt gleichzeitig im Fokus der Aufmerksamkeit sind“ (a.a.O. S. 95). Für Lehrkräfte dürften Schülervorstellungen den Charakter von Phänomenen besitzen, die ‚verschiedene Kombinationen von Aspekten reflektieren, die zu einem gegebenen Zeitpunkt gleichzeitig im Fokus der Aufmerksamkeit sind‘. Die Kategorien IB 2, IB3 und IB 4 lassen sich somit als phänomenographische Kategorien verstehen.

Eine Orientierung an Schülervorstellungen im Sinn eines didaktischen Prinzips kann sich in der Gestaltung von Unterricht in vielfältiger und differenzierter Weise äußern. Für die Auswertung und das Aufzeigen relevanter Aspekte von Veränderungsprozessen im Bereich ‚Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen und in der Unterrichtsgestaltung‘ wurden die in der Tabelle 11 dargestellten Kategorien entwickelt und ausgewählt. Die aufgeführten Kategorien geben dabei nur einen Ausschnitt aus den als relevant erachteten und im Interview abgefragten Aspekten zur Unterrichtsgestaltung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht wieder.

⁸⁰ „Es wird dabei vorausgesetzt, dass Lernende aus ihrer Perspektive konsistent und bedeutungsvoll agieren und eine Rekonstruktion der von ihnen erzeugten Bedeutungen interpretativ möglich ist“ (a.a.O. S. 96). Diese Formulierung verweist meiner Ansicht nach auf eine große Nähe des phänomenographischen Ansatzes zum Forschungsprogramm subjektive Theorien.

Tab. 10: Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen, abgebildet in den handlungsleitenden Kognitionen der Lehrkräfte – Bereiche und Kategorien

IB Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen	
IB1 Bedeutung von Schülervorstellungen	
IB1a	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um anzuknüpfen/zu widerlegen/auszubauen – kognitivistisch
IB1b	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um zu motivieren und das Interesse zu wecken/zu steigern
IB2 Verständnis von Schülervorstellungen	
IB2a	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente
IB2b	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche, stabile Konzepte
IB2c	Schülervorstellungen entstehen situativ
IB3 Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Elektrizitätslehre	
IB3a	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Elektrizität
IB3b	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche, Konzepte zum Phänomen Elektrizität
IB3c	Empirische Befunde
IB4 Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Optik/Spiegel	
IB4a	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Spiegel
IB4b	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche zu Spiegelphänomenen
IB4c	Empirische Befunde

Tab. 11: ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung, abgebildet in den handlungsleitenden Kognitionen der Lehrkräfte – Bereiche und Kategorien

IC Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung	
IC1 Einsatz und Bedeutung von Versuchen	
IC1a	Zur Steigerung von Motivation und Interesse
IC1b	Als Anlass und Möglichkeit, tätig zu werden
IC1c	Zur Veranschaulichung
IC1d	Im Sinne einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise zur Förderung von Reflexionsprozessen
IC2 Ausgewählte Aspekte der Unterrichtsgestaltung	
IC2a	Schülervorstellungen zu Beginn einer Sequenz aktivieren
IC2b	Im Unterrichtsgespräch Begründungen einfordern, Diskussionen führen
IC2c	Gruppenarbeit zur Förderung von Diskussion und Austausch einsetzen
IC2d	Zur Reflexion des eigenen Lernprozesses anregen
IC2e	Modelle und Analogien anbieten

Damit bieten die hier vorliegenden Kategorien keineswegs einen umfassenden Einblick in diejenigen Lehrerkognitionen, mit deren Hilfe sich ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ erschöpfend abbilden ließe, doch dürfte damit ein explorierender Zugang zum Feld ‚Veränderungsprozesse durch die Lehrerfortbildung‘ gegeben sein.

Um die Balance zwischen einer notwendigen Verdichtung und Abstraktion einerseits und dem Anspruch des ‚Verstehen-wollens‘ in Ansätzen zu genügen, wurde auf eine weitere Komprimierung beispielsweise im Sinne einer Typisierung der Lehrkräfte verzichtet.

6.2.5 Auswahl und Beschreibung der Stichprobe

Die Auswahl der Teilnehmer an der Studie erfolgte gemäß dem Prinzip des ‚Theoretical sampling‘, wonach einzelne Fälle gemäß des Erkenntnisinteresses ausgesucht werden (vgl. Lamnek 2005). Die Stichprobe umfasst 20 Lehrkräfte, davon 18 Lehrerinnen und zwei Lehrer im Alter von 25 bis 59 Jahren. Die Mehrheit der Teilnehmer war zum

Zeitpunkt der ersten Erhebung zwischen 20 und 30 Jahre alt und damit jünger als der Durchschnitt der bayerischen Grundschullehrkräfte⁸¹. Eine der teilnehmenden Lehrkräfte hatte Chemie als Unterrichtsfach studiert, eine Person Physik als Didaktikfach. Ansonsten zeigt sich im Studienwahlverhalten der Teilnehmenden die bekannte Abstinenz von Grundschullehrkräften zu Physik und Chemie (vgl. 1.1). Gemäß der Ausschreibung, in der wir vorzugsweise Lehrkräfte in der dritten Phase angesprochen hatten, waren in der Gruppe dreizehn Lehrkräfte mit ein bis vier Dienstjahren, sechs Lehrkräfte mit bis zu elf Dienstjahren und eine Lehrkraft mit über elf Dienstjahren. Die nachfolgende Tabelle 12 gibt einen Überblick über die Stichprobe.

Die Akquise der Teilnehmer erfolgte zum einem über die Verteilung der schriftlichen Ausschreibung in den staatlichen Schulämtern und zum anderen über die Vorstellung des Projektes vor der Gruppe der oberbayerischen Fortbildungsschulräte. Sowohl auf Grund der Fortbildungsinhalte wie auch der avisierten Verbindung mit einem Forschungsprojekt ist bei der freiwilligen Teilnahme in der Stichprobe vorwiegend von interessierten Lehrkräften auszugehen.

⁸¹ Bayerischer Philologenverband unter: http://www.bpv.de/referate/referat_VIII/ am 27.11.2005.

Tab. 12: Übersicht über die Stichprobe vor Fortbildungsbeginn

	G⁸²	Alter⁸³	UP⁸⁴	Jgst.⁸⁵	UF⁸⁶	DF⁸⁷
1	w	40	7	3	Biologie	deu/ma/ku
2	w	28	3	3	Katholische Religion	ma/deu/sp
3	w	25	2	3	Soziologie	deu/ma/sp
4	w	27	4	3	Deutsch	ma/bio/ku
5	w	27	3	3	Soziologie	deu/ma/ku
6	w	29	4	3	Soziologie	deu/ma/sp
7	w	28	2	3	Biologie	deu/ma/ku
8	w	42	11	1	Deutsch	ma/bio/ku
9	w	28	3	1	Chemie	ma/deu/mu
10	w	46	10	3	Deutsch	ma/bio/mu
11	m	37	10	3	Deutsch	sp/ma/phy
12	w	28	2	3	Kunst	deu/ma/hs
13	w	28	2	1	Deutsch	ma/bio/ku
14	w	40	6	4	Kunst	deu/ma/so
15	m	59	34	3	<i>Alte Lehrerbildung</i>	
16	w	27	1	3	Soziologie	deu/ma/ku
17	w	30	3	1	Biologie	sp/mu/ma
18	w	27	2	3	Englisch	deu/ma/sp
19	w	28	1	4	Evangelische Religion	deu/ma/ku
20	w	28	3	3	Soziologie	deu/ma/sp

⁸² Geschlecht.

⁸³ In Jahren bei Beginn der Maßnahme.

⁸⁴ Unterrichtspraxis in Jahren bei Beginn der Maßnahme.

⁸⁵ Jahrgangsstufe, in der die Lehrkraft zum Zeitpunkt der ersten Befragung unterrichtete.

⁸⁶ Studiertes Unterrichtsfach.

⁸⁷ Studierte Didaktikfächer.

6.3 Darstellung wesentlicher Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung erfolgt gemäß den erörterten Evaluationsebenen. Zunächst erfolgt die Darstellung der Ergebnisse der *ersten Evaluationsebene*. Dazu werden Erwartungen der Teilnehmer an die Fortbildung (6.3.1) sowie deren Urteil über die Maßnahme (6.3.2) dargestellt. Anschließend werden die Ergebnisse der *zweiten Evaluationsebene*, die Auswirkungen der Maßnahme auf komplexe Lehrerkognitionen, dargestellt. Dabei erfolgt zuerst eine Beschreibung der Fragebogenergebnisse (6.3.3), daraufhin eine Beschreibung der Interviewergebnisse (6.3.4).

6.3.1 Erwartungen an die Lehrerfortbildung

Die Erwartungen der Lehrkräfte wurden entsprechend den Äußerungen den folgenden vier Bereichen zugeordnet:

- Erwartungen in Bezug auf den Inhalt naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht (6.3.1.1)
- Erwartungen in Bezug auf den Einsatz des Internets (6.3.1.2)
- Erwartungen in Bezug auf didaktisch-methodische Aspekte der Fortbildung (6.3.1.3)
- Persönliche Zielformulierung (6.3.1.4)

Eine zusammenfassende Übersicht über die Bereiche und die zugeordneten Kategorien gibt die bereits vorgestellte Tabelle 8.

6.3.1.1 *Erwartungen in Bezug auf den Inhalt naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht*

Die Äußerungen der Lehrkräfte in diesem Bereich lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

- EA 1: Unterrichtshilfen (Material, Versuche, Gestaltungshinweise, Lernziele, Bezugsquellen für Material),
- EA 2: Vertiefung des eigenen Sach- und Fachwissens,
- EA 3: Zunahme an Selbstsicherheit/Reduktion von Unsicherheit.

Die nachfolgende Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie.

Tab. 13: Erwartungen in Bezug auf den Inhalt naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht

Bereich EA: Naturwissenschaftlicher Sachunterricht		Anzahl
EA1	Unterrichtshilfen (Material, Versuche, Gestaltungshinweise)	18
EA2	Sach- und Fachwissen	14
EA3	Zunahme an Selbstsicherheit/Reduktion von Unsicherheit	7

EA 1: Unterrichtshilfen (Material, Versuche, Gestaltungshinweise, Lernziele, Bezugsquellen für Material)

Es zeigt sich, dass die überwiegende Mehrheit der Lehrkräfte (18 Teilnehmer) durch den Besuch der Fortbildung auf konkrete Unterrichtshilfen hofft. Dazu geben die Lehrkräfte an, sich schwerpunktmäßig möglichst unmittelbar einsetzbares Unterrichtsmaterial, Arbeitsblätter und Gestaltungshinweise zu wünschen. Als Beispiele geben die Lehrkräfte unter anderem an: Hinweise auf mögliche Lernstationen, fertig ausgearbeitete Stationen- und Lösungskarten, formulierte (Gruppen-)Arbeitsaufträge, Arbeitsblätter, Bildmaterial, u.a.).

L: „Und ich mir da schon eigentlich konkretes Material erhoffe. Also, das muss ich sagen, ist mir schon wichtig, dass ich auch mal einfach was daheim habe und was rausziehen kann. Und nicht alles dann selber vorbereiten muss.“ (Lehrkraft 10)

L: „Also dass ich rauskommen kann aus so einer Fortbildung entweder mit Sachen, die gemeinsam erstellt werden, oder die ich fertig serviert bekomme (lacht); die ich wirklich auf den Gruppentisch legen kann in der Stunde, wenn wir das machen oder in der Woche und die Kinder selbständig damit arbeiten können. Und wo ich dann nur noch, sozusagen wie so ein Rezept an der Hand hab’: das und das und das muss ich mir besorgen, ohne mir diese ganzen Sachen, wie ich’s jetzt machen muss aus Experimentierbüchern selbst erstellen zu müssen: Was ist möglich, was schnipple ich wie zusammen, was formuliere ich um? Also tatsächlich in Form von Kochrezepten, das hätt’ ich gern, weil das die meiste Arbeit bei der ganzen Geschichte bedeutet.“ (Lehrkraft 8)

L: „Mir Material zusammenzustellen, was für meinen Unterricht geeignet ist.“ (Lehrkraft 9)

Von den 18 genannten Lehrkräften erwähnen zehn Lehrkräfte auch explizit ihren Wunsch nach Hinweisen auf geeignete Versuche. Diese sollten ‚funktionieren‘ und gezielt (im Sinne eines Lernziels) einsetzbar sein.

L: „Anregungen für Versuche vor allen Dingen.“ (Lehrkraft 1)

L: „Und vor allem, welche Versuche kann ich durchführen.“ (Lehrkraft 5)

Drei der 20 Befragten bitten auch um Hinweise auf Bezugsquellen zur Beschaffung von Unterrichtsmaterial.

L: „Welche Bücher kann man empfehlen? Mit welchen Hilfsmitteln kann man das mit den Kindern gut machen?“ (Lehrkraft 13)

Weiterhin geben einige Lehrkräfte an, sich von dem Besuch der Fortbildung Hinweise darauf zu erhoffen, welche Lernziele in Bezug auf physikalische Inhalte für Grundschul Kinder zu formulieren seien. So sei es interessant zu erfahren und darüber zu diskutieren, welches Verständnisniveau in Bezug auf die behandelten Inhalte anzustreben sei.

L: „Weil der Lehrplan da meiner Meinung nach ganz viel Spielraum lässt. Und es gar nicht so klar ist, was die Erkenntnisse eigentlich sein sollen und wo die Kinder hinkommen sollen. Was soll eigentlich rauskommen, worauf die dann auch aufbauen können? Ich denk' mir, in eins-zwei legen wir so ein Grundfundament. Die Kinder sollten sich so ein paar Begrifflichkeiten erklären können in ihrer Lebenswelt, also bestimmte Sachen einordnen können. Und das fehlt mir dann, dass ich nicht weiß, wo, wie die dann weiter aufbauen.“

I: „Also eine Frage danach, was ist das Ziel, das altersangemessene?“

L: „Ja, genau.“ (Lehrkraft 8)

In der Interviewpassage wird deutlich, dass bei der Lehrkraft eine Unsicherheit bezüglich der Zielorientierung besteht. Solange der Lehrkraft nicht klar ist, was das angestrebte Verständnisniveau bei der Bearbeitung eines Themas ist, fällt es ihr schwer, entsprechende unterrichtliche Maßnahmen zur Erreichung desselben zu ergreifen.

EA 2: Vertiefung des eigenen Sach- und Fachwissens

Nahezu drei Viertel der Befragten, vierzehn Lehrkräfte, geben an, sich durch die Teilnahme insbesondere eine Vertiefung des eigenen Sachwissens und damit verbunden ein besseres eigenes Verständnis der physikalischen Inhalte zu erhoffen.

L: „Sie müsste mir auf jeden Fall Fachwissen mitgeben. Dass ich einfach, ich mir auch sicher bin, weil mein Physik- und Chemieunterricht und auch mein Biologieunterricht sind schon sehr weit weg. Also nicht nur zeitlich, sondern auch einfach im Kopf weit weg.“ (Lehrkraft 6)

L: „Ich habe zum Teil also wirklich sehr naive Vorstellungen, glaube ich. Also ich habe da wirklich auf Kinderniveau Vorstellungen und da habe ich mir gedacht: wahrscheinlich ist es nicht verkehrt, wenn ich da doch mal nachlade. (...) Ja, einerseits eben für mich für die Vorbereitung einfach das Sachwissen.“ (Lehrkraft 5)

Die Vertiefung des eigenen physikalischen Sachwissens spielt für die Lehrkräfte auch insbesondere im Zusammenhang mit dem folgenden Aspekt eine große Rolle.

EA 3: Zunahme an Selbstsicherheit/Reduktion von Unsicherheit

Sieben Personen verleihen ihrer Unsicherheit im Zusammenhang mit physikalischen Inhalten Ausdruck und geben an, sich eine Zunahme an Selbstsicherheit zu erhoffen.

*L: „Dass man, dass ich jetzt persönlich vielleicht für mich, mich sicherer fühle.“
(Lehrkraft 7)*

L: „Also ich hoffe, dass ich mich dann selbstbewusster, also ja, selbstbewusster sag ich jetzt einfach mal so, an die Themen herantraue, dass ich dann auch weiß, okay, ich kann das.“ (Lehrkraft 6)

Die erhoffte Steigerung von Sicherheit im Umgang mit physikbezogenen Unterrichtsinhalten wird von den entsprechenden Lehrkräften an verschiedenen Stellen der Interviews angeführt. Dabei ergeben sich auch Hinweise darauf, dass mangelnde Sicherheit Auswirkungen auf die unterrichtliche Umsetzung haben dürfte.

6.3.1.2 *Erwartungen in Bezug auf den Einsatz des Internets*

Zum geplanten Interneteinsatz befragt, äußert sich die Mehrheit der Lehrkräfte zurückhaltend. So werden von den Lehrkräften diesbezüglich weder besondere Erwartungen noch größere Sorgen geäußert. Die Ausführungen der Lehrkräfte hinsichtlich ihrer Hoffnungen auf den Einsatz des Internets lassen sich daher den folgenden beiden Kategorien zuordnen:

- EB 1: Hoffnung auf konkrete Unterrichtshilfen,
- EB 2: Hoffnung auf weiterführende Hinweise.

Die nachfolgende Tabelle 14 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie.

Tab. 14: Erwartungen in Bezug auf den Einsatz des Internets

Bereich EB: Einsatz des Internets		Anzahl
EB1	Hoffnung auf konkrete Unterrichtshilfen	5
EB2	Hoffnung auf weiterführende Hinweise	3

Fünf der Befragten geben an, für sie sei das Internet insbesondere für die Recherche und den Download von konkretem Unterrichtsmaterial interessant, drei der Lehrkräfte erhoffen sich insbesondere Informationen, die über unmittelbar unterrichtlich relevante Informationen hinausgehen und beispielsweise dazu dienen, ihr eigenes Wissen in Bezug auf Unterrichtsinhalte zu vertiefen.

L: „Ein schnelleres und leichteres Vorbereiten von naturwissenschaftlichen Sequenzen. Dass ich halt dann konkret da reingehen kann und Magnetismus eingabe. Und dann habe ich eine kurze Sachinformation und dann habe ich Anregungen, wie ich es machen kann. Oder, ja, irgendwelche Materialien, Arbeitsblätter, so was.“ (Lehrkraft 2)

L: „Material für den Unterricht, (...) auf den Unterricht bezogen (...). Und wenn man dann so einen Unterrichtsverlauf findet oder irgendwelche Beschreibungen, dann denkt man sich halt dann doch: ja, aja, das ist eine gute Idee, das könntest du vielleicht auch mal machen. (...) Dass das wirklich, dass die einzelnen Schritte ganz genau beschrieben sind und dann dass auch vielleicht mit Fotos oder Bildern einfach auch die Versuche dann nachgestellt werden, dass man weiß, aha!, genau.“ (Lehrkraft 6)

Nach bisherigen berufsbezogenen Erfahrungen mit dem Medium Internet befragt, geben die Lehrkräfte mehrheitlich an, privat oder in der Schule über Internetanschluss zu verfügen, das Internet somit nahezu jederzeit nutzen zu können. Auch gibt die Mehrheit der Befragten an, bereits erste Erfahrungen mit einfachen Recherchen zu Unterrichtsinhalten gemacht zu haben und über die dafür notwendigen Kompetenzen zu verfügen.

Keine der befragten Lehrkräfte hatte bis zu diesem Zeitpunkt ein Internetforum besucht oder das Internet zu eigenen Fortbildungszwecken benutzt. Drei Lehrkräfte verleihen in diesem Zusammenhang explizit ihrer Hoffnung Ausdruck, die Fortbildung möge auf ihre geringen Vorerfahrungen und die Vorkenntnisse in Bezug auf das Medium Internet Rücksicht nehmen. Diese Äußerungen fließen in die Auswertung des folgenden Aspektes ein.

6.3.1.3 Erwartungen in Bezug auf didaktisch-methodische Aspekte der Fortbildung

Die Äußerungen der Lehrkräfte lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

- EC 1: Austausch mit Kolleg/-innen,
- EC 2: Berücksichtigung des Vorwissens/der Kompetenzen,
- EC 3: Selbsttätigkeit/eigenständiges Handeln, Versuche planen, durchführen, reflektieren.

Die nachfolgende Tabelle 15 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie.

Tab. 15: Erwartungen in Bezug auf didaktisch-methodische Aspekte

Bereich EC: Didaktisch-methodische Aspekte der Fortbildung		Anzahl
EC1	Austausch mit Kolleg/-innen	9
EC2	Berücksichtigung des Vorwissens/der Kompetenzen	3
EC3	Selbsttätigkeit/eigenständiges Handeln, Versuche planen, durchführen, reflektieren	9

Nahezu die Hälfte der Befragten (neun Personen) gibt an, sich einen (intensiven) Austausch mit Kollegen und Kolleginnen zu wünschen.

L: „Ja, auf diesen Austausch auch zwischen den Lehrern, den ich mir da ja auch erhoffe.“ (Lehrkraft 7)

L: „Und ja, ein bisschen Erfahrungsaustausch mit den anderen finde ich auch wichtig, dass die auch ein bisschen erzählen, man selber erzählt.“ (Lehrkraft 1)

L: „Und ja, das fände ich, das glaube ich, erwarte ich mir auch von einer Fortbildung, diesen Austausch zwischen den Kollegen eigentlich in erster Linie.“ (Lehrkraft 17)

Drei Lehrkräfte weisen darauf hin, dass es im Hinblick auf physikalische Inhalte und im Hinblick auf ihre Vorerfahrungen mit der Internetnutzung wichtig sei, ihre (mangelnden) Vorerfahrungen und Vorkenntnisse zu berücksichtigen.

I: „Eine Lehrerfortbildung, die Ihnen das Gefühl gibt, naturwissenschaftliche Themen kompetent oder kompetenter durchführen zu können. Die müsste was berücksichtigen?“

L: „Mein Vorwissen.“ (Lehrkraft 5)

L: „Wahrscheinlich wie bei uns im Unterricht auch: die verschiedenen Teilnehmenden da abholen, wo sie sind oder versuchen, sie da abzuholen, wo sie sind.“ (Lehrkraft 13)

Neun Lehrkräfte äußern sich dahingehend, dass es ihnen vor allem wichtig sei, selbst konkret zu handeln und beispielsweise selbstständig Versuche planen, durchführen und auswerten zu können.

L: „Ich denke, bei mir wäre es genauso, wie es bei den Schülern auch ist. Wenn man selber auch irgendwas machen kann. Wenn man selber zum Beispiel vor so einem Experiment steht und man selber feststellt: so einfach ist das ja irgendwie gar nicht. Also wissen Sie, was ich meine? (...) dass man so das eigene Defizit irgendwie ein bisschen gespiegelt bekommt.“ (Lehrkraft 12)

L: „Und ja eben und das konkrete Praktische. Experimente selber ausprobieren, wo man auch oft zu wenig Zeit dafür verwendet. Dass man es vorher mal macht.“ (Lehrkraft 17)

Weitere Erwartungen hinsichtlich der Gestaltung der Maßnahme werden nicht geäußert.

Sehr deutlich wird die Hoffnung auf konkrete Hilfen für die Bewältigung der Herausforderungen des Berufsalltags. Ebenfalls recht deutlich wird – nicht zuletzt auch über die geäußerte Erwartung an eine Vertiefung des eigenen Sachwissens – das Bekenntnis, sich in Bezug auf die naturwissenschaftlichen Inhalte nicht kompetent genug zu fühlen. Das Bedürfnis nach Steigerung und Vertiefung der eigenen Wissensbasis kann damit über den Wunsch nach Bewältigungshilfen für den Alltag hinaus als Ausdruck eines bereichsbezogenen Professionalisierungsanspruchs verstanden werden und zeugt von einer sachbezogenen Motivationsgrundlage für den Besuch der Fortbildung. Diese bildet sich noch spezifischer in der Auswertung des folgenden Aspektes ab.

6.3.1.4 Persönliche Fortbildungsziele

Die Äußerungen zu persönlichen Fortbildungszielen erfolgen auf unterschiedlichen Ebenen. Sie lassen sich den folgenden drei Kategorien zuordnen:

- ED 1: Fokus auf der Ebene einer individuellen, personalen Weiterentwicklung,
- ED 2: Fokus auf der Ebene der Unterrichtsentwicklung,
- ED 3: Fokus auf der Ebene der Schulentwicklung.

Die nachfolgende Tabelle 16 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie.

Tab. 16: Persönliche Fortbildungsziele

Bereich ED: Persönliche Fortbildungsziele		Anzahl
ED1	Fokus auf der Ebene einer individuellen, personalen Weiterentwicklung	10
ED2	Fokus auf der Ebene der Unterrichtsentwicklung	14
ED3	Fokus auf der Ebene der Schulentwicklung	4

Die Hälfte der befragten Lehrkräfte (zehn von 20) verortet den persönlichen Fortbildungsschwerpunkt auf der Ebene einer persönlichen Weiterentwicklung.

L: „Das ist wahrscheinlich sehr hoch gegriffen. Aber ich möchte einfach für mich mehr Motivation, dass ich da einfach in dem Bereich auch offener werde (...).“

I: „Woran würden Sie merken, dass Sie offener geworden sind?“

L: „Wahrscheinlich, wenn ich von mir aus mich einfach mehr dafür interessiere, dass ich selber dann auch mal irgendwas nachlese, wenn mir mal irgendein Phänomen auffällt.“ (Lehrkraft 5)

14 Lehrkräfte benennen die Weiterentwicklung ihres Unterrichts als ein Ziel.

L: „Weil, ja, wenn den Kindern das dann Spaß macht, was ich umsetze.“

I: „Also ablesbar wäre es dann an den Kindern, im Unterricht.“

L: „Ja, genau. Würde ich jetzt sagen.“ (Lehrkraft 3)

Von den Lehrkräften, die schwerpunktmäßig auf die Weiterentwicklung ihres Unterrichts hoffen, nennen zwei Lehrkräfte sowohl persönliche wie auch unterrichtsbezogene Ziele.

Vier der Befragten benennen Ziele, die sich vornehmlich im Bereich der Schulentwicklung verorten lassen, da sie sowohl über eine personale Weiterentwicklung wie auch über die Unterrichtsentwicklung hinausreichen.

L: „Ja, ein Forum mit initiieren zu können, ein Forum von Interessierten, Aktiven zum Zwecke des Austausches, des gemeinsamen Gesprächs und auch darum neue Projekte (im naturwissenschaftsbezogenen Bereich des Sachunterrichts, Anmerkung der Verf.) eben anzustoßen.“ (Lehrkraft 11)

Aus der Analyse der persönlichen Fortbildungsziele und auch aus der Bereitschaft, sich auf die zusätzlichen Verpflichtungen einzulassen, die aus der an die Fortbildung angebandenen Forschungsarbeit resultieren, lässt sich zudem schließen, dass die Teilnehmer der Fortbildung über eine recht hohe Motivation zur Teilnahme verfügen dürften.

6.3.2 Die Maßnahme im Urteil der Teilnehmer

Nach Abschluss der Maßnahme wurden die Lehrkräfte nach Aspekten der subjektiv erlebten Zufriedenheit und des individuell wahrgenommenen Lernzuwachses befragt. Inwieweit die SUPRA-Lehrerfortbildung in der Einschätzung der Teilnehmer auf Akzeptanz stieß und welche inhaltlichen und methodischen Bausteine und Maßnahmen die Lehrkräfte als dienlich für ihren persönlichen Lernprozess erlebt haben, wird entlang der folgenden Bereiche dargestellt:

- Bereich IA1: Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign (6.3.2.1)
- Bereich IA2: Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs (6.3.2.2)
- Bereich IA3: Akzeptanz der Plattform SUPRA (6.3.2.3)
- Bereich IA4: Beurteilung der Transferzeit und der Lernpartnerschaft (6.3.2.4)
- Bereich IA5: Beurteilung der Präsenztage (6.3.2.5)
- Bereich IA6: Verbesserungsvorschläge (6.3.2.6)

Die Tabelle 9 gibt einen Überblick über alle Bereiche und die jeweils zugeordneten Kategorien.

6.3.2.1 Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign

Die Darstellung der Gesamteinschätzung der Lehrkräfte und deren Meinung zum Fortbildungsdesign erfolgt in Bezug auf Rahmenbedingungen sowie auf Fortbildungsinhalte. Das Antwortverhalten lässt sich den folgenden Kategorien zuordnen:

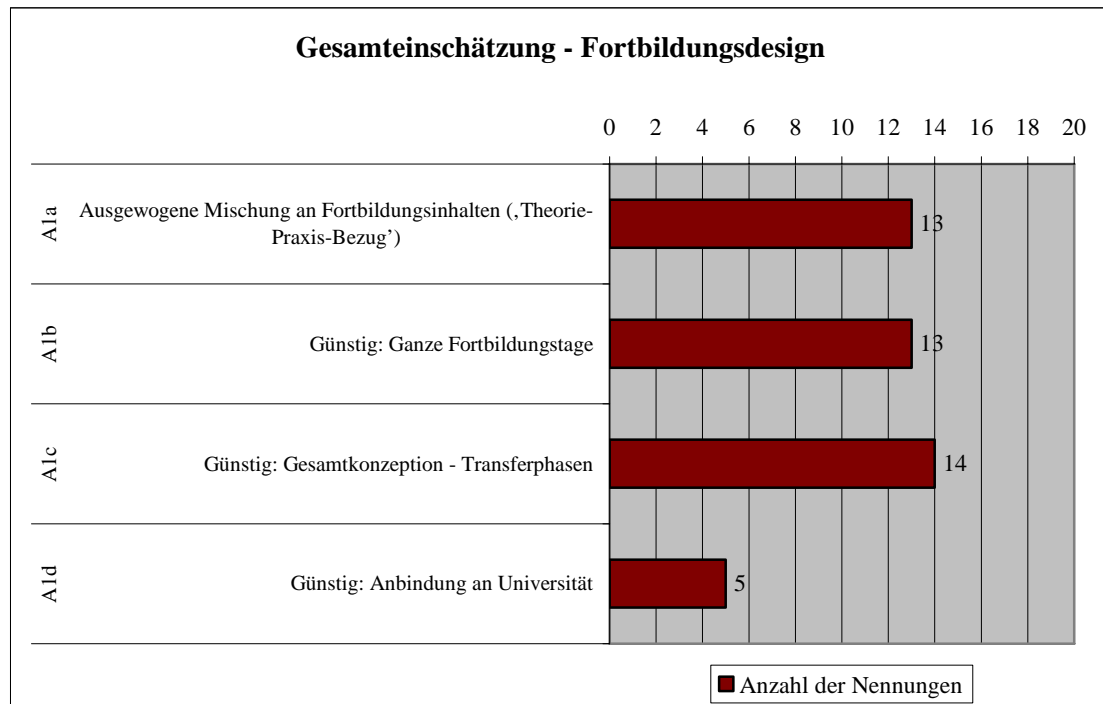
- IA1a: Ausgewogene Mischung an Fortbildungsinhalten („Theorie-Praxis-Bezug“)
- IA1b: Günstig: Ganze Fortbildungstage
- IA1c: Günstig: Gesamtkonzeption - Transferphasen
- IA1d: Günstig: Anbindung an Universität

Die nachfolgende Tabelle 17 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie, die Abbildung 11 veranschaulicht das Antwortverhalten.

Tab. 17: Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign

Bereich IA1: Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign		Anzahl
IA1a	Ausgewogene Mischung an Fortbildungsinhalten („Theorie-Praxis-Bezug“)	13
IA1b	Günstig: Ganze Fortbildungstage	13
IA1c	Günstig: Gesamtkonzeption - Transferphasen	14
IA1d	Günstig: Anbindung an Universität	5

Abb. 12: Gesamteinschätzung - Fortbildungsdesign



IA1a: Ausgewogene Mischung an Fortbildungsinhalten (,Theorie-Praxis-Bezug')

13 Lehrkräfte betonen die ihrer Ansicht nach günstige Mischung aus ,Theoriewissen' und ,Praxisbezug' im Laufe der Fortbildung.

L: „Das war für mich jetzt wirklich so, dass ich sage, effektiv etwas zum Unterricht, auch die Theoriehintergründe waren für mich in Ordnung. (...) Das fand ich ganz gut, dass wirklich einmal das Praktische, das Unterrichtliche den Schwerpunkt bekommen hat. Sonst finde ich immer, dass es sehr untergeht.“ (Lehrkraft 9)

In der folgenden Äußerung wird deutlich, dass es eine gelungene Verknüpfung von ,Praxis' und ,Theorie' ist, die die Lehrkraft ,ins Denken' gebracht hat.

L: „Ich habe ganz toll gefunden, dass das Angebot da war und dass sich Theorie und Praxis so gut ergänzt haben. Der Praxisteil hat ja sehr überwogen, das fand ich ganz gut. Irgendwie ist es ja doch oft so, jetzt Theorie wieder und das bringt dann doch nicht so viel für die Schule jetzt. Aber es war ganz gut da und man ist damit auch mal wieder ins Denken gekommen.“ (Lehrkraft 6)

Aus dem jeweiligen Kontext der Äußerungen ist zu entnehmen, dass sich ,Praxisbezug' sowohl auf hilfreiche Ideen und Anregungen für den Unterricht als auch auf das selbstständige Handeln während der Fortbildung zu beziehen scheint. Das weist sowohl auf inhaltliche wie auch auf didaktisch-methodische Aspekte der Maßnahme hin. ,Theorie' hingegen scheint sich mehrheitlich auf den Erwerb pädagogischer,

psychologischer und physikalischer *Wissensinhalte* zu beziehen. Worauf sich die Aussagen der Lehrkräfte zu ‚Theorie‘ und ‚Praxisbezug‘ jeweils genauer beziehen, kann unter Bezugnahme auf den subjektiv erlebten Wissenszuwachs und Kompetenzerwerb dargestellt werden. Deshalb wird dazu auf den Bereich ‚IA2 Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs‘ (6.3.2.2) verwiesen werden.

IA1b: Günstig: Ganze Fortbildungstage

Mehr als die Hälfte (dreizehn der 20 Befragten) geben an, es sei hilfreich gewesen, dass die Fortbildungstage jeweils einen ganzen Tag gedauert hätten. Dadurch habe man sich auf das Thema einlassen können und es sei Zeit und Raum entstanden, sich ernsthaft mit den Inhalten auseinander setzen zu können.

L: „Also es gibt zwei Sachen zu den Präsenztage die mir als Erstes einfallen. Einmal, dass sie den ganzen Tag stattgefunden haben. Man hat den ganzen Tag Zeit, es ist zwischendrin eine Pause, ich gehe mit den Leuten irgendwas essen und habe dadurch die Möglichkeit, mich auch auf das Thema einzulassen, nicht nur schnell vom Unterricht ein paar Stunden weg, sondern wirklich Lernen. Das schafft schon Stimmung zum Lernen. Das ist das, was ich genossen habe und was mir was gebracht hat, das ist Inspiration.“ (Lehrkraft 10)

Explizit führen einige Lehrkräfte dies als ‚Gegenvorschlag‘ zu den ‚typischen‘ Lehrerfortbildungen an, die jeweils nach der Schule am Nachmittag stattfinden und oft gar nichts brächten.

L: „Nicht einmal am Nachmittag drei Stunden, weil dann geht man raus und hat man nicht wirklich was mitgenommen.“ (Lehrkraft 2)

L: „Ich fand es auch gut, dass es nicht nachmittags stattgefunden hat, sondern am Vormittag beziehungsweise länger, dass man sich richtig darauf einlassen kann und sich nicht hinsetzen musste.“ (Lehrkraft 19)

Es wird deutlich, dass die Lehrkräfte ganztägige Fortbildungen klar präferieren und dies in einen deutlichen Zusammenhang damit bringen, dass es günstige Auswirkungen auf ihren Lernprozess habe, wenn sie sich einen ganzen Tag ‚einlassen‘ könnten.

IA1c Günstig: Gesamtkonzeption mit Transferphasen

Die Gesamtkonzeption beurteilen vierzehn der Befragten positiv. Fast drei Viertel der Lehrkräfte geben in diesem Zusammenhang an, dass sie insbesondere die Bedeutung der Transferphasen für den persönlichen Lernprozess als (sehr) günstig erlebt hätten.

L: „Ich fand dieses Design der Fortbildung sehr interessant. Also die Mischung aus vorbereitenden und nachbereitenden Arbeiten zu Hause mit dem Lernpartner plus diese Präsenztage, plus diese Arbeit mit der Website fand ich ganz gut.“ (Lehrkraft 13)

Dadurch ergeben sich nach Aussagen der Lehrkräfte Möglichkeiten, neu erworbenes Wissen und Anregungen unmittelbar selbst zu erproben.

L: „Das Einzige, was ich vielleicht noch dazu sagen möchte, ist, dass es eine tolle Idee war, die fünf Fortbildungstage einfach mit den Zeiten dazwischen. Das hat es für mich leichter gemacht, weil man in der Zwischenzeit immer wieder die Gelegenheit gehabt hat, das auszuprobieren oder nur zu Hause sich damit beschäftigt, so wie es jetzt bei mir war. Das finde ich, ist sehr viel mehr wert, als wenn man in einer Woche alles macht.“ (Lehrkraft 2)

Nach Aussagen der Lehrkräfte wurde durch diese Art der Organisation vermieden, dass man mit Informationen und Material ‚überflutet‘ wurde.

L: „Ich glaube, (...) dass es mehrere Termine waren und nicht ein einziger. Dass wir warm werden konnten miteinander, dass es schön war, dass es nicht an einem Block war innerhalb von einer Woche, sondern dass es sich immer hat setzen können und wieder wachsen können und man darüber nachdenken konnte. Ich fand es gut, dass es ein langer Zeitraum war. Und sich es immer wieder ergeben hat und dass es schön war, sich zu treffen, und wieder neu auszutauschen und man sich dann kannte. Bei anderen Fortbildungen, auch bei den Blockfortbildungen, ich finde, das erschlägt einen. Da kann nichts entstehen in mir. Also ich kann nicht richtig damit in Verbindung treten. Wie eine Flut ist das.“ (Lehrkraft 19)

Damit zeigt sich, dass die Gestaltung der Lehrerfortbildung im Sinne des von Wahl angeregten ‚großen Sandwichs‘ (vgl. 5.1) als günstig für den eigenen Lernprozess und für die Umsetzung von Gelerntem in unterrichtliches Handeln erlebt wurde.

A1d: Günstig: Anbindung an die Universität

Interessanterweise führen fünf der Befragten zusätzlich an, dass sie insbesondere die universitäre Anbindung als gelungen und hilfreich erlebt haben.

L: „Es wäre viel besser, man würde diese Art der Fortbildung generell einführen. Dass man einfach zurückgeht an die Uni. Dass man sagt, ich bin zwar jetzt fertig, aber jetzt wäre es ganz hilfreich und ich kann es jetzt besser verwerten, wenn wir wieder diesen Input von der Uni bekommen. Über längere Zeit. Nicht einmal am Nachmittag drei Stunden, weil dann geht man raus und hat man nicht wirklich was mitgenommen.“ (Lehrkraft 2)

Dies steht für die Lehrkräfte zum einen in einem Zusammenhang mit dem Bedürfnis, danach aktuelle Wissensbestände zu erfahren und zu diskutieren.

L: „Es ist schön, wieder in Kontakt mit Wissenschaft zu kommen, also, das was ja drübersteht über unserer Arbeit. Austausch mit Kollegen, in das Thema reingeführt werden, wieder neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu hören und Zusammenhänge und Hintergründe.“ (Lehrkraft 10)

Zum anderen befriedigt diese Art der Fortbildung offensichtlich ein Bedürfnis nach Anbindung im Sinne einer Reflexion sinnstiftender Elemente.

L: „Ich kann besser arbeiten, wenn ich etwas angeboten bekomme, ein übergeordnetes Ziel, wenn es nicht nur darum geht, meinen Lehrplan abzuhaken, sondern wenn ich dazu für mich etwas finden kann, was Sinn stiftet.“

I: „Was ist das gewesen in der Fortbildung? Was hat Sinn gestiftet und welchen Sinn?“

L: „Sich darüber Gedanken zu machen, wie Kinder lernen auf einer höheren Ebene als im Klassenzimmer.“ (Lehrkraft 10)

Diese Äußerungen geben interessante Hinweise darauf, dass eine berufsbegleitende Fortbildung mit einem soliden fachlichen und sachlichen Hintergrund und der entsprechenden theoretischen Aufarbeitung neben dem Bedürfnis nach ‚Praxisbezug‘ einen wichtigen Beitrag zur Professionalisierung leisten kann.

6.3.2.2 Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs

Es folgt eine zusammenfassende Darstellung derjenigen Äußerungen, in denen die Lehrkräfte von einem von ihnen selbst wahrgenommenen Lernzuwachs berichten. Äußerungen zum persönlichen Lernzuwachs wurden in sechs Kategorien eingeteilt:

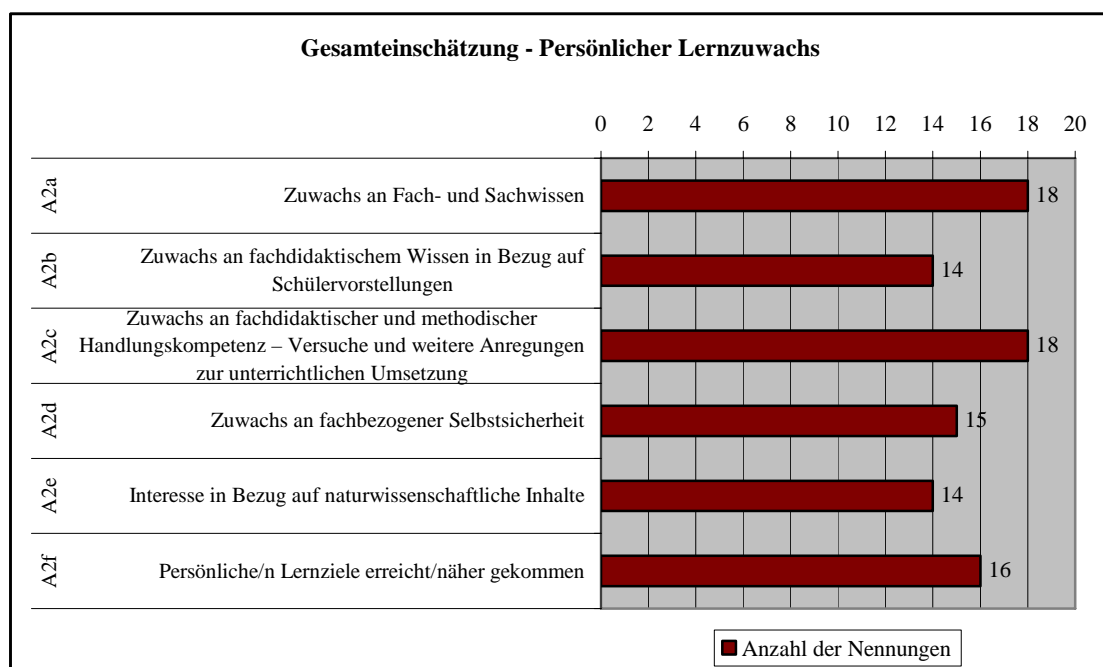
- IA2a: Zuwachs an Fach- und Sachwissen,
- IA2b: Zuwachs an fachdidaktischem Wissen in Bezug auf Schülervorstellungen,
- IA2c: Zuwachs an fachdidaktischer und methodischer Handlungskompetenz – Versuche und weitere Anregungen zur unterrichtlichen Umsetzung,
- IA2d: Zuwachs an fachbezogener Selbstsicherheit,
- IA2e: Interesse in Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte,
- IA2f: Persönliche Lernziele.

Die nachfolgende Tabelle 18 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie, die Abb. 13 veranschaulicht das Antwortverhalten.

Tab. 18: Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs

Bereich IA2: Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs		Anzahl
IA2a	Zuwachs an Fach- und Sachwissen	18
IA2b	Zuwachs an fachdidaktischem Wissen in Bezug auf Schülervorstellungen	14
IA2c	Zuwachs an fachdidaktischer und methodischer Handlungskompetenz – Versuche und weitere Anregungen zur unterrichtlichen Umsetzung	18
IA2d	Zuwachs an fachbezogener Selbstsicherheit	15
IA2e	Interesse in Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte	14
IA2f	Persönliche/n Lernziele/n erreicht/näher gekommen	16

Abb. 13: Gesamteinschätzung – Persönlicher Lernzuwachs



IA2a: Zuwachs an Sachwissen

18 Lehrkräfte erwähnen explizit ihren Wissenszuwachs im Hinblick auf die behandelten physikalischen Inhalte. Dabei beziehen sich die Äußerungen der Lehrkräfte auf einen persönlichen Wissenszuwachs und Lernerfolg im Bereich des physikbezogenen Sach- und Fachwissens. Aufgeführt werden

- Lernerfolge in Bezug auf spezifische Inhalte wie zum Beispiel Magnetismus oder Elektrizitätslehre,
- Lernerfolge in Bezug auf naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen.

Folgende Äußerungen illustrieren den von den Befragten selbst wahrgenommenen Lernzuwachs im Bereich des physikalischen Sach- und Fachwissens.

L: „Dann haben wir auch viel gelernt, glaube ich zumindest (lacht), gerade mit Strom oder Magnetismus. Da waren einfach Dinge dabei, die ich nicht so gewusst habe oder nicht so gesehen habe.“ (Lehrkraft 18)

Einige Lehrkräfte beziehen sich konkret auf einzelne Fortbildungsinhalte, während andere einen eher groben Rahmen angeben, indem sie Lernzuwachs im ‚theoretischen‘ Bereich angeben.

L: „Also physikalischer Sachunterricht. Die Lernzuwächse waren bei mir im theoretischen Teil groß.“ (Lehrkraft 13)

Dabei geht durch Nachfragen oder aus dem Gesprächskontext hervor, dass sie sich damit auf den Erwerb physikalischen Fachwissens beziehen.

L: „Ganz spontan, dass ich immer sehr begeistert war von den Versuchen und dass ich sehr viel selbst gelernt habe zur E-Lehre. Das war eigentlich das, was ich selbst für mich mitgenommen habe, weil da habe ich mich im Unterricht nicht so rangetraut.“ (Lehrkraft 6)

Die damit in Verbindung stehende Übertragbarkeit auf Unterricht deutet sich an.

L: „Faszinierend fand ich das mit dem Spiegel, zum Beispiel wenn man einen Gegenstand hat und man stellt ihn vor den Spiegel und sieht, dass es ja nicht im Spiegel ist, sondern hinterm Spiegel. Also diese Erklärung kannte ich einfach nicht. Und ich bin immer davon ausgegangen, banal halt, dass es im Spiegel drin ist, dass es halt so abgebildet ist. Dass das aber hinter dem Spiegel ist mit einem gleichen Abstand und so, das fand ich faszinierend. (...) Jetzt würde ich sagen, ich habe mehr Fachwissen oder ich weiß, wo ich es mir holen kann. Ich habe damit auch viele Anregungen bekommen, um meinen Unterricht interessanter zu gestalten oder für die Kinder ansprechender.“ (Lehrkraft 3)

Ein im Hinblick auf physikalische Themen versierter Kollege spricht die hohe Bedeutung an, die die Diskussion physikalischer Modellvorstellung für ihn gehabt habe. Dadurch mit eigenen Vorstellungen konfrontiert worden zu sein, sei eine interessante Erfahrung gewesen.

L: „Ernsthafte Diskussionen über Modellvorstellungen. (...) Wir haben über die Magnete geredet und wie man diese Modelle erklären könnte und sind in die Tiefen gegangen und haben einfach festgestellt, dass man da schon an Grenzen stößt, auch an die eigenen Grenzen stößt.“ (Lehrkraft 11)

Auch übertragen einige der Befragten ihre eigenen Lernerfahrungen auf die Lehr-Lernprozesse der Kinder. So geben die Lehrkräfte an, dass ein Zusammenhang bestehe zwischen dem eigenen Verständnis physikalischer Inhalte und dem Unterrichten physikbezogener Inhalte.

L: „Das eine Lernen für meinen Unterricht, da ist der Hintergrund natürlich wichtig, dass ich physikalische Zusammenhänge verstehe.“ (Lehrkraft 10)

Dabei überträgt die Lehrkraft Erfahrungen aus ihrem eigenen Lernprozess auf die Situation in der Klasse.

L: „Was natürlich optimal ist, wenn ich es dann auch noch ausprobieren kann, also die Experimentierphase. Das ist genial, weil ich da dann auch noch schauen kann, wie es funktioniert. Wenn es dann für mich in der Fortbildung so stattfindet und ich dann dabei auch teste, wie würden die Kinder das machen, was erfahren sie dabei.“ (Lehrkraft 10)

Damit resümiert die Lehrkraft, dass ihr Lernerfolg auf zwei Ebenen stattgefunden hat: Auf der Ebene des Wissenszuwachses an Fachwissen und auf der Ebene der Hinweise für die unterrichtliche Umsetzung. Dabei – so die Lehrkraft – ergänzen sich die beiden Ebenen ihrer Ansicht nach notwendigerweise.

L: „Also es gab zwei Ebenen, Fachwissen und Experiment, eigenes Tun. Das Tun ist mir total wichtig. Und ohne das, weiß ich nicht... Also nur Experimente ohne das Fachliche aber auch nicht. Also die Kombination muss sein. (...) Wenn ich etwas darüber erfahre, wie die Kinder lernen, habe ich als Lernzuwachs natürlich auch, wie ich meine Arbeit umstellen kann.“ (Lehrkraft 10)

Insgesamt berichtet die überwiegende Mehrheit der Lehrkräfte (18 von 20) davon, einen (hohen) Lernzuwachs im Bereich des physikalischen Sachwissens erfahren zu haben.

IA2b: Zuwachs an fachdidaktischem Wissen in Bezug auf Schülervorstellungen

Vierzehn Lehrkräfte geben auf die Frage nach ihrem persönlichen Lernzuwachs an, insbesondere im Bereich Schülervorstellungen ihr Wissen erweitert und ihre Sichtweise verändert zu haben. Dabei beziehen sich die Aussagen der Lehrkräfte zum einen ganz

allgemein darauf, dass es für sie von Interesse gewesen sei, etwas über Denkweisen von Kindern erfahren zu haben.

L: „Für mich war es auch wichtig und interessant, die Schülervorstellungen, wie die Kinder denken.“ (Lehrkraft 3)

L: „Wo ich auch schon viel darüber gelernt habe, das war (...) von Herrn W. über Schülervorstellungen. (...) Hier mal dahinter zu blicken, wie erklären sich Kinder das, warum erklären sie sich das so, das war für mich ein sehr interessanter Fund. (...) Einfach diese Denkweise von Kindern mal genauer zu untersuchen, war für mich schon wichtig. Das war einfach interessant.“ (Lehrkraft 9)

Es zeigt sich auch ein allgemein differenziertes Verständnis hinsichtlich des kognitionspsychologischen Hintergrundes:

L: „Ich meine, dass mir so viel klarer geworden ist, dass sie ihr Wissen konstruieren müssen. Und zwar in diesen Zusammenstellungen von den Schülervorstellungen, die sie haben und die neuen Vorstellungen, die sie vermittelt oder vorgelebt bekommen oder selber ausprobieren. Das mir einfach klar geworden ist, dass das tatsächlich immer nur aufbauend geht.“ (Lehrkraft 8)

L: „Mir war vorher schon bewusst, dass die Vorstellungen, die die Kinder haben, dass die subjektiv sind, dass die von ihren Vorerfahrungen abhängen und dass ich sie nicht verändern kann, weil sie einfach verändert werden müssen, weil sie falsch sind, sondern dass die Vorstellungen, die die Kinder im Kopf haben, dann verändert werden, wenn die Kinder merken, die eigene Vorstellung passt nicht. Das war mir vor der Fortbildung auch bewusst, aber innerhalb dieser Fortbildung ist mir das noch mal sehr klar geworden. Einfach, weil wir dann noch mal über den theoretischen Hintergrund, die Forschungsergebnisse gesprochen haben.“ (Lehrkraft 13)

Das Kennenlernen empirischer Befunde und die Begegnung mit konkreten Beispielen für Schülervorstellungen waren für die Lehrkräfte von besonderem Interesse.

L: „Hier war es für mich ganz interessant mal zu hören so eine Untersuchung: Was sind eigentlich diese Schülervorstellungen zu bestimmten Themen? Das war sehr interessant, wie Kinder sich das erklären.“ (Lehrkraft 9)

Auch deutlich wird, dass sich aus einem differenzierten Verständnis über Schülervorstellungen Konsequenzen für die Unterrichtsgestaltung ergeben.

L: „Also, ich wusste, dass Schülervorstellungen wichtig sind und mach’ auch diese Hypothesen am Anfang, aber dass sich die Vorstellungen im Grunde alle Augenblicke revidieren, verändern können, das war mir neu. Also, dass man zum Beispiel während einer Stunde öfters Hypothesen, Schülervorstellungen verbalisieren sollte, das fand ich ganz spannend und anregend. Und was auch anders wurde, es wurde einfach konkreter. Man weiß zwar, Schüler haben Vorstellungen und die muss man aufgreifen und wenn man das nicht macht, dann braucht man im Grunde gar nichts machen, weil es ändert sich dann eh nichts.“

*Aber es waren einfach konkretere Vorstellungen. Das war sehr interessant.“
(Lehrkraft 4)*

Die Begegnung mit konkreten Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen erwies sich somit mehrheitlich als interessante und bereichernde Information für die Lehrkräfte. Daraus könnte ein tieferes Verständnis von Schülervorstellungen resultieren, was Auswirkungen auf Unterrichtsverhalten haben dürfte.

IA2c: Zuwachs an fachdidaktischer und methodischer Handlungskompetenz – Versuche und weitere Anregungen zur unterrichtlichen Umsetzung

Es werden diejenigen Äußerungen zusammengefasst, in denen die Lehrkräfte explizit erwähnen, konkrete Anregungen für ihren Unterricht erhalten zu haben und diese in ihrem Unterricht auch umsetzen zu wollen. Ein Großteil der Befragten (18 Lehrkräfte) erlebt dies als Zuwachs an unterrichtlicher Handlungskompetenz. Die Aussagen umfassen daher die folgenden Bedeutungsnuancen:

- Wissenserwerb zu Versuchen: Kennenlernen geeigneter Freihandversuche
- Kompetenzerwerb im Umgang mit Versuchen: Versuche aufbauen, durchführen und diskutieren können
- Wissenserwerb und Kompetenzzuwachs im Bereich methodisch-didaktischer Maßnahmen

Insgesamt geben 18 Lehrkräfte im Zusammenhang mit ihrem persönlichen Lernerfolg an, konkrete Hinweise zur unterrichtlichen Umsetzung physikalischer Inhalte erhalten zu haben.

L: „Ich habe auch viele Anregungen bekommen, um meinen Unterricht interessanter zu gestalten oder für die Kinder ansprechender.“ (Lehrkraft 3)

Dabei wird neben allgemein methodischen Anregungen schwerpunktmäßig ein Lernzuwachs in Bezug auf Versuche angeführt.

L: „Die Experimente, das ist das, was mir sehr gut gefallen hat. (...) Weil ich einfach Anregungen für meinen Unterricht bekommen habe und aufgezeigt bekommen habe, wie ich diese Experimente so in den Unterricht einbringen kann.“ (Lehrkraft 20)

L: „Ja, das war für mich wirklich oft Neuland, weil ich die Versuche vielleicht mal aus einem Heft gekannt habe, aber ich habe mich dann nicht rangetraut und deshalb habe ich die Versuche jetzt zwar theoretisch gekannt, aber nicht praktisch. Für mich war jeder Versuch Neuland. Einfach das ausprobieren und dann habe ich oft notiert, wie ich das für mich umsetzen könnte.“ (Lehrkraft 6)

Neben einer quantitativen Zunahme an Wissen, im Sinne davon nun mehr Versuche zu kennen, geben viele der Befragten insbesondere einen als qualitativ zu bewertenden

Kompetenzzuwachs an. Dieser äußere sich darin, dass sie die Versuche nun gezielter einsetzen könnten. Dabei betonen die Lehrkräfte häufig die Bedeutung, die es gehabt habe, die Versuche selbst durchzuführen.

L: „Wenn ich das selber schon mal ausprobiert habe, dann ist die Hemmschwelle, das im Unterricht zu machen, viel niedriger, als wenn ich zu Hause sitze und es alleine ausprobiere und mir nicht sicher bin, ob das stimmt, was ich zusammenwurschtele und dann im Unterricht mache. Ich meine, dass man ein Experiment zu Hause ausprobiert, ist klar, aber wenn ich das schon mal unter Anleitung gemacht habe oder vielleicht gesehen habe, wie es andere machen, ich schon mal die Bestätigung habe, so ist es gegangen und dann muss ich es zu Hause nur noch mal kurz ausprobieren, dann ist man, also, ich bin dann, beruhigt.“ (Lehrkraft 18)

Die Übertragbarkeit auf die Unterrichtssituation wird von den Lehrkräften angesprochen und könnte reale Auswirkungen zeitigen.

L: „Vordergründig war das praktische Lernen, also praktisch selber diesen Versuch mal durchzuführen. In der Theorie ist es ja immer schön beschrieben, aber man muss es tatsächlich mal vorher selber gemacht haben, um das Ergebnis auch zu sehen oder wie funktioniert es bei mir und da natürlich die Möglichkeit zu haben, ohne groß, ich muss mir selber alles zusammensuchen, erst mal durchzuführen und auch die Beispiele zu haben, wie ich es wirklich mit einfachen Materialien machen kann. Das war für mich ein sehr großer Lernfortschritt. (...) Aber dann wirklich diese unterrichtliche Umsetzung, da habe ich wirklich sehr viel dazu gelernt. Man zehrt schon lange davon.“ (Lehrkraft 9)

L: „Ja, ich kann es leichter, weil ich mehr an Material zur Verfügung habe beziehungsweise mehr Versuche kenne, weiß, wo ich mich hinsetzen muss, wenn ich irgendwas suche. Dadurch ist es für mich einfacher geworden.“ (Lehrkraft 2)

Die aufgeführten Äußerungen machen deutlich, dass es gelungen ist, ein Fortbildungsangebot zu gestalten, in dem die überwiegende Mehrheit der Lehrkräfte den Eindruck gewonnen hat, konkrete, für ihren Unterricht brauchbare Anregungen erhalten zu haben. Im Zusammenhang mit einem selbst berichteten Kompetenzzuwachs sprechen die Lehrkräfte davon, diese Anregungen in ihrem Unterricht auch umsetzen zu wollen.

IA2d: Zuwachs an Selbstsicherheit

Für die Frage danach, inwieweit die Lehrkräfte die Anregungen real umsetzen werden, dürfte es von hoher Bedeutung sein, mit welchem Ausmaß an fachbezogener Selbstsicherheit, Selbstzuversicht und Selbstvertrauen sie an die Bearbeitung physikbezogener Inhalte herangehen. Wie bereits mehrfach dargestellt, verfügen Sachunterrichtslehrkräfte zunächst eher über geringes Maß an fachspezifischem Selbstvertrauen. Daher ist es erfreulich, dass 15 der befragten Lehrkräfte explizit erwähnen, sie fühlten sich nun sicherer in Bezug auf physikalische Inhalte, trauten sich mehr zu und könnten auf ein gesteigertes Selbstwertgefühl blicken.

*L: „Ich bin mir selber sicherer geworden in diesem physikalischen Bereich.“
(Lehrkraft 13)*

L: „Und je mehr ich mich sicher fühle in einem Gebiet, desto freier kann ich es gestalten.“ (Lehrkraft 20)

*L: „Das Entscheidende ist, dass ich mir jetzt mehr zutraue im physikalischen Bereich und dass ich jetzt auch weiß, wo ich Infos herkrige, wenn ich sie brauche.
(Lehrkraft 1)*

In der folgenden Äußerung wird deutlich, dass die Zunahme an Selbstbewusstsein und Selbstvertrauen in Bezug auf physikalische Inhalte einen unmittelbaren Einfluss auf das Lehren physikalischer Inhalte haben dürfte. Die (neu gewonnene) Sicherheit in Bezug auf physikalische Inhalte ermöglicht es beispielsweise erst Schülervorstellungen zuzulassen.

L: „Ich glaube, das hat auch was mit der eigenen Entwicklung als Lehrer zu tun. Ich glaube, je sicherer der Lehrer in seiner Sache drin ist, desto eher kann er verschiedene Schülervorstellungen zulassen, weil er weiß, wie er damit umgehen soll oder kann. Wenn ich aber selber in dem Thema unsicher bin, dann könnten die diversen Schülervorstellungen mich ja völlig aus meinem Thema rauswerfen oder Fragen aufwerfen, die ich vielleicht gar nicht so beantworten kann. Also, ich glaube, hier ist es wichtig, wie steht der Lehrer drinnen. Da würde ich sagen, kann ich jetzt mehr Schülervorstellungen zulassen als vorher, weil ich mich einfach sicherer fühle.“ (Lehrkraft 2)

Eine Lehrkraft erwähnt in diesem Zusammenhang explizit die eigenen positiven Erfahrungen des ‚Fragenlernens‘ in seinen Auswirkungen auf den persönlichen Lernprozess und auf ihre Rolle als Lehrkraft.

L: „Also ich habe gelernt, einfach zu fragen und Theorien durchzuspielen. Mir das einfach zuzulassen und nicht still zu bleiben und nichts zu sagen. Also, ich lege jetzt los mit Vermutungen, ich glaube, das habe ich früher nicht gemacht, nicht so sehr. Ich traue mich jetzt einfach. (...) Ich denke, hier ist mein größter Zuwachs: alles, was mich selbst betrifft in der Hinsicht. Ansonsten sicherlich auch, dass ich die Kinder anders betrachte in solchen Unterrichtsstunden, dass ich sie freier lasse. Weil ich es auch genossen habe, da frei zu sein, da frei zu denken und nicht immer mit einem konkreten Ziel. (...)“ (Lehrkraft 19)

Die positiven Erfahrungen in der Lernsituation eine ‚frei Denkende‘ sein zu dürfen, werden übertragen auf das eigene Berufsfeld und führen somit zu einer konstruktiveren Haltung in Bezug auf das Lehren physikbezogener Inhalte. Die Zunahme an Sicherheit führt mithin dazu, dass Unterricht freier und reflexionsorientierter gestaltet werden kann.

IA2e: Interesse in Bezug auf physikalische Inhalte

Vierzehn Lehrkräfte äußern sich im Abschlussinterview im Sinne einer veränderten Haltung gegenüber naturwissenschaftlichen Themen, Arbeitsweisen und Fragestellungen.

L: „Dass es für mich ein ganz neues Lernfeld war, das mich als Schüler abgeschreckt hat und für das ich mich jetzt so begeistern kann. Genau das Gegenteil. (...) Also, ich habe einfach für mich festgestellt, dass für mich Naturwissenschaften einen viel größeren Stellenwert bekommen haben. (...)“ (Lehrkraft 19)

Das wiederum zeitigt Auswirkungen auf den Unterricht.

L: „Vorher habe ich mir gedacht, das Thema Physik eher nicht... Also ich hatte ja schon mal eine 4. Klasse. (...) Ich habe am ehesten von anderen Leuten auch gehört, ach, dann lass ich das Thema Strom weg. Und da würde ich jetzt jedem sagen, wieso, das ist das Beste in dem Jahr: Strom und Magnetismus. Lass die anderen Sachen weg. Ich finde es für mich wichtig und für die Kinder wichtig. (...) Also, ich habe schon festgestellt, die Themenbereiche, wo die Möglichkeit ist zu experimentieren, die reizen und locken mich jetzt sehr“ (Lehrkraft 19)

Auf eine veränderte Haltung gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten verweist eine Reihe von Äußerungen, die sich zusammenfassend so beschreiben lassen: Nach Aussagen der Lehrkräfte habe Physik auch den Charakter einer ‚absoluten Wahrheit‘ verloren und naturwissenschaftliche Erkenntnisse könnten dadurch als Schritte eines sich weiterentwickelnden Erkenntnisprozesses betrachtet werden. Damit verringere sich die Angst gegenüber physikalischen Inhalten und das Interesse steige. Auch sei deutlich geworden, dass es im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht nicht die primäre Aufgabe der Lehrkraft sei, Faktenwissen zu vermitteln, sondern dass es vielmehr darum gehe, Einstellungen, Denk- und Arbeitsweisen anzubahnen.

Erwähnt wird in diesem Zusammenhang auch die Bedeutung, die es gehabt habe, Modellvorstellungen zu diskutieren.

L: „Vor allem diese ernsthaften Auseinandersetzungen mit wirklich dann kniffligen Fragestellungen, wie eben spezifisch über Modellvorstellungen. Muss man das jetzt immer so erzählen oder nicht oder sollte man es denn überhaupt erzählen, wenn man eine Modellvorstellung hat, kann man überhaupt eine Modellvorstellung bilden? Wenn ja, ist es sinnvoll, den Kindern das zu erzählen, soll man es ihnen erzählen oder nicht. Also, das sind einfach diese schwierigen Fragestellungen gewesen, die mich also schon beeindruckt haben.“ (Lehrkraft 11)

Deutlich wird in dieser Äußerung der positive Eindruck der Lehrkraft durch die persönliche ernsthafte Auseinandersetzungen mit ‚kniffligen‘ Fragestellungen.

IA 2f: Persönliche Lernziele

Im Abschlussinterview wurde jedem der Befragten zunächst rückgemeldet, welches persönliche Fortbildungsziel er vor Beginn der Fortbildungsmaßnahme formuliert hatte beziehungsweise welche Angaben er auf die Frage gemacht hatte, woran er merken würde, dass die Fortbildung sich für ihn gelohnt habe. 16 der Befragten gaben an, sie hätten ihr persönliches Fortbildungsziel erreicht oder seien ihm (deutlich) nahe gekommen.

L: „Ich bin dem sicher näher gekommen. Also, ob ich diese Ziele wirklich jemals erreicht habe, ist die Frage. Ich glaube schon, dass ich in jedem Bereich ein Stück gewonnen habe.“ (Lehrkraft 16)

Damit zeigt sich, dass die Befragten abschließend für sich einen persönlich erlebbaren Lernzuwachs wahrnehmen. Persönliche Zufriedenheit und subjektive Wahrnehmung eines individuellen Lernzuwachses konnten durch die Maßnahme erreicht werden. Das grundsätzlich positive Resümee, das die Beteiligten über ihre Teilnahme an der Fortbildung ziehen, wird im Folgenden hinsichtlich der Fragestellung untersucht, worauf die Teilnehmer ihre Lernerfolge zurückführen. Die Darstellung nimmt dazu Bezug auf die einzelnen Bausteine der Fortbildung.

6.3.2.3 Akzeptanz der Plattform SUPRA

Gemäß dem dargestellten Fortbildungsdesign erfolgte die Arbeit mit der Website schwerpunktmäßig zwischen den Präsenztagen, also in der Transferphase. Inhaltlich bestand von Seiten der Fortbildungsleitung eine große Offenheit demgegenüber, wie die Lehrkräfte die Website konkret in ihren Lernprozess integrieren würden. Die Fortbildungsteilnehmer wurden jedoch durch konkrete Arbeitsaufträge dazu ermutigt, jeden Bereich der Plattform zu besuchen, um dessen potentielle Brauchbarkeit für sich überprüfen zu können. Demzufolge sind die Arbeit mit der Website und die diesbezüglichen Erfahrungen eng verknüpft mit der Arbeit in der Transferphase. Für die hier dargestellte explorative Auswertung der Erfahrungen der Lehrkräfte mit der Plattform wurden die Äußerungen der Lehrkräfte zu einfachen Kategorien zusammengefasst. In diesen bilden sich die schwerpunktmäßig dargestellten Erfahrungen und Meinungen der Lehrkräfte im Hinblick auf die Nutzung der Plattform recht klar ab:

- IA3a: Die Struktur der Website und die Navigation sind nutzerfreundlich.
- IA3b: Die Materialbörse erweist sich hilfreich für die Unterrichtsvorbereitung.
- IA3c: Das Forum wurde nicht oder kaum genutzt.

Die nachfolgende Tabelle 19 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie.

Tab. 19: Akzeptanz der Plattform SUPRA

Bereich IA3: Akzeptanz der Plattform SUPRA		Anzahl
IA3a	Die Struktur der Website und die Navigation sind nutzerfreundlich.	15
IA3b	Materialbörse erweist sich als hilfreich für die Unterrichtsvorbereitung.	18
IA3c	Forum wurde nicht oder kaum genutzt.	15

IA3a: Die Struktur der Website und die Navigation sind nutzerfreundlich

Zur Website SUPRA befragt, geben 15 Lehrkräfte an, dass die Struktur der Website nachvollziehbar, rasch erkennbar und abgestimmt auf die Bedürfnisse der Nutzer sei. Die Navigation gelinge gut und somit sei das, was gesucht werde, rasch auffindbar. Auch in der technischen Nutzung gebe es keine Probleme. Diese Kategorie umfasst somit die folgenden Bedeutungsaspekte:

- Gute Struktur der Website

L: „Ich finde die Aufteilung sehr gut. Man kommt sehr schnell dorthin, wo man hin möchte. Es ist super aufgeteilt, finde ich. Man findet unglaublich viele Anwendungen. (...) Was ich ganz gut fände, wäre so, wenn man die Stunden kennzeichnet, die wirklich wichtig sind.“ (Lehrkraft 16)

- Gute Navigationsmöglichkeit

L: „Von der Navigation: Ich habe alles gefunden, was ich finden wollte.“ (Lehrkraft 20)

- Abstimmung auf die Bedürfnisse der Nutzer

L: „Also generell zur Website, (...) Da muss ich sagen, finde ich den Aufbau generell sehr sehr gut, dass man wirklich diese Bereiche hat, das Didaktische, dann diese Informationen zur Sache und auch wirklich das Material. Den Aufbau finde ich sehr gut. Es ist auch eine große Zeiterleichterung, weil bei mir noch der Schwerpunkt ist, ich muss mir das Material zusammensuchen, ich muss meinen Unterricht halten und für die Kinder vorbereiten, aber nicht ellenlange Ausführungen schreiben. Da gehe ich das durch und kann mir wirklich meine Schwerpunkte herausuchen. Was ich auch gut gefunden habe, war das Hintergrundwissen und vor allem in einer Sprache, die auch jeder versteht [lacht].“ (Lehrkraft 9)

Hinsichtlich der Nutzerfreundlichkeit lässt sich nach der Auswertung der Abschlussinterviews resümieren, dass es offensichtlich gelungen ist, auf der Plattform SUPRA Informationen für Sachunterrichtslehrkräfte in einer Form zusammenzustellen, dass diese von den Lehrkräften akzeptiert und als gut gelungen anerkannt wird.

IA3b: Materialbörse erweist sich als hilfreich für die Unterrichtsvorbereitung

In der Abschlussbefragung zeigt sich, dass die Mehrheit der Lehrkräfte insbesondere das Angebot auf der Materialbörse für sich als bedeutsam und hilfreich wahrnimmt.

L: „Ja. Ich gehe halt wieder auf die Website und schaue mir die Materialbörse an, weil ich das ganz gut finde. Erstens mal ist das eine ganze Sequenz, die ich da habe, ich kann mir Bausteine herausnehmen. Es ist zwar wahnsinnig viel, und ich würde nicht alles im Unterricht umsetzen, weil ich die Zeit nicht habe. Ich denke aber, gerade weil es so viel ist, bekommt man selber einen komplexeren Eindruck, was ist möglich, was gehört dazu. Ich denke, man kann sich ganz gut die Sachen heraussuchen, die man selber machen möchte.“ (Lehrkraft 18)

So geben 18 der Befragten an, die konkreten, auf den Unterricht bezogenen Seiten der Plattform für (sehr) hilfreich und brauchbar zu erachten.

L: „Also, ich schätze die Brauchbarkeit sehr hoch ein, weil die ziemlich konkrete Handlungsanweisungen bietet, also für das gesamte Vorbereiten und das gesamte Material, Arbeitsblätter, Unterrichtsverlauf. Es sind machbare Experimente für die einzelne Lehrkraft durchzuführen, und man bekommt konkrete Hinweise, wie man jetzt das ablaufen lassen könnte.“ (Lehrkraft 11)

Dabei stoßen sowohl die Struktur dieses Angebotes mit Sachinformationen, fachdidaktischen Informationen und Informationen zur unterrichtlichen Umsetzung als auch die Art und Weise der inhaltlichen Aufbereitung auf Akzeptanz.

L: „Was Sinn macht an der Website ist die Materialbörse, wie sie strukturiert ist. Ich habe theoretische Informationen von der Physik her, habe didaktische Informationen über den Verlauf der Sequenz, habe aber auch ganz praktische Materialien wie die Arbeitsblätter, die ich mir selber auf meinen Computer runterziehen kann und einfach verändere, so wie ich das will, für meine Klasse.“ (Lehrkraft 13)

Insbesondere die Möglichkeit, das angebotene Arbeitsmaterial auf Grund des zur Verfügung gestellten Dateiformates nach seinen eigenen Bedürfnissen zu verändern, somit an die eigene Planung und den eigenen Unterricht anzupassen, erwähnen viele der Befragten als günstig.

L: „Was ich sehr positiv finde, dass die Arbeitsblätter in Word sind, dass ich wirklich sagen kann, für meine Klasse, ich habe jetzt das Material und setze meinen Schwerpunkt woanders, ich kann das verändern und muss nicht wieder anfangen herumzuleben, und die Sequenzierung finde ich auch gut.“ (Lehrkraft 9)

Insgesamt zeigt es sich zudem, dass die Lehrkräfte auch für ihren Lernprozess in den Transferzeiten hauptsächlich die Angebote der Materialbörse genutzt haben. Positiv erwähnt wird auch, dass das Angebot der Plattform sich von anderen Angeboten für Lehrkräfte insofern unterscheidet, dass es sachlich und fachlich von guter Qualität ist.

L: „Ich meine, es ist nicht von irgendeinem Seminar reingestellt mit irgendwelchen Vorinformationen über die Schüler der Klasse oder so. Es ist gut ausgearbeitet ins Didaktische und vor allem als Lehrmaterial, die Informationen einfach, die man braucht für was Neues. Ich fände es toll, es würde noch mehr drin stehen. Das wäre ganz schön.“ (Lehrkraft 7)

Es kann somit davon ausgegangen werden, dass insbesondere das konkrete Materialangebot und die Hinweise zur unterrichtlichen Umsetzung als das ‚Herzstück‘ der Plattform im Sinne der Nutzer gelten und dass diese weiter ausgebaut werden sollte.

IA3: Forum wurde nicht oder kaum genutzt

Um den Lehrkräften eine zusätzliche Möglichkeit des Austausches und der Kontaktaufnahme mit den Fortbildungsleitern zu geben, wurde ein Forum auf der Website eingerichtet. Nach einer anfänglichen Einführung in die Nutzung des Forums am ersten Tag wurde es vollständig den Teilnehmern überlassen, wie sie dieses Angebot nutzen wollten. Im Rahmen eines Arbeitsauftrages während der Transferphase wurde zwar einmal darauf hingewiesen, zur Diskussion der Fragen auch das Forum nutzen zu können, allerdings erfolgte im Verlauf der Fortbildung ansonsten keine weitere explizierte Anregung zur Nutzung des Forums. Auf die entsprechende Frage im Interview hin antworteten 15 Lehrkräfte, sie hätten das Forum kaum oder spärlich genutzt. Folgende Gründe wurden dafür hauptsächlich angegeben: Das Forum habe insgesamt zu wenig Nutzer, daher habe es zu wenige Beiträge von anderen gegeben und man habe lange auf eine Antwort warten müssen, wenn überhaupt eine Antwort erfolgt sei.

L: „Und dann ist es so, wenn ich was geschrieben habe und ich schaue am nächsten Tag nach und es ist nichts da, dann verliert sich das mit der Zeit.“ (Lehrkraft 5)

L: „Also, das Forum habe ich nicht genutzt. Auch weil ich am Anfang ein paar Mal reingeschaut habe und es war nichts.“ (Lehrkraft 19)

L: „Zum Forum vielleicht noch etwas. Ich glaube, dass es einfach zu wenig Teilnehmer waren. (...) Man schafft es einfach nicht, weil man trotzdem einen qualitativ guten Beitrag leisten muss und nicht irgendwie etwas reinschreiben will.“ (Lehrkraft 9)

Die Lehrkräfte geben an, sie tauschten sich lieber persönlich mit Kollegen aus, außerdem habe man sich ja sowieso mit dem Lernpartner getroffen und diskutiert.

L: „Ich spreche liebe mit Leuten, denen ich ins Gesicht schauen kann.“ (Lehrkraft 18)

L: „Ich persönlich bin keine große Freundin von der Arbeit mit dem Forum. Wie ich es gerade schon erklärt habe, ist mir der persönliche Austausch wichtig.“ (Lehrkraft 13)

L: „Zur Kommunikation habe ich es jetzt nicht verwendet, weil ich da ja meinen Lernpartner hatte.“ (Lehrkraft 3)

Zwar geben zwei Lehrkräfte an, sie fänden das Forum durchaus wichtig und sinnvoll, doch die überwiegende Mehrheit der Befragten zeigt eine deutlich ablehnende Haltung gegenüber der Forumsnutzung im Zusammenhang mit der SUPRA-Lehrerfortbildung.

Im Zusammenhang mit der von vielen geäußerten Präferenz für einen persönlich unmittelbaren Austausch in der konkreten Begegnung wäre daher der weiteren Nutzung eines Forums in dieser Lehrerfortbildung eher eine ungünstige Prognose auszustellen. Allerdings lässt der ebenfalls von vielen geäußerte Hinweis auf die als sehr schleppend empfundene Kommunikation vermuten, dass bei einer intensiveren Nutzung eines Forums (zum Beispiel durch die Teilnahme mehrerer Personen) dieses durchaus einen positiven Stellenwert erhalten könnte.

6.3.2.4 Beurteilung der Transferzeit und der Lernpartnerschaft

Zur Beurteilung der Transferzeit und der Arbeit in der Lernpartnerschaft lassen sich die Antworten der Lehrkräfte schwerpunktmäßig in die folgenden beiden Kategorien einordnen:

- IA 4a: Die Zusammenarbeit mit dem Lernpartner wird als sinnvoll und gewinnbringend eingeschätzt.
- IA 4b: Die Hausaufgaben werden als geeignete Möglichkeit zur Anregung einer kontinuierlichen Arbeit an den Inhalten angesehen.

Die nachfolgende Tabelle 20 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie.

Tab. 20: Beurteilung der Transferzeit und der Lernpartnerschaft

Bereich IA4: Beurteilung der Transferzeit und der Lernpartnerschaft		Anzahl
IA4a	Zusammenarbeit mit Lernpartner als hilfreich/sinnvoll erlebt	12
IA4b	„Hausaufgaben“ als sinnvolle Möglichkeit zur „Überbrückung“	13

IA4a: Die Zusammenarbeit mit dem Lernpartner wird als sinnvoll und gewinnbringend eingeschätzt

Zwölf der 20 befragten Lehrkräfte geben an, die Arbeit mit dem Lernpartner als hilfreich und gewinnbringend erlebt zu haben. Förderlich für eine gemeinsame Arbeit an den Inhalten der Fortbildung werden die Faktoren persönliche Sympathie, bereits vor Fortbildungsbeginn bestehende Kooperation und gemeinsame Tätigkeit an einer Schule angegeben.

Die Lernmöglichkeiten, die sich durch die Arbeit mit dem Lernpartner ergeben hätten, seien insbesondere die Bereicherung und Erweiterung individueller Sichtweisen durch Anregungen, Austausch und Diskussion.

L: „Ja, gerade auch, dass man sich mit dem Lernpartner besprechen kann, sich austauschen kann, ist dann auch ganz gut. (...) Und wenn man an einer Schule ist, dann kann man doch mal in der Früh darüber sprechen.“ (Lehrkraft 18)

Auch das Entstehen von Verbindlichkeit und Verantwortung gegenüber dem Lernpartner werden als sinnvoll erachtet und führen zu einer eigenen Auseinandersetzung mit den Inhalten.

L: „Ich finde sie sehr gut. Man setzt sich Termine und weiß, hier treffen wir uns. Das ist eine soziale Verantwortlichkeit, die entsteht. Bei uns war es jetzt auch so, dass wir uns vom Studium her gut kennen. Von daher war schon eine freundschaftliche Basis da. Wir haben uns auch von der Arbeitseinstellung sehr gut ergänzt.“ (Lehrkraft 16)

Einige Lehrkräfte verweisen darauf, dass die Arbeit in der Lernpartnerschaft zu einer Intensivierung und Vertiefung der Zusammenarbeit geführt habe, die sich auch auf andere Bereiche ausdehnt.

L: „Jetzt ist es so, dass ich, ich glaube, ich bin sein angenehmster Kollege geworden. Also, wir tauschen uns sehr aus. Ich habe mit ihm noch andere Bereiche übernommen. Lehrmittelbereich, wo wir uns durchgekämpft haben, und ich bin einfach anerkannt worden von ihm. (...) Ja, ich weiß auch, ich kann zu ihm kommen, ob das jetzt Physik ist oder ein anderer Bereich und sagen, du, da bräuchte ich was oder hast du was oder wie soll ich das machen? Aber er fragt mich auch, zum Beispiel nach der letzten Fortbildung, die ich bei ihm besucht habe, wie fand's du mich. Also er nimmt mich irgendwie ernst. Das sagt man ja nicht einfach so. Das ist ein sehr offenes Verhältnis geworden und ein ganz ein Ehrliches. Wir haben viel mehr Kontakt miteinander. Das war jetzt für mich auch was Positives in der Fortbildung. (...) Deshalb hat mir in der Hinsicht der Lernpartner geholfen, dass ich da immer mal wieder fragen konnte, soll ich es probieren oder soll ich es nicht probieren.“ (Lehrkraft 19)

Einige der Lehrkräfte erwähnen, auch im Rahmen der Lernpartnerschaft gemeinsam Unterrichtssequenzen vorbereitet zu haben und nach deren Durchführung gemeinsam

reflektiert zu haben. Ebenfalls erwähnen die Lehrkräfte, dass sie an ihren Schulen nun zuständig für die Bestellungen der Materialsammlung seien und als Ansprechpartner für naturwissenschaftsbezogene Fragestellungen gelten.

IA4b: Die Hausaufgaben als geeignete Möglichkeit zur ‚Überbrückung‘

‚Hausaufgaben‘ erhielten die Lehrkräfte jeweils an Ende eine Fortbildungstages. Sie umfassten in der Regel konkrete Arbeitsaufträge zur Arbeit mit der Website, zur Arbeit an einem ausgewählten Thema des physikbezogenen Sachunterrichts, zu Fragen des Lernens und Lehrens im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts und zur Arbeit mit dem Lernpartner.

L: „Also, es war bestimmt jedenfalls so, dass ich Hausaufgaben gemacht habe, weil ich es mit meiner Lernpartnerin ausgemacht habe, und ich weiß nicht, ob ich das gemacht hätte, wenn ich keine Lernpartnerin gehabt hätte.“

I: „Also, so ein bisschen der Effekt von bei der Stange, am Thema bleiben?“

*L: „Ja, ja genau. Gerade eben, wenn man es dann auch im Unterricht umsetzt.“
(Lehrkraft 20)*

Das Urteil der Lehrkräfte fällt gemischt aus. So geben zwar immerhin dreizehn Lehrkräfte an, die Hausaufgaben als sinnvolle Möglichkeit zur Weiterarbeit und zur ‚Überbrückung‘ angesehen zu haben, doch erwähnen auch einige, sie hätten diese Hausaufgaben als Druck erlebt.

L: „Ich fand es ganz gut, dass man die Hausaufgaben in der Transferzeit hatte, sonst geht man nach Hause, wenn man das fertig gemacht hat, dann kommt man das nächste Mal wieder und man hat es direkt vergessen. Wenn ich dann aber gezwungen war, noch mal darüber nachzudenken, was man gehört hat, bleibt bei mir mehr hängen. Einfach, man denkt sich noch mal mehr rein und vielleicht ist es auch so, wenn man ein bisschen Abstand davon hat, weil der Tag ist ja doch irgendwie voll gepackt. Wenn man dann in ein paar Tagen noch mal darüber nachdenkt, kommen einem vielleicht auch noch mal neue Ideen.“ (Lehrkraft 18)

L: „Fand ich nicht schlecht, weil ich schon jemand bin, der ein bisschen Druck braucht und wenn es auf ganz freiwilliger Basis ist, dann weiß ich nicht (...). Dass ich mir das einfach nochmals ins Gedächtnis rufe, das ist für mich eine Form der Nachbereitung gewesen, so dass es nicht ganz verhallt, sondern ich es mir noch einmal anschau (...). Mit den Hausaufgaben hatte ich kein Problem, auch zeitlich nicht. Man nimmt sich halt mal eine Stunde Zeit und es war auch vom Umfang her in Ordnung.“ (Lehrkraft 9)

Sieben der dreizehn Lehrkräfte geben dabei zusätzlich an, gerade das Lesen der angegebenen Texte (diese konnten die Lehrkräfte teilweise von der Lernplattform downloaden) habe interessante Überlegungen und Diskussionen ausgelöst. Einige Lehrkräfte geben an, die Hausaufgaben nicht oder nur in Teilen bearbeitet zu haben.

6.3.2.5 Beurteilung der Präsenztage

Im Folgenden wird dargestellt, wie die Lehrkräfte ihr Lernen an den Präsenztagen erlebt haben und beurteilen. Dazu ließen sich aus den Aussagen die aufgeführten vier Kategorien entwickeln. Demnach erfolgte an den Präsenztagen Lernen schwerpunktmäßig durch:

- IA5a: Diskussionen und Austausch mit Kollegen
- IA5b: Vorträge, Erklärungen, Demonstration und Diskussionen mit Experten
- IA5c: Lehr-Lernmethoden zur Aktivierung und zur Förderung der Gesprächsbereitschaft
- IA5d: Aktive, eigene Auseinandersetzung mit den Inhalten in Form von eigenständigem Handeln, Durchführung von Versuchen und Basteln von Objekten

Die nachfolgende Tabelle 21 gibt einen Überblick über die Anzahl der Nennungen pro Kategorie.

Tab. 21: Beurteilung der Präsenztage

Bereich IA5: Beurteilung der Präsenztage		Anzahl
IA5a	Günstig: Diskussionen und Austausch mit Kollegen	17
IA5b	Günstig: Vorträge, Erklärungen, Demonstration und Diskussionen mit Experten	15
IA5c	Günstig: Lehr-Lernmethoden zur Aktivierung und zur Förderung der Gesprächsbereitschaft	16
IA5d	Günstig: Eigenaktivität	18

IA5a: Diskussionen und Austausch mit Kollegen

17 Lehrkräfte geben den Austausch mit Kollegen als förderlich für ihren Lernprozess an. Damit hebt die überwiegende Mehrheit die Bedeutung des Austausches als ganz wesentlich für den eigenen Lernprozess an den Präsenztagen hervor.

L: „Also, die Präsenztage habe ich sehr genossen. Alleine schon dieses Austauschen mit verschiedensten Lehrkräften.“ (Lehrkraft 20)

L: „Was ich auch super fand, ist der Austausch mit Kollegen, weil das gerade im Alltag, gerade bei an einer kleinen Schule, sowieso viel zu kurz kommt.“ (Lehrkraft 17)

Bereits ein informeller Austausch dient nach Aussagen der Lehrkräfte dazu, eine Atmosphäre aufzubauen und mitzugestalten, in der dann auch sachliche und fachliche Diskussionen eine lernförderliche Wirkung entfalten.

L: „Das habe ich in der Fortbildung sehr wichtig gefunden, immer die Zeit am Anfang zu haben und nicht gleich zu starten, sondern wirklich diese Zeit zu haben, sich untereinander auszutauschen. Es ging dann auch manchmal nicht um die Fortbildung, aber es war wichtig.“ (Lehrkraft 9)

Deutlich zeigt sich, wie wichtig auch der sachbezogene Austausch mit Kollegen ist.

L: „Das ist das, was ich genossen habe und was mir was gebracht hat, das ist Inspiration. Wenn man mit Kollegen zusammensitzt, zu einem bestimmten Thema was macht und diskutiert oder auch hört und sieht, was andere machen. Es gab ja auch praktische Beispiele von anderen, das ist Inspiration. Wenn ich das lange nicht habe, dann entsteht auch so ein Leergefühl. Inspiration ist das, was wir brauchen, um kreativ Sachen zu entwickeln.“ (Lehrkraft 10)

L: „Sehr viele interessante Gespräche, sehr viele interessante Anregungen, wie ich mit den Kindern arbeiten kann. (...) Also die Gespräche in der Runde mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern, aber auch so kleine Gespräche mit einzelnen Teilnehmerinnen und Teilnehmern. (...) Mir hilft es viel mehr, wenn ich die Gedanken der anderen mitverfolgen kann beziehungsweise mir meine eigenen Gedanken dazu machen kann, was die Leute zu den gleichen Inhalten gemacht haben. Dieser persönliche Austausch ist bei mir wichtig.“

I: „Mit Kollegen?“

L: „Mit Kolleginnen und Kollegen. Einfach auch mit Fachleuten.“ (Lehrkraft 13)

Es wird deutlich, wie wichtig die Bereitstellung vielfältiger Möglichkeiten für informellen wie auch sachbezogenen Austausch mit Kollegen im Laufe einer berufsbegleitenden Fortbildungsmaßnahme ist.

IA5b: Hilfreiche Erklärungen, Vorträge, Demonstrationen und Diskussionen mit Experten

15 Lehrkräfte verweisen darüber hinaus auf die hohe Bedeutung, die Kurzvorträge, Präsentationen, Gespräche und Diskussionen mit einem Experten für sie gehabt hätten.

L: „Ich habe gelernt, auch über diese Vorträge. Schön, was vorgeführt zu bekommen. Es ist schön, wieder in Kontakt mit Wissenschaft zu kommen, also das, was ja drüber steht über unsere Arbeit (...). Wieder neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu hören und Zusammenhänge und Hintergründe zu diskutieren.“ (Lehrkraft 10)

Gute Erklärungen werden als wesentlich, und zwar insbesondere im Hinblick auf ein besseres Verständnis physikalischer Inhalte dargestellt.

L: „Dass das aber hinter dem Spiegel ist, mit einem gleichen Abstand und so, das fand ich faszinierend. Nachdem das Herr W. dann auch noch erklärt hat, einleuchtend.“ (Lehrkraft 3)

Dabei wird deutlich, dass die Qualität einer guten Erklärung etwas damit zu tun zu haben scheint, dass ein Bezug ‚zum Alltag‘ hergestellt werden kann und ‚das Wichtigste kurz und prägnant‘ gesagt wurde.

L: „Ich finde, er hat es auch auf einer sehr verständlichen Ebene erklärt. Auch die Versuche, die er vorgemacht hat, waren wirklich nicht irgendwo aus der Theorie oder aus der höheren Physik, sondern wirklich so, wie man es im Alltag erklärt. Sachinfos waren für mich immer kurz, prägnant, wirklich das Wichtigste und so, dass ich es verstehen kann.“ (Lehrkraft 9)

Deutlich wird damit, dass auch Lehr-Lernmethoden mit eher instruktivem Charakter eine nicht zu unterschätzende Bedeutung im Lernprozess der Lehrkräfte erlangen.

IA5c: Lehr-Lernmethoden zur eigenen Aktivierung und zur Förderung der Gesprächsbereitschaft

Neben einem häufig geäußerten Lob für die gute Strukturierung und dadurch hergestellte Transparenz über Inhalte und Verlauf der einzelnen Fortbildungstage führen 16 Lehrkräfte ihren Lernerfolg auch zurück auf den Einsatz von Lehr-Lernmethoden, durch die sie eine Aktivierung und die Förderung der eigenen Gesprächsbereitschaft erfahren haben. Die Abgrenzung zur Kategorie IA5a erfolgt darüber, dass in dieser Kategorie von den Lehrkräften explizit die zur Förderung von Kommunikations- und Diskussionsprozessen sowie zur Förderung ihrer Eigenaktivität eingesetzten Lehr-Lernmethoden angesprochen werden. Durch eine Methode ‚gezwungen‘ zu werden, sich mit den anderen auszutauschen, irritiert zunächst und lässt dann jedoch bei entsprechender grundsätzlicher Sicherheit in der Situation die Bereitschaft zur Offenheit entstehen.

L: „Die Gesprächsmethoden habe ich ganz gut gefunden, weil man selber in Aktion ist und wirklich ‚gezwungen‘ wird, sich mit einzubringen. Hier ist sonst schon die Gefahr, man setzt sich Stunden rein, hört sich das an, keiner meldet sich, wenn etwas gefragt wird, aber hier bin ich einfach gezwungen, mich auch miteinzubringen.“ (Lehrkraft 9)

So sprechen die Lehrkräfte beispielsweise davon, sich im Laufe der Fortbildung zunehmend getraut zu haben, über die eigenen Gedanken und Ideen zu sprechen, selbst wenn sie sie für falsch gehalten hätten. Auch der Einsatz lernprozessförderlicher

Organisationsformen, wie zum Beispiel die Arbeit im Rahmen einer Lerntheke, wird als günstig erlebt.

L: „Dann auch die Lerntheke, weil hier Sachen angeboten waren, wo ich mir denke, die hätte ich höchstens in einem Buch gelesen und ob ich es dann gebraucht hätte, wäre wieder fraglich gewesen. Weil es hilft mir schon, wenn ich es wirklich sehe. Wenn ich es lese, habe ich oft Schwierigkeiten, mir das vorzustellen. Wenn ich es sehe, dann denke ich mir, das ist ja gar nicht schwer. Von dem her und was es für viele Möglichkeiten gibt, z.B.: Was ist Magnetismus, die Welt als Magnet (...) und eben auch, was man selber erstellt hat, dass man zu Hause noch mal nachschauen kann, wie geht das oder mit den Kindern versuchen, so etwas herzustellen. Das war so viel, was ich da gelernt habe.“ (Lehrkraft 18)

Es zeigt sich, dass die Lehrkräfte als Experten für Lernen und Lehren die Bedeutung der eingesetzten Methoden für ihren eigenen Lernprozess wahrnehmen, reflektieren und positiv bewerten. Eine Übertragung auf den Unterricht kann damit angebahnt werden.

L: „Ich fand die Methoden klasse. Hier habe ich auch viele in der Klasse immer wieder angewendet.“ (Lehrkraft 16)

IA5d: Aktive, eigene Auseinandersetzung mit den Inhalten in Form von eigenständigem Handeln, Durchführung von Versuchen und Basteln von Objekten

Als wesentlich erweist es sich für die Lehrkräfte, vielfältige Möglichkeiten erhalten zu haben, durch eigenes Tun und selbstständiges Handeln Inhalte eigenaktiv erarbeiten zu können. Die Abgrenzung zur Kategorie IA5c erfolgt darüber, dass der Bedeutungsschwerpunkt hier deutlich auf einem handelnden Tätigsein, einem explorierenden Umgang mit Material, dem Erproben von Versuchen und dem Bau von Objekten liegt. 18 der Befragten geben an, dass Situationen, in denen eigenständiges Handeln ermöglicht wurde, (sehr) hilfreich und unterstützend für ihren Lernprozess gewesen seien. Dabei umfasst das Bedeutungsfeld dieser Kategorie sowohl das eigenständige Durchführen von Versuchen, zum Beispiel im Rahmen der Arbeit an den Lernstationen, als auch das Basteln von inhaltsbezogenen Spielobjekten.

L: „Natürlich das Basteln, das Herstellen von Material fand ich ganz toll. Man verliert so eine gewisse Scheu, an das ranzugehen und sei es nur, die Isolierung von Drähten zu entfernen.“ (Lehrkraft 4)

L: „Auch dieses selber Ausprobieren, wie ein Kind. Ich bin wirklich wie ein Kind gewesen. Anschauen, staunen, überlegen, nachdenken, nach einer Theorie suchen. Dass ich selber erleben durfte. (...). Ich bin der Meinung, wir durften es einfach erleben wie ein Kind. So habe ich es erlebt. Deshalb fand ich die Präsenztage bei dieser Fortbildung wichtig. Ich denke, Internet alleine würde nicht genügen, um zu sagen, so sehen Sie, wie Sachunterricht im naturwissenschaftlichen Bereich abläuft. Also, man würde das sicher nehmen als Material, aber ich glaube, der Geist fehlt.“ (Lehrkraft 19)

Es wird deutlich, dass das selbstständige Erproben eine sehr hohe Bedeutung für den Lernprozess der Lehrkräfte darstellt. Auch die Übertragbarkeit der Erfahrungen auf den Unterricht erweist sich an dieser Stelle wieder als bedeutsam.

L: „Ich finde es wichtig, diese Präsenztage. Mir würde alleine die Website zum Beispiel nicht genügen, weil ich denke, die ist nett, um sich Material zu beschaffen. So sehe ich das jetzt, als Materialbörse vor allem. Aber diese Präsenztage, die fand ich, haben mich erst dazu gebracht zu sagen, das mache ich.“ (Lehrkraft 7)

L: „Dieser Schwerpunkt ‚Tun‘. Ich glaube, das ist auch das Schöne an der Fortbildung, dass es nicht nur gesagt wurde, sondern ich selber auch über Tun drankommen konnte. Es ist ja oft so in diesen Fortbildungen, da wird erklärt, was man tun soll mit den Kindern, aber mit den Erwachsenen wird es nicht getan. Aber wir lernen ja auch so.“ (Lehrkraft 10)

In der Fortbildung wurde ‚nicht nur erklärt, was man mit Kindern tun sollte‘, sondern es wurden entsprechende eigene Lernerfahrungen für die Lehrkräfte ermöglicht. Das führt zunächst zumindest zu einer positiven Beurteilung der Fortbildung.

Zusammenfassend lässt sich formulieren, dass die Lehrkräfte insbesondere das Lernen an den Präsenztagen als wesentlich und entscheidend für ihren persönlichen Lernprozess erachten. Den Transfer inhaltlicher und methodischer Anregungen in ihre eigene Unterrichtsplanung und -gestaltung nehmen die Lehrkräfte als eng verbunden mit den eigenen Lernerfahrungen an den Präsenztagen wahr. Inwieweit dies wiederum dazu führt, dass entsprechende Anregungen auf Grund positiver eigener Lernerfahrungen tatsächlich in unterrichtliches Handeln umgesetzt werden, wäre weiter zu untersuchen.

6.3.2.6 Verbesserungsvorschläge

Aus der bisherigen Darstellung geht hervor, dass die befragten Lehrkräfte ihre Teilnahme an der SUPRA-Lehrerfortbildung mit einem hohen Maß an Zufriedenheit resümieren. Für die kontextsensitive Weiterentwicklung ist es bedeutsam, die bisherigen Erfahrungen der Lehrkräfte und die Reflexion ihres Lernprozesses zusätzlich für Hinweise zur positiven Weiterentwicklung der Maßnahme zu nutzen. Die Lehrkräfte wurden danach befragt, welche Hinweise sie zur Verbesserung und Weiterentwicklung der Maßnahme und der Plattform geben könnten. Die Hinweise, die die Befragten gaben, wurden nicht kategorisiert. Sie werden im Folgenden einzeln aufgeführt.

Hinweise zur Verbesserung der Plattform zielen in erster Linie darauf, mehr Inhalte auf der Materialbörse zur Verfügung zu stellen. Eine Lehrkraft bittet für jeden der aufbereiteten Unterrichtsinhalte um die Erstellung und Veröffentlichung einer Materialliste für das notwendige Unterrichtsmaterial an geeigneter Stelle in der Materialbörse.

Eine andere Lehrkraft regt an, an prominenter Stelle der Website jeweils die Jahrgangsstufe anzugeben, für die der Inhalt aufbereitet wurde. Eine weitere Lehrkraft regt an, die Arbeit mit der Website im Zusammenhang mit der Diskussion von Unterricht mehr in die Präsenztage zu integrieren.

Für die Weiterentwicklung der gesamten Maßnahme lassen sich zusätzlich zu den genannten Empfehlungen die folgenden Hinweise der Lehrkräfte auflisten:

- mehr Fortbildungstage, mehr Inhalte,
- mehr Zeit für Diskussionen an den Fortbildungstagen, davon insbesondere Diskussionen über konkrete unterrichtliche Umsetzungsmöglichkeiten und Erfahrungen,
- andere Lehrkräfte dagegen: besseres Zeitmanagement, weniger Diskussionen,
- kürzere Transferphasen, weniger Zeit zwischen den Präsenztagen,
- Erstellung von Tagesprotokollen zu den Präsenztagen,
- Erstellung einer Übersicht über die eingesetzten Methoden.

Interessant ist die unterschiedliche Einschätzung hinsichtlich des Zeitmanagements an den Präsenztagen. Während eine Reihe von Lehrkräften angab, die Präsenztage seien mit einer recht straffen zeitlichen Organisation recht voll an Inhalten gewesen und sie hätten sich bisweilen mehr Zeit für Austausch gewünscht, geben andere Lehrkräfte an, ihrer Ansicht nach könne man die Präsenztage insgesamt etwas straffer organisieren. So habe es ihrer Ansicht nach ‚Leerlaufzeiten‘ gegeben.

Zusammenfassend lässt sich aus den recht spärlichen Hinweisen allerdings wenig Aufschlussreiches für die Weiterentwicklung der Maßnahme schließen.

6.3.3 Wirksamkeit der Maßnahme – Ergebnisse der Lehrerfragebögen

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse zur Wirksamkeit der Maßnahme dargestellt. Veränderungen im ‚kognitiven System‘ der Teilnehmer, deren – nicht nur selbst reportierter, sondern sich im Vorher-Nachher-Vergleich abzeichnende/r – Wissenszuwachs und deren Einstellungsänderung gelten als Hinweise auf die Wirksamkeit der Maßnahme. Im Sinne der angesprochenen Forschungsstrategie und unter Bezugnahme auf das Prinzip der Triangulation wurden die intendierten Veränderungen mit Hilfe zweier Erhebungsmethoden erfasst, den Leitfadenterviews und den

Fragebögen. Zunächst erfolgt die Ergebnisdarstellung der Fragebogendaten, nachfolgend die der Interviewdaten unter 6.3.4.

Der Fragebogen, dessen Bereiche und Skalen wurden unter 6.2.3.1 vorgestellt. Im Anhang B2 findet sich eine knappe zusammenfassende Übersicht über die Skalenkennwerte im Vorher-Nachher-Vergleich, im Anhang B3 finden sich die vollständige Übersicht über alle Skalen, die den Skalen zugeordneten Items und die Skalenkennwerte,

6.3.3.1 Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik

Die Reliabilität der Skalen kann im Bereich Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik als gut eingeschätzt werden. Die Skala ist normalverteilt (K-S-Test). Die folgende Tabelle 22 gibt skalenbezogenen Aufschluss über Cronbach's Alpha, Mittelwerte, Standardabweichung und Signifikanzwerte.

Tab. 22: Interessen und Selbsteinschätzung – Skalenkennwerte (Bereich F1)

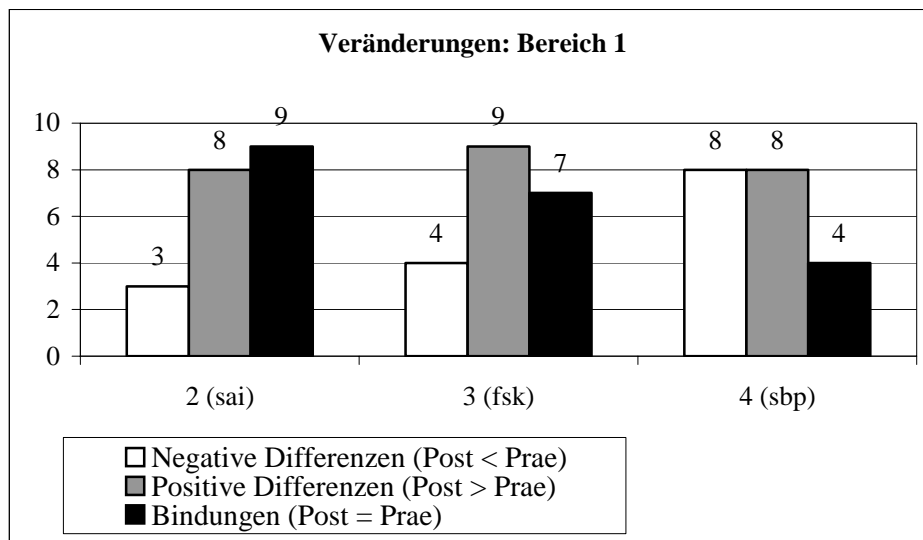
Bereich FB1: Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik		PRAE			POST			p-Wert
		Alpha	MW	SD	Alpha	MW	SD	
1 fai	Interesse am Schulfach Physik (retrospektiv bezogen auf die eigene Schulzeit) (4 Items)	.95	1.76	1.29	k.A. ⁸⁸			
2 sai	Aktuelles Interesse an Gegenständen und Themen der Physik (4 Items)	.71	2.98	.58	.79	3.13	.55	0.17
3 fsk	Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. Physik (4 Items)	.80	2.32	.65	.91	2.32	.84	0.80
4 sbp	Eingeschätzte Bedeutung von Physik (persönlich) (5 Items)	.91	3.03	.83	.72	3.04	.54	1.0

⁸⁸ Für die Skala 1 ‚Interesse am Schulfach Physik‘ konnten keine Unterschiede zwischen ‚vorher‘ und ‚nachher‘ ermittelt werden. Diese Items waren im Fragebogen nach der Fortbildung nicht enthalten, da davon ausgegangen wurde, dass das Interesse am Schulfach (retrospektiv) sich durch die Maßnahme nicht ändern würde.

Betrachtet man die Ergebnisse des Wilcoxon-Rangsummentests (Tab. 22 und Abb. 14) zeigen sich folgende Ergebnisse:

Bezüglich des angegebenen ‚aktuellen Interesses an Gegenständen und Themen der Physik‘ (sai) zeigt sich in acht Fällen eine positive Differenz, bezüglich des ‚Fähigkeitsselbstkonzepts bezüglich Physik‘ (fsk) zeigt sich in neun Fällen eine positive Differenz. Nach der Fortbildung stimmen damit acht beziehungsweise neun Personen den Items zu Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept mehr zu. Das spricht dafür, dass sowohl das Interesse als auch das Fähigkeitsselbstkonzept in Bezug auf Physik leicht zugenommen haben könnten. Die Ergebnisse der Skalen sind jedoch nicht signifikant (p -Werte > 0.1).

Abb. 14: *Interessen und Selbsteinschätzung – Wilcoxon-Rangsummen-Test (Bereich FBI)*



Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Items, ist ausschließlich bei einem Item der Skala 2 („*Mich mit physikalischen Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß*“) der Unterschied zwischen vorher und nachher signifikant ($p = 0.034$). Insgesamt stimmen sieben Personen diesem Item (deutlich) mehr zu, somit ist bei sieben Personen das Interesse an physikalischen Inhalten gestiegen.

Bezüglich der ‚eingeschätzten Bedeutung von Physik im Alltag‘ (Skala 4 sbp) zeigen sich im Wilcoxon-Rangsummen-Test (vgl. Abb. 14) keine nennenswerten Veränderungen. Das Ergebnis der Skala ist nicht signifikant (vgl. Tab. 22). Dies könnte unter

anderem darauf zurückzuführen sein, dass bereits vor der Fortbildung die Bedeutung von Physik mit einem Mittelwert von 3.03 als hoch betrachtet werden kann⁸⁹.

Nach der Analyse dieser Skalen des Fragebogens ist davon auszugehen, dass der Besuch der Fortbildung insgesamt keine nennenswerten Auswirkungen auf das Fähigkeitsselbstkonzept in Physik und die eingeschätzte Bedeutung von Physik hatte, das Interesse an Physik ist leicht angestiegen, der Unterschied jedoch nicht signifikant.

6.3.3.2 *Verständnis über die Natur der Naturwissenschaften (,Nature of Science')*

Die Reliabilität der Skala kann als gut eingeschätzt werden. Mittelwerte und Standardabweichung sind in Tabelle 23 angegeben. Es ergibt sich kein signifikanter Mittelwertsunterschied zwischen Vor- und Nachtest.

Tab. 23: *Sichtweise über Naturwissenschaften– Skalenkennwerte (Bereich FB2)*

Bereich FB2: Sichtweise über Naturwissenschaften		PRAE			POST			p-Wert
		Alpha	MW	SD	Alpha	MW	SD	
5 nos	Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein;							
	Hier: ‚konstruktivistisches Naturwissenschaftsverständnis‘ (5 Items)	.78	2.88	.81	.77	3.07	.74	0.28

⁸⁹ Im ‚Nach-Test‘ zeigt ein Item (posbp1) dieser Skala ein geringes Alpha. Dies ist ein Hinweis auf schlechte Trennschärfe. Das Item wurde jedoch nicht selektiert, da im Vortest alle Items gute Werte aufweisen.

Tab. 24: Sichtweise über Naturwissenschaften – Wilcoxon-Rangsummen-Test (Bereich FB2)

		N
ponosgesamt – nosgesamt	Negative Differenzen (a)	5
	Positive Differenzen (b)	9
	Bindungen (c)	5
	Gesamt	19

a) Post < Prae, b) Post > Prae, c) Post = Prae

Im Wilcoxon-Rangsummentest zeigen sich neun positive Differenzen. Das bedeutet, dass neun Personen den Items nach der Fortbildung mehr zustimmen. Daraus lässt sich schließen, dass sich in neun Fällen ein konstruktivistischeres Verständnis für die Natur der Naturwissenschaften entwickelt haben dürfte. Damit gilt naturwissenschaftliches Wissen bei den entsprechenden Personen nicht mehr im gleichen Maße wie vor der Fortbildungsmaßnahme als ‚über jeden Zweifel erhabenes Wissen‘. Allerdings ist der Zuwachs nicht signifikant ($p > 0,1$).

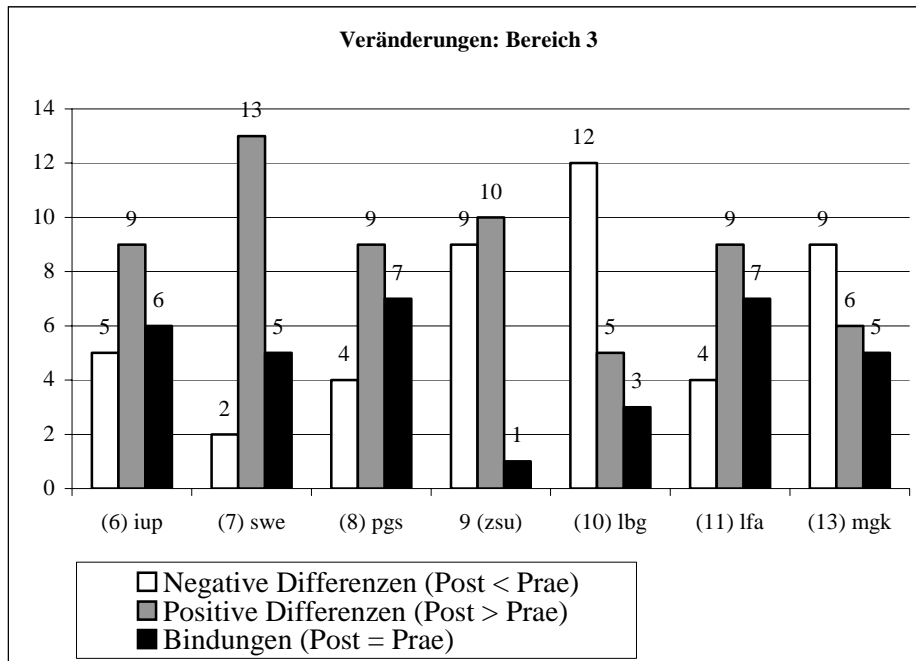
6.3.3.3 Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht

Die Reliabilität der Skalen kann für die Skalen 6 (iup), 7 (swe), 8 (pgs), 9 (zsu) 10 (lbg), 11 (lfa) und 13 (mgk) insgesamt als akzeptabel bis gut betrachtet werden. Die folgende Tabelle 24 gibt skalenbezogenen Aufschluss über Cronbach's Alpha, Mittelwerte, Standardabweichung und Signifikanzwerte. Signifikante und tendenziell signifikante p-Werte sind grau unterlegt. Da die Reliabilität der Skala 12 (lfs) weder im Vor-Test noch im Nach-Test als befriedigend angesehen werden kann, wird diese in der weiteren Analyse nicht berücksichtigt. Abb. 16 veranschaulicht die Ergebnisse des Wilcoxon-Rangsummentests.

Tab. 25: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht–Skalenkennwerte (Bereich FB3)

Bereich FB3: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht		PRAE			POST			p-Wert
Skala		Alpha	MW	SD	Alpha	MW	SD	
6 iup	Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)	.71	3.35	.51	.78	3.48	.50	0.27
7 swe	Selbsteinschätzung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte (4 Items)	.88	2.73	.71	.62	3.10	.50	0.01
8 pgs	Eingeschätzte Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule (4 Items)	.52	3.50	.42	.82	3.67	.41	0.06
9 zsu	Ziele physikbezogenen Sachunterrichts (9 Items)	.82	3.25	.47	.84	3.11	.48	0.48
10 lbg	Lernbereitschaft von Grundschulkindern im Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)	.78	3.18	.54	.72	3.03	.57	0.17
11 lfa	Allgemeine Lernfähigkeit von Grundschulkindern im physikbezogenen Sachunterricht (3 Items)	.46	3.40	.49	.86	3.60	.55	0.14
12 lfs	Fähigkeit von Grundschulkindern, im physikbezogenen Sachunterricht selbstgesteuert zu lernen (4 Items)	.38	2.68	.51	.37	2.71	.42	0.84
13 mgk	Möglichkeit, physikbezogenen Sachunterricht für Grundschulkindern motivierend zu gestalten (4 Items)	.70	3.38	.48	.67	3.36	.52	0.77

Abb. 15: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht – Wilcoxon-Rangsummen-Test (Bereich FB3)



In der Skala sechs ‚Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts‘ (iup) zeigen sich insgesamt neun positive Differenzen, was darauf schließen lässt, dass in neun Fällen das Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts gestiegen ist. Allerdings ist dieses Ergebnis der Skala nicht signifikant ($p > 0.1$). Betrachtet man das Ergebnis der einzelnen Items zeigt sich für ein Item („*Ich habe Interesse daran, physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten*“) ein tendenziell signifikanter Unterschied ($p = 0.07$). Nach der Fortbildung stimmen sieben Personen diesem Item mehr zu.

Für die Skala sieben ‚Selbsteinschätzung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte‘ (swe) ist der Unterschied signifikant ($p < 0.05$). Die Selbsteinschätzung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte hat sich somit positiv entwickelt, die befragten Lehrkräfte fühlen sich nach der Maßnahme signifikant kompetenter im Hinblick auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte. Betrachtet man das Ergebnis der einzelnen Items, zeigen sich für drei der vier Items signifikante beziehungsweise tendenziell signifikante Unterschiede im Antwortverhalten: „*Ich fühle mich überfordert, Themen aus dem physikbezogenen SU zu unterrichten*“ (umgepoltes Item), $p = 0.07 \Rightarrow$ tendenziell signifikant; „*Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle physikbezogene Themen für meinen SU aufzubereiten*“, $p = 0.01 \Rightarrow$ signifikant; „*Ich traue mir zu, physikbezogenen SU zu machen, in dem die Kinder physikbezogene Inhalte verstehen können*“, $p = 0.07 \Rightarrow$ tendenziell signifikant.

Ebenso ist davon auszugehen, dass die Bedeutung physikbezogener Inhalte in den Vorstellungen der Lehrkräfte gestiegen ist, da für die Skala acht ‚Eingeschätzte Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule‘ (pgs) der Unterschied tendenziell signifikant ($p < 0,10$) ist. Bei Betrachtung einzelner Items ist der Unterschied bei zwei Items signifikant beziehungsweise tendenziell signifikant: *„Es ist wichtig, dass Sachunterricht in der Grundschule auch Themen mit physikalischen Inhalten aufgreift“*, $p = 0,08 \Rightarrow$ tendenziell signifikant; *„Grundschul Kinder sollten sich auch mit anspruchsvollen physikbezogenen Themen auseinandersetzen“*, $p = 0,005 \Rightarrow$ signifikant. So stimmen beispielsweise elf Personen dem Item *„Grundschul Kinder sollten sich auch mit anspruchsvollen physikbezogenen Themen auseinandersetzen“* nach der Fortbildung deutlicher zu.

Bezüglich der Skala neun ‚Ziele physikbezogenen Sachunterrichts‘ (zsu) ergeben sich keine nennenswerten Veränderungen, was darauf schließen lässt, dass sich die Lehrkräfte in ihrer Einschätzung hinsichtlich der Ziele physikbezogenen Sachunterrichts kaum verändert haben.

Interessant ist auch das Ergebnis der Skala zehn ‚Lernbereitschaft von Grundschulkindern im Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts‘ (lbg). Demnach wird nach der Fortbildung insgesamt in zwölf Fällen die Bereitschaft von Grundschulkindern, sich im physikbezogenen Sachunterricht anzustrengen, über ein Problem nachzudenken oder einem Phänomen auf den Grund zu gehen, geringer eingeschätzt. So stimmen beispielsweise neun Lehrkräfte dem Item nach der Fortbildung *„Grundschul Kinder wollen physikbezogenen Phänomenen auf den Grund gehen, auch wenn es für sie anstrengend ist“* weniger zu. Das Ergebnis dieses Items ist signifikant ($p = 0,013$), das der gesamten Skala ist nicht signifikant ($p > 0,1$). Offensichtlich betrachten die Lehrkräfte nach Abschluss der Fortbildung die Lernbereitschaft von Grundschulkindern kritischer.

Bezüglich der Skala elf ‚Einschätzung der allgemeinen Lernfähigkeit von Grundschulkindern im physikbezogenen Sachunterricht‘ (lfa) ergeben sich keine signifikanten Veränderungen. Bezüglich der Skala dreizehn ‚Möglichkeit, physikbezogenen Sachunterricht für Grundschul Kinder motivierend zu gestalten‘ (mgk) ergeben sich ebenfalls keine signifikanten Veränderungen. Die Lehrkräfte schätzen die allgemeine Lernfähigkeit von Grundschulkindern vor und nach der Fortbildung recht hoch ein. Auch die Möglichkeit, physikbezogenen Sachunterricht motivierend zu gestalten, beurteilen die Lehrkräfte vor und nach der Fortbildung (sehr) positiv.

6.3.3.4 Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht

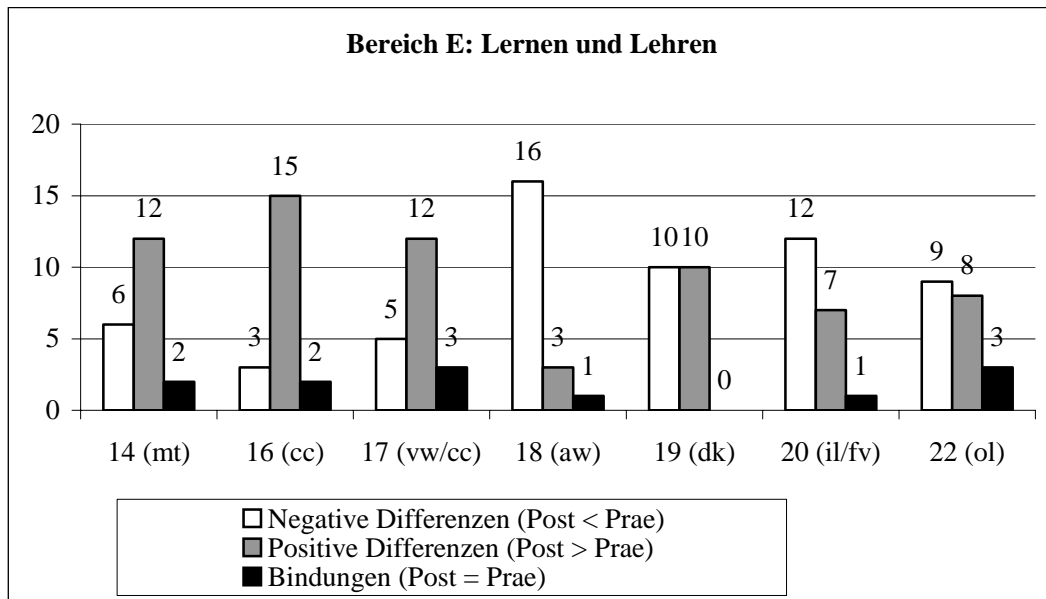
Die Reliabilität der Skalen 14 (mt), 16 (cc), 17 (vw/cc), 18 (aw), 19 (dk) und 20 (il/fv) kann insgesamt als akzeptabel bis gut betrachtet werden. Cronbach's Alpha, Mittelwerte und Standardabweichungen sind in der Tabelle 26 angegeben. Signifikante und tendenziell signifikante p-Werte sind grau unterlegt. In der Skala 15 (ei/uw) verweisen die Werte von Cronbach's Alpha im Prae-Test auf eine geringe Reliabilität der Skala. Im Post-Test der Skala weisen 4 der 9 Items der Skala eine schlechte Trennschärfe (korrigierte Item-Skala-Korrelation, vgl. ausführliche Skalenübersicht im Anhang B3) auf, so dass die Reliabilität der Skala 15 trotz des guten Alphas im Post-Test als unzureichend erachtet wird.⁹⁰ Damit wird die Skala nicht in die weiteren Auswertungen einbezogen. Dies gilt ebenfalls für die Skala 21 (pl). Abbildung 16 zeigt die Ergebnisse des Wilcoxon-Rangsummentests.

Tab. 26: Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Skalenkennwerte (Bereich FB4)

Bereich FB4: Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht		PRAE			POST			p-Wert
Skala		Alpha	MW	SD	Alpha	MW	SD	
14 mt	Motivation als notwendige Voraussetzung für Lernen (4 Items)	.53	2.91	.58	.78	3.02	.64	0.41
15 ei/uw	Eigene Ideen entwickeln und dabei Umwege zulassen (9 Items)	.39	2.86	.34	.72	2.71	.44	0.14
16 cc	Conceptual Change (6 Items)	.71	2.69	.66	.84	3.20	.60	0.006
17 vw/cc	Schülervorstellungen (7 Items)	.56	2.55	.54	.87	2.92	.72	0.029
18 aw	Situiertes Lernen (5 Items)	.73	3.25	.54	.56	2.88	.46	0.010
19 dk	Ideen diskutieren (4 Items)	.67	3.15	.61	.82	3.01	.64	0.56
20 il/fv	Stark instruktives Lehr-/Lernverständnis (7 Items)	.73	1.68	.62	.80	1.65	.62	0.67
21 pl	Praktizistisches Lehr-/Lernverständnis (5 Items)	.22	2.06	.43	.48	2.12	.53	0.51
22 ol	Extrem offenes Lehr-/Lernverständnis (5 Items)	.64	1.49	.57	.62	1.50	.47	0.92

⁹⁰ Eine eigene Itemselektion bezogen auf die vorliegenden Daten wurde auf Grund der kleinen Stichprobe (N = 20) nicht vorgenommen.

Abb. 16: Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Wilcoxon-Rangsummen-Test (Bereich FB4)



Im Bereich der Überzeugungen der Lehrkräfte zum Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht ergeben sich bezüglich der Skala 14 ‚Motivation als notwendige Voraussetzung für Lernen‘ (mt) keine signifikanten Veränderungen, Skala 15 wurde nicht in die Auswertung miteinbezogen (s.o.).

Bezüglich der Skala 16 ‚Conceptual Change‘ (cc) ergibt sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0.05$). Betrachtet man ausgewählte einzelne Items, so stimmen zehn Lehrkräfte folgendem Item deutlicher zu: „Lernen im nat. SU bedeutet oft ein inneres Ringen (Hin und Her) zwischen alten und neuen Vorstellungen über ein Phänomen“ ($p = 0.03 \Rightarrow$ signifikant). Neun Personen stimmten dem folgenden Item deutlicher zu: „Um das Lernen der Kinder herauszufordern, sollte der Lehrer sie mit Beobachtungen oder Phänomenen konfrontieren, die den Erwartungen des Kindes widersprechen“ ($p = 0.01 \Rightarrow$ signifikant). Zwölf Personen stimmen dem folgenden Item nach der Maßnahme deutlicher zu: „Wenn Kinder naturwissenschaftliche Inhalte lernen, stehen oft alte Vorstellungen in ständiger Konkurrenz mit neu erworbenen Vorstellungen“ ($p = 0.009 \Rightarrow$ signifikant).

Bezüglich der Skala 17 ‚Schülervorstellungen‘ ergibt sich ein tendenziell signifikanter Unterschied ($p < 0.10$). Betrachtet man ausgewählte einzelne Items, so stimmen dreizehn Lehrkräfte dem folgenden Item nach der Maßnahme deutlicher zu: „Grundschul Kinder können zu naturwissenschaftlichen Phänomenen bereits hartnäckige Vorstellungen haben, die den Lernprozess erschweren“ ($p = 0.02 \Rightarrow$ signifikant). Zehn

Lehrkräfte stimmen nach der Maßnahme dem folgenden Item deutlicher zu: „*Grundschul Kinder kommen mit teilweise tief in Alltagserfahrungen verankerten Vorstellungen zu Naturphänomenen in den Unterricht hinein*“ ($p = 0.07 \Rightarrow$ tendenziell signifikant). Zwölf Lehrkräfte stimmen dem folgenden Item nach der Maßnahme deutlicher zu: „*Schüler lassen im naturwissenschaftlichen SU so schnell nicht ab von den Vorstellungen, die sie mit in den Unterricht bringen*“ ($p = 0.006 \Rightarrow$ signifikant).

Ebenfalls signifikant ist der Unterschied bei der Skala 18 ‚Situierendes Lernen‘ ($p < 0.05$). Bei einer Betrachtung der einzelnen Items zeigt sich das folgende interessante Ergebnis: So stimmen neun Lehrkräfte dem folgenden Item nach der Fortbildung weniger zu: „*Wenn Kinder nicht direkt an Anwendungsbeispielen lernen, haben sie Probleme, das Erlernte auf den Alltag zu übertragen*“. Das Ergebnis ist tendenziell signifikant ($p = 0.08$). Zehn Personen stimmen dem folgenden Item nach der Fortbildung weniger zu: „*Echte und komplexe Problemstellungen aus dem Alltag müssen der Ausgangspunkt des naturwissenschaftlichen SU sein*“. Das Ergebnis ist signifikant ($p = 0.01$). Neun Lehrkräfte stimmen dem folgenden Item nach der Maßnahme weniger zu: „*Themen im nat. SU sollten immer an einer Fragestellung aufgehängt werden, die einen direkten Bezug zu Problemen oder Aspekten des alltäglichen Lebens hat*“. Das Ergebnis ist ebenfalls signifikant ($p = 0.02$).

Nicht signifikant sind die Unterschiede der Skalen 19 ‚Ideen diskutieren‘ (dk), 20 ‚Stark instruktives Lehr-/Lernverständnis‘ (il/fv) und 22 ‚Extrem offenes Lehr-/Lernverständnis‘ (ol). Bei der Betrachtung einzelner Items fällt allerdings noch das folgende Item der Skala 22 auf: „*Für den Sachunterricht in der Grundschule gilt: Spaß beim Handeln ist ein Garant für Lernen*“. Nach der Fortbildung stimmen neun Lehrkräfte dieser Aussage weniger zu. Das Ergebnis ist signifikant ($p = 0.01$). Spaß beim Handeln garantiert somit noch nicht Lernen. Darin drückt sich möglicherweise eine kritischere Haltung gegenüber einfachen Erfolgshoffnungen aus.

Betrachtet man die Ergebnisse zusammenfassend, zeigt sich, dass die Lehrkräfte nach der Fortbildung deutlich stärker im Sinne einer Überzeugung antworten, die Kleickmann mit ‚Conceptual Change‘ und ‚Schülvorstellung‘ betitelt (vgl. auch Kleickmann u.a. 2005b). Darin bildet sich ein gestiegenes Bewusstsein um die Bedeutung von Schülvorstellungen für den Lernprozess und eine dem Konzeptwechselfaradigma zuzuordnende Einstellung in Bezug auf das Lernen und Lehren naturwissenschaftsbezogener Inhalte ab.

6.3.4 Wirksamkeit der Maßnahme – Ergebnisse der Interviews

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interviewanalyse dargestellt. Die qualitative Erfassung und Deskription bereichsspezifischer Lehrerkognitionen vor und nach der Interventionsmaßnahme ermöglichen eine differenziertere Beschreibung von Veränderungsprozessen. Dabei zeigt sich, wie vielfältig sich Veränderungen und Ausdifferenzierungen in bereichsspezifischen unterrichtsbezogenen Kognitionen bemerkbar machen können und auf welcher unterschiedlichen Ebenen diese liegen.

Die nachfolgenden Bereiche und Kategorien bilden einen Versuch, innerhalb des Rahmens ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ verschiedene Facetten unterrichtsbezogener Lehrerkognitionen und deren Veränderungsprozesse abzubilden. Gemäß der Vorüberlegungen, der präzisierten Fragestellungen und der formulierten Indikatoren (vgl. 6.2.2) wurden die Gesprächsbestandteile aus den Interviews den folgenden beiden Bereichen zugeordnet.

- **IB: Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen (6.3.4.1)**
Es wird beschrieben, welche Bedeutung Sachunterrichtslehrkräfte vor und nach der Fortbildung der Orientierung an Schülervorstellungen geben (Kategorie IB 1) und wie sie den Terminus Schülervorstellungen verstehen (Kategorien IB 2, IB 3, IB 4).
- **IC: Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung (6.3.4.2)**
Es wird dargestellt, welche Vorstellungen die Lehrkräfte zum Umgang mit Schülervorstellungen im Unterricht vor und nach der Fortbildung äußern (Kategorien IC 1 und IC 2).

Damit dürfte unter einer sachunterrichtsdidaktischen Perspektive ein explorierender Zugang zum Feld gegeben sein.

6.3.4.1 Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen

6.3.4.1.1 Bedeutung von Schülervorstellungen

Es zeigt sich, dass alle Befragten einer Orientierung an Schülervorstellungen vor und nach der Fortbildung eine hohe Bedeutung beimessen. Allerdings unterscheiden sie sich in ihren Begründungen dafür, warum dies sinnvoll und notwendig sei. Zwei wesentliche Argumente führen die Lehrkräfte sowohl vor als auch nach der Fortbildung an.

- IB 1a: Eine Orientierung an Schülervorstellungen sei bedeutsam und notwendig, weil Lernen dadurch erfolge, dass an bestehende Erfahrungen und Vorstellungen angeknüpft werde.
- IB 1b: Eine Orientierung an Schülervorstellungen sei bedeutsam und notwendig, weil durch das Aufgreifen bestehender Erfahrungen Interesse und Motivation entstehe beziehungsweise zunehme.

Die nachfolgende Tabelle 27 verdeutlicht die beiden Kategorien, deren inhaltliche Beschreibung und das Antwortverhalten der Lehrkräfte vor und nach der Fortbildung.

Tab. 27: Bedeutung von Schülervorstellungen

Nr.	Kategorie	Inhaltliche Beschreibung	Anzahl prae	Anzahl post
IB1	Bedeutung von Schülervorstellungen			
IB1a	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um anzuknüpfen/zu widerlegen/auszubauen	Lehrkraft betont die Bedeutung einer Orientierung an Schülervorstellungen. Als wesentlichen Grund dafür gibt sie an, dass dies eine notwendige Bedingung für Lernprozesse ist.	10	19
IB1b	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um zu motivieren und das Interesse zu wecken/zu steigern	Lehrkraft betont die Bedeutung einer Orientierung an Schülervorstellungen. Als wesentlichen Grund dafür gibt sie dessen motivierende und/oder stimulierende Funktion an.	10	3

Alle befragten Lehrkräfte geben im Interview bereits vor der Fortbildung an, Schülervorstellungen und eine Orientierung daran hätten eine große Bedeutung. Als wesentlichen Grund dafür geben zehn Lehrkräfte an, dass dies notwendig sei, um neu zu erwerbendes Wissen an bestehende Vorstellungen anzubinden.

I: „Welche Rolle spielen denn Ihrer Ansicht nach diese Vorstellungen im Lernprozess.“

L: „Eine ganz große. (...) Alles Wissen baut auf dem Vorwissen auf. (...)“ (Lehrkraft 4 vor der Fortbildung)

L: „Die sind einmal sehr wichtig. Um einen Anknüpfungspunkt zu finden. Natürlich muss man dann versuchen, ganz vorsichtig eigene Erfahrungen dann wirken zu lassen. Dass man unter Umständen diese Vorstellungen korrigieren kann.“ (Lehrkraft 15 vor der Fortbildung)

Zehn Lehrkräfte geben als wesentlichen Grund an, dass die Orientierung an Schülervorstellungen in besonderer Weise dazu diene, die Schülerinnen und Schüler zu motivieren, ihr Interesse zu wecken und Lernen ‚nützlich‘ zu machen.

L: „Sie (die Schülervorstellungen, Anmerkung der Verf.) sind auf jeden Fall mal wichtig, damit die Schüler sich mit dem Thema auseinandersetzen können. Also, wenn ich keine Vorstellung habe, da sitze ich vielleicht da und denke mir: Ja, ja. Interessant da vorne. Aber dann finde ich, können die Kinder das irgendwie für sich selber nicht brauchen. Also, dann ist das einfach nicht nützlich und für die Kinder vielleicht auch nicht wichtig. Es kann zwar sein, dass das dann im Laufe der Sequenz für die Kinder schon auch noch interessant wird. Aber ich glaube, dass manche Kinder, wenn sie gar keine Vorstellung haben, dann einfach auch kein Interesse entwickeln.“ (Lehrkraft 5 vor der Fortbildung)

Für einige Lehrkräfte steht dies in einem engen Zusammenhang damit, bestehende Vorstellungen als Lernanlass zu nutzen und Lerninhalte persönlich relevant werden zu lassen.

*L: „Für wie wichtig halten Sie das (eine Orientierung an den Schülervorstellungen, Anmerkung der Verf.) für den Lernprozess?“
L: „Enorm wichtig. Weil sie einfach in dem Moment auch oftmals Themen, die sie ja beschäftigen, aufgegriffen werden und sie merken, die Schule bringt mir persönlich was. Weil die Schule sich mit dem beschäftigt, was mich auch umtreibt, was mich auch interessiert und daher ist das die Motivation schlecht hin. (...) Aber für die Kinder ist diese Stunde immer unheimlich wichtig. Weil sie so das Gefühl haben, da komme ich auch drin vor. Und da werde ich gehört. Und da werden meine Fragen gehört.“ (Lehrkraft 14 vor der Fortbildung)*

Ein große Schwierigkeit sieht mehr als die Hälfte der Lehrkräfte darin, dass sie die Schülervorstellungen für sehr individuell erachtet und sich daraus eine hohe ‚Vorstellungs-Heterogenität‘ in der Klasse ergibt.

L: „Also rein theoretisch würde ich jetzt mal sagen, dass fünfundzwanzig Kinder mit fünfundzwanzig unterschiedlichen Vorstellungen reinkommen. (...) Glaube ich schon, dass die mit sehr unterschiedlichen Vorstellungen reinkommen.“ (Lehrkraft 11 vor der Fortbildung)

Mehr als die Hälfte der Lehrkräfte erlebt die hohe Heterogenität bestehender Schülervorstellungen vor der Maßnahme als verunsichernd und als große Herausforderung.⁹¹

⁹¹ Aus der Perspektive der Forschungsergebnisse zu Schülervorstellungen und bei einem entsprechenden Begriffsverständnis sind dieser Auffassung empirische Befunde entgegenzuhalten, die bei gewissen Inhalten eine hohe Plausibilität für bestimmte Vorstellungen nahe legen. Somit ist davon auszugehen, dass zwar Konstruktionsprozesse individuell verlaufen, bestimmte Konzepte aber durchaus übergreifend vorliegen. Daher ist die Betrachtung der in der Heterogenität und damit Individualität unter pädagogischen Gesichtspunkten zwar begrüßenswert, doch unter diagnostischen Gesichtspunkten nicht so bedeutsam.

Nach der Fortbildung geben auch weiterhin alle der Befragten an, eine Orientierung an Schülervorstellungen sei sehr bedeutsam, allerdings ändert sich bei der Mehrheit der Schwerpunkt der Argumentation deutlich.

19 Lehrkräfte begründen die Notwendigkeit einer Orientierung an Schülervorstellungen nun damit, dass es für die Veränderung von Vorstellungen notwendig sei, an bestehende Vorstellungen anzuknüpfen, diese zu widerlegen und/oder sich in seinen unterrichtlichen Maßnahmen unmittelbar darauf zu beziehen, da ansonsten neu zu erwerbende Wissensinhalte kaum aufgenommen werden könnten.

I: „Welche Rolle spielen diese Vorstellungen von den Kindern für den Lernprozess der Kinder?“

*L: „Eine relative Größe, weil wir manchmal wirklich Sachen einfach über Bord werfen sollen, die wir einfach bisher so gesehen beziehungsweise erklärt haben. Und dann kann es unter Umständen schon schwierig werden für den einzelnen Schüler, das jetzt einfach zu ändern.“ (Lehrkraft 2 **nach** der Fortbildung)*

*L: „Mir ist es so gegangen, man geht ja schon auf Schülervorstellungen ein, geht aber vielleicht nicht in die Tiefe. (...) Wir können uns ganz schwer hineinversetzen, und das ist einfach etwas, wo ich sage, irgendwo muss mein Unterricht davon ausgehen und ich muss auch mit diesen Schülervorstellungen umgehen können.“ (Lehrkraft 9 **nach** der Fortbildung)*

Nach der Fortbildung begründen nur noch drei Lehrkräfte die Bedeutung der Orientierung an Schülervorstellungen schwerpunktmäßig damit, dass dies das Interesse steigern und die Motivation erhöhen. Die Mehrheit der Lehrkräfte argumentiert nach der Fortbildung auf der Grundlage eines einfachen kognitivistischen Verständnisses, wonach die Aktivierung von Vorstellungen dazu dient, an bestehende oder entstehende Vorstellungen anzuknüpfen. Dabei dürfte bereits ein differenzierteres Verständnis des Begriffs der Schülervorstellungen in die Argumentation einfließen.

Die in den Interviews vor der Fortbildung häufig von den Lehrkräften als schwer zu bewältigendes Problem aufgeführte hohe Heterogenität der Vorstellungen wird in den Interviews nach der Maßnahme deutlich seltener erwähnt. Dafür mitverantwortlich sein könnte, dass die Lehrkräfte eine klarere Vorstellung von möglichen Schülervorstellungen bekommen haben, ihre diesbezügliche Unklarheit sich also reduziert haben dürfte. Darauf lassen die zuletzt aufgeführte und die nachfolgende Aussage schließen.

*L: „Ich gestehe dem einfach mehr Bedeutung zu. Ich habe mir am Anfang wahrscheinlich einfach gedacht, ja, ja, aber die sind so vielfältig, da kann man irgendwie gar nicht konkret darauf eingehen.“ (Lehrkraft 5 **nach** der Fortbildung)*

Auch der Erwerb des Wissens darum, dass gewisse Vorstellungen eine derartige Plausibilität haben, dass sie von einem großen Teil der Lernenden ‚geteilt‘ werden, mag die (beunruhigenden) Vorstellungen über die Heterogenität verringert haben.

Wie der einfache Häufigkeitsvergleich nahe legt, ist es bei einigen Lehrkräften im Zusammenhang mit der Frage nach der Bedeutung einer Orientierung an Schüler-
vorstellungen zu einer Erweiterung und/oder zu einem Wechsel des Begründungs-
musters gekommen. Zur Illustration werden die Aussagen dreier Lehrkräfte jeweils vor
und nach der Fortbildung einander vergleichend gegenübergestellt.

Beispiel für Hinweise auf Erweiterungen, Ausdifferenzierung und/oder Kategorien- wechsel

Im nachfolgenden Beispiel wird deutlich, dass die Lehrkraft nach der Fortbildung
auf die gleiche Frage spontan eine andere Begründung angibt: Nicht mehr die
Interessenförderung steht im Vordergrund, sondern eine kognitivistische Argu-
mentation.

Lehrkraft 8 **vor** der Fortbildung

*I: „Und welche Rolle spielen diese Alltagsvorstellungen von Schülern Ihrer Ansicht
nach im Lernprozess?“*

L: „Dass daraus sich ihr Interesse ableitet.“

Lehrkraft 8 **nach** der Fortbildung

*L: „Ich meine, dass mir so viel klarer geworden ist, dass sie ihr Wissen konstruieren
müssen. Und zwar in diesen Zusammenstellungen von den Schülervorstellungen, die
sie haben, und die neuen Vorstellungen, die sie vermittelt oder vorgelebt bekommen
oder selber ausprobieren. Dass mir einfach klar geworden ist, dass das tatsächlich
immer nur aufbauend geht.“*

Auch für die nachfolgend zitierte Lehrkraft verlagert sich die Argumentationslinie:
von der Bedeutung der Motivationsförderung durch ‚Reinholen der Vorer-
fahrungen‘ entwickelt sich eine Betrachtungsweise wonach ‚Vorstellungen einfach
bizarren sind‘ und ‚Lernen da ansetzt, wo ‚Vorstellungen überholt‘ werden müssen.

Lehrkraft 16 **vor** der Fortbildung

*L: „Das finde ich ganz wichtig. (...) weil ich glaube einfach, dass das der Motor ist.
Die Motivation für das ganze Lernen. Wenn die Kinder bei der Sache sind. Und das
ist so, dass sie merken, dass ich jetzt nicht den Strom mache, weil es mir jetzt gefällt
und weil es im Lehrplan steht. Sondern weil es für sie wichtig ist. Und weil viele
Aspekte dabei sind, die die Kinder interessiert. Und das finde ich ganz wichtig, dass
man immer nah am Kind bleibt. Und auch diese Vorerfahrungen mit reinholt, ...
dass es wirklich ihr Thema wird.“*

Lehrkraft 16 **nach** der Fortbildung

L: „Für mich war es einfach wichtig, mir das noch mal bewusst zu machen, dass die Kinder eben gewisse Vorstellungen mitbringen und die zum Teil einfach ganz bizarr sind. Die wirklich gar nichts mit einer wissenschaftlichen Vorstellung zu tun haben. Dass man sich das noch einmal vor Augen führt. Wenn ich die einfach konfrontiere und die sind unvorbereitet, dass es einfach an ihnen vorbeigeht. (...) Dass sie dann auch zu einem Punkt kommen, ihre Vorstellungen vielleicht überholen müssen. Ich glaube, hier setzt eben genau das Lernen ein.“

In den folgenden Äußerungen wird deutlich, dass die Lehrkraft bereits vor der Fortbildung Schülervorstellungen mit einem diagnostischen Blick bedacht hat. Nach der Maßnahme äußert sie zudem deutlich, dass es zur Veränderung von Vorstellungen bisweilen nötig sei, etwas ‚über Bord zu werfen, was man bisher so gesehen oder erklärt hat‘. Zudem betont sie die hohe Bedeutung der (Selbst)Sicherheit der Lehrkraft für einen kompetenten Umgang mit Schülervorstellungen.

Lehrkraft 2 **vor** der Fortbildung

I: „Welche Rolle spielen diese Vorstellungen Ihrer Ansicht nach im Lernprozess?“

L: „Man muss die Sache ja irgendwo kennen, weil, wenn ich nicht weiß, mit was für Vorstellungen die Schüler da rangehen, dann tue ich mich oft schwer, das Ganze zu widerlegen oder das Ganze auszubauen. Also, ich muss die Schülervorstellungen oder das Vorwissen einigermaßen kennen, um dann arbeiten zu können.“

Lehrkraft 2 **nach** der Fortbildung

L: „Ich glaube, je sicherer der Lehrer in seiner Sache drin ist, desto eher kann er verschiedene Schülervorstellungen zulassen, weil er weiß, wie er damit umgehen soll oder kann. Wenn ich aber selber in dem Thema unsicher bin, dann könnten die diversen Schülervorstellungen mich ja völlig aus meinem Thema rauswerfen oder Fragen aufwerfen, die ich vielleicht gar nicht so beantworten kann. Also, ich glaube, hier ist es wichtig, wie steht der Lehrer drinnen. Da würde ich sagen, kann ich jetzt mehr Schülervorstellungen zulassen als vorher, weil ich mich einfach sicherer fühle.“

I: „Welche Rolle spielen diese Vorstellungen von den Kindern für den Lernprozess der Kinder?“

L: „Eine relative Größe, weil wir manchmal wirklich Sachen einfach über Bord werfen sollen, die wir einfach bisher so gesehen beziehungsweise erklärt haben. Und dann kann es unter Umständen schon schwierig werden für den einzelnen Schüler, das jetzt einfach zu ändern.“

Die für die Gestaltung naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts hohe Bedeutung einer Orientierung an Schülervorstellungen ist den Lehrkräften vor und nach der Maßnahme deutlich bewusst. Allerdings ändert sich erkennbar der Schwerpunkt der Begründung in Richtung eines kognitivistischen Verständnisses. Das ist im Sinne der avisierten Ziele der Interventionsmaßnahme zu begrüßen.

6.3.4.1.2 Verständnis von Schülervorstellungen

Die Tabelle 28 gibt einen Überblick über die im Auswertungsprozess entstandenen Kategorien, deren inhaltliche Beschreibung sowie das Antwortverhalten der Lehrkräfte vor und nach der Fortbildung. Diese Kategorien lassen sich als phänomenographische Kategorien (vgl. Murmann 2002, vgl. 6.2.4.3) verstehen. Darin bildet sich die Erlebnisweise der Lehrkräfte zum ‚Phänomen Schülervorstellungen‘ ab. Die jeweils erste Kategorie in jedem Bereich (IB2a, IB3a, IB4a) beschreibt ein weitgehend erfahrungsorientiertes Verständnis von Schülervorstellungen. Wenn darüber hinaus die Lehrkräfte eine Erlebnisweise schildern, wonach Erfahrungen in einen Zusammenhang mit damit subjektiv stimmigen Erklärungs- und Deutungsversuchen gebracht werden und daraus resultierende Schlüsse gezogen werden, wenn Erfahrungen ‚fruchtbar‘ geworden sind, wenn Vorstellungen als plausible Deutungsmuster mit einer gewissen Stabilität verstanden werden, so bildet sich darin eine Vorstellung von Schülervorstellungen oder Konzepten in einem kognitionspsychologischen Sinn (IB2b, IB3b, IB4b) ab.

Da einige Lehrkräfte nach der Fortbildung zusätzlich den Aspekt der Situationspezifität und des Ad-hoc-Konstruierens von Vorstellungen anführten, wurde das Kategoriensystem nach der Fortbildung darum ergänzt (IB2c). Ebenfalls ergänzt wurde das Kategoriensystem um die Kategorien IB3c und IB4c ‚Empirische Befunde‘, da einige Lehrkräfte nach der Fortbildung zu inhaltsspezifischen Schülervorstellungen befragt, empirische Befunde angaben, was vor der Fortbildung in keinem Fall vorgekommen war. Diese Kategorien lassen sich damit deutlich als *Wissenszuwachs* verstehen.

Bei der Mehrheit der Lehrkräfte (16 von 20) zeigen sich vor der Fortbildung Vorstellungen, die auf ein Verständnis und eine Bezogenheit im Sinne eher unspezifischer Alltagserfahrungen und Vorwissensfragmente von Kindern schließen lassen.

L: „Ich denke, dass ist eher Erfahrungsbereich (...). Ja, aber Erklärungsbereich würde ich nicht sagen. Also, dass die da irgendwelche Zusammenhänge herstellen, da habe ich nicht so die Erfahrung gemacht. Die haben meistens, denke ich, eher so Alltagswissen, Alltagserfahrungen.“ (Lehrkraft 20 vor der Fortbildung)

Tab. 28: Verständnis von Schülervorstellungen

Nr.	Kategorie	Inhaltliche Beschreibung	Anzahl prae	Anzahl post
IB2	Verständnis von Schülervorstellungen allgemein			
IB2a	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente	Lehrkraft reflektiert Schülervorstellungen im Sinne von (unspezifischen) Alltagserfahrungen und Vorwissensfragmenten, die die Schülerinnen und Schüler einbringen	16	12
IB2b	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche/ stabile Konzepte	Lehrkraft reflektiert Schülervorstellungen im Sinne komplexer, mitunter stabiler kognitiver Strukturen beziehungsweise Konzepte.	6	19
IB2c	Vorstellung entstehen situativ	Lehrkraft reflektiert, dass Schülervorstellungen situativ, zum Beispiel in der Konfrontation mit einem Unterrichtsinhalt, entstehen können.	-	8
IB3	Verständnis von Schülervorstellungen – Elektrizitätslehre			
IB3a	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Elektrizität	Lehrkraft reflektiert Schülervorstellungen als (unspezifische) Alltagserfahrungen und Vorwissensfragmente der Schülerinnen und Schüler zu Elektrizität.	15	4
IB3b	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche/ Konzepte zum Phänomen Elektrizität	Lehrkraft reflektiert Schülervorstellungen als komplexe, mitunter falsche und stabile kognitive Strukturen beziehungsweise Konzepte zu Elektrizität.	5	15
IB3c	Empirische Befunde	Die Lehrkraft gibt empirische Befunde zu bereichsspezifischen Schülervorstellungen an, zum Beispiel die ‚Zweizuführungsvorstellung‘.	0	12
IB4	Verständnis von Schülervorstellungen – Optik/Spiegel			
IB4a	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Spiegel	Lehrkraft reflektiert Schülervorstellungen als Alltagserfahrungen und Vorwissensfragmente der Schülerinnen und Schüler zu Spiegelphänomenen.	17	4
IB4b	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche/ Konzepte zum Spiegelphänomen	Lehrkraft reflektiert Schülervorstellungen als komplexe, mitunter falsche und stabile kognitive Strukturen beziehungsweise Konzepte der Schülerinnen und Schüler zu Spiegelphänomenen.	3	9
IB4c	Empirische Befunde	Die Lehrkraft gibt empirische Befunde zu bereichsspezifischen Schülervorstellungen an, zum Beispiel die Vorstellung, der Spiegel vertausche rechts und links.	0	7

16 Lehrkräfte akzentuieren damit vor der Maßnahme deutlich auf den Erfahrungs- und Vorwissensbezug von Schülervorstellungen.

I: „Wie verstehen Sie denn diesen Terminus Schülervorstellungen?“

L: „Also, der Verständnisschwerpunkt liegt eher (...) auf den Erfahrungen. Also, die haben schon Erfahrungen.“ (Lehrkraft 9 vor der Fortbildung)

I: „Wie verstehen Sie den Begriff ‚Schülervorstellung‘?“

L: „Also, in erster Linie bringen die Kinder natürlich Erfahrungen ein. (...) Also, meine Schlechten, die bringen eher nur Erfahrungen ein. Und dann ist Schluss.“ (Lehrkraft 19 vor der Fortbildung)

I: „Unterscheiden Sie Schülererfahrungen von Schülervorstellungen?“

L: „Nein, ich glaube, ich hätte das jetzt zusammengeschmissen. Ja, also, so gleich genommen, Erfahrungen und Vorstellungen.“ (Lehrkraft 3 vor der Fortbildung)

13 dieser 16 Lehrkräfte entwickeln vor der Fortbildung darüberhinaus Vorstellungen, die auf einen einfachen Konzeptbegriff verweisen, wobei der Aspekt der potentiellen Stabilität dabei in der Regel nicht reflektiert wird.

L: „Also, für das Kind ist es eine Theorie, denke ich. Also, das ist einfach so, dass die sich da ein Weltbild aufbauen. Weil das ist das, was sie zur Verfügung haben, das ist mehr als nur ein Vorwissen und mehr als nur eine Vorerfahrung.“ (Lehrkraft 14 vor der Fortbildung)

Bei insgesamt sechs der Lehrkräfte zeigen sich vor der Fortbildung darüber hinaus Vorstellungen im Sinn eines vertieften Konzeptverständnisses, in welchem der Aspekt der potentiellen Stabilität auf Grund intuitiver Plausibilität mit reflektiert wird.

L: „Die Vorstellungen, die die Kinder haben, sind teilweise, denke ich, sehr fest verankert in ihnen, schon. Und ich, da wird vielleicht auch das Experiment wieder bedeutungsvoll. Ich glaube nicht, dass ich so mit einem Satz so eine Vorstellung auslöschen kann, sollte sie falsch sein. Weil die Kinder dann sagen: das ist trotzdem so. Die haben so ein Trotzdem. Ja. Deswegen denke ich, dass es wichtig ist, dass man dran anknüpft und nicht drüber hinweg geht.“ (Lehrkraft 18 vor der Fortbildung)

L: „Ja, die sind ja davon sehr überzeugt. Weil das ist das, was für sie gerade gilt.“ (Lehrkraft 3 vor der Fortbildung)

Die in der Fachdidaktik bedeutsame Konzeptualisierung von Schülervorstellungen als mehr oder weniger komplexes System von Kognitionen und Überzeugungen, in dem bestimmte Vorstellungen falsch, mitunter stabil und daher schwer veränderbar sein können und dementsprechend detaillierte Überlegungen zum didaktischen Vorgehen erfordern, fanden sich allerdings insgesamt nur bei vier Lehrkräften.

Damit zeigt sich, dass die Mehrheit der Lehrkräfte den Terminus Schülervorstellungen vor der Fortbildung nicht in einem konzeptorientierten und kontextbezogenen Verständnis verwendeten. Keine Lehrkraft erwähnte vor der Fortbildung, dass Vorstellungen unter Umständen ad hoc, damit situativ- und kontextbezogen zum Beispiel in einer Unterrichtssituation, entstehen könnten.

Es kann somit nicht davon ausgegangen werden, dass die Lehrkräfte vor der Interventionsmaßnahme über eine in fachdidaktischer Hinsicht angemessene Vorstellung zum Begriff der Schülervorstellungen verfügten. Stattdessen bildete sich eine eher unspezifische allgemeine Schülerorientierung im Verständnis des Begriffs der Schülervorstellungen ab.

Schülervorstellungen entfalten sich in der Regel in einem konkreten Inhaltsbereich, Lehrervorstellungen über Schülervorstellungen somit möglicherweise auch. Um Aufschluss darüber zu erhalten, wie sich Lehrkräfte potentielle Erfahrungs-, Vorwissens- und Theoriebausteine ihrer Schülerinnen und Schüler konkret vorstellen, wurden sie danach befragt, mit welchen Schülervorstellungen sie zu den Inhalten ‚Elektrizitätslehre‘ und ‚Optische Phänomene/Spiegel‘ rechneten. Bei dem Inhaltsbereich Elektrizitätslehre war davon auszugehen, dass einige der befragten Kolleginnen und Kollegen diesen Inhalt bereits mindestens einmal unterrichtet hatten, sie also bereits über Erfahrungen hinsichtlich des Inhalts verfügen könnten. Der Bereich Optik/Spiegel war im bayerischen Lehrplan der Grundschule 2000 erstmalig aufgenommen und somit als Unterrichtsinhalt auch neu für die Lehrkräfte. Die Antworten der Lehrkräfte lassen sich den bereits benannten Kategorien zuordnen.

Nach konkreten Schülervorstellungen im Bereich der Elektrizitätslehre und der Optik befragt, geben die Lehrkräfte mehrheitlich erfahrungsbezogene Schüleräußerungen als Ausdruck von deren Vorstellungen an.

L: „Ja, auf jeden Fall die Vorstellung vom normalen Spiegel. Ist ja ganz klar. Vom Badezimmer Spiegel. Dass man sich selber dann wieder sieht.“ (Lehrkraft 4)

L: „Ja, sie kennen’s. Also Spiegel würden meine kennen aus der Mathematik. Also das Verdoppeln. Dass man also, weil wir so ein Spiegelbuch haben. Wo sie eben ab und zu damit arbeiten, zum Beispiel Figuren zu spiegeln.“ (Lehrkraft 8)

I: „Mit welchen Schülervorstellungen zum Thema E-Lehre rechnen Sie?“

L: „Dass die Waschmaschine surrt, wenn die Mama auf den Knopf mit ‚An‘ drückt. Also einfach diese Alltagserfahrungen, dass da Strom vorhanden ist.“ (Lehrkraft 13 vor der Fortbildung)

L: „Da haben die Kinder bestimmt Vorwissen. Also. Weil ein Kind sagt dann gleich, ich hab’ da einen Elektrokasten zu Hause (...) Also, der weiß, wie muss ich das jetzt zusammenstecken, damit das dann leuchtet.“ (Lehrkraft 2 vor der Fortbildung)

Der Konzeptcharakter von Vorstellungen wird vor der Fortbildung kaum, der Stabilitätscharakter und die Bedeutung von inhaltsspezifischen Fehlvorstellungen werden nicht reflektiert. Nur fünf Lehrkräfte erwähnen im Bereich ‚Elektrizitätslehre‘ Schüleräußerungen, die sich mit den Vorstellungen von einem Konzept verbinden ließen.

L: „Ja, das ist jetzt ein Fluss von Teilchen. Also, so eine Schülervorstellung war auch schon da.“ (Lehrkraft 7 vor der Fortbildung)

L: „Ich denke so, dass es da irgend so eine Kraft drin gibt, dass die durch Kabel durchgeht und dann die Lampe erhellt.“ (Lehrkraft 1 vor der Fortbildung)

Im Bereich ‚Optik/Spiegel‘ reflektieren nur drei Lehrkräfte den (stabilen) Konzeptcharakter von Schülervorstellungen.

L: „Also, ich könnte mir halt vorstellen, dass die Kinder vielleicht Erklärungen haben, warum das in einem Spiegel ein Spiegelbild ist, warum praktisch hier das wiedergegeben wird.“

I: „Welche Erklärungen könnten Kinder im Grundschulalter produzieren, warum im Spiegel ein Spiegelbild ist?“

L: „Das ist ein besonderes Glas, oder das hat eine besondere Farbe. So könnte ich mir das jetzt spontan vorstellen.“ (Lehrkraft 13 vor der Fortbildung)

Vielmehr bildeten sich in den Vorstellungen der Lehrkräfte mehrheitlich vermutete Alltagserfahrungen der Kinder und deren Verbalisierung ab.

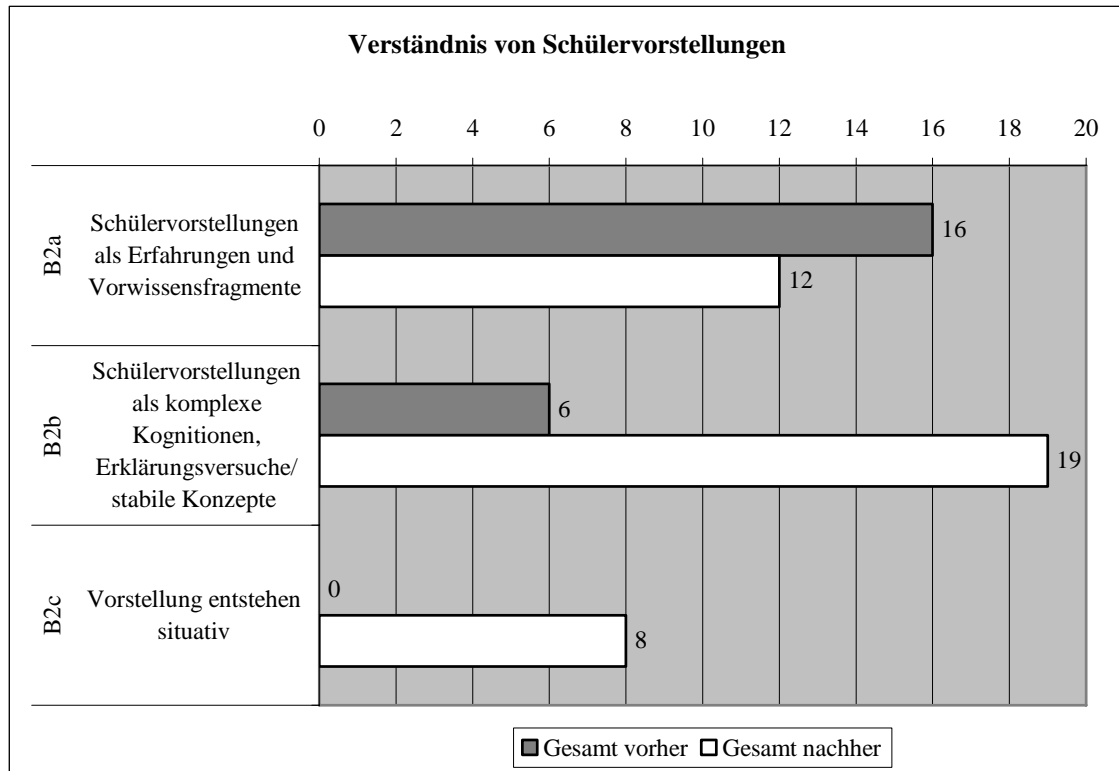
Empirische Befunde zu Schülervorstellungen kennen die Lehrkräfte vor der Fortbildung nicht, zumindest erwähnen sie diese nicht.

In der Auswertung der inhaltsspezifischen Lehrervorstellungen zu möglichen Schülervorstellungen zeigt sich vor der Fortbildung somit ein Antwortverhalten, das auf eine recht unspezifische Vorstellung von Schülervorstellungen schließen lässt. Möglicherweise bilden sich darin nicht nur das mangelnde Wissen um Schülervorstellungen, deren Struktur und deren diagnostisches Potential ab, sondern auch mangelnde eigene Erfahrungen der Lehrkräfte mit dem Lernpotential der Themen und außerdem eigene Präkonzepte der Lehrkräfte ab.⁹² Explizit deutlich wird das beispielsweise in der folgenden Äußerung einer Lehrkraft, in der ihre eigene ‚Fehlvorstellung‘ als Schülervorstellung antizipiert wird: *„Also, wenn sie (die Schüler) an ihr rechtes Ohr fassen, dass das dann im Spiegel ihr linkes ist...“*

⁹² Wie sollten auch Schülervorstellungen als Fehlvorstellungen identifiziert werden, wenn den Lehrkräften selbst nicht klar ist, dass sie in physikalischer Hinsicht über eine unangemessene Vorstellung verfügen?

Veränderungen in den Vorstellungen der Lehrkräfte, wie sie sich nach der Maßnahme abzeichnen, werden aus der Abbildung 17 ersichtlich.

Abb. 17: Verständnis von Schülervorstellungen vor und nach der Fortbildung



Es zeigt sich, dass der Anteil der Lehrkräfte, der nach Schülervorstellungen befragt, lediglich Alltagserfahrungen von Schülerinnen und Schülern beschreibt, sich insgesamt verringert hat. Der Anteil der Lehrkräfte, der reflektiert, dass es sich um komplexere kognitive Strukturen handelt, hat sich nach der Maßnahme deutlich erhöht.

19 Lehrkräfte beschreiben Schülervorstellungen nach der Maßnahme als Argumentationsmuster, mehr oder weniger stabile Theorien und/oder Konzepte.

*L: „Ich finde es faszinierend, auf was die Kinder kommen. (...) dass sie sich selber Gedanken machen, wie könnte das jetzt sein und selbst Theorien entwickeln. Das ist ja auch faszinierend und total wichtig.“ (Lehrkraft 3 **nach** der Fortbildung)*

*L: „Also für mich ist das jetzt schon noch ein kleiner Unterschied. Erfahrungen bedeutet für mich einfach, dass die Kinder einfach selber schon mal was zusammengeschrubt haben oder selber gemacht haben. Und Vorstellungen ist halt einfach, auch wenn noch nicht jedes Kind einen Stromkreis gemacht hat, aber schon bei dem Wort Stromkreis muss jedem Kind sofort eine Vorstellung von einem Reifen oder einem Kreis halt im Kopf sein und irgendwie denken, irgendwie muss ich es kreisförmig anordnen.“ (Lehrkraft 5 **nach** der Fortbildung)*

Nach der Fortbildung ist ebenfalls ein Bewusstsein dafür entstanden, dass Vorstellungen auch ad hoc entstehen können. So geben nach der Fortbildung insgesamt acht Lehrkräfte an, Vorstellungen könnten auch erst in Unterrichtssituationen entstehen.

L: „Ich gehe einfach von mir aus. Wenn ich vom einem Thema nichts weiß und dann fragt mich jemand, was ich da für Vorstellungen habe, dann sitz ich auch da und mir fällt erstmal nichts ein und erst in dem Moment, wo es dann losgeht und ich langsam in das Thema reinkomme, dann entstehen vielleicht bei mir auch Fragen, dass ich sage, ja, Moment, wie ist das denn jetzt hier? Aber wenn mich vorher jemand fragt, dann wäre ich auch ein bisschen schnell am Ende.“

I: „Ich höre sehr gut diese Bedeutung, die es hat, dass man das in der Situation erstmal konstruiert.“

L: „Ja. So war es bei mir auch bei der Fortbildung. Wo ich gesagt habe, ja, warum ist es jetzt eigentlich so? Vorher, ohne den Versuch, wäre ich niemals auf diese Frage gekommen, weil ich sie mir überhaupt nicht gestellt hätte.“

I: „Gibt es da ein Beispiel aus der Fortbildung, wo das deutlich wird?“

L: „Ja, wo die Frage war, was der Spiegel vertauscht. Wenn man den Versuch nicht macht oder ihn sieht, dann kommt man auch nicht auf die Frage. Ja, wo ich mir sage, so muss es den Schülern auch gehen.“ (Lehrkraft 2 nach der Fortbildung)

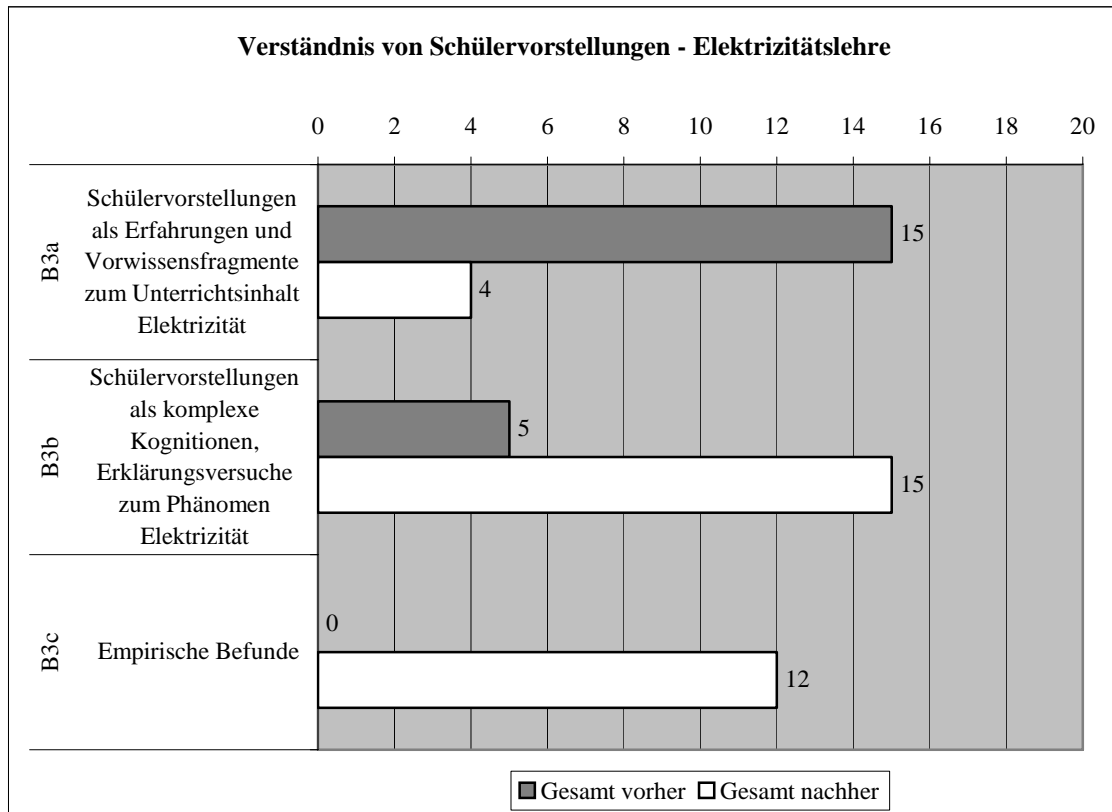
Diese Äußerung einer Lehrkraft verweist auf verschiedene bedeutsame Aspekte:

- So taucht eine Frage, Vorstellung und/oder der Versuch einer ‚Erklärung‘ häufig erst auf, wenn eine Person mit (einer spezifischen Frage an) einen/m Inhaltsbereich konfrontiert wird.
- Durch die eigene Erfahrung im Verlauf der Fortbildung werden die Möglichkeit und die Bedeutung der Ad-hoc-Konstruktionen ins Bewusstsein gerückt.
- Die Übertragung der eigenen Lernerfahrung auf die Situation der Schülerinnen und Schüler ermöglicht ein tieferes Verständnis von Schülervorstellungen.

Deutlich wird damit, dass sich sowohl die unmittelbare eigene Erfahrung und deren Reflexion als auch die Diskussion konkreter, empirischer Befunde als hilfreich für die Entwicklung eines konzeptorientierten Verständnisses erweisen.

Im Vorher-Nachher-Vergleich zeigt sich deutlich, dass – auf einer Ebene von Wissenszuwachs – eine ‚Erweiterung‘ oder ‚Ausdifferenzierung‘ der Lehrervorstellungen stattgefunden haben muss. Die Abbildungen 18 und 19 illustrieren die vergleichende Verteilung des Begriffsverständnisses vor und nach der Fortbildung.

Abb. 18: Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Elektrizitätslehre vor und nach der Fortbildung



Nach Abschluss der Fortbildung nennen insgesamt zwölf der Befragten empirische Ergebnisse zu Schülervorstellungen im Bereich der Elektrizitätslehre. Die Lehrkräfte führen, nach Schülervorstellungen in der Elektrizitätslehre befragt, insbesondere zwei typische Fehlvorstellungen an: Strom werde verbraucht und die so genannte ‚Zweizuführungsvorstellung‘ (Wiesner 1985).

*L: „Mir war das nicht so bewusst, zum Beispiel mit dem Strom, dass die Kinder davon ausgehen, dass der von beiden Seiten da ist. Ich denke, es war ein ganz interessanter Ansatz, dass man wirklich darauf kommt, wie sie denken, weil ich da nicht darauf gekommen wäre. Das fand ich ganz gut, weil man dann eher auch ein bisschen von dem weggeht, was man sich angelesen hat oder was man selber gelernt hat und dann wirklich auf die Stufe runtergeht und ein bisschen darauf schauen kann, wo muss ich aufpassen, dass sie kein falsches Verständnis haben. Das fand ich wirklich gut.“ (Lehrkraft 18 **nach** der Fortbildung)*

*L: „Das Strom verbraucht wird, dass der irgendwo verschwindet und was mir im Gedächtnis geblieben ist, wo ich nie draufgekommen wäre, dass der Strom bei beiden Enden herauskommt. Auf das wäre ich nie gekommen.“ (Lehrkraft 9 **nach** der Fortbildung)*

Möglicherweise scheinen das wiederum zwei derart plausible Vorstellungen zu sein, dass mehr als die Hälfte der Lehrkräfte in der Befragungssituation spontan darauf Bezug nehmen kann. Eine Lehrkraft berichtet davon, in Folge der Fortbildung in der eigenen Klasse eine Befragung analog der Untersuchung von Wiesner (1985) vorgenommen zu haben und zum gleichen Ergebnis gekommen zu sein:

L: „Ich habe zumindest bei der E-Lehre auch einen Versuch gemacht und habe die Kinder vorher gefragt. Ich habe den Kindern die Dinge in die Hand gegeben und habe zu ihnen gesagt, kommt probiert einmal (...). und da kam dasselbe heraus, die Theorie von Herrn W. hat sich in meiner Klasse bestätigt: Man braucht zwei Kabel, weil mit einem Kabel reicht es einfach nicht. Es war köstlich.“ (Lehrkraft 11 nach der Fortbildung)

Die Übertragung von Fortbildungsinhalten auf unterrichtliches Handeln – hier zu Diagnosezwecken – könnte somit etwas damit zu tun haben, wie plausibel das Angebot ist.

Im Bereich Optik/Spiegel wird ebenfalls deutlich, dass die Lehrkräfte ein differenzierteres Verständnis zu inhaltsspezifischen Schülervorstellungen entwickelt haben (vgl. Abb. 19). So benennen neun Lehrkräfte, nach Schülervorstellungen befragt, Erklärungsversuche der Kinder zum Spiegelphänomen. Sieben der Befragten erwähnen die für dieses Thema ‚typischen Fehlvorstellungen‘, wie zum Beispiel der Spiegel vertausche rechts und links oder das Spiegelbild sei *im* Spiegel zu sehen.

L: „Im Bereich Spiegel würde ich mit der Vorstellung rechnen, dass rechts und links vertauscht wird, und nicht vorn und hinten, garantiert.“ (Lehrkraft 8 nach der Fortbildung)

I: „Mit welchen Vorstellungen der Kinder ist zu rechnen?“

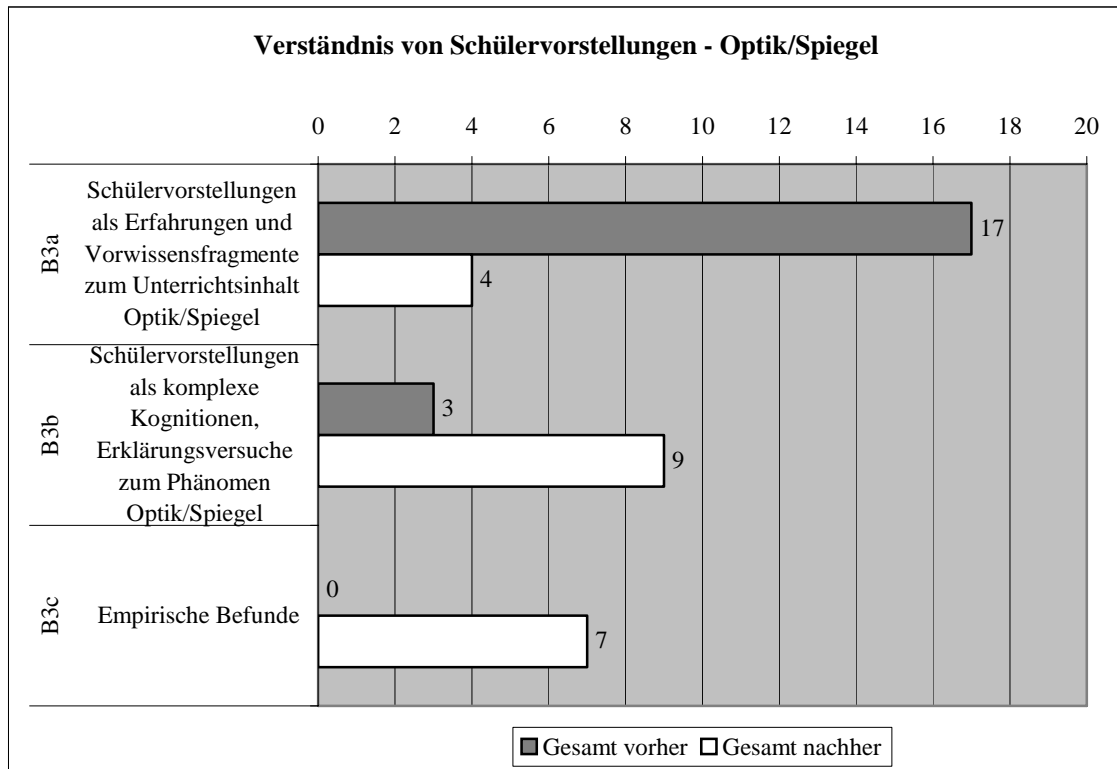
L: „Wahrscheinlich die gleichen, die ich auch gehabt habe.“

I: „Das wären dann...?“

L: „Dass das Bild eben im Spiegel drin ist und nicht dahinter. Und da hatten wir ja auch Versuche, die eben beweisen, dass es dahinter ist.“ (Lehrkraft 3 nach der Fortbildung)

Interessant an dieser letzten Äußerung ist auch, dass die befragte Lehrkraft selbst angibt, ebenso wie die Kinder, diese ‚typische‘ Fehlvorstellung gehabt zu haben.

Abb. 19: Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Optik/Spiegel vor und nach der Fortbildung



Die Abbildung 19 zeigt den einfachen Häufigkeitsvergleich von vorher zu nachher.

Zusammenfassend betrachtet ist davon auszugehen, dass bei einigen Lehrkräften im Zusammenhang mit der Frage nach konkreten Schülervorstellungen *Wissenszuwachs* stattgefunden hat. Eine unmittelbare Gegenüberstellung der Aussagen dreier Lehrkräfte jeweils vor und nach der Fortbildung ermöglicht eine vergleichende Betrachtung.

Beispiele für Hinweise auf Ausdifferenzierung und/oder Kategorienwechsel

Die nachfolgend zitierte Lehrkraft hat vor der Fortbildung keine Vorstellung dazu, mit welchen Konzepten im Bereich Optik/Spiegel bei Grundschulkindern zu rechnen ist. Nach der Fortbildung erinnert sie sich – allerdings wohl nicht mehr ganz genau – an die Schülervorstellungen, der Spiegel vertausche rechts und links.

Lehrkraft 2 **vor** der Fortbildung

I: „Mit welchen Schülervorstellungen zum Thema Spiegel rechnen Sie?“

L: „Wenig. (...) Haben sie eigentlich relativ wenig Bezug dazu. (...) Das ist ihnen eigentlich relativ unvertraut.“

Lehrkraft 2 **nach** der Fortbildung

L: „Schwierigkeiten mit rechts und links.“

Eine weitere Lehrkraft, vor der Maßnahme nach Schülervorstellungen im Bereich Elektrizitätslehre befragt, beschreibt zunächst unmittelbare Alltagserfahrungen der Kinder. Nach der Fortbildung berichtet sie darüber, dass Kinder die Vorstellung hätten, ‚in der Batterie sei Strom drin‘.

Lehrkraft 16 vor der Fortbildung

I: „Was würde Ihnen begegnen an Schülervorstellungen zur E-Lehre?“

L: „Ja, also ich glaube, das, also, das, was sie jetzt schon wissen oder (...) Ja, dass ich eben mit Strom Sachen bewegen kann, also zum Leuchten bringen kann. Was wissen sie noch? Also, da habe ich festgestellt, jetzt bei diesem Stromthema, dass sie da sehr wenig wissen, also außer dem, dass eben Sachen leuchten. Dass ich mit Strom eben Dinge antreiben kann wie den Kühlschrank oder den Computer. Vielleicht noch der Dynamo. (...) Das ist jetzt aus der unmittelbaren Erfahrung. Und ich glaub, bei der E-Technik ist vieles so selbstverständlich auch...“

Lehrkraft 16 nach der Fortbildung

L: „Das ist der Beginn des physikalisch-technischen Denkens. Und diese Alltagsvorstellungen sind oft sehr einfach und zum Teil falsch. Jetzt das mit dem Strom, das ist ein Phänomen, dass sie wirklich glauben, in der Batterie der Strom, ist da drin (...) und dass man im Alltag oft diese zwei Begriffe durcheinander bringt. Dass Kinder glauben, dass Strom verloren geht über den Weg, aber dabei geht die Energie verloren, aber nicht der Strom. Das ist oft eine falsche Alltagsdefinition. Eine, die wir verwenden und die die Kinder übernehmen.“

Die zuletzt aufgeführte Äußerung der Lehrkraft macht mit dem Hinweis auf die Fehlvorstellung vom Stromverbrauch deutlich, dass bei der Lehrkraft zwar ein Wissenszuwachs stattgefunden haben dürfte (in Bezug auf Schülervorstellungen), doch bringt dies gleichzeitig die ‚nächste Fehlvorstellung‘ der Lehrkraft mit sich: Die Vorstellung davon, dass Energie verloren gehe. Es offenbart sich an dieser Stelle (das Abschlussinterview als Diagnosemöglichkeit!) gleichermaßen ein Wissenszuwachs wie auch eine ‚Fehlvorstellung‘. Damit wird deutlich, dass ein bestimmter ‚Wissensstand‘ auch ein ‚Zwischenstand‘ ist, der dann wiederum weiterzuentwickeln ist (vgl. Abb. 1 unter 2.5.3).

Wenn auch in den Abschlussinterviews nach wie vor unklare, diffuse und/oder unzutreffende Vorstellungen formuliert werden, so bleibt doch zu resümieren, dass, ausgelöst durch die Interventionsmaßnahme bei den Teilnehmern partielle Erweiterungen, Ausdifferenzierungen und Veränderung stattgefunden haben. Insbesondere in Bezug auf die inhaltsspezifischen Vorstellungen zeigt sich, dass die Lehrkräfte einen Zuwachs an Wissen und Klarheit hinsichtlich möglicher Schülervorstellungen erfahren haben und nun gezielt empirische Befunde zu Schülervorstellungen benennen können.

6.3.4.2 Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung

Die Forderung nach einer Orientierung an Schülervorstellungen beinhaltet in der Regel auch eine normativ-präskriptive Auffassung, nämlich eine damit verknüpfte Vorstellung davon, bestehende Vorstellungen zu verändern oder zu erweitern. Von hoher Bedeutung sind daher nicht nur die grundsätzliche Bereitschaft der Lehrkräfte, bestehende Vorstellungen in ihrer Bedeutung für den Lernprozess ernst zu nehmen und über eine angemessene Konzeptualisierung (6.3.4.1) derselben zu verfügen. Vielmehr interessant ist insbesondere die Frage danach, wie die Lehrkräfte glauben, Schülervorstellungen berücksichtigen beziehungsweise verändern zu können und welche Maßnahmen sie konkret im Unterricht ergreifen, um dieses Ziel zu erreichen. Die Äußerungen der Lehrkräfte zu Maßnahmen der Unterrichtsgestaltung unter der Perspektive einer Orientierung an Schülervorstellungen werden den folgenden beiden Bereichen zugeordnet:

- IC 1: Einsatz und Bedeutung von Versuchen (6.3.4.2.1)
- IC 2: Ausgewählte Aspekte der Unterrichtsgestaltung (6.3.4.2.2)
- Strukturierung von Unterricht (6.3.4.2.3)

Das diesbezügliche Antwortverhalten vor und nach der Fortbildungsmaßnahme wird beschreibend miteinander verglichen. Für den Bereich ‚Strukturierung von Unterricht‘ wurde auf eine weitergehende Kategorisierung verzichtet, das Antwortverhalten wird ausschließlich deskriptiv dargestellt.

6.3.4.2.1 Einsatz und Bedeutung von Versuchen

Bereits im Interview vor Fortbildungsbeginn zeigt sich, dass ausnahmslos alle befragten Lehrkräfte dem Einsatz von Versuchen eine hohe Bedeutung beimessen. Die Mehrheit der befragten Lehrkräfte betont, dass sowohl der Lehrer- als auch der Schülerversuch seine Berechtigung hätten und auch zum Einsatz kämen. Insgesamt sprechen vor der Fortbildung jedoch 15 Lehrkräfte ihre klare Präferenz für den Schülerversuch aus.

L: „Für sinnvoller halte ich eigentlich das Schülerexperiment, weil die Kinder eben selbstständig handeln können. Der Lehrer macht es nur vor.“ (Lehrkraft 1 vor der Fortbildung)

Die für den Einsatz von Versuchen aufgeführten Begründungen variieren und werden in den vier Kategorien erfasst. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kategorien, deren inhaltliche Beschreibung sowie das Antwortverhalten der Lehrkräfte vor und nach der Fortbildung.

Tab. 29: Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen

Nr.	Kategorie	Inhaltliche Beschreibung	Anzahl prae	Anzahl post
IC1	Einsatz und Bedeutung von Versuchen			
IC1a	Zur Steigerung von Motivation und Interesse/-Spaßfaktor	Die Lehrkraft begründet den Einsatz von Versuchen damit, dass die Schülerinnen und Schüler dadurch ein besonderes Interesse am Unterrichtsinhalt entwickeln und dies die Motivation fördert.	16	10
IC1b	Anlass und Möglichkeit, tätig zu werden, Wahrnehmungen und Erfahrungen zu ermöglichen	Die Lehrkraft begründet den Einsatz von Versuchen damit, dass die Schülerinnen und Schüler dadurch in besonderer Weise Gelegenheit erhalten, selbst tätig zu werden.	18	13
IC1c	Zur Veranschaulichung	Die Lehrkraft begründet den Einsatz von Versuchen damit, dass komplexe Inhalte dadurch veranschaulicht werden können.	10	6
IC1d	Zur Förderung von Reflexionsprozessen, zur (gezielten) Veränderung von Schülervorstellungen	Die Lehrkraft begründet den Einsatz von Versuchen <ul style="list-style-type: none"> ▪ damit, dass Reflexionsprozesse initiiert werden, ▪ damit Schülervorstellungen (gezielt) verändert werden können, ▪ damit, dass Schülerinnen und Schüler eine zentrale naturwissenschaftliche Arbeitsweise kennen lernen. 	7	19

Die Lehrkräfte geben, dazu befragt, warum sie den Einsatz von Versuchen für wichtig erachten, im Wesentlichen die in der Tabelle aufgeführten Gründe an.

IC 1a: Der Einsatz von Versuchen dient der Steigerung von Motivation und Interesse

Es wird deutlich, dass die Lehrkräfte dem Einsatz von Versuchen vor der Fortbildung vor allem unter Aspekten der Motivationsförderung eine hohe Bedeutung geben. 16 Lehrkräfte begründen den Einsatz von Versuchen schwerpunktmäßig mit dessen Interesse stimulierender und motivierender Funktion.

*L: „Ja, sie lieben halt Versuche und handlungsorientiert zu arbeiten. Das mögen sie alle total gerne. Also, ich denke mal, damit kann man sie unheimlich motivieren.“
(Lehrkraft 1 vor der Fortbildung)*

L: „Weil es die Kinder motivierend finden. Und interessant.“ (Lehrkraft 12 vor der Fortbildung)

L: „Weil die Schüler einfach, wenn sie es selber gemacht haben, das kennt man von sich selber ja auch, bleibt einfach mehr hängen, macht mehr Spaß. Dadurch ist man motivierter.“ (Lehrkraft 17 vor der Fortbildung)

Die hohe Bedeutung, die die Lehrkräfte der Motivation geben, wird deutlich.

L: „Also, wenn ich jetzt eben sage, das ist alles da und ich habe jetzt nicht die Wahnsinnsarbeit damit zu Hause, dann spricht alles für den Schülerversuch.“

I: „Aus welchem Grund?“

L: „Weil sie es selbst machen. Weil sie selbst tätig werden und das ist einfach auch Motivation, denke ich. Weil ich etwas selbst tue, ist das unheimlich motivierend und das bleibt auch besser hängen, so sehe ich das.“ (Lehrkraft 20 vor der Fortbildung)

Damit verschränkt sich die Argumentation auch mit der bereits unter 6.3.4.1 angeführten Argumentationslinie: Die Bedeutung einer Orientierung an Schülervorstellungen liegt zunächst auch in deren (von den Lehrkräften vermuteten) motivierender Funktion.

IC 1b: Der Einsatz von Versuchen ermöglicht Eigentätigkeit⁹³

Aus den Äußerungen geht hervor, dass die Lehrkräfte dem selbstständigen Tun der Kinder eine sehr hohe Bedeutung beimessen. 18 Lehrkräfte geben vor der Fortbildung dies als Hauptgrund für den Einsatz von Versuchen an. Allerdings wird auch deutlich, dass sich darin eher ein vereinfachtes handlungsorientiertes Lernverständnis abzubilden scheint.

L: „Aber man geht, glaube ich, einfach davon aus, dass die das dann übernehmen, wenn sie es schon selber ausprobiert haben.“ (Lehrkraft 10 vor der Fortbildung)

Die genannte Aussage, ebenso wie die nachfolgende Aussage illustrieren beispielhaft eine ‚naive Theorie‘ im Hinblick auf einen handlungsorientierten Lernbegriff.

L: „Ja also, zunächst einmal finde ich es schon wichtig, dass die Schüler was tun. Also, dass ich mich zurücknehme. (...) Dass eben aus den genannten Gründen, dass eben nur, wer das selbsttätig und entdeckend macht, hat auch wirklich was gelernt.“ (Lehrkraft 16 vor der Fortbildung)

Interessant ist es, dass ‚tätig sein‘, ‚handeln‘ und ‚entdecken‘ häufig gemeinsam aufgeführt werde. Es scheint, als böten diese ‚Aktionsformen‘ in den Vorstellungen der Lehrkräfte Gewähr für stattfindende Lernprozesse und Wissenserwerb. Möglicherweise

⁹³ Es wird an dieser Stelle immer von Schülerversuchen ausgegangen.

bildet sich darin eine vereinfachende Konzeptualisierung dahingehend ab, dass ‚tun‘ und ‚entdecken‘ fast zwangsläufig mit Lernprozessen gleichgesetzt werden.

In der folgenden Äußerung wird deutlich, dass das eigenständige Tun insbesondere mit ‚Überzeugungswirkung‘ und ‚Merkfähigkeit‘ in Verbindung gebracht wird.

I: „Welche Rolle spielen Ihrer Ansicht nach Versuch und Experiment im nat. SU?“

L: „Es ist so wichtig, weil die Kinder selber ausprobieren können und selber auf das Ergebnis kommen. Und das einfach handelnd erfahren können. (...) Das ist ja gerade das Wichtige, dass sie es einfach tun. Ich lege etwas rein (ins Wasser, Anmerkung der Verf.) und dann sehe ich es, dass es schwimmt und dann weiß ich es. Und es sagt mir halt keiner. Ich könnte ja auch mich vorne hinstellen und es sagen, aber das bleibt halt nicht so hängen dann, prägt sich halt nicht so ein.“ (Lehrkraft 1 vor der Fortbildung)

Im letzten Satz der Lehrkraft wird deutlich, dass ‚tun‘, ‚sehen‘ und ‚wissen‘ nahezu gleichgesetzt werden. Etwas getan zu haben, ‚prägt sich‘ besser ein und damit scheint ‚Wissen‘ (fast) schon gesichert zu sein.

IC1c: Durch den Einsatz von Versuchen können komplexe Zusammenhänge veranschaulicht werden

Eine hohe Bedeutung geben die Lehrkräfte Veranschaulichungsprozessen. Zehn von 20 Befragten führen die Bedeutung von Versuchen für die ‚Veranschaulichung‘ von Inhalten an.⁹⁴

I: „Warum, denken Sie, sind die Versuche so wichtig?“

L: „Ich denke, also, mir persönlich geht es so, ich finde diese Sachen teilweise sehr abstrakt und wenn ich das dann irgendwie durch einen Versuch ‚herunterfahre‘, dann wird es bildlicher und das macht, das motiviert natürlich auch, wenn ich selbst was machen kann, oder es sehen kann, ist es viel leichter nachvollziehbar, als wenn ich es nur gesagt bekomme.“

I: „Also, der Versuch hat die Funktion, etwas zu veranschaulichen?“

L: „Ja.“ (Lehrkraft 20 vor der Fortbildung)

L: „Ja, über Versuche ja. Und über dieses Sichtbare, über das Sehen, man kann ihnen ganz viel erzählen und erzählen und erzählen, aber dieses, wenn Kinder das sehen, das ist, glaub ich, ganz wichtig. Die müssen den Effekt sehen.“ (Lehrkraft 8 vor der Fortbildung)

⁹⁴ In diesem Zusammenhang wäre es meiner Ansicht nach interessant weiter nachzuforschen, inwieweit sich in der Vorstellung der Bedeutung von ‚Anschauung‘ und/oder ‚Veranschaulichung‘ unter Umständen ein eher vereinfachtes ‚rein rezeptives‘ und/oder implizites Lernverständnis abzeichnet. Ob in der Verwendung des Terminus ‚Veranschaulichung‘ im Zusammenhang mit Versuchen die jeweiligen Bedeutungsschwerpunkte eher in einem ‚passiven‘ oder ‚aktiven‘ Lernverständnis liegen, lässt sich meiner Ansicht nach hier nicht klären.

*L: „...ist es einfach auch der Versuch, viele Situationen zu veranschaulichen.“
(Lehrkraft 19 vor der Fortbildung)*

In verschiedenen Zusammenhängen geben die Lehrkräfte auch an, dass der Einsatz von Versuchen dazu führe, dass Schülerinnen und Schüler sich an Inhalte besser erinnerten beziehungsweise sich Inhalte besser merken könnten. Die Bedeutungszuschreibung auf Erinnerungs- und Merkfähigkeit wird entweder in Verbindung mit der hohen Bedeutung der Selbsttätigkeit oder gemeinsam mit der Bedeutung von Veranschaulichung angeführt.

L: „Und die Erfahrung hat wahrscheinlich jeder gemacht, dass, wenn er eben selber was getan hat, und selber rausgefunden hat, also, dass man sich das einfach auch besser merken kann.“ (Lehrkraft 12 vor der Fortbildung)

L: „Dann behalte ich das vielleicht auch länger, also, dass das einfach verstehbar gemacht wird für mich.“ (Lehrkraft 6 vor der Fortbildung)

Deutlich wird wiederum, dass durch den Einsatz von Versuchen und Selbsttätigkeit etwas ‚verstehbar‘ gemacht werden soll und man sich das dann besser ‚merken‘ kann.

ICId: Versuche fördern in besonderem Maße Denk- und Reflexionsprozesse und/oder sind die zentrale naturwissenschaftliche Arbeitsweise.

Die Bedeutung des Einsatzes von Versuchen im Sinne einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise, zur Stimulation einer mentalen Aktivität, dem Herstellen einer kognitiven Beteiligung und damit der Chance einer ‚reflexive Durchdringung‘ des Lerngegenstandes wird vor der Fortbildung von sieben Lehrkräften erwähnt.

L: „Ja, ich als Lehrer will ja nicht nur veranschaulichen und fertig. Sondern ich will ja ihnen nicht nur nahe bringen, so und so ist das mit dem Strom, sondern er soll ja darauf noch viel mehr selbst entwickeln. (...) Aber dadurch, dass ich es halt ausprobieren und so ein Vorher und Nachher habe bei einem Versuch. Dadurch, dass die Kinder schon die eigenen Ideen einbringen, fördere ich ja doch das eigenständige Denken.“ (Lehrkraft 19 vor der Fortbildung)

Weniger als die Hälfte der befragten Lehrkräfte geben vor der Fortbildung im Zusammenhang mit Versuchen eine reflexive und diskursive Auseinandersetzung mit den Beobachtungen, Vermutungen und Vorstellungen als wesentliche Begründung für deren Einsatz an. Die Konstruktion von Wissen und Bedeutung erfolgt in der Vorstellung der Lehrkräfte durch Schülerversuche damit eher ‚nebenbei‘.

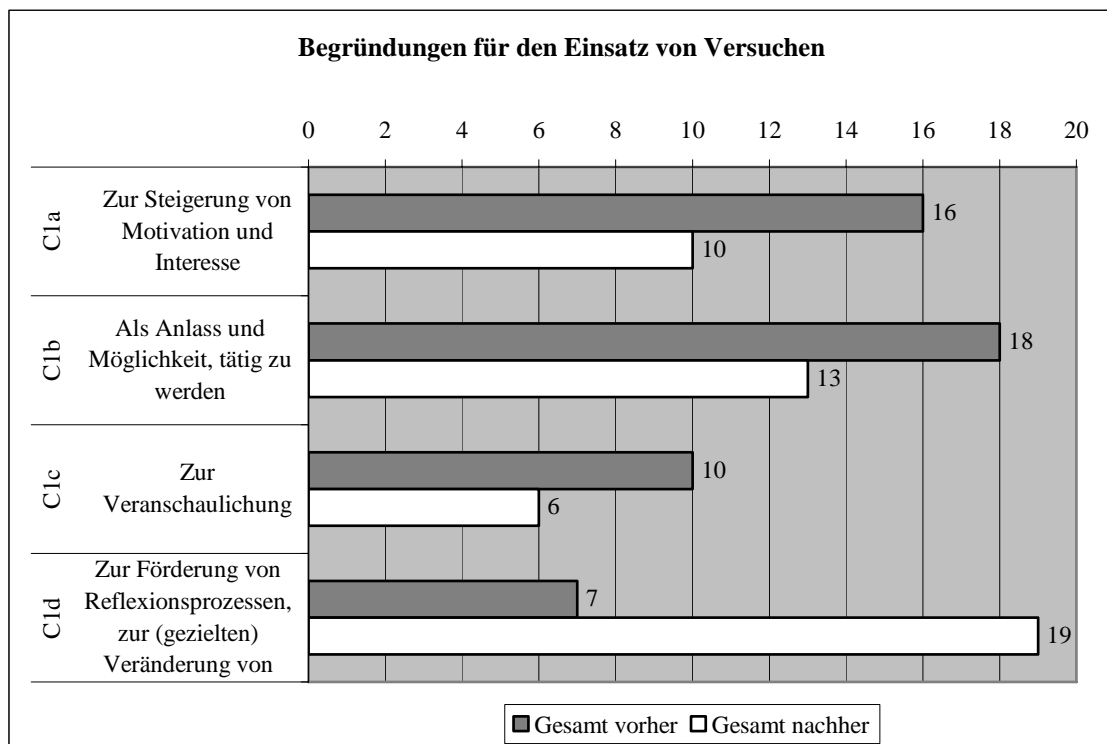
Zusätzlich ist anzuführen, dass mehr als die Hälfte der befragten Lehrkräfte der genauen Beobachtung, der adäquaten Verbalisierung und der strukturierenden und zusammenfassenden Reflexion von Unterrichtsinhalten eine hohe Bedeutung verleihen. Diese ‚Arbeitsformen‘ thematisieren sie jedoch kaum im Zusammenhang mit der naturwissen-

schaftlichen Arbeitsweise, sondern eher allgemein im Sinn eines allgemeinen pädagogischen Unterrichtsprinzips.

In der Kombination der von den Lehrkräften genannten Begründungen, deren Verwendung und Bedeutungszuweisungen und den aufgezeigten Häufigkeiten ist der Schluss zu ziehen, dass bei den Lehrkräften vor der Fortbildung tendenziell eher eine vereinfachende und undifferenzierte Vorstellung vom Umgang mit Versuchen vorzuherrschen scheint. Dabei steht der Motivierungsfaktor im Vordergrund und ‚Handeln per se‘ soll zu Wissenserwerbsprozessen führen.

Im Sinne einer sachbezogenen Weiterentwicklung, Ausdifferenzierung und Erweiterung der Lehrervorstellungen lässt sich formulieren, dass – zusätzlich zu den genannten Begründungen – bei mehr Lehrkräften ein vertieftes Verständnis zum Einsatz von Versuchen im Sinne einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise zur Förderung von Reflexionsprozessen wünschenswert wäre. Abbildung 24 zeigt, inwieweit die Maßnahme dies anbahnen konnte.

Abb. 20: Begründungen für den Einsatz von Versuchen vor und nach der Fortbildungsmaßnahme



Eine deutliche Änderung im Antwortverhalten wird erkennbar. In den Kategorien IC1a, IC1b, IC1c ist jeweils ein Rückgang zu verzeichnen, während in der Kategorie IC1d eine deutliche Zunahme sichtbar wird. Nach Abschluss der Fortbildung begründen 19

der 20 Befragten den Einsatz von Versuchen damit, dass Versuche im Sinne einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise in besonderer Weise dazu dienen, die Schülerinnen und Schüler zu sach- und inhaltsbezogenen Denk- und Reflexionsprozessen herauszufordern und dadurch Lernprozesse in Gang gesetzt und Schülervorstellungen verändert werden könnten.

So zeigt sich nach der Fortbildungsmaßnahme bei deutlich mehr Lehrkräften eine reflexionsorientierte Argumentation in Bezug auf die Durchführung von Versuchen.

L: „Ich denke, dass sie (die Versuche, Anmerkung der Verf.) sehr wichtig sind, um falsche Vorstellungen zu entkräften (...). Ich finde es sehr wichtig, weil es tatsächlich passiert und dass die Kinder auch selber was tun können. Das finde ich auch sehr wichtig. Aber es gehört eben auch dazu zu denken, vor allem sollen sie auch die wissenschaftliche Arbeitsweise lernen.“ (Lehrkraft 18)

L: „Sie erfahren dadurch erst einmal was und dadurch werden sie wieder, müssen sie ja, wenn was anderes rauskommt, was sie sich vorgestellt haben, hinterher überdenken. Wenn sie es selber machen, ist es ein Denkanstoß. (...) Ja, das ist ja das Wichtigste. Man macht einen Versuch, das stimmt nicht überein, jetzt muss man noch mal nachdenken, warum ist das so. Das ist ja eben der Lernerfolg. (...) Ja, weil nur dadurch, dass man sein Gehirn einschaltet und in verschiedene Richtungen denkt, das ist ja das Lernen.“ (Lehrkraft 3)

So bringen mehr Lehrkräfte die Veränderung von Schülervorstellungen unmittelbar in einen Zusammenhang mit dem Einsatz von Versuchen und betonen zudem, dass es nicht darum gehe, ‚irgendwelche‘ Versuche – die in erster Linie der Motivation dienen – einzusetzen. Vielmehr erwähnt eine Reihe von Lehrkräften den gezielten Einsatz von Versuchen in Abstimmung auf zu erwartende Vorstellungen.

L: „Wie kann man das zum Beispiel beim Strom, wie kann man wirklich mit dem Versuch die Schülervorstellung verändern.“ (Lehrkraft 9)

Zwar wird nicht ‚mit einem Versuch eine Vorstellung verändert‘, doch wird deutlich, dass die Lehrkraft ein Bewusstsein dafür entwickelt haben dürfte, dass Versuche, gezielt eingesetzt, Argumentationslinien unterstützen können, die den Aufbau tragfähiger Vorstellungen begünstigen. Die nachfolgenden Beispiele illustrieren Ausdifferenzierungen in den Denkweisen zweier Lehrkräfte.

Beispiele für Hinweise auf Ausdifferenzierung und/oder Kategorienwechsel

Im nachfolgenden Zitat gibt die Lehrkraft vor der Fortbildung an, ‚irgendwelche‘ Versuche auszuwählen, damit die Schülerinnen und Schüler dann ‚selbst arbeiten können‘ und dies diene dazu, die ‚Welt besser zu verstehen‘. In Folge davon argumentiert sie damit, dass ‚man‘ dies dann auch ‚länger behalte‘.

Lehrkraft 6 vor der Fortbildung

L: „Und also in Büchern, Kinderbüchern, sind ja auch ziemlich schlechte Versuche oft drin, denk ich mir, und dann probier ich die halt immer aus und dann wähl' ich halt irgendwelche aus. (...) Aber ich denk mir, bei den Versuchen, die kann halt jeder machen und das ist halt so ein Bereich, in dem wirklich jeder Schüler selbst arbeiten kann.“

I: „Warum halten Sie das für wichtig, dass jeder Schüler selbst arbeitet?“

L: „Weil ich mir denke, dann kann man auch die Welt besser verstehen (...)“⁹⁵ und wenn ich mal das mit so einem Versuch gemacht habe, dann behalte ich das vielleicht auch länger.“

Lehrkraft 6 nach der Fortbildung

L: „Wenn es einfach nur ein Aneinanderreihen von irgendwelchen Versuchen ist, die auch vom Lehrer nicht durchdacht sind, dann wissen die Kinder auch nichts damit anzufangen. Wichtig ist immer, dass sie an dem Versuch arbeiten und nicht einfach schnell schnell, sondern auch mal Zeit haben, darüber nachzudenken, und auch mit anderen Kindern darüber zu reden: Was haben wir jetzt eigentlich gemacht? Und vielleicht es auch noch aufzuschreiben, weil dann müssen sie noch mal darüber nachdenken und dann erst können sie das Wissen erwerben (...) also erstmal das Handeln und dann darüber nachdenken.“

Demgegenüber gibt dieselbe Lehrkraft nach Abschluss der Fortbildung an, der Lehrer solle nicht ‚irgendwelche‘ Versuche aneinanderreihen und außerdem sei insbesondere das ‚Nachdenken über das Tun‘ von Bedeutung. Damit bringt sie Wissenserwerb in einen Zusammenhang mit dem gezielten Einsatz von Versuchen und expliziert die Bedeutung, die darin steckt, sich Zeit zu nehmen, sich darüber auszutauschen und nachzudenken. Nicht mehr ‚die Welt besser verstehen‘ ist das Ziel, sondern ‚handeln‘ und darüber ‚nachdenken‘. Das Ziel wird spezifischer und damit wohl auch realistischer. Darin dürfte sich eine differenziertere Meinung zum Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht im Zusammenhang mit dem Einsatz von Versuchen ausdrücken.

Im nachfolgenden Beispiel wird deutlich, dass eine ‚Ausdifferenzierung‘ im Denken der Lehrkraft stattfindet: Ausgehend von einer vereinfachten Vorstellung durch ‚selbst ausprobieren‘ könne ‚Verstehen‘ ermöglicht werden, entwickelt die Lehrkraft eine Vorstellung, bei der der Einsatz von Versuchen mit einer reflektierten Auseinandersetzung über einzelne, gezielte Fragen in Verbindung gebracht wird.

⁹⁵ Im Gesamtkontext des Interviews kann die Aussage der Lehrerin mit Hilfe von Versuchen ‚könne man die Welt besser verstehen‘ als unspezifische Aussage auf einem recht allgemeinen Niveau interpretiert werden.

Lehrkraft 5 vor der Fortbildung

I: „Welche Rolle spielt Ihrer Ansicht nach Versuch und Experiment im nat. SU?

L: „Eine große. Das ist schon wichtig, weil die Kinder einfach selber das ausprobieren können. (...) Aber ich glaube, damit der Letzte auch noch versteht, wie es geht, muss es jeder selber ausprobiert haben.“

Lehrkraft 5 nach der Fortbildung

L: „Eine sehr große Bedeutung. Ich glaube, dass sie eigentlich noch viel größer ist, als ich das bisher angenommen habe.“

I: „Worin liegt diese große Bedeutung?“

L: „Weil die Kinder dadurch, dass sie das selber ausprobieren können, teilweise ihre Vorstellungen eben überprüfen können oder überarbeiten, überdenken.“(...)

I: „Wie gelingt es durch die Versuche, die Kinder zum Nachdenken zu bringen?“

L: „Indem man bestenfalls eine Frage formuliert, die nicht unmittelbar an dem Versuch zu erklären ist.“

I: „Zum Beispiel?“

L: „Ja, vielleicht, warum jetzt das Lämpchen sofort leuchtet, obwohl ja der Strom erst losfließen müsste oder warum beide Lämpchen gleichzeitig leuchten. Wenn man eben die Vorstellung nimmt (...) müsste es ja eine Zeit dauern, bis das erste Lämpchen leuchtet und dann das zweite.“

Zusammenfassend betrachtet gibt es plausible Hinweise darauf, dass es mit Hilfe der Maßnahme gelungen ist, die Vorstellungen der Lehrkräfte in Bezug auf die Bedeutung von Versuchen zu modifizieren und/oder anzureichern. So wird von den Lehrkräften nach der Fortbildung beim Einsatz von Versuchen neben dem Aspekt der Förderung von Motivation und Interesse auch der reflexionsorientierten Durchdringung von Lerninhalten ein höheres Maß an Bedeutung zugeschrieben.

6.3.4.2.2 Ausgewählte Aspekte der Unterrichtsgestaltung

Nach konkreten unterrichtlichen Umsetzungsmöglichkeiten befragt, benennen die Lehrkräfte eine Vielzahl verschiedener Maßnahmen der Unterrichtsgestaltung. Neben Maßnahmen der Unterrichtsorganisation werden unterschiedliche Sozialformen und Ablaufmuster, verschiedene Lehr-/Lernformen und Arbeitsweisen sowie vielfältige Unterstützungsmaßnahmen aufgeführt. Eine Vielzahl von Maßnahmen zur Unterrichtsgestaltung, mit deren Hilfe die Lehrkräfte versuchen, Lehr-Lernprozesse zu ermöglichen – somit ein weites Spektrum an Handlungswissen – bildet sich in den Äußerungen der Befragten ab. Diese Bausteine aus komplexen Netzwerken unterrichtsbezogener Lehrerkognitionen liegen auf unterschiedlichsten Ebenen, werden jeweils in verschiedensten Zusammenhängen genannt und lassen sich daher nur schwer systematisieren.

Um dennoch unterrichtsbezogene Kognitionen der Lehrkräfte vor und nach der Fortbildungsmaßnahme vergleichend betrachten zu können, wurden in Anlehnung an die theoretische Diskussion die folgenden Maßnahmen zur Unterrichtsgestaltung

ausgewählt und deren jeweils spezifischer Begründungszusammenhang näher untersucht:

- IC 2a: Aktivierung von Schülervorstellungen zu Beginn des Lernprozesses,
- IC 2b: Einsatz des Unterrichtsgesprächs,
- IC 2c: Einsatz von Gruppenarbeit,
- IC 2d: Anregung zur Reflexion des eigenen Lernprozesses,
- IC 2e: Einsatz von Analogien und Modellvorstellungen.

Die für den Einsatz von unterrichtlichen Maßnahmen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht am häufigsten angeführten Begründungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- zur Motivations- und Interessensförderung (zum Beispiel beim Einsatz von Versuchen, s.o.),
- zur Förderung des Sozialverhaltens (zum Beispiel beim Einsatz von Gruppenarbeit),
- zur Förderung von Diskussion und Austausch (zum Beispiel beim Einsatz von Gruppenarbeit),
- zur Förderung der Beobachtungsgenauigkeit (beim Einsatz von Versuchen),
- zur Förderung der Verbalisierungsfähigkeit (zum Beispiel im Unterrichtsgespräch),
- zur Förderung von Reflexionsfähigkeit,
- zur Veranschaulichung (zum Beispiel durch ein Tafelbild),
- zur Unterstützung der Merkfähigkeit (vor allem im Zusammenhang mit dem Einsatz von Versuchen und Möglichkeiten der Veranschaulichung).

Insgesamt geben die Lehrkräfte damit eine ganze Reihe von Gründen für den Einsatz bestimmter unterrichtlicher Gestaltungsmaßnahmen an. Zur Einschätzung, inwieweit sich die unterrichtlichen Maßnahmen auf eine Orientierung an Schülervorstellungen in einem konzeptwechselorientierten Verständnis beziehen, werden die von den Lehrkräften angegebenen Begründungen genauer untersucht. Beispielsweise geben die Lehrkräfte für den Einsatz von Gruppenarbeit schwerpunktmäßig zwei unterschiedliche Begründungen an:

- Gruppenarbeit wird zur Förderung des Sozialverhaltens eingesetzt

L: „Ja, ich glaube, das ist jetzt auch das Optimale, dass man das nicht alleine macht. (...) Der soziale Aspekt ist, glaube ich, nicht zu vernachlässigen, einerseits weil es natürlich auch mehr Spaß macht, natürlich, gemeinsam das zu erleben (...) und zum Zweiten ist es auch ein Aspekt des sich gegenseitigen Unterstützens auch.“ (Lehrkraft 11 vor der Fortbildung)

- Gruppenarbeit wird eingesetzt, weil die Kinder sich mit anderen austauschen sollten und dies wiederum Wissenserwerbsprozesse unterstütze.

L: „Schön ist natürlich immer, wenn man Gruppenarbeit oder Partnerarbeit machen kann, weil das bedeutet natürlich auch: die Kinder tauschen sich aus, was sehr wichtig ist, meiner Ansicht nach, weil es eben so wie vorher schon angesprochen, so diese Unterschiede gibt in den Vorerfahrungen und Vorstellungen und das den Lernprozess, um darauf noch mal zurückzukommen, auch anregt.“ (Lehrkraft 7 vor der Fortbildung)

Während die erste Begründung eher auf eine allgemein pädagogische Haltung verweist, bildet sich eine (lernpsychologische) Argumentation im Sinne eines konzeptwechselorientierten Verständnisses klarer in der zweiten Begründung ab. Entsprechende Argumentationsunterschiede in den Begründungen finden sich bei allen oben angegebenen Maßnahmen der Unterrichtsgestaltung.

Für die Untersuchung, inwieweit sich in den Äußerungen eine Orientierung an Schülervorstellungen in einem konzeptwechselorientierten Verständnis abbildet, werden im Folgenden nur diejenigen Argumentationsmuster berücksichtigt, in denen sich aus theoretischer Hinsicht ein entsprechend kognitionspsychologisch fundiertes Verständnis zeigt. Dieses wurde mit Hilfe der angegebenen Indikatoren zur Erfassung der Wirksamkeit bestimmt (vgl. 6.2.3). Demzufolge finden sich in folgenden Kategorien (vgl. Tab. 30) diejenigen Begründungen für den Einsatz unterrichtlicher Maßnahmen, bei deren Verwendung davon auszugehen ist, dass sich darin ein Teilaspekt eines an Konzeptwechseltheorien orientierten Lernbegriffs abbildet.

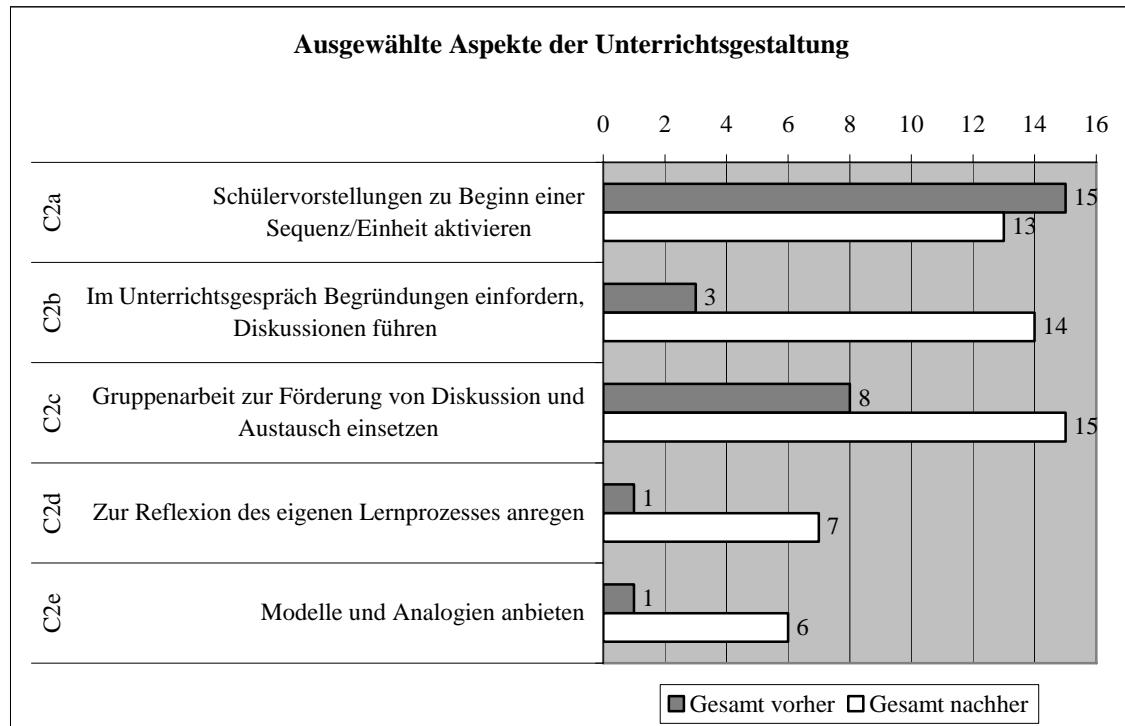
Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kategorien, deren inhaltliche Beschreibung sowie das Antwortverhalten der Lehrkräfte vor und nach der Fortbildung.

Wie sich in der Abbildung 21 zeigt, nennen nach der Fortbildung mehr Lehrkräfte unterrichtliche Maßnahmen mit einem Argumentationshintergrund, der – vereinfacht gesagt – auf ‚Reflexionsintensivierung‘ abzielt als vor der Fortbildung. Die Unterschiede im Antwortverhalten der Lehrkräfte vor und nach der Maßnahme werden im Folgenden an Beispielen genauer aufgezeigt.

Tab. 30: Orientierung an Schülervorstellungen in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung

Nr.	Kategorie	Inhaltliche Beschreibung	Anzahl prae	Anzahl post
IC2	Ausgewählte Aspekte der Unterrichtsgestaltung			
IC2a	Schülervorstellungen zu Beginn einer Sequenz/-Einheit aktivieren	Die Lehrkraft gibt an, Erfahrungen, Vermutungen, Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu Beginn einer Einheit und Sequenz zu stimulieren und/oder zu aktivieren und/oder abzufragen.	15	13
IC2b	Im Unterrichtsgespräch Begründungen einfordern, Diskussionen führen	Die Lehrkraft gibt an, Vorstellungen, Ideen, Äußerungen der Schülerinnen und Schüler (durch die Art der Gesprächsführung im Unterrichtsgespräche) im gesamten Verlauf des Unterrichtsgeschehens zu berücksichtigen. Die Schülerinnen und Schüler werden dazu aufgefordert, ihre Äußerungen zu begründen, Widersprüche werden aufgezeigt, Diskussionen geführt.	3	14
IC2c	Gruppenarbeit zur Förderung von Diskussion und Austausch einsetzen	Die Lehrkraft gibt an, Gruppenarbeit einzusetzen. Dies begründet sie damit, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, sich dabei auszutauschen und dass dies wiederum einer Weiterentwicklung, Ausdifferenzierung, Veränderung von Vorstellungen dient.	8	15
IC2d	Zur Reflexion des eigenen Lernprozesses anregen	Die Lehrkraft gibt an metakognitive Strategien zu fördern und die Schülerinnen und Schüler zu einer Reflexion des eigenen Lernprozess anzuregen.	1	7
IC2e	Modelle und Analogien anbieten	Die Lehrkraft gibt an, gezielt Analogien einzusetzen und Modellvorstellungen zu diskutieren, da dies einer Weiterentwicklung von Vorstellungen dient.	1	6

Abb. 21: Ausgewählte Aspekte der Unterrichtsgestaltung vor und nach der Fortbildungsmaßnahme



IC2a: Schülervorstellungen zu Beginn einer Sequenz/Einheit aktivieren

15 der befragten Lehrkräfte geben bereits vor der Fortbildung an, Erfahrungen, Vorwissen oder Vorstellungen der Schüler zu aktivieren oder abzufragen. Eine große Rolle spielt dabei nach Ansicht der Lehrkräfte die Interesse und Motivation stimulierende Funktion einer Aktivierung von Alltagserfahrungen.

L: „Nur am Anfang. Wenn wir einsteigen in ein Thema. (...) Erstens sind es immer die Vorerfahrungen der Kinder, die ja den Anfang machen. Eigentlich Sitzkreis oder so was vorne, wo ich einfach, was ich mitgebracht habe. (...) Und dann schau'n wir einfach, was den Kindern einfällt. Was kommt. Das ist der Anfang.“
(Lehrkraft 8 vor der Fortbildung)

Ein Großteil begründet die Aktivierung von Schülererfahrungen damit, dass dies die Motivation der Kinder fördere und ihr Interesse am Thema wecke. Diese Aktivierung, das Abfragen der Erfahrungen und Vorstellungen erfolgt daher am Anfang einer Sequenz oder Einheit. Drei Viertel der Befragten geben in diesem Zusammenhang an, am Anfang einer Einheit oder Sequenz die Alltagsvorstellung der Schülerinnen und Schüler zu stimulieren. Dies steht in einem engen Zusammenhang damit, dass vor der Fortbildung elf der Befragten angeben, sich an einem problemorientierten Artikulationsschema zu orientieren, im Verlauf dessen zu Beginn einer Unterrichtseinheit ‚Vermutungen‘ formuliert werden (vgl. 6.3.4.2.3). Die Mehrheit der Lehrkräfte

erfährt demnach das Aktivieren und Abfragen von Erfahrungen und Vermutungen zu Beginn einer Unterrichtssequenz zunächst als adäquaten Umgang mit Schülervorstellungen.

Auch nach der Fortbildung argumentieren die Lehrkräfte wieder damit, Schülervorstellungen zu Beginn aktivieren zu wollen. Allerdings wird dies nun häufiger in einem umfassenderen Sinne, als Grundlage für die Planung und Abstimmung einer ganzen Sequenz verstanden.

*L: „Ich denke, eigentlich ist es notwendig, die Vorstellungen der Kinder zu erfragen und den Unterricht darauf aufzubauen.“ (Lehrkraft 13 **nach** der Fortbildung)*

*L: „Am Anfang würde ich das auf alle Fälle aufmachen, weil ich schon mal erste Theorien bekomme. Schauen, worauf ich mich einlasse und mit welchen Gefahren man rechnen muss. Je mehr man dann im Stoff drin ist, umso mehr denke ich, denken die Kinder auch mit.“ (Lehrkraft 18 **nach** der Fortbildung)*

Insgesamt geben nach der Fortbildung zwölf Lehrkräfte an, Schülervorstellungen vor Beginn einer Sequenz/Einheit ‚abfragen‘ zu wollen. Die Formulierung von ‚Vermutungen‘ zu Beginn einer Stunde wird als nicht mehr so wichtig erachtet, während die Kenntnis komplexer Schülerkognitionen als hilfreich und wichtig für die Planung von Unterricht gilt.

*L: „Also, nach der Fortbildung weiß ich noch, dass man Schülervorstellungen nur verändern kann, wenn ich weiß, was die Kinder vorher denken. Und es ist mir bewusster geworden, dass ich am Anfang auf alle Fälle die Schülervorstellungen abfrage und dann versuche, anhand derer weiter zu machen. Und was mir auch bewusst geworden ist, ist die Bedeutung eines Phänomens, mit dem ich die Kinder auch bekomme, die eigenen Theorien der Schüler, dass sie die damit weiterentwickeln können.“ (Lehrkraft 20 **nach** der Fortbildung)*

Wenn auch im zuletzt aufgeführten Zitat eine recht pauschale und apodiktisch klingende Aussage („*dass man Schülervorstellungen nur verändern kann, wenn ich weiß, was die Kinder vorher denken*“) erscheint (die in dieser Form meiner Ansicht nach zurückzuweisen wäre), so wird doch deutlich, dass der Lehrkraft die Bedeutung des Wissens um Schülervorstellung und deren Berücksichtigung von Beginn des Lernprozesses an recht klar geworden sein dürfte.

Die Stimulierung und Aktivierung von Schülervorstellungen vor der Erarbeitung eines Inhalts erachtet mehr als die Hälfte der Lehrkräfte für wichtig. Damit verbunden ist nach der Fortbildung eher ein diagnostischer Blick auf Schülervorstellungen im Hinblick auf die weitere Unterrichtsplanung.

Auch wurde manchen Lehrkräften offensichtlich sehr deutlich, dass mitunter erhebliche Anstrengungen damit verbunden sind, Vorstellungen zu verändern.

L: „Und auch das Bewusstsein über falsche Schülervorstellungen, die einfach da sind. Dass das einfach dauert, bis die bearbeitet werden. Dass das nicht mit einer Stunde getan ist, und dann ist bei Kindern die neue Vorstellung da, sondern das ist einfach harte Arbeit. Das hat auch was mit Lernformen zu tun.“ (Lehrkraft 16 **nach** der Fortbildung)

Da eine Orientierung an Schülervorstellungen in einem konzeptwechselorientierten Verständnis sich nicht darauf reduzieren lässt, zu Beginn einer Stunde Vermutungen zu sammeln, ist es von besonderer Bedeutung, wie die Lehrkräfte im weiteren Verlauf des Lernprozesses mit Schülervorstellungen umgehen, wie sie diese in das laufende Unterrichtsgeschehen integrieren.

IC2b: Im Unterrichtsgespräch Begründungen einfordern, Diskussionen führen

In der Bedeutung, die die Lehrkräfte dem lehrergelenkten Unterrichtsgespräch (im Unterschied zu den Schüler-Schüler-Gesprächen) geben, dürften Hinweise darauf sichtbar werden, inwieweit die Befragten über die Notwendigkeit einer mehr oder weniger fortwährenden Berücksichtigung von Schülervorstellungen im Gesprächsverlauf denken.

Vor der Fortbildung geben alle Lehrkräfte an, das (lehrergelenkte) Unterrichtsgespräch habe verschiedene Funktionen. Beispielsweise diene es dazu, Kinder zu integrieren.

L: „Also, die Bedeutung kann zum Beispiel auf einer sozialen Ebene sein, dass ich dadurch, dass ich mich einmische oder jemandem eine persönliche Frage stelle ihn ins Gespräch integriere. (...) Das wäre dann so auf der einen Seite so eine pädagogische Bedeutung. Auf der anderen Seite eine soziale Bedeutung für diese Gemeinschaft, die da sitzt. Ich kann dafür sorgen, dass nicht einer alle anderen platt macht, indem ich koordiniere, also, dass sie Regeln einhalten innerhalb des Gesprächs.“ (Lehrkraft 10 **vor** der Fortbildung)

Deutlich steht zunächst ein allgemein pädagogischer Motivcharakter im Vordergrund. Außerdem ordnen die Befragten dem Unterrichtsgespräch vor der Fortbildung unter anderem die folgenden Funktionen zu: Erfahrungen sammeln, Beiträge ordnen, strukturieren, Arbeitsaufträge formulieren und Arbeitsprozesse organisieren, Gespräche zwischen Schülern moderieren, sammeln, etwas zusammenfassen, systematisieren, strukturieren, lenken, etwas richtig stellen, korrigieren, erklären und Merksätze formulieren, Ergebnisse zusammenfassen, Inhalte erklären und die Schülerinnen und Schüler zum Lernziel führen. Die nachfolgenden Beispiele illustrieren eine Auswahl aus dem Antwortverhalten vor der Fortbildung. Das Unterrichtsgespräch dient der Strukturierung und ermöglicht Erklärungen:

L: „Es ist ganz wichtig, um die aufzufangen, die noch keine klare Struktur haben.“(...)

I: „Gibt es noch andere Funktionen?“

L: „Ja. Und auch um Phänomene zu erklären, dann noch mal. (...)

I: „Und wie erleben Sie dann, dass die Kinder mit Ihrer Erklärung umgehen?“

L: „Also, diese Kinder schlucken das einfach so.“ (Lehrkraft 2 vor der Fortbildung)

Von Kindern ‚einfach geschluckte‘ Erklärungen dürften allerdings nur selten einen Beitrag zur Weiterentwicklung von Vorstellungen leisten.

Die Funktion der ‚Sammlung‘ ist sinnvoll bei der Ausrichtung auf das ‚Lernziel‘ der Lehrerin.

L: „Na ja. So, um die Kinder wieder zu sammeln, um sie wieder zusammenzuführen auf bestimmte Punkte, zum Beispiel, nachdem Experimente abgelaufen sind und sie selber versucht haben, das zu verbalisieren, Schlussfolgerungen zu ziehen, dass man wieder zusammenkommt. Auch Kinder, denen das dann eben nicht so klar ist, dann durch meine Wiederholung, eine Möglichkeit zu geben, ja jetzt, ihr Wissen anzugleichen.“

I: „Anzugleichen woran?“

L: „An meine Lernziele. An das, was ich versucht habe, in dieser Stunde zu erreichen.“ (Lehrkraft 4 vor der Fortbildung)

Beim Einsatz von Versuchen nutzt die Lehrkraft das Unterrichtsgespräch für Erklärungen.

L: „Also, sie machen einen Versuch und denken sich vielleicht auch: Ja, das ist nett und alles, aber sie verstehen vielleicht nicht den ganzen Zusammenhang, und ich denk mal, mit einem Lehrergespräch bringt man sie dann doch vielleicht vom Wissen her vielleicht ein bisschen voran. Wo der Lehrer zusätzlich noch was erklären kann.“ (Lehrkraft 6 vor der Fortbildung)

Deutlich wird die Funktion des Unterrichtsgesprächs, die darin besteht, die Schülerinnen und Schüler zu einem Lernziel zu führen.

L: „Also, schon sehr wichtig, eigentlich, dass der Lehrer, ja sie dahin führt, wo er sie haben will, am Schluss.“ (Lehrkraft 20 vor der Fortbildung)

Wenn das Unterrichtsgespräch auch all diese hier genannten Funktionen hat, so ist doch auffällig, dass vor der Fortbildung nur drei Lehrkräfte explizit erwähnen, das Unterrichtsgespräch diene dazu, Begründungen einzufordern, auf Widersprüche hinzuweisen, sich über unterschiedliche Sichtweisen auszutauschen, Vorstellungen zu artikulieren und zu diskutieren, kurz: sich in einen Prozess der diskursiven Auseinandersetzung über Vorstellungen zu begeben.

Nach der Fortbildung macht sich eine deutliche Veränderung bemerkbar. So geben nach der Fortbildung vierzehn Lehrkräfte an, es sei wichtig, Schülervorstellungen im gesamten Unterrichtsverlauf zu berücksichtigen und dies gelinge, indem der Förderung eines diskursiven Unterrichtsgesprächs (hohe) Bedeutung verliehen werde. In den folgenden Äußerungen wird deutlich, dass die Lehrkräfte dem Einfordern von Begründungen nach der Fortbildung einen wichtigen Stellenwert einräumen.

L: „Ich möchte halt (...) die Kinder genauer fragen, wie sie denken, mehr darüber sprechen. Nicht dass es so als bekannt gilt, dass es im Kreis läuft, sondern auch wirklich noch mal mit ihnen ausreden.“

I: „Mit den Kindern diskutieren?“

*L: „Ja, warum die glauben, dass das so und so funktioniert. (...) In dem einen Text war das ja auch. Man hat ihnen Materialien gegeben und sie sollten es so bauen, dass es funktioniert. Dann kam das mit diesem einen Kabel nur. Und dann eben, es funktioniert nicht, und da schon mal begründen, warum es nicht funktioniert. Einfach mehr noch mal begründen. Das ist auch dieses Fachwissen, das ich nie dazubekommen habe. (...). Dass man mehr aus den Kindern rausholt, dass sie das, was sie glauben, in Worte fassen.(...) Man muss viel öfter darauf eingehen, ob sich da was geändert hat und inwiefern. Also dieses Vorher-Nachher ist vielleicht zu wenig, man muss auch währenddessen noch mal nachfragen.“ (Lehrkraft 3 **nach** der Fortbildung)*

Interessanterweise gibt die Lehrkraft an, für diese Art des Unterrichtsgesprächs ‚Fachwissen‘ zu brauchen, das ‚sie nie dazu bekommen hat‘. Bei der nachfolgend zitierten Lehrkraft wird die Fähigkeit, etwas begründen zu können, als Indiz für Verstehen angeführt.

L: „Ja, weil ich mir immer denke, das, was sie begründen können, haben sie auch kapiert.“

I: „Es sei denn, sie begründen es falsch?“

*L: „Ja, aber dann kann man auch wieder darauf eingehen. Die Wahrscheinlichkeit gibt es immer, dass es falsch ist. Aber dann sind die anderen auch da, die nachfragen. Es findet auch ein Gespräch unter den Kindern statt.“ (Lehrkraft 8 **nach** der Fortbildung)*

Die eigene Lernerfahrung während der Fortbildung dient als Referenzerfahrung.

*L: „Im Falle des Stromkreises zum Beispiel ist es nahe liegend, dass wir ihnen sagen, dass (...) Strom im Kreis fließt, obwohl sie eigentlich eine ganz andere Vorstellung haben. Ich sage ihnen, wie es ist, obwohl sie eigentlich gar keinen Einblick haben. (...) Aber warum das richtig ist, das ist die entscheidende Frage. Das ist wieder wie bei der Fortbildung: nicht der Input an sich ist das letztendlich Interessante, sondern das Nachdenken, das Diskutieren und das Austauschen über diese Vorstellungen.“ (Lehrkraft 11 **nach** der Fortbildung)*

Nach der Auswertung der Interviewpassagen, die sich auf die Bedeutung des Unterrichtsgesprächs beziehen, zeigt sich, dass die Lehrkräfte ein vertieftes Bewusstsein

für die Bedeutung einer diskursiven Gestaltung des Unterrichtsgesprächs entwickelt haben.

IC2c: Gruppenarbeit zur Förderung von Diskussion und Austausch einsetzen

Der Einsatz von Gruppenarbeit wird vor der Fortbildung von der Mehrheit der Lehrkräfte als Sozialform im naturwissenschaftlichen Sachunterricht favorisiert. Die Lehrkräfte geben übereinstimmend an, arbeitsteilige und arbeitsgleiche Gruppenarbeit insbesondere in Erarbeitungsphasen einzusetzen. Einige der befragten Lehrkräfte begründen dies vor der Fortbildung in erster Linie damit, dass dies das Sozialverhalten fördere, also mit einer eher allgemeinen pädagogischen Zielvorstellung (s.o.).

Acht Lehrkräfte geben vor der Fortbildung an, die Bedeutung des Einsatzes von Gruppenarbeit liege insbesondere darin, dass die Kinder sich gegenseitig austauschten und dies wiederum Lernprozesse fördere, was auf eine Argumentation in einem sozialkonstruktivistischen Sinne verweist (s.o.). Nach der Fortbildung geben 15 Lehrkräfte dies als Begründung für den Einsatz von Gruppenarbeit an. Die nachfolgenden Zitate verdeutlichen die entsprechenden Argumentationen der Lehrkräfte.

*L: „Ich finde es ist immer wieder so, dass ich weiß, wenn sie es in Gruppenarbeit machen, tauschen sie sich sehr aus. Da findet schon eine Positionsbestimmung statt, dass vielleicht manche Kinder eine falsche Vorstellung haben, die dann in Frage gestellt wird und dann vielleicht auch diskutiert wird und auch, was mir sehr wichtig ist, am Schluss das noch mal in Szene holt. Dass man hier noch mal aufgreift, noch mal in einen größeren Rahmen setzt.“ (Lehrkraft 16 **nach** der Fortbildung)*

*L: „Gruppenarbeit finde ich in dem Sinne sehr wichtig, vor allem wenn es um den Austausch geht, wie es in der Lerngruppe bei uns in der Fortbildung war, ich glaube, es ist für die Kinder immer ganz wichtig, wenn sie untereinander ihre Vorstellungen oder ihr Wissen austauschen.“ (Lehrkraft 9 **nach** der Fortbildung)*

Die Bedeutung des Austausches in der Peer-Group wird von einer Lehrkraft im Zusammenhang mit der eigenen Lernerfahrung während der Fortbildung angeführt.

Allerdings verweisen einige der Befragten auch – ebenso wie bereits vor der Fortbildung – auf die großen Schwierigkeiten, die darin stecken, bei Schülerinnen und Schülern einen Prozess der konstruktiven Auseinandersetzung initiieren und etablieren zu wollen.

*L: „Ja, für die Weiterentwicklung der Schülervorstellungen bringt die Gruppenarbeit, glaube ich, nichts, außer wenn sie sich wirklich austauschen können. Die Gruppe müsste so leistungshomogen sein, dass sie sich wirklich ernsthaft unterhalten, dass keine Störer drin sind, die sozusagen immer wieder was unterbinden. Das ist, glaube ich, schwierig.“ (Lehrkraft 8 **nach** der Fortbildung)*

Die Aussage dieser Lehrkraft zeigt zumindest zwei Problemfelder auf, die im Zusammenhang mit Gruppenarbeitsformen erscheinen: das der Leistungsheterogenität und das der ‚störenden‘ Schüler, diejenigen also, deren Bereitschaft und Fähigkeit zur Zusammenarbeit nicht in einem entsprechenden Maße entwickelt ist, dass ‚echte‘ sachbezogene Diskussionen stattfinden könnten. Eine Grundlage für die Entwicklung dieser Kompetenz, sich konstruktiv mit Mitschülern auseinander zu setzen, ist die Bereitschaft und die Fähigkeit, sich verbal angemessen auszudrücken. Mangelnde Verbalisierungsfähigkeit auf Seiten der Kinder als Grundlage eines sachbezogenen Austausches wird von der Mehrheit der befragten Lehrkräfte beklagt.

IC2d Zur Reflexion des eigenen Lernprozesses anregen

IC2e Modelle und Analogien anbieten

Zwei weitere Maßnahmen, die sich explizit auf die avisierte Veränderung von Schülervorstellungen beziehen, werden vor der Fortbildung jeweils von einer Lehrkraft genannt: Die Bedeutung, die der Reflexion des eigenen Lernprozesses für Wissenserwerb zukommt und die Bedeutung, die dem Einsatz von Analogien zukommt.

L: „Ich stelle konkrete Fragen, um sie zu lenken, um sie an etwas zu erinnern, um Analogien zu nennen und auch noch andere Phänomene, an die sie vielleicht gerade nicht denken, um sie daran zu erinnern.“ (Lehrkraft 11 vor der Fortbildung)

L: „..., weil erst wenn sich das Kind bewusst macht, was ich gedacht habe zu dem Thema, wird man sich auch bewusst, was ich jetzt gelernt habe draus.“ (Lehrkraft 19 vor der Fortbildung)

Interessant finde ich an diesem letzten Zitat den Perspektivenwechsel mitten im Satz, von ‚das Kind‘ zu ‚ich‘ und ‚sich‘ in einer Verknüpfung mit ‚man‘, worin sich meiner Ansicht nach die Verbalisierung einer eigenen Lernerfahrung abbildet, die auf das Lernen der Kinder übertragen wird.

Nach der Fortbildung geben sieben Lehrkräfte an, die Schülerinnen und Schüler dazu anregen zu wollen, sich eigene Vorstellungen bewusst zu machen.

L: „(...) aber wenn die Schülervorstellungen sich wirklich ändern sollen, dann müssen sie (die Schüler, Anmerkung der Verf.) sich selber klar werden über ihre Vorstellungen.“ (Lehrkraft 8 nach der Fortbildung)

Sechs Lehrkräfte geben nach der Fortbildung an, Analogien und Modellvorstellungen an geeigneten Stellen im Unterricht einsetzen zu wollen.

*L: „Einzugehen auf eine Modellvorstellung, die es uns erleichtert, physikalische Sachverhalte zu verstehen, finde ich absolut in Ordnung.“ (Lehrkraft 13 **nach** der Fortbildung)*

*L: „Letztlich sind ja alle Erklärungsansätze Modelle. Ich finde es wirklich nicht schlimm, wenn man den Kindern versucht, das grob zu erklären. Ich finde das Modell eigentlich verständlich, ich werde es sicher hernehmen.“ (Lehrkraft 18 **nach** der Fortbildung)*

Der Förderung metareflexiver Prozesse sowie die Verwendung von Analogien und Modellvorstellungen werden nach der Fortbildung von mehr Lehrkräften als geeignete Unterrichtshilfen im naturwissenschaftsorientierten Sachunterricht angesehen.

6.3.4.2.3 Strukturierung von Unterricht

Unter Bezugnahme auf den Skriptbegriff (vgl. 3.2.3) werden abschließend die Vorstellungen der Lehrkräfte zur Ablaufstruktur von Unterrichtseinheiten im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht beschrieben.

Vor der Fortbildung geben mehr als die Hälfte der Befragten (elf von 20) unter Berufung auf ein problemorientiertes Artikulationsmodell an, es gebe ein ‚typisches Ablaufmuster‘ für Unterrichtsstunden im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht, an dem sie sich orientierten. Dieses stellt sich – mit jeweils kleinen Abweichungen so dar: Einstieg, Formulierung einer Problemfrage, Aufstellen von Vermutungen/-Hypothesen, Experimentieren, Auswertung des Experimentes und Überprüfen der Vermutungen/Hypothesen und Sicherung.

L: „Das wird so eine klassische 45-Minuten-Einheit.“

I: „Würden Sie sagen, dass dieser Stundenablauf typisch ist für den Ablauf im naturwissenschaftlichen Sachunterricht?“

L: „Ja. Also bei mir jetzt schon.“

I: „Was würden Sie als typische Phasen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht benennen?“

*L: „Ja. Erst mal eine Problemstellung. Und dann auch eine Vermutung. Wie könnten wir das jetzt lösen? Und dann konkretes Handeln irgendwo. Auswertung. Und dann eventuell Einführung von irgendwelchen Begriffen. Und dann Sicherung entweder nur über, ja, mündliche Sicherung und dann beim nächsten Mal Hefteintrag. Oder Sicherung mit Hefteintrag.“ (Lehrkraft 2 **vor** der Fortbildung)*

Begründet wird die Orientierung an diesem Ablaufmodell mehrheitlich damit,

- dass man das in der zweiten Phase so gelernt habe und/oder
- dass dies eine Lernhilfe für die Schülerinnen und Schüler darstelle.

Fünf Lehrkräfte geben vor der Fortbildung an, sie orientierten sich nicht an einem typischen Ablaufmodell, doch gebe es typische Elemente in den naturwissen-

schaftbezogenen Einheiten des Sachunterrichts. Diese seien zum Beispiel das Aufstellen von Vermutungen, das Experimentieren oder auch die Gruppenarbeit.

Nach der Fortbildung wurden die Lehrkräfte dazu erneut befragt. Es zeichnet sich eine Veränderung im Antwortverhalten ab. Nach einem ‚typischen Ablauf‘ befragt, geben nun insgesamt 16 Lehrkräfte an, ein strukturiertes Vorgehen im Unterricht sei von Bedeutung, doch beinhalte dies nicht immer eine Orientierung an einem typischen Artikulationsmodell. ‚Typisch‘ seien jedoch – ähnlich wie oben – einzelne Elemente im naturwissenschaftsbezogenen Unterricht. Dabei wird insbesondere das Experimentieren als wesentlich angegeben.

Deutlich wird dabei unter anderem, dass die Lehrkräfte nach der Fortbildung häufiger angeben, der geplante Ablauf einer Einheit diene insbesondere ihnen selbst dazu, ‚den Überblick zu behalten‘ oder ‚den Faden nicht zu verlieren‘.

L: „Ich denke, das ist mehr so eine Struktur, an der wir uns irgendwo entlang-hangeln, um sicherzustellen, dass wir am Schluss alles abgehandelt haben und dann noch eine Sicherung drin haben, um das möglichst den Schülern zu verkaufen und um auch selbst irgendwie eine Linie zu haben.“

I: „Wenn Sie da von ‚wir‘ sprechen, meinen Sie da mit ‚wir‘ uns Lehrer?“

L: „Ja.“

I: „Was ich von Ihnen höre, ist, diese Struktur oder dieser Ablauf, der ist eher so was wie eine Stütze und Hilfe für den Lehrer.“

*L: „Ja, denke ich schon.“ (Lehrkraft 2 **nach** der Fortbildung)*

Das folgende Zitat verdeutlicht, dass ein strukturiertes Vorgehen für Lehrerinnen und Lehrer als wichtig angesehen wird, doch wird strukturiertes Vorgehen nicht (mehr) gleichgesetzt mit der Orientierung an einem Ablaufmodell.

L: „Unterrichtsverlauf: Ich find es einerseits schon wichtig, dass ich irgendwo eine Struktur in der Stunde habe, dass ein roter Faden drin ist und ich nicht irgendwas mache. (...) Inwiefern es jetzt diese kleinen Schritte braucht, die man so typisch gelernt hat, immer in der gleichen Reihenfolge machen muss, das finde ich jetzt fraglich. (...) Irgendwie muss ich schon wissen, der Reihe nach, wie wir es machen, aber ob ich mich jetzt an den klassischen Unterrichtsverlauf nach irgendeinem richten muss, wage ich zu bezweifeln.“

*(Lehrkraft 18 **nach** der Fortbildung)*

Es gibt Hinweise darauf, dass sich durch die Fortbildung bei einem Teil der Lehrkräfte die Vorstellungen, man solle sich an einem typischen Ablaufmodell orientieren, weil ‚man es so gelernt hat‘, ein wenig aufzuweichen beginnen.

L: „Man lernt das ja so im Seminar. Durch die Fortbildung würde ich sagen, sehe ich es lockerer, ich lass den Kindern mehr Raum, Raum für's Gespräch.“

*(Lehrkraft 1 **nach** der Fortbildung)*

Am deutlichsten wird, dass die Lehrkräfte ihre Vorstellungen zur Strukturierung von Unterricht nicht mehr in der gleichen Weise an einem ‚typischen‘ Ablaufmodell festzumachen scheinen, sondern sich stattdessen explizit auf Schülervorstellungen beziehen, wenn sie über die Strukturierung des Unterrichtsablaufs sprechen.

*L: „Er (der Ablauf, Anmerkung der Verf.) ist sehr abgestimmt auf diese Vorstellungen. Eben erst aktivieren, was gibt es für Möglichkeiten der Aktivierung, (...), dann die Konfrontation mit Neuem, dann die Einordnung. Ich glaube schon, dass das sehr sinnvoll ist und so auch Unterricht ablaufen soll. Wie man es innerhalb ordnet, ob man jetzt Lehrerversuche oder Schülerversuche macht, da bleibt einem immer noch ein Spielraum.“ (Lehrkraft 16 **nach** der Fortbildung)*

*L: „Also Schülervorstellungen spielen die zentrale Rolle, weil ansonsten die Schüler ihre Vorstellungen nicht weiterentwickeln können. Also, früher war es so, in diesem einfachen Schema, vermuten, versuchen, beobachten und dann aufschreiben und dann nimm dein Heft mit nach Hause und schau dir alles noch mal an und dann lernen sie irgendwas auswendig.“ (Lehrkraft 10 **nach** der Fortbildung)*

Im folgenden Beispiel wird deutlich, dass bei der Lehrkraft im Zusammenhang mit einer selbst berichteten Einstellungsänderung in gewisser Weise eine ‚Umorientierung‘ hinsichtlich ihres Vorgehens im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht stattgefunden haben dürfte.

Lehrkraft 11 **vor** der Fortbildung

I: „Würden Sie sagen, es gibt für naturwissenschaftlichen Sachunterricht so was wie einen typischen Stundenverlauf?“

L: „Ja, natürlich klar. Also, eine Hinführung, eine Hinführung zur Problemstellung eben. Die Problemstellung selber natürlich. Dann die Bearbeitung. Lösung und Sicherung des Ganzen. Also, diese Grobstruktur ist schon immer vorhanden.“

Lehrkraft 11 **nach** der Fortbildung

L: „Also mein typischer Unterrichtsablauf ist mittlerweile der, dass einfach gebaut, gebastelt wird. Ich merke auch, wie sich meine eigene Einstellung einfach zu den naturwissenschaftlichen Themen, (...) wie sich das geändert hat. Ich denke mir, lass lieber die Hefteinträge bleiben, mache mit denen so was. Im Gegenteil, das Kaleidoskop, das die Kinder gerade gebaut haben, da habe ich jetzt eine Note gemacht. Weil das über einen längeren Zeitraum ging, und die Wertschätzung auch für das, was sie gebaut haben, ist bei mir deutlich größer geworden gegenüber den Hefteinträgen.“

So berichtet diese Lehrkraft von einer deutlichen Verlagerung in Richtung eines werkstatorientierten Vorgehens und einer damit einhergehenden Veränderung in der Form der Leistungsbewertung.

Festzuhalten bleibt, dass bei einigen der befragten Lehrkräfte ein Denkprozess darüber in Gang gekommen sein dürfte, inwieweit die Strukturierung des Unterrichtsgeschehens

durch eine Orientierung an einem (immer gleichen) Ablauf eine notwendige oder hinreichende Maßnahme der Unterrichtsgestaltung darstellt.

6.4 Zusammenfassung und Interpretation der empirischen Ergebnisse

Ausgehend von den Fragestellungen (6.2.1) werden im Folgenden die wesentlichen Ergebnisse der explorativen Studie dargestellt. Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, welche Erwartungen die Lehrkräfte an die Maßnahme formulieren, wie die Lehrkräfte das Unterstützungsangebot beurteilen und inwieweit es mit Hilfe der Interventionsmaßnahme gelingen konnte, Veränderungen in der bereichsbezogenen Kognition der Lehrkräfte zu bewirken. Die Zusammenfassung und Interpretation der empirischen Ergebnisse der Arbeit gliedert sich demnach in drei Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden die Erwartungen der Lehrkräfte zusammengefasst, im zweiten Abschnitte wird das Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme zusammenfassend beschrieben, im dritten Abschnitt erfolgt eine zusammenfassende und interpretierende Darstellung ausgewählter Auswirkungen der Maßnahme auf Lehrerkognitionen.

6.4.1 Erwartungen an die Maßnahme

Vor Fortbildungsbeginn äußerten die Lehrkräfte die folgenden Erwartungen an die Interventionsmaßnahme:

Erweiterung und Vertiefung des eigenen physikalischen Sachwissens: Ein Großteil der Lehrkräfte erhoffte sich von der Teilnahme an der Fortbildungsmaßnahme insbesondere eine Stärkung und Vertiefung des eigenen physikalischen Sach- und Fachwissens. Das ihnen zur Verfügung stehende physikbezogene Wissen schätzten sie häufig als gering ein. Ein besseres eigenes Verständnis physikalischer Sachverhalte dient ihrer Ansicht nach dazu, physikbezogenen Sachunterricht potentiell qualitätshaltiger gestalten zu können.

Reduktion von Unsicherheit im Hinblick auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte: Ein Teil der befragten Lehrkräfte berichtete von Unsicherheiten in Hinblick auf physikalische Themen und im Zusammenhang damit von Inkompetenzgefühlen in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte. Von der Teilnahme an der Fortbildung und den damit verbundenen Hoffnungen auf Lernzuwachs versprachen sie sich demgemäß eine Verringerung der Unsicherheit und eine Zunahme an Kompetenzgefühlen im Hinblick auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte.

Hinweise auf unterrichtliche Gestaltungsmöglichkeiten und konkrete Hilfen: Die meisten Lehrkräfte erhofften sich von ihrer Teilnahme vor allem konkrete Hinweise auf unterrichtliche Gestaltungs- und Umsetzungsmöglichkeiten. Diese Erwartungen umfassten neben unmittelbar einsetzbarem Unterrichtsmaterial, wie zum Beispiel Arbeitsblätter und Arbeitskarten für Stationenarbeiten, auch Hinweise auf geeignete Versuche sowie Hinweise auf ein jeweils themenspezifisch anzustrebendes Verständnisniveau.

Didaktisch-methodische Gestaltung der Fortbildung: Danach befragt, welche Erwartungen an die methodische Gestaltung einer physikdidaktischen und internetunterstützten Lehrerfortbildung sie hätten, gab ein Teil der Lehrkräfte an, sie erhofften sich eine Berücksichtigung ihres als gering eingeschätzten naturwissenschaftlichen Vorwissens sowie ihrer als gering eingeschätzten Vorerfahrungen im Hinblick auf Internetnutzung. Möglichkeiten für selbstständiges und eigenaktives Handeln, zum Beispiel selbstständige Versuchsdurchführung und -auswertung sowie Gelegenheiten für persönlichen und sachbezogenen Austausch mit Kolleginnen und Kollegen, erachteten die Lehrkräfte als wesentliche Maßnahmen für eine erwartungsgemäße Gestaltung der Fortbildung.

Zusammenfassend zeigte sich, dass sich die Wünsche der Lehrkräfte schwerpunktmäßig darauf richteten, für ihre Arbeit Anregungen mit unmittelbarer (Handlungs-)Relevanz zu erhalten. Diese Relevanz entsteht für die Lehrkräfte auf zwei Ebenen:

- auf der Ebene eines sowohl realen wie auch subjektiv erlebten Wissens- und Kompetenzzuwachses mit einer damit einhergehenden Verringerung von Unsicherheit,
- auf der Ebene einer konkreten Unterstützung in der Unterrichtsplanung und -gestaltung mit einer damit einhergehenden Entlastung im persönlichen Vorbereitungsaufwand, beispielsweise durch die Verfügbarkeit von unmittelbar einsetzbarem Unterrichtsmaterial.

Die schwierige Aufgabe, innerhalb knapp bemessener zeitlicher Ressourcen niveauvollen Unterricht zu planen und zu gestalten, lässt sich nach Ansicht der Lehrkräfte besser bewältigen, wenn das notwendige Ausgangsmaterial bereits zur Verfügung steht und nicht (auch noch) selbst erstellt werden muss.

Die Lehrkräfte formulieren übereinstimmend deutlich, was sie brauchen, um sich für die Bewältigung ihrer komplexen und verantwortungsvollen Aufgabe, physikbezogenen Sachunterricht niveauvoll zu gestalten, ‚gut gerüstet‘ zu fühlen:

- konkrete Unterrichtshilfen,
- tragfähiges Sachwissen und
- das Zutrauen in die eigene Kompetenz.

Für die Planung einer kontextsensitiven, teilnehmerorientierten Maßnahme sind diese Bedürfnisse ernst zu nehmen.

6.4.2 Das Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme

Zum Urteil über die Fortbildung befragt, zeichnete sich im Antwortverhalten der Lehrkräfte nach der Maßnahme das folgende Bild ab:

Gesamtkonzeption und Organisation: Die Mehrheit der Lehrkräfte fällte hinsichtlich der organisatorischen Rahmenbedingungen, der Fortbildungskonzeption im Sinne des vorgestellten integrativen Ansatzes, der konkreten Ausgestaltung und Umsetzung der einzelnen Bausteine und hinsichtlich der subjektiv erlebten Zufriedenheit und Lernwirksamkeit ein sehr positives Urteil über die Maßnahme.

Die Verzahnung der Fortbildungstage und -inhalte mit dem Berufsalltag durch die Arbeit mit der Website, durch die Lernpartnerschaft und die Arbeitsaufträge für die Transferphase wurden als hilfreich für den Lernprozess erlebt. Ganze Fortbildungstage (im Unterschied zu Nachmittagsfortbildungen) schätzten die Befragten als sehr günstig für ihren persönlichen Lernprozess ein. Die Anbindung an die Universität werteten die Lehrkräfte positiv. In der Wahrnehmung der Lehrkräfte ermöglichte diese Anbindung eine intensive reflexionsorientierte Auseinandersetzung auf ‚einer sinnstiftenden Ebene‘.

Die meisten Lehrkräfte sahen ihre Beteiligung als lohnenswert an und gaben an, persönlichen Zielen näher gekommen zu sein oder sie in Teilen erreicht zu haben. Eine ausgewogene Mischung an Fortbildungsinhalten und einen günstigen ‚Theorie-Praxis-Bezug‘ erwähnten die Lehrkräfte lobend. Vereinzelt gaben die Befragten Hinweise zur Weiterentwicklung der Maßnahme. Das Antwortverhalten war hier allerdings recht heterogen, es zeigten sich teilweise einander unmittelbar widersprechende Vorschläge, so dass kaum allgemeine Schlüsse daraus gezogen werden konnten.

Interneteinsatz: Die Plattform SUPRA beurteilte die Mehrheit der Lehrkräfte, insbesondere in Bezug auf das Angebot der Materialbörse, positiv. Eine Weiterentwicklung der Plattform wurde angeregt. Die Struktur und Navigation der Website erlebten die Lehrkräfte als nutzerfreundlich und die Angebote der Materialbörse als hilfreich für die Unterrichtsvorbereitung. Insbesondere das Angebot der Materialbörse sollte nach Ansicht der Befragten erweitert werden.

Die Lernplattform und hier insbesondere das Forum wurden nicht oder kaum genutzt. Dafür wurden hauptsächlich zwei Gründe verantwortlich gemacht: Unbefriedigende Austauschprozesse auf Grund zu geringer Nutzerzahlen sowie eine Präferenz für den unmittelbaren persönlichen Austausch ließen das Forum bisher nicht als attraktive Möglichkeit erscheinen, über eine Internetplattform mit Kollegen zu kommunizieren. Die Lernplattform in der bestehenden Form entfaltete keine hohe Relevanz für den Lernprozess der Lehrkräfte.

Transferzeit: Die Transferzeit zwischen den einzelnen Fortbildungstagen schätzte die Mehrheit der Lehrkräfte als günstig für den eigenen Lernprozess ein. Der damit verbundene Austausch mit dem Lernpartner und die Arbeitsaufträge für die Transferzeit wurden als gute Möglichkeit erachtet, den Berufsalltag mit dem Fortbildungsprozess zu verbinden und ‚in Kontakt‘ mit dem Thema physikbezogener Sachunterricht zu bleiben. Durch die Transferphasen wurde in der Wahrnehmung der Lehrkräfte eine nachhaltige Auseinandersetzung mit den Fortbildungsinhalten ermöglicht. Lerninhalte konnten vertieft werden, schrittweise Erfahrungen mit der unterrichtlichen Umsetzung gemacht und damit die Wahrscheinlichkeit eines Transfers von Anregungen in das unterrichtliche Handlungsfeld erhöht werden.

Präsenztage: Die Inhalte und methodische Gestaltung der Präsenztage wurden mehrheitlich sehr positiv bewertet. Die methodisch variativ und mit vielfältigen Angeboten gestalteten Fortbildungstage galten im Urteil der Lehrkräfte als das ‚Herzstück‘ der Interventionsmaßnahme. Die an diesen Tagen gemachten eigenen Lernerfahrungen wurden als zentral für den Aufbau von Handlungskompetenz und als Auslöser für Umsetzungswillen betrachtet. Besonders positiv hoben die Lehrkräfte das hohe Maß an Eigenaktivität, die Möglichkeiten des berufs- und sachbezogenen Austausches mit Kollegen, die eingesetzten Lehr-Lernmethoden sowie hilfreiche Vorträge und gute Erklärungen hervor. Anregende Diskussionen um Erkenntnisprozesse und Modellvorstellungen in der Physik während der Tage verwiesen auf das bestehende und/oder erwachte Interesse der Lehrkräfte an naturwissenschaftlichen Inhalten und Fragestellungen. Das lässt vermuten, dass es mit Hilfe geeigneter Lernangebote und Lernarrangements gelingen konnte, weiterführende Lernprozesse in Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte zu initiieren.

Lernzuwachs: Den subjektiv erlebten Lernzuwachs schätzten die Lehrkräfte mehrheitlich hoch ein. Im Vordergrund stand dabei zum einen der wahrgenommene Lernzuwachs im Bereich des physikalischen Sach- und Fachwissens. Zum anderen berichteten die Lehrkräfte von einem Zuwachs an Wissen und Kompetenzen für die Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen sowie von einem Zuwachs an Ideen und methodischen Variationen in der Unterrichtsgestaltung. Ein Großteil der

Lehrkräfte betonte den Wissenszuwachs im Bereich inhaltsspezifischer Schülervorstellungen. Im Zusammenhang mit den diskutierten empirischen Befunden zu Schülervorstellungen gaben die Lehrkräfte an, ein differenzierteres Verständnis von Schülervorstellungen entwickelt sowie konkrete Ideen für einen möglichen und adäquaten Umgang mit Schülervorstellungen im Unterricht erhalten zu haben. Weiterhin sprach ein Großteil der Befragten von einem Zuwachs an Selbstsicherheit in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte und von einem gestiegenen Interesse an physikalischen Themen.

Die Maßnahme gilt im Urteil der Teilnehmer als gelungen. Persönliche Zufriedenheit und individuell erlebte Lernerfolge führten bei der Mehrheit der Befragten zu einem (sehr) positiven Resümee hinsichtlich ihrer Teilnahme an der Maßnahme. Lernerfolge auf verschiedenen Ebenen, Zuwachs an Interesse und Selbstvertrauen und Freude am Lernen physikbezogener Inhalte charakterisierten die Quintessenz der Befragten. Dies äußerte sich auch in dem Wunsch nach weiteren Fortbildungsangeboten zu physikbezogenen Inhalten. Dieser Wunsch lässt zudem hoffen, dass bei vielen Teilnehmern der Maßnahme die Offenheit und Bereitschaft gewachsen ist, sich nachhaltiger mit Fragen des physikbezogenen Sachunterrichts auseinander zu setzen und somit langfristig an Maßnahmen der bereichsbezogenen Unterrichtsqualitätsentwicklung weiterzuarbeiten.

6.4.3 Wirksamkeit der Maßnahme

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Wirkungsanalyse dargestellt. Auswirkungen der Maßnahme wurden ausschließlich auf der Ebene der Lehrerkognitionen erhoben und analysiert. Dazu wurden die Lehrkräfte vor und nach der Maßnahme befragt. Untersucht wurde, inwieweit sich im Antwortverhalten der Lehrkräfte Veränderungen abzeichnen, die in einem interpretativen Prozess auf deren Teilnahme an der Fortbildungsmaßnahme zurückgeführt werden können. Die Daten wurden mit Hilfe von Fragebögen und Interviews erhoben. Zunächst werden die Ergebnisse der Fragebogenanalyse dargestellt, im Anschluss die Ergebnisse der Interviewanalyse. Abschließend erfolgt eine zusammenfassende Interpretation

6.4.3.1 Ergebnisse der Fragebogenanalyse

Interessen und Selbsteinschätzung der Lehrkräfte bezüglich Physik, Einstellungen und Vorstellungen zu physikbezogenem Sachunterricht und Meinungen zum Lehren und Lernen im physikbezogenen Sachunterricht wurden über einen Fragebogen erhoben. Die Daten der ersten und zweiten Befragung (vor und nach der Maßnahme) wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Rangsummentests für gepaarte Stichproben miteinander verglichen.

Im Vergleich der Daten, die mit dem Fragebogen vor und nach der Maßnahme ermittelt wurden, zeigte sich

- ein signifikanter Zuwachs an Kompetenzgefühl hinsichtlich des Unterrichts physikbezogener Inhalte
- ein tendenziell signifikanter Zuwachs in der eingeschätzten Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts
- ein signifikanter Zuwachs im Verständnis von Lernen als Konzeptwechselprozess
- ein tendenziell signifikanter Unterschied in der Konzeptualisierung von Schülervorstellungen
- eine signifikante Abnahme in der eingeschätzten Bedeutung einer Anbindung an alltagsrelevante Fragestellungen

Diese Ergebnisse lassen folgende Interpretationen zu:

- Nach der Maßnahme schätzen sich die Lehrkräfte als kompetenter im Unterrichten physikbezogener Inhalte ein.
- Für die Lehrer ist es nach der Fortbildung (noch) wichtiger, dass Grundschüler sich mit anspruchsvollen physikbezogenen Themen auseinander setzen.
- Nach der Fortbildung verstehen die Lehrkräfte Schülervorstellungen deutlicher als erklärungs mächtige, mitunter ad hoc entstehende und stabile Kognitionen zu physikbezogenen Inhalten.
- Nach der Fortbildung verstehen die Lehrkräfte Lernen im physikbezogenen Sachunterricht gemäß des Konzeptwechselfaradigmas als einen Prozess, der eigenaktive mentale Konstruktionsprozesse erfordert.
- Nach der Fortbildung erachten die Befragten die Bedeutung einer Anbindung physikbezogener Inhalte an ‚echte‘ alltagsrelevante Fragestellungen und deren Übertragung auf Anwendungskontexte als geringer. Dies kann im Zusammenhang mit den genannten Befunden zu Schülervorstellungen und zum Lernen als Konzeptwechselprozess als Ausdruck eines gestiegenen Bewusstseins für die eigenständige Bedeutung physikalischer Inhalte interpretiert werden.

Insgesamt ist nach der Analyse der Fragebogendaten davon auszugehen, dass es mit Hilfe der Maßnahme gelungen ist

- das Kompetenzgefühl der Lehrkräfte in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte zu steigern und

- ein Lehr-Lernverständnis zu vertiefen, wonach auf der Grundlage eines konzeptorientierten und kontextbezogenen Verständnisses von Schülervorstellungen Lernen als Konzeptwechselprozess betrachtet wird.

Ebenfalls kann interpretiert werden, dass der Erwerb von Wissen im Bereich physikalischer Inhalte einen ‚Wert an sich‘ erhalten haben dürfte. Dieser äußert sich unter anderem darin, dass die Möglichkeit und Notwendigkeit einer Anbindung an ‚echte Fragen der Kinder‘ und die ‚Übertragung auf Alltagssituationen‘ als nicht mehr in gleicher Weise wie vor der Fortbildung notwendig erachtet wird. Physikalische Inhalte könnten damit möglicherweise – ähnlich wie sprachbezogene oder mathematische Inhalte – als Lerninhalte mit eigener Dignität betrachtet werden, deren Bearbeitung nicht durch eine Anbindung an ‚echte‘ Fragen des Alltags ‚legitimiert‘ werden müsste.

Zusammenfassend interpretiert dürfte den Lehrkräften die Notwendigkeit einer reflexionsorientierten Bearbeitung physikbezogener Inhalte deutlicher geworden sein.

6.4.3.2 *Ergebnisse der Interviewanalyse*

Die Auswirkungen auf komplexe unterrichtsbezogene, handlungsleitende Kognitionen von Sachunterrichtslehrkräften wurden mit Hilfe problemzentrierter Leitfadenterviews untersucht. Die Daten wurden in einem mehrschrittigen Prozess analysiert. Zunächst induktiv gewonnene Kategorien wurden durch eine reduktive Inhaltsanalyse auf der Grundlage beschriebener Wirksamkeitsindikatoren weiterentwickelt (vgl. 6.2.3). Die Äußerungen der Lehrkräfte in den Interviews vor und nach der Maßnahme wurden in einem interpretierenden Analyseprozess den entwickelten Kategorien zugeordnet. Daraus ergab sich die Möglichkeit eines einfachen Vorher-Nachher-Vergleichs. Die Ergebnisse dieses Analyseprozesses beschreiben, welche Ausdifferenzierungen und Schwerpunktverlagerungen sich in den Begründungen und Argumentationslinien der Lehrkräfte in Bezug auf eine Orientierung an Schülervorstellungen nach dem Besuch der Fortbildung abzeichnen. Aus dem Vergleich der Interviews vor und nach der Maßnahme lassen sich im Wesentlichen die folgenden Ergebnisse zusammenfassen:

Bedeutung und Verständnis von Schülervorstellungen: Die Orientierung an Schülervorstellungen wird von den Lehrkräften sowohl vor als auch nach der Fortbildung als wesentlich für die Gestaltung von Lehr-Lernprozessen betrachtet. Es zeigt sich allerdings, dass Schülervorstellungen vor der Fortbildung nicht in einer fachdidaktisch adäquaten Weise konzeptualisiert wurden. Die Aussagen der Lehrkräfte ließen vielmehr darauf schließen, dass zunächst kaum oder vereinfachte Vorstellungen darüber vorlagen, mit welchen Vorstellungen bei Schülern im Hinblick auf die

Behandlung naturwissenschaftsbezogener Inhalte zu rechnen ist. Die Orientierung an Alltagsvorstellungen diene in der Vorstellung der Lehrkräfte zunächst eher dazu, für das Lernen physikbezogener Inhalte zu motivieren. Eine kognitionspsychologische Argumentation im Sinne der Notwendigkeit eines Anknüpfens an bestehende oder entstehende Vorstellungen war vor der Fortbildung kaum erkennbar. Empirische Befunde zu Schülervorstellungen kannten die Lehrkräfte vor der Fortbildung nicht.

Durch die Fortbildung konnte das Wissen um die Bedeutung von Schülervorstellungen im Lernprozess vertieft werden. Nach Angaben der Lehrkräfte erhielten sie durch die Diskussion empirischer Befunde zu Schülervorstellungen im Verlauf der Fortbildung konkrete Vorstellungen darüber, mit welchen inhaltspezifischen Denkweisen bei Kindern zu rechnen ist. Nach der Fortbildung versteht die Mehrheit der Lehrkräfte Schülervorstellungen als wahrnehmungs- und erfahrungsbasierte, erklärungsmächtige, potentiell falsche und mitunter ad hoc entstehende, stabile Vorstellungen zu (naturwissenschaftlichen) Unterrichtsinhalten. Mehr als die Hälfte der Befragten führt im Bereich Elektrizitätslehre empirische Befunde zu Schülervorstellungen an. Schülervorstellungen werden demgemäß nach der Fortbildung deutlich klarer auf der Grundlage eines kognitionspsychologischen Verständnisses konzeptualisiert. Ein konzeptorientiertes und kontextbezogenes Verständnis konnte vermittelt werden.

Einsatz von Versuchen: Sowohl vor als auch nach der Fortbildung geben die Lehrkräfte dem Einsatz von Versuchen und Experimenten eine hohe Bedeutung. Schülerversuche werden klar präferiert. Vor der Fortbildung wurde jedoch der Einsatz von Versuchen vor allem mit dessen motivierender und veranschaulichender Funktion, mit dessen Funktion, Aktivität zu ermöglichen, und mit der Unterstützung von Merkprozessen begründet. Die Bedeutung einer mit dem Einsatz von Versuchen einhergehenden Chance auf ‚reflexive Durchdringung‘ des Lerngegenstandes wurde vor der Fortbildung kaum erwähnt.

Inwieweit mangelnde eigene Sach- und Fachkenntnis dazu führte, die Bedeutung von Versuchen weniger inhalts- und reflexionsspezifisch, als vielmehr allgemein lernförderlich zu betrachten, darüber lässt sich zwar an dieser Stelle nur spekulieren, doch läge zumindest eine mögliche Interpretation in diese Richtung nahe. Ein sich an einem Phänomen oder einem Versuch entfaltendes Denk- und Lernpotential kann sich möglicherweise im Unterricht erst dann entwickeln oder zeigen, wenn die Lehrkraft die damit in Verbindung stehenden Denkprozesse selbst erfahren, (nach)vollzogen oder zumindest rezipiert hat. Hat sie dies nicht, bleibt der Lehrkraft möglicherweise nicht viel mehr, als selbst staunend vor einem Problem oder Phänomen zu verharren.

Nach der Fortbildungsmaßnahme weisen die Lehrkräfte häufiger darauf hin, dass neben der Motivationsförderung, Interessensteigerung, Veranschaulichung und der Möglichkeit für ‚handlungsorientiertes Arbeiten‘ Versuche vor allem dazu dienen, mit den Schülerinnen und Schülern in einen diskursiven Austausch über ihre sich (weiter-)entwickelnden Vorstellungen zu kommen.

Einsatz von Gruppenarbeit: Sowohl vor als auch nach der Fortbildung geben die befragten Lehrkräfte an, im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht Gruppenarbeitsformen einzusetzen. Während diese Maßnahme jedoch vor der Fortbildung schwerpunktmäßig mit allgemein pädagogischen Argumenten, wie zum Beispiel der Förderung von Sozialkompetenz, begründet worden war, wurde nach der Fortbildung von mehr Lehrkräften angegeben, dass der sachbezogene Austausch in der Peer-Group Lernprozesse fördere. Die Lehrkräfte reflektieren zudem kritisch die Diskrepanz zwischen der lerntheoretischen Zielvorstellung (Lernen durch sozial-konstruktive Prozesse) und den unterrichtlichen Möglichkeiten in Grundschulklassen.

Für die Initiierung und Begleitung von mentalen Konstruktionsprozessen im physikbezogenen Sachunterricht kommt neben dem Austausch der Kinder untereinander dem sachbezogenen Austausch mit der Lehrkraft, also dem Unterrichtsgespräch, eine besondere Bedeutung zu.

Bedeutung des Unterrichtsgesprächs: Die Lehrkräfte geben dem Unterrichtsgespräch vor und nach der Fortbildung eine hohe Bedeutung. Das Unterrichtsgespräch erfüllt nach Aussagen der Lehrkräfte viele Funktionen: organisieren, sammeln, systematisieren, zusammenführen, strukturieren, zusammenfassen, Lernprozesse moderieren, lenken, erklären, korrigieren, zum Lernziel führen und weitere Aspekte werden von den Lehrkräften vor und nach der Maßnahme im Zusammenhang mit dem Unterrichtsgespräch aufgeführt. Auffällig ist, dass vor der Fortbildung wenige der Lehrkräfte auf den diskursiven Charakter des Unterrichtsgesprächs verweisen. So wurde das Einfordern von Begründungen, das Hinweisen auf Widersprüche, das Diskutieren unterschiedlicher Vorstellungen kaum als Funktion des Unterrichtsgesprächs erwähnt.

Nach der Fortbildung verweisen deutlich mehr Lehrkräfte auf die mit dem Unterrichtsgespräch verbundene Bedeutung einer reflexionsintensiven und diskursiven Durchdringung der behandelten Inhalte. Unterrichtsgespräche, die in den Begründungen gefordert werden und in denen auf Widersprüche hingewiesen wird, erachten die Lehrkräfte als wesentlich für die Förderung von Lehr-Lernprozessen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. Auch zeigt sich nach der Fortbildung ein gestiegenes

Bewusstsein für die Förderung metareflexiver Prozesse und für den Einsatz von Analogien und Modellvorstellungen.

Strukturierung von Unterricht: Das Aktivieren, Aufgreifen und Verändern von Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologisch fundierten Verständnis wurde nach der Fortbildung als wesentlicher Dreh- und Angelpunkt des Unterrichtsgeschehens betrachtet. Daraus resultieren auch Konsequenzen für die Strukturierung von Unterricht. Inwieweit sich bezüglich der Vorstellungen zur Strukturierung des Unterrichtsablaufs Veränderungen zeigen, wurde beim Vergleich ‚typischer Unterrichtsstunden‘ deutlich. Für diese Arbeit wurde dafür im Hinblick auf die Vorstellungen der Lehrkräfte auf den Skriptbegriff Bezug genommen (vgl. 3.2.3 und 4.1).

Vor der Fortbildung gab die Mehrheit der Lehrkräfte an, ‚typisch‘ für Unterrichtseinheiten im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht sei ein problemorientiertes Ablaufschema mit den Phasen Problemfrage, Hypothesenformulierung, Versuchsdurchführung und -auswertung, Hypothesenprüfung. Die Orientierung an dieser Ablaufstruktur wurde damit begründet, dass man das in der zweiten Phase so gelernt habe. Dabei wurde deutlich, dass das Abfragen von ‚Vermutungen‘ oder ‚Hypothesen‘ zu Beginn einer Einheit im Zusammenhang mit diesem Artikulationsmodell stand. Daraus ließ sich schließen, dass das Abfragen von Vermutungen zu Beginn einer Einheit zunächst als adäquater Umgang mit Schülervorstellungen betrachtet worden war.

Nach der Fortbildung gibt es Hinweise darauf, dass die Orientierung an einer ‚typischen‘ Ablaufstruktur einer offeneren Einstellung gewichen war, ohne dass die Bedeutung einer strukturierenden Unterrichtsgestaltung dabei vernachlässigt wurde. Nach der Maßnahme gibt ein großer Teil der Lehrkräfte an, das Aktivieren, Aufgreifen und Verändern von Schülervorstellungen als wesentlichen Dreh- und Angelpunkt des Unterrichtsgeschehens zu betrachten und sich demzufolge im Verlauf einer Einheit wiederkehrend auf Schülervorstellungen beziehen zu wollen.

Zusammenfassend betrachtet kann davon ausgegangen werden, dass es mit Hilfe der Maßnahme gelungen ist, Veränderungen und Ausdifferenzierungen in den komplexen bereichsbezogenen Kognitionen der Lehrkräfte zu erzielen. Es zeigt sich, dass

- nach der Interventionsmaßnahme mehr Lehrkräfte über ein konzeptorientiertes und kontextbezogenes Begriffsverständnis zum Begriff der Schülervorstellungen verfügen, was die Übernahme eines diagnostischen Blickes auf Schülervorstellungen begünstigt,
- die Lehrkräfte in der Fortbildung empirische Befunde zu Schülervorstellungen kennen gelernt haben und diese in den Interviews nach der Fortbildung wiedergeben,

- die Lehrkräfte die hohe Bedeutung eines Anknüpfens an bestehende und entstehende Vorstellungen in ihrer Bedeutung für den Lernprozess reflektieren,
- die Lehrkräfte nach der Maßnahme über ein gestiegenes Bewusstsein für die Bedeutung reflexionsintensiver und diskursiver Maßnahmen zur Unterrichtsgestaltung beim Unterrichten physikbezogener Inhalte verfügen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Fragebogenanalyse und der Interviewanalyse zusammenfassend interpretiert.

6.4.3.3 Zusammenfassende Interpretation

Bei einer vergleichenden Analyse der Fragebogen- und Interviewdaten kann auf Grund einiger übereinstimmender Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass es mit Hilfe der Maßnahme in einer individuellen Weise gelungen ist, Erweiterungen, Ausdifferenzierungen und Veränderungen in unterrichtsbezogenen Lehrerkognitionen zu erzielen.

Insgesamt lassen sich positive Effekte auf das Kompetenzerleben in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte und eine Vertiefung und Ausdifferenzierung eines an Konzeptwechseltheorien orientierten Lehr-Lernverständnisses feststellen.

In der Abnahme der eingeschätzten Bedeutung einer ständigen Anbindung an ‚alltagsrelevante‘, ‚echte‘ Fragestellungen in Verbindung mit einem gestiegenen Bewusstsein von Lernen als Konzeptwechselprozess und der Bedeutung von Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologisch fundierten Sinn könnte sich letztlich eine realistischere Einschätzung für die Herausforderungen des Lernens und Lehrens im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht und damit ein gestiegenes Problembewusstsein sowie ein gestiegenes Bewusstsein für die physikalischen Inhalten innewohnende eigene Dignität abbilden.

Es wird deutlich, dass die Lehrkräfte auf der Grundlage eines präziseren Begriffsverständnisses zu Schülervorstellungen im Zusammenhang mit eigenen Lernereferenzen sowohl einer kontinuierlichen Berücksichtigung von Schülervorstellungen im Lernprozess als auch einer reflexionsintensiven Auseinandersetzung mehr Bedeutung geben. Damit ergeben sich Hinweise darauf, dass es mit Hilfe der Maßnahme gelungen ist, bei den Lehrkräften insgesamt eine reflexionsorientiertere Haltung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte anzubahnen.

Die durch den Besuch der Fortbildung erworbenen Kenntnisse der Lehrkräfte über empirische Befunde zu inhaltsspezifischen Schülervorstellungen können im Sinne von

Wissenszuwachs interpretiert werden. Die Äußerungen, die darauf hinweisen, dass die Lehrkräfte nach der Fortbildung über eine kognitionspsychologisch fundierte Konzeptualisierung von Schülervorstellungen verfügen, werden im Sinne einer *Wissensausdifferenzierung* interpretiert. Der Zuwachs an Interesse und Kompetenzerleben kann als *Einstellungswandel* verstanden werden.

Damit liegt auch eine Interpretation nahe, wonach die Lehrkräfte nach der Fortbildungsmaßnahme über erweiterte Handlungsoptionen zur Gestaltung von physikbezogenem Sachunterricht verfügen.

6.5 Diskussion der empirischen Ergebnisse

Ziel der Forschungsbemühungen war es, Aufschluss darüber zu erhalten, wie die Teilnehmer der Fortbildung die Gestaltung und Lernwirksamkeit der Maßnahme beurteilen und inwieweit es mit Hilfe der Interventionsmaßnahme gelingen konnte, Veränderungen im Bereich der komplexen bereichsbezogenen Lehrerkognitionen anzubahnen und/oder zumindest partiell zu realisieren. Nach einer einführenden kritischen Betrachtung werden die empirischen Ergebnisse der Arbeit diskutiert. Aus der Vielzahl der möglichen Diskussionspunkte werden an dieser Stelle zwei Aspekte herausgegriffen und genauer betrachtet:

- a) Mögliche Zusammenhänge zwischen der Fortbildungskonzeption und den Lernerfolgen beziehungsweise den Auswirkungen der Maßnahme werden diskutiert (6.5.1).
- b) Eigene Erfahrungen mit der Erforschung handlungsleitender Kognitionen und deren Veränderbarkeit werden dargelegt und zur Diskussion gestellt (6.5.2). Daraus ergeben sich Anregungen für weitere Forschungsbemühungen.

Akzeptanz- und Wirksamkeitsforschung im Bereich der Lehrerfortbildung gelten als Desiderat (vgl. Lipowsky 2004, Terhart 2003), diesbezügliche Forschungsergebnisse für den Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts lagen bisher kaum vor (vgl. Möller u.a. 2004a). Demgemäß wurde die vorliegende Studie als explorative Studie zur Öffnung eines Forschungsfeldes angelegt. Zur Reduzierung des Risikos, auf Grund der kleinen Stichprobe Messartefakte zu erzeugen, wurden im Sinne der Triangulation verschiedene Forschungsmethoden eingesetzt und für diese Arbeit ausgewertet: Für die Evaluation der Fortbildung auf der Ebene der Akzeptanzanalyse wurden ausschließlich Interviewdaten erhoben und ausgewertet. Für die Evaluation der Fortbildung auf der Ebene der Wirkungsanalyse wurden Interview- und Fragebogendaten ausgewertet.

Kritisch zu berücksichtigen ist, dass die Evaluation unter enger Beteiligung der Verfasserin dieser Arbeit und unter unmittelbarer Bezugnahme auf das Anwendungsfeld erfolgte. Aus der Perspektive klassischer Experimentalforschungsansätze ist meine Position als Forscherin und gleichzeitig als Entwicklerin und Verantwortliche für die Realisierung und Durchführung der Maßnahme ebenso wie die ausschließlich von mir realisierte Evaluation kritisch zu betrachten. Der intensive Kontakt zwischen mir und den Lehrkräften im Sinne einer mangelnden Distanz zum Feld lassen Versuchseffekte erwarten. Aus dieser Perspektive sind die Ergebnisse hinsichtlich der Wirkungszuschreibung vorsichtig zu interpretieren. Die unmittelbare Einbindung der Forscherin in die Entwicklung, Durchführung und Evaluation der Maßnahme trug dazu bei, sich dem Feld aus verschiedenen Perspektiven zu nähern und damit der Komplexität der Lehr-Lernforschung Rechnung zu tragen. Eine Verbindung und Balance zu finden zwischen der Orientierung am Anwendungsfeld und den Ansprüchen an Wirksamkeitsforschung wurde als eine zentrale Herausforderung des Forschungs- und Fortbildungsprojekts SUPRA verstanden.

Der enge Kontakt zwischen der Forscherin und Erforschten und die unmittelbare Bezugnahme auf Bedürfnisse der Lehrkräfte dienten in besonderer Weise der Herstellung von Vertrauen und Verbindlichkeit. Eine vertrauensvolle Interaktion und eine an das alltagsweltliche Handeln angenäherte Kommunikation zwischen Forscher und Erforschten gelten als wesentliche Prinzipien qualitativer Sozialforschung (Lamnek 2005). In Feldern, in denen mit Ängsten und Unsicherheiten (Physik) und möglicherweise auch mit Misstrauen (sozialwissenschaftliche Forschung) zu rechnen ist, dürfte ein angemessenes Maß an Vertrautheit und Vertrauen zwischen den Interaktionspartnern zur Reduzierung von Unsicherheiten beitragen. Dies wiederum sollte zu einer angenehmen Atmosphäre sowohl im Lehr-Lernprozess der Lehrkräfte wie auch im Forschungsprozess führen.

Das Ziel der Maßnahme war, neben der Wissenserweiterung auch zur Veränderung von Einstellungen und Haltungen gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten beizutragen. Die Herstellung einer positiven Arbeitsatmosphäre durch den Aufbau von Vertrautheit und Vertrauen zwischen Forscherin und Erforschten waren daher sowohl für den Lehr-Lernprozess wie auch für den Forschungsprozess günstig. Somit unterstützte der enge Kontakt zwischen den Projektbeteiligten den Anwendungsbezug der Maßnahme und war damit der Erreichung und Umsetzung der Projektziele dienlich. Zu berücksichtigen ist ebenfalls, dass die Reaktivität des Untersuchten bei qualitativen Studien als unumgebar und sogar als erwünscht gilt (Lamnek 2005). Zudem wurde durch die Methodentriangulation versucht, das Risiko der Erzeugung von Messartefakten zu verringern.

Unter Bezugnahme auf die dargestellte integrative Forschungsstrategie (Stark 2004, vgl. 6.1.1) und den Design-Based-Ansatz (Reinmann 2005, vgl. 6.1.2) werden, gemäß dem explorativen Charakter der Studie mit dem Ziel der Annäherung an ein bisher fast unberührtes Forschungsfeld, das Vorgehen und die Ergebnisse als angemessen hinsichtlich der intendierten Ziele angesehen und die dargestellten Ergebnisse als adäquater Ausdruck einer zusammenfassenden explorativen Akzeptanz- und Wirkungsanalyse beurteilt.

6.5.1 Zum Zusammenhang zwischen Fortbildungskonzeption und Lernerfolg

Für die Umsetzung der Interventionsmaßnahme wurden auf der Grundlage der theoretischen Diskussion (vgl. 3) und des dargestellten Modells (vgl. 4) ein Realisierungskonzept (vgl. 5.1) entwickelt und Ziele formuliert (vgl. 5.2). Für die Gestaltung der Maßnahme wurde eine Orientierung an didaktischen Prinzipien vorgeschlagen, die sich aus dem dargestellten Menschenbild und lerntheoretischen Erwägungen ableiten lassen (vgl. 5.3). Daraus ergaben sich Hinweise und Empfehlungen für die methodische Gestaltung der Interventionsmaßnahme. Der Einsatz aktivierender, konfrontierender, kognitiv stimulierender und reflexionsförderlicher sowie kommunikations- und diskursunterstützender Methoden, vor allem an den Präsenztagen (vgl. 5.6), sollte zu Lehr-Lernprozessen führen, in denen die Konstruktion von handlungsnahem Wissen und Kompetenzen stattfindet. Die Integration des Mediums Internet ermöglichte individuelle, zeitlich flexible Lernwege (vgl. 5.5), und die Verbindung der Präsenztage mit der Arbeit am Internet durch den Einsatz von Lernpartnerschaften und Arbeitsaufträgen für die Transferphasen führten zu einer engen Anbindung an die tägliche Berufspraxis (vgl. 5.7) und damit zum Anwendungsfeld.

Zur Adaption der Maßnahme an die Bedürfnisse der Teilnehmer wurden die Lehrkräfte bereits vor Beginn der Maßnahme danach befragt, mit welchen Erwartungen und Zielvorstellungen sie an der Fortbildung teilnehmen. Dies diente der Herstellung einer Balance zwischen den Zielen der Teilnehmer und den Zielen, die aus der fachdidaktischen Diskussion abgeleitet worden waren. Diese Art der Teilnehmerorientierung bei der Planung und Gestaltung der Maßnahme stand in einem engen Zusammenhang mit der theoretischen Einbettung der Interventions- und Forschungsstrategie in die Design-Based-Forschung (vgl. 6.1.2). Sie war notwendig, um die Akzeptanz und damit die Kontextsensitivität der fachdidaktischen, berufsbegleitenden Lehrerfortbildungsmaßnahme von Anfang an zu erhöhen. Die Erwartungen, die die Lehrkräfte bezüglich ihrer Teilnahme an der SUPRA-Fortbildung geäußert hatten, wurden berücksichtigt. Sowohl hinsichtlich der Auswahl der Inhalte als auch in der

didaktisch-methodischen Gestaltung wurde auf die von den Lehrkräften geäußerten Bedürfnisse Bezug genommen.

Für das Urteil von Lehrkräften über Fortbildungsmaßnahmen verweist Lipowsky (2004) in einer zusammenfassenden Übersicht auf die folgenden, aus Lehrersicht bedeutsamen Faktoren zur Akzeptanz von Lehrerfortbildungsmaßnahmen: Die Dauer einer Fortbildungsmaßnahme, die didaktische und inhaltliche Ausrichtung, Möglichkeiten zur Kooperation und Austausch mit Kollegen, die von Lehrkräften wahrgenommene professionelle externe Unterstützung und Betreuung, Möglichkeiten des aktiven Lernens und insbesondere der Bezug zum Unterricht erweisen sich seiner Darstellung nach als wesentlich für Lehrerfortbildungen und gelten als wichtige Parameter für den von befragten Lehrkräften selbst reportierten Aufbau von Kompetenzzuwachs. Die aufgeführten Aspekte wurden in der SUPRA-Lehrerfortbildung berücksichtigt, die Lehrkräfte beurteilten die Maßnahme hinsichtlich der aufgeführten Aspekte sehr positiv, die Maßnahme zeigte Auswirkungen im intendierten Sinne.

Aus der Analyse des Urteils der Teilnehmer der SUPRA-Lehrerfortbildung ergeben sich darüber hinaus weitere Diskussionspunkte für die Gestaltung und Evaluation von (fachdidaktischen) Lehrerfortbildungsmaßnahmen.

Die Einflussfaktoren auf einen als erfolgreich erlebten Lernprozess in der Lehrerfortbildung sind vielfältig. Sie umfassen organisatorische, inhaltliche und didaktisch-methodische Aspekte. Aus theoretischer Perspektive lassen sich die von den Lehrkräften aufgeführten Einflussfaktoren sowohl einem eher ‚instruktiven‘ wie auch einem ‚konstruktivistischen‘ Lehr-Lernbegriff zuordnen. Die Berücksichtigung der Komplexität von Lehr-Lernsituationen in Lehrerfortbildungsmaßnahmen erfordert daher eine Orientierung an Denkweisen, die sich auf der Grundlage eines konstruktivistischen Lernbegriffs um ein angemessenes Instruktionsverständnis bemühen und daraus zielgruppenspezifische didaktische und methodische Anregungen erarbeiten.

Für die Umsetzung physikbezogener Inhalte im Sachunterricht benötigen die Lehrkräfte unter anderem ein besseres Verständnis physikalischer Konzepte und mehr Sicherheit im Umgang mit physikalischen Inhalten und Versuchsmaterial. Die bewusste Auseinandersetzung mit eigenen (Fehl-)Vorstellungen kann nach Aussagen der Lehrkräfte als lernförderlich für den Aufbau tragfähigen Wissens angesehen werden. Die Sicherheit im Umgang mit physikalischen Inhalten entsteht in der realen, handelnden und reflexiven Auseinandersetzung mit Inhalten, Gegenständen und Personen. Solange dies in der Arbeit mit einer Internetplattform nur unzureichend gewährleistet werden kann, erweisen sich die Präsenzfortbildungstage für die Umsetzung physikbezogener Inhalte als notwendige Ergänzung zur Plattform SUPRA.

Die hohe Bedeutung, die einige der Befragten ‚guten Erklärungen‘ geben, zeigt, dass neben vielfältigen Möglichkeiten des eigenen Handelns und des Austausches mit anderen der Faktor ‚gute Erklärungen‘ bedeutsame Auswirkungen auf erfolgreich erlebte Lernprozesse haben dürfte. Dies gilt insbesondere für die Konzeptentwicklung im Sinne der Entwicklung eines tieferen Verständnisses physikalischer Inhalte. Eine gute ‚Er-Klärung‘ ist auch bei einem konstruktivistischen Lehr-Lernbegriff eine gute ‚Er-Klärung‘ und kann der ‚Auf-Klärung‘ über Sachverhalte bei Verständnisschwierigkeiten dienen. Damit wäre für Lehrerfortbildung (und auch für Unterricht) ein Instruktionsverständnis hilfreich, bei dem neben vielen anderen Faktoren auch auf ‚gute Erklärungen‘ nicht verzichtet wird. Zunächst bleibt dabei allerdings die Frage bestehen, was eine ‚gute Erklärung‘ ausmacht. Zu prüfen wäre weiterhin, inwieweit ‚gute Erklärungen‘ nachhaltiges Verstehen fördern oder möglicherweise auch nur das Bedürfnis befriedigen, etwas besser verstanden zu haben und dadurch eine Art ‚Schein-Sicherheit‘ gewähren. In diesem Zusammenhang drängt sich die Frage auf, was eine ‚konstruktivistische Lehr-Lernumgebung‘ von einer ‚instruktiven Lehr-Lernumgebung‘ unterscheidet. Inhaltsspezifische und anwendungsorientierte Untersuchungen könnten hilfreiche Anregungen zur Konkretisierung geben.

Neben guten Erklärungen verweisen die Aussagen der Lehrkräfte darauf, dass es notwendig ist, auf die bewusste und methodisch angemessene Gestaltung von situations- und kontextadäquaten Kommunikationsprozessen zu achten. Zur Herstellung einer gelungenen Lernatmosphäre als Grundlage für gelingende Lernprozesse ist demnach ein Augenmerk darauf zu richten, dass neben einem adäquaten Rahmen persönliche Beziehungen, Vertrauen und Verbindlichkeit und damit ‚Lernatmosphäre‘ entstehen können. Die Bedeutung informeller Kommunikationsmöglichkeiten und -prozesse ist demnach in Lehrerfortbildungssettings nicht zu unterschätzen und sollte bei der methodischen Umsetzung berücksichtigt werden.

Ganze Fortbildungstage (im Unterschied zu den Nachmittagsfortbildungen) ermöglichen in der Wahrnehmung der Lehrkräfte eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Fortbildungsinhalt. Die Lehrkräfte erleben sich als aufnahmefähig und lernbereit, wenn sie nicht bereits vormittags in der Schule waren. Damit wäre darauf zu achten, Lehrerfortbildung in einem adäquaten organisatorischen Rahmen zu ermöglichen, in dem Raum und Zeit für die individuellen Lernprozesse der Lehrer gewährt wird.

Die Anbindung an die Universität ermöglicht in der Wahrnehmung der Lehrkräfte eine intensive reflexionsorientierte Auseinandersetzung mit spezifischen Fragen auf ‚einer sinnstiftenden Ebene‘. Lehrerfortbildung mit universitärer Anbindung kann daher mit einer soliden bildungstheoretischen Grundlegung wesentliche Beiträge zur Professiona-

lisierung des Lehrberufs leisten und damit möglicherweise zur Aufrechterhaltung eines wertbasierten und sinnorientierten Berufsverständnisses beitragen. Ich vermute, dass das Urteil der Lehrkräfte ‚für sich persönlich etwas mitgenommen zu haben‘ im Zusammenhang mit dem Eindruck ‚etwas tiefer verstanden zu haben‘ entsteht und dies wiederum letztlich den Eindruck von Sinnhaftigkeit im eigenen Tun ermöglicht und verstärkt. Dieses Gefühl der ‚Sinnhaftigkeit‘ des eigenen Tuns erschöpft sich in den täglichen Anstrengungen eines aufreibenden Lehrberufsalltages und kann möglicherweise bei der einen oder anderen Lehrkraft durch sachbezogene (Selbst)Reflexionen in Bezug auf das Berufsfeld (wieder neu) entfacht und/oder aufrechterhalten werden.

Da dem dringenden Bedürfnis der Lehrkräfte nach Unterrichtsmaterial mit Hilfe der Materialbörse in der Plattform SUPRA entsprochen werden konnte, entfiel für die Lehrkräfte eine zeit- und ressourcenintensive Materialrecherche und Materialerstellung in Bezug auf die behandelten Unterrichtsinhalte. Die Arbeit an den Präsenztagen konnte daher weitestgehend auf die Lernprozesse der Lehrkräfte fokussieren. Auf der Grundlage des Materialangebotes in der Internetplattform SUPRA konnte das dort angebotene Material sowie dessen Qualität und Brauchbarkeit kritisch untersucht und hinsichtlich der Einsetzbarkeit in der eigenen Klasse diskutiert werden. Die Bereitstellung von potentiell qualitätshaltigem Unterrichtsmaterial entspricht dem geäußerten Bedürfnis der Lehrkräfte sachlich tragfähige und unmittelbar einsetzbare Hilfen für die Unterrichtsvorbereitung und -gestaltung erhalten zu wollen. Eine berufs- und anwendungsfeldbezogene Interventionsmaßnahme sollte diese Bedürfnisse ernst nehmen und entsprechende Angebote bereitstellen.

Durch den Einsatz von Transferphasen ergeben sich insbesondere die beiden folgenden Vorteile: Zum einen ermöglicht der Einsatz von Transferphasen (in der Kombination mit konkreten Arbeitsaufträgen und der Arbeit in einem Tandem) nach Aussagen der Lehrkräfte eine kontinuierliche Arbeit am Fortbildungsthema und dadurch eine Intensivierung des Lernprozesses. Zum anderen ergeben sich dadurch Möglichkeiten für die Erprobung von Anregungen im beruflichen Anwendungsfeld. Inwieweit allerdings die Beschäftigung mit konkreten Arbeitsaufträgen in den Transferphasen von Lehrern im Sinne einer Anregung verstanden und genutzt werden oder als ‚Belastung‘ und ‚Druck‘ erlebt werden, entzieht sich vermutlich weitgehend der Einflussnahme. Das Erfahren einer lernförderlichen Wirkung dürfte ganz wesentlich von der individuellen Bewertung eines jeden Einzelnen abhängen. Im Zusammenhang mit einer zusätzlichen Unterstützung für die Lehrkräfte in den Transferphasen wäre ein weiterer Ausbau der Lernplattform zu überlegen.

Abschließend ist festzuhalten, dass das Erleben eines angemessenen, berufsfeldbezogenen Verhältnisses zwischen dem Erwerb von (Theorie)Wissen und dem Erwerb

praktisch relevanten Wissens offensichtlich in der positiven Beurteilung einer Maßnahme eine sehr bedeutsame Rolle spielt. Interessant ist es an dieser Stelle, Überlegungen dazu anzustellen, auf welcher Ebene Wissen als ‚praktisch relevant‘ eingeordnet wird. Ein besseres Verständnis physikalischer Konzepte kann beispielsweise hohe Praxisrelevanz entfalten, wenn die Lehrkraft dadurch im Unterricht in Bezug auf physikalische Inhalte sicherer argumentieren kann. Die Ergebnisse zum Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme lassen im Hinblick darauf die folgende Interpretation zu: Fortbildungsinhalte werden von den Teilnehmern dann als hilfreich und bereichernd interpretiert, wenn diese in der Vorstellung der Lehrkräfte Handlungsrelevanz für ihr Anwendungsfeld entfalten. Zunächst scheinbar theoretische Inhalte (wie zum Beispiel Physik oder Ergebnisse der Lehr-Lernforschung) werden dann als sinnvoll interpretiert, wenn sie in Bezug auf eine antizipierte Handlungssituation als brauchbares Wissen wahrgenommen werden. Dieses handlungsnahes Wissen bleibt dann nicht träge, sondern kann in ein persönliches Handlungsrepertoire aufgenommen werden.

Aus der Perspektive der Lehrkräfte wurde der Maßnahme eine hohe Wirksamkeit zugeschrieben. Die Äußerungen der Befragten lassen vermuten, dass insbesondere die bewusste Wahrnehmung der eigenen (Fehl-)Vorstellungen und die positiven persönlichen Lernerfahrungen in Bezug auf die behandelten physikalischen Inhalte als lernförderlich erlebt wurden. Die Konfrontation mit eigenen Vorstellungen und die bewusste Auseinandersetzung mit dem eigenen Lernprozess in einer angenehmen Lernatmosphäre und einer aktivierenden und reflexionsförderlichen Lehr-Lernumgebung dürften zu einem erheblichen Anteil dafür mitverantwortlich sein, dass Lernerfolge erzielt werden konnten.

Auf Grund der dargestellten Lernerfolge der Lehrkräfte, des Zuwachses an Wissen und Kompetenzgefühl und auf Grund der dargestellten Veränderungen in den unterrichtsbezogenen Lehrerkognitionen lässt sich die begründete Hoffnung formulieren, dass es mit Hilfe der Maßnahme gelungen ist, Veränderungen zu bewirken, die sich im Unterrichtshandeln der Sachunterrichtslehrkräfte abbilden werden.

Für den Transfer unterrichtsbezogener Kognitionen in unterrichtliches Handeln bietet der Einsatz von Videosequenzen und Videofeedback in der Lehreraus- und -weiterbildung weit reichende Möglichkeiten. Die mit Videodokumentationen von Unterricht verbundenen Lehr-Lernmethoden bergen vermutlich ein großes Potential für Professionalisierungsprozesse (vgl. auch Kuhn 2004, Fischer & Schratz 2005, Reusser 2005, Mühlhausen 2005, Staub 2005). Lipowsky (2004, 475) verweist in diesem Zusammenhang darauf, dass „der Einsatz von videographierten Unterrichtssequenzen aus dem eigenen und dem fremden Unterricht besonders günstig für die Bewusst-

machung und das Aufbrechen subjektiver Theorien und ‚beliefs‘ zu sein“ scheint. Individuelles Coaching durch Videofeedback ebenso wie die von Experten begleitete Analyse filmisch dargebotener Unterrichtssituationen ermöglichen nach meinen bisherigen Erfahrungen mit diesen Methoden in der Arbeit mit Lehrkräften und Studierenden ein großes Potential zum Aufbau von sachbezogener Selbst-Erforschung und individueller berufsfeldbezogener Weiterentwicklung. Die Erprobung und Analyse weiterer Einsatzmöglichkeiten stellt interessante Perspektiven für die Lehreraus- und -weiterbildung dar.

Sowohl die Lehrkräfte, die im Rahmen diese Projektes die Gelegenheit dazu erhalten hatten, während ihres eigenen Unterrichts gefilmt zu werden und diese Aufzeichnungen im unmittelbaren Anschluss begleitet zu betrachten, wie auch Studierende beurteilten diese Art der Selbstkonfrontation mehrheitlich als ausgesprochen hilfreich für ihre professionelle Weiterentwicklung. Auch für Forschungsbemühungen liegt meiner Ansicht nach ein großes Potential in der Arbeit mit Videofeedback und der Erfassung von sach- und selbstbezogenen Lehrerkognitionen (vgl. Wagner u.a. 1977, 1980; Weidle & Wagner 1994; Breuer 1995; Fischler 2001; Busse & Ferri 2003; Haglund 2003). Allerdings sind die mit den genannten Anwendungsfeldern verbundenen theoretischen Implikationen vielfältig und die für die Umsetzung zu berücksichtigenden Faktoren derart differenziert und komplex, dass die Weiterarbeit daran zukünftigen Bemühungen vorbehalten bleiben muss.

6.5.2 Zur Erforschung von Veränderungen in handlungsleitenden Lehrerkognitionen

Veränderungen in handlungsleitenden Lehrerkognitionen differenziert zu erfassen ist ein schwieriges Unterfangen. Vielfältig und ausgesprochen heterogen sind Erfahrungen, Ansichten, Meinungen, Überzeugungen, Wissensinhalte, Denkweisen, Intentionen und Handlungsentwürfe. Dies gilt möglicherweise umso mehr, wenn sie in Folge eines intensiven Schulungsprozesses in einem Bereich ‚aufgewirbelt‘ wurden. Zur Vorgehensweise und zu den diesbezüglichen Ergebnissen dieser explorativen Studie sind daher aus meiner Sicht unter anderem die folgenden Anmerkungen zu machen:

Die inhaltlichen Vorstellungen der Lehrkräfte zum Begriff der ‚Schülvorstellungen‘, somit deren Begriffsverständnis, hatten sich im Lauf der Maßnahme erkennbar gewandelt und ausdifferenziert. Daraus leitete sich für einen avisierten Vorher-Nachher-Vergleich eine schwer zu bewältigende Problematik ab: Aussagen zum Umgang mit Schülvorstellungen im Unterricht bezogen sich *vor* der Fortbildung häufig auf ein schwerpunktmäßig erfahrungsorientiertes Verständnis von Schülvorstellungen, während diesbezügliche Aussagen *nach* der Fortbildung sich häufig eher auf ein

kognitionspsychologisch fundiertes Verständnis stützten. Der Referenzrahmen, in den diesbezügliche Aussagen zum Umgang mit Schülervorstellungen im Unterricht einzuordnen waren, hatte sich somit im Verlauf klar geändert. Unterrichtliche Maßnahmen, im Sinne von Konsequenzen, die die Lehrkräfte aus einem geänderten Verständnis zogen, ließen sich nicht mehr in ein- und demselben Kategoriensystem abbilden, da die Intentionen und logischen Zuordnungen sich verändert hatten. Auch waren die Aussagen nach der Fortbildung an einigen Stellen deutlich differenzierter und somit in ihren Bedeutungsschwerpunkten und Begründungsmustern vielfältiger. Diese Differenziertheit bildete sich im Kategoriensystem vor der Fortbildung zunächst nicht ab.

Ein erstes Beispiel: Vor der Fortbildung fasste eine Lehrkraft Schülervorstellungen schwerpunktmäßig als Alltagserfahrungen auf, die Kinder mit einem Unterrichtsgegenstand, zum Beispiel der Elektrizitätslehre, haben. Sie argumentierte, der Unterricht müsse an diesen Alltagserfahrungen ansetzen, also beispielsweise an den Erfahrungen der Kinder mit elektrischen Geräten, um das Lernen für die Kinder ‚sinnvoll‘ zu machen. Das sei vor allem deshalb wichtig, weil die Schüler damit zu motivieren seien und der Alltagsbezug des Themas deutlich werde. Daraus resultierte nach Ansicht der Lehrkraft die Notwendigkeit, möglichst viele der individuellen Erfahrungen der Kinder mit dem Lerngegenstand aktivieren zu müssen. Auf der Ebene der unterrichtlichen Umsetzung ließ sich die Aussage der Lehrkraft demnach einer Kategorie ‚Vorstellungen sind im Unterrichtsverlauf zu aktivieren‘ zuordnen. Nach der Fortbildung umfasste das Verständnis der Lehrkraft deutlich klarer eine kognitionspsychologisch fundierte Auffassung zum Begriff der Schülervorstellung. Sie argumentierte nun auch wieder, der Unterricht müsse Schülervorstellungen aktivieren und aufgreifen, allerdings begründete sie dies anders. Im Vordergrund stand nun nicht mehr die Begründung, dass ein Aufgreifen der Alltagserfahrungen für Lernen motiviere und Alltagsrelevanz entfalte. Vielmehr begründete die Lehrkraft ein Aufgreifen der Vorstellungen jetzt mit der Bedeutung, die dies für den Lernprozess selbst habe und weniger mit dessen Bedingungsfaktoren, wie zum Beispiel Motivation und Interesse oder dessen Begründungsaspekten wie Alltagsrelevanz. Auf der Ebene der unterrichtlichen Konsequenz ließ sich die Meinung der Lehrkraft wieder in der Kategorie ‚Vorstellungen sind im Unterrichtsverlauf zu aktivieren‘ abbilden. Allerdings zeigte sich darin nicht die Veränderung in der Konzeptualisierung, der Intention und den Begründungsmustern der Lehrkraft. Da jedoch die Intention der Lehrkraft nach der Fortbildung eine andere war, was sich nicht nur auf einer Ebene der unterrichtlichen Sichtstruktur auswirken dürfte, waren für ein Kategoriensystem, in dem sich ein Verständnis für Begründungsmuster abbilden sollte, umfassendere Kategorien zu finden. Diese Kategorien mussten deutlicher auf die Intentionen, Begründungsmuster und Kausalketten der Lehrkräfte eingehen.

Ein zweites Beispiel: Vor der Fortbildung gab eine Lehrkraft an, mit Schülervorstellungen angemessen umzugehen, hieße auf alle Fälle, Schülerversuche anzubieten. Sie reagierte also auf einer Ebene der (potentiell) sichtbaren Unterrichtsorganisation auf die Herausforderung. In einem Kategoriensystem vor der Fortbildung konnte sich damit ihre Einschätzung in einer Kategorie abbilden, die lautete, ‚Orientierung an Schülervorstellungen durch den Einsatz von Schülerversuchen‘. Nach der Fortbildung erörterte die Lehrkraft wiederum die hohe Bedeutung des Einsatzes von Schülerversuchen zur Orientierung an Schülervorstellungen. Allerdings erweiterte sie ihre Argumentation dahingehend, dass sie die notwendige Einbettung des Versuchseinsatzes in Vorbereitung, Diskussion und Reflexionsprozesse darstellte. Allein die Durchführung von Schülerversuchen war demnach für diese Lehrkraft nicht mehr ausreichend. Diese Ausdifferenzierung bildete sich im induktiv vor der Fortbildung gewonnenen Kategoriensystem ebenfalls zunächst nicht ab.

Ein drittes Beispiel: Nach der Fortbildung berücksichtigten einige Lehrkräfte die Situations- und Kontextspezifität von Schülervorstellungen. Dieser Aspekt war vor der Fortbildung von den Lehrkräften nicht erwähnt worden und bildete sich demnach im induktiv gewonnenen Kategoriensystem ebenfalls zunächst nicht ab.

Ein viertes Beispiel: Eine Lehrkraft gab vor der Fortbildung an, Schülervorstellungen in Form von Vermutungen der Kinder zu Beginn einer Stunde zu sammeln. Dies tat sie – was an anderer Stelle des Interviews deutlich wurde – weil sie sich am gelernten Ablaufmodell einer Stunde orientiert (was sie wiederum eigenen Angaben nach in der zweiten Phase so gelernt hatte), in welchem das Formulieren von Vermutungen zu Beginn einer Stunde ‚dazugehörte‘. Nach der Fortbildung gab sie ebenfalls an, Schülervorstellungen zu Beginn einer Einheit aktiveren zu wollen, aber nun ging aus ihrer Argumentation deutlich hervor, dass sie, ausgehend von einem konstruktivistischen Lernverständnis diese Vorstellungen mit einem diagnostischen Blick zu Beginn einer Einheit erfassen möchte, um sie im weiteren Verlauf der Sequenz in ihrer Unterrichtsplanung berücksichtigen zu können.

Wie aus den dargestellten Beispielen ersichtlich wird, ergab sich die Problematik, dass sich kognitive Veränderungen, die sich in Ausdifferenzierungen oder einem tieferen Verständnis zeigen, innerhalb des ersten Kategoriensystems zunächst nicht abbildeten.

Bei dem Forschungsanspruch dieser Arbeit, in dem es unter anderem um den verstehenden Nachvollzug individueller Bedeutungskonstruktionen und deren Veränderbarkeit ging, ergab sich daraus die Notwendigkeit, das Kategoriensystem nach der Maßnahme weiterzuentwickeln und ausdifferenzieren, um genauere Argumentationsmuster abbilden zu können. Dieses Kategoriensystem wurde der vergleichenden

Analyse der Interviews zu Grund gelegt. Für einen Vorher-Nachher-Vergleich konnte nun zwar ein- und dasselbe Kategoriensystem zum Einsatz kommen, kognitive Veränderungen ließen sich darin allerdings nur noch über quantitativ zu erfassende Merkmale beschreiben (zum Beispiel zehn oder 18 Lehrkräfte, die im Sinne einer Kategorie antworten). Dieses Problem galt auch für die Fragebogenskalen, da diese ja letztlich nichts anderes sind als hoch operationalisierte Kategorien (zum Beispiel mehr oder weniger Zustimmung bei einem Fragebogenitem). Eine differenzierte Erfassung von Veränderung in Bedeutungszuschreibungen oder Argumentationsmustern bildet sich darin daher nur sehr eingeschränkt ab.

Komplexe Lehrerkognitionen oder ‚naive Theorien‘ werden – ebenso wie Schülervorstellungen – in der Situation, in der sie erfragt werden, konstruiert. Sie sind somit ebenfalls situations- und kontextspezifisch. Inwieweit sich demzufolge in den hier vorgestellten Kategorisierungen interindividuell übergreifende ‚Muster‘ von unterrichtsbezogenen Kognitionen abbilden, lässt sich bei der Größe der Stichproben nicht abschließend beurteilen. Allerdings wurde durch den unmittelbaren Vergleich der Kognitionen einzelner Lehrkräfte vor und nach der Fortbildung deren Veränderbarkeit deutlich. Aus diesen unmittelbaren Vergleichen ergeben sich Hinweise darauf, dass sich Veränderungen und Ausdifferenzierungen in komplexen handlungsleitenden Kognitionen am deutlichsten in einem idiographischen und damit deskriptiven Sinne aufzeigen lassen. Das spräche dafür, deutlicher als in dieser Arbeit einen individuumsbezogenen Forschungsansatz zu wählen und beispielsweise individuelle Veränderungsprozesse mit Hilfe von Fallanalysen transparent zu machen.

Andererseits sind für die (Weiter)Entwicklung kontextadaptiver und didaktisch sinnvoller Strategien, die zur Konstruktion von Wissen und zum Aufbau von Handlungskompetenzen beitragen sollen, über die Ebene des individuellen Verstehens hinaus Erkenntnisse zu gewinnen, die verallgemeinerbare Aussagen zulassen.

Zwischen der Entwicklung verallgemeinerbarer Aussagen auf der Grundlage reduktionistischer Prozesse (wie zum Beispiel der Bildung von Kategorien) und dem Verstehen des individuellen Bezugsrahmens der beteiligten Personen ist auch in dieser Arbeit ein Spannungsfeld entstanden. Von Autoren, die dem Forschungsprogramm subjektive Theorien zuzuordnen sind, wird dieses Spannungsfeld auch als ‚Allgemeinheits-Konkretheits-Dilemma‘ beschrieben (vgl. Patry & Gastager 2002). In diesem Zusammenhang wird zwischen idiographischen und nomothetischen Aussagen unterschieden, wobei sich idiographische Aussagen auf personenspezifische Aspekte beziehen und beispielsweise intraindividuelle Veränderungsprozesse beschreiben, während nomothetische Aussagen einen gewissen Allgemeinheitscharakter besitzen.

Für eine Übertragbarkeit auf weitere Fälle sind somit von nomothetischen Aussagen wichtige Hinweise zu erwarten.

Daraus ergibt sich auch, dass das für diese Arbeit gewählte Vorgehen, bereichsbezogene Lehrerkognitionen und deren Veränderungen nomothetisch über Fragebogendaten sowie idiographisch über Interviewanalysen zu untersuchen, im Sinne der explorativen Öffnung des Feldes ein sinnvolles Vorgehen darstellte. Damit konnten einerseits Veränderungen in den individuellen und – bezogen auf den Untersuchungsschwerpunkt ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ – gruppenbezogenen Argumentationsmustern aufgezeigt werden. Andererseits konnten mit Hilfe der Fragebogendaten statistisch auswertbare Aussagen mit höherem Abstraktionsniveau gewonnen werden.

Die Ergebnisse der explorativen Interventionsstudie legen die Annahme nahe, dass es mit Hilfe der hier vorgestellten Konzeption einer Fortbildungsmaßnahme gelungen ist, komplexe unterrichtsbezogene und bereichsspezifische Lehrerkognitionen auszu-differenzieren. Inwieweit die Auswirkungen der Maßnahme dabei unterscheidbar auf das physikalische Konzeptverständnis, das fachspezifisch-pädagogische Wissen und/oder bereichsbezogene Meinungen und Einstellungen festgestellt werden können, wird an dieser Stelle nicht abschließend beurteilt. Vielmehr lässt sich feststellen, dass jeweils von Lehrkraft zu Lehrkraft recht unterschiedliche und individuelle Lernprozesse stattgefunden haben dürften. Dabei wurden jeweils mehr oder weniger das physikalische Konzeptwissen, das fachspezifisch-pädagogische Wissen und/oder Meinungen und Einstellungen in Bezug auf physikalische Inhalte und das Unterrichten physikbezogener Inhalte beeinflusst.

Das ‚fachspezifisch-pädagogische Wissen‘ von Lehrkräften beispielsweise, beschrieben als ‚Integration von fachlichem mit pädagogisch-psychologischem Wissen, das quer zur disziplinären Trennung der Fachwissenschaften liegt‘ (Bromme 1992) wurde im Rahmen dieser Arbeit mit Hilfe des hier ebenfalls verwendeten Fragebogens (vgl. Kleickmann u.a. 2005b) erhoben. Damit wäre das ‚fachspezifisch-pädagogische Wissen‘ unter empirischen Gesichtspunkten dann eben dasjenige Wissen, das genau dieser Fragebogen misst. Eine Annäherung an die inhaltliche Bestimmung und Konzeptualisierung dieses Wissens erfolgt somit über das Messinstrument. Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich damit der Schluss ziehen, dass es mit Hilfe dieser Maßnahme gelungen ist, unter anderem Teile des fachspezifisch-pädagogischen Wissens von Sachunterrichtslehrkräften zu verändern.

Bezogen auf das dargestellte Modell (Kap. 4), die formulierten Ziele (vgl. 5.2) und die beschriebenen Indikatoren zur Erfassung von Wirksamkeit (vgl. 6.2.3) ist deutlich geworden, dass die Auswirkungen einer Fortbildungsmaßnahme an verschiedenen

‚Bereichen‘ im mentalen System einer Lehrkraft feststellbar werden. Die Unterscheidung zwischen den verschiedenen Konstrukten, mit deren Hilfe Lehrerkognitionen beschrieben werden, dürfte allerdings auch weiterhin eher heuristischen Wert haben. Inwieweit ‚Konzepte‘, ‚Vorstellungen‘, ‚fachspezifisch-pädagogisches Wissen‘ und ‚subjektive Theorien‘ als unterscheidbare Konstrukte konzeptualisiert werden, bleibt derzeit eine Frage der spezifischen Operationalisierung. Die Bestimmungsmerkmale und Indikatoren werden je nach Forschungsschwerpunkt unterschiedlich gefasst sein.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit hatte sich zum Ziel gesetzt, eine Interventionsmaßnahme zur Steigerung der physikdidaktischen Expertise von Sachunterrichtslehrkräften zu entwickeln, durchzuführen und zu evaluieren. Die Ziele der Interventionsmaßnahme wurden durch die Einordnung in die sachunterrichtsdidaktische Diskussion begründet, ein theoretischer Rahmen für die Interventionsmaßnahme wurde entwickelt. Untersucht wurden die Auswirkungen der Maßnahme auf Lehrerkognitionen. Abschließend werden im Folgenden ein zusammenfassender Überblick über die Arbeit gegeben, der Ertrag der Arbeit dargestellt und ein Ausblick auf weiterführende Fragestellungen und mögliche Perspektiven für die Lehreraus- und Fortbildung gegeben.

Im *ersten Kapitel* erfolgte zunächst eine Skizzierung der Ausgangslage. Es wurde aufgezeigt, dass sich die qualitätshaltige Umsetzung naturwissenschaftsbezogener Inhalte im Sachunterricht auf Grund von Defiziten im Bereich der Lehrerkompetenzen als Problemfeld erweist. Mangelndes inhaltspezifisches Sachwissen und unzureichende fachdidaktische Kompetenzen sowie eine geringe Zuversicht der Lehrkräfte, physikbezogene Inhalte kompetent umsetzen zu können, wurden als Defizite auf Seiten der Lehrerkompetenzen herausgearbeitet. Daraus abgeleitet wurde die Zielvorstellung dieser Arbeit: die Entwicklung und Evaluation einer Interventionsmaßnahme. Diese sollte dazu beitragen, die beschriebenen Defizite der Lehrkräfte so weit wie möglich zu verringern.

Im *zweiten Kapitel* erfolgte eine Einordnung der Maßnahme in die sachunterrichtsdidaktische Diskussion zum Lernen und Lehren naturwissenschaftsbezogener Inhalte im Grundschulalter. Die Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologischen Verständnis konnte in diesem Zusammenhang als das zentrale didaktische Prinzip für die Gestaltung von naturwissenschaftsbezogenem Sachunterricht herausgearbeitet werden. Damit galt die Vermittlung dieses Prinzips an die Sachunterrichtslehrkräfte als ein wichtiges Ziel der Interventionsmaßnahme.

Im *dritten Kapitel* wurde die Bedeutung der Handlungskompetenzen der Lehrkraft für Unterrichtsqualität und Unterrichtsentwicklung erörtert. Es wurde herausgearbeitet, dass Veränderungen im Unterrichtshandeln Veränderungen im Bereich der handlungsleitenden Lehrerkognitionen vorausgehen müssen. Lehrerfortbildung wurde als ein möglicher Weg zur Modifikation entsprechender Lehrerkognitionen betrachtet, zwei Modelle des Lernens in einer Lehrerfortbildung wurden diskutiert:

- a. Lernen als Modifikation subjektiver Theorien mit dem Ziel der Veränderung komplexer unterrichtsbezogener Lehrerkognitionen (im Sinne einer fortschreitenden Erweiterung und Differenzierung des Wissens oder einer Neuinterpretation) auf der Ebene von Wissen, Einstellungen, Meinung und Haltungen,
- b. Lernen als Konzeptwechselprozess mit dem Ziel der Vertiefung des inhaltsbezogenen physikalischen Konzeptwissens.

Da in der Fortbildungsmaßnahme sowohl Wissen und Verstehen vertieft, Handlungskompetenzen aufgebaut und erweitert sowie Einstellungen und Haltungen verändert werden sollten, erwies es sich als notwendig, die Maßnahme theoretisch in beiden Modellen zu verankern.

Im *vierten Kapitel* erfolgte daher eine Verknüpfung der beiden diskutierten Theorie-traditionen. Diese fand ihren Ausdruck im Modell ‚handlungsleitende Lehrerkognitionen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht‘. Dieses Modell stellt das theoretische Kernstück der Arbeit dar. Auf der Grundlage des Modells wurde ein integratives Konzept für eine bereichsspezifische Lehrerfortbildung entwickelt. Unter Bezugnahme auf das epistemologische Subjektmodell und auf ein konstruktivistisches Lernverständnis erfolgte in der Planung der Lehrerfortbildungsmaßnahme eine Berücksichtigung kognitiver, sozialer, motivationaler und emotionaler Faktoren. Diese wurden gleichermaßen als wesentlich für den Lernprozess der Lehrkräfte erachtet, woraus sich im weiteren Verlauf der Arbeit die Formulierung didaktischer Prinzipien und die gezielte Auswahl von Lehr-Lernmethoden für die Gestaltung der Lehrerfortbildung ableiten ließen.

Das *fünfte Kapitel* beschrieb die Umsetzung dieses Konzeptes im Projekt ‚SUPRA: Eine internetunterstützte Lehrerfortbildungsmaßnahme zur Steigerung der physikdidaktischen Expertise von Sachunterrichtslehrkräften‘. Wesentliche Ziele der Maßnahme waren die Vertiefung des physikalischen Konzeptverständnisses und die Erweiterung fachdidaktischer Handlungskompetenzen sowie der Aufbau einer erfolgszuversichtlichen Haltung für die Planung und Gestaltung von physikbezogenem Sachunterricht. Die Konzeption der Fortbildungsmaßnahme als Blended-Learning-Angebot mit den einzelnen Bausteinen (Lernen an Präsenztagen, mit der Internetplattform SUPRA und mit einem Lernpartner), die didaktischen Prinzipien (zum Beispiel die Orientierung an den Vorstellungen der Lehrkräfte, Spielraum für aktives und selbstreguliertes Lernen, Instruktion, Artikulation und Reflexion u.a.) und die Durchführung der Maßnahme wurden dargelegt.

Im *sechsten Kapitel* wurde die Evaluation der Interventionsmaßnahme beschrieben. Die explorative Studie wurde dem Design-Based-Research-Ansatz zugeordnet und das Vorgehen als integrative Forschungsstrategie mit dem Ziel der Generierung von anwendungsbezogenem sowie theoretisch relevantem Wissen beschrieben. Untersucht wurden sowohl die Akzeptanz der Maßnahme bei den Teilnehmern als auch die Wirksamkeit. Die Auswirkungen der Maßnahme auf komplexe handlungsleitende Lehrerkognitionen wurden dabei sowohl hinsichtlich des von den Lehrkräften selbst wahrgenommenen Lernzuwachses betrachtet wie auch im Vorher-Nachher-Vergleich von Fragebogen- und Interviewdaten. Die Ergebnisse der explorativen Studie weisen darauf hin, dass das Interventionsangebot in einem hohen Ausmaß die Akzeptanz und Zustimmung der Lehrkräfte erhielt. Das Ziel, eine zielgruppenspezifische und kontextsensitive bereichsspezifische Interventionsmaßnahme zu entwickeln und durchzuführen, kann damit als gelungen angesehen werden. Die in der Fortbildung behandelten Inhalte erwiesen sich in der Wahrnehmung der Lehrkräfte als relevant und hilfreich. Die für die Gestaltung der Fortbildung berücksichtigten didaktischen Prinzipien und Methoden ließen die Maßnahme im Urteil der Teilnehmer zu einem Erfolg für deren persönlichen Lernprozess werden. Die Lehrkräfte schätzten ihren Lernzuwachs subjektiv hoch ein. Wirksamkeit entfaltete die Maßnahme auch in ihren Auswirkungen auf Lehrerkognitionen. Es zeigten sich vor allem positive Effekte auf das Kompetenzerleben in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte und eine Vertiefung und Ausdifferenzierung eines an Konzeptwechseltheorien orientierten Lehr-Lernverständnisses. Das didaktische Prinzip ‚Orientierung an Schülervorstellungen‘ konzeptualisieren die Lehrkräfte nach Abschluss der Maßnahme deutlicher auf der Grundlage eines kognitionspsychologisch fundierten Verständnisses. Von den Lehrkräften diskutierte Maßnahmen zur unterrichtlichen Gestaltung weisen in einem höheren Ausmaß auf eine Intention zur Förderung diskursiver und reflexionsförderlicher Elemente hin.

7.1 Resümee der Arbeit

Als Ergebnisse der Arbeit werden der theoretische und empirische Ertrag sowie der unmittelbare Ertrag für die Anwendungsfelder ‚Lernen und Lehren in der Lehreraus- und Fortbildung‘ und ‚Schule und Unterricht‘ formuliert.

Theoretischer und empirischer Ertrag: Die Arbeit leistete zunächst einen Beitrag zum Stand der Diskussion im Bereich der Sachunterrichtsdidaktik. Unter Bezugnahme auf das Conceptual Change Paradigma wurde die hohe Bedeutung einer Orientierung an Schülervorstellungen in einem kognitionspsychologischen Verständnis herausgearbeitet. Daraus ließ sich – aus einer theoretischen Perspektive – die Orientierung an Schülervorstellungen als zentrales didaktisches Prinzip für die Gestaltung naturwissen-

schaftsbezogenen Sachunterrichts ableiten. Eine Konkretisierung dieses Prinzips auf der Ebene der unterrichtlichen Umsetzung erfolgte im empirischen Teil der Arbeit durch die Formulierung von Indikatoren zur Erfassung der Wirksamkeit und durch die Analyse der Lehrerinterviews unter dieser Perspektive. Die Ergebnisse zeigen, dass sich unterrichtsbezogene Kognitionen von Lehrkräften im Hinblick auf dieses Prinzip analysieren lassen.

Weiterhin konnte die Arbeit einen Beitrag zur Diskussion um die Konzeptualisierung und Erforschung subjektiver didaktischer Theorien von Lehrkräften leisten. Zur theoretischen Grundlegung der Maßnahme wurde ein Modell erarbeitet, in dem handlungsleitende Lehrerkognitionen explizit fachdidaktisch konzeptualisiert werden. Unter Bezugnahme auf eine integrative Forschungsstrategie (Stark 2004) wurden dazu Begriffe und Theorien aus zwei, zunächst unterschiedlichen theoretischen Paradigmen zu einem heuristischen Modell verknüpft (vgl. Kap. 4). Für die Planung und Gestaltung der Fortbildungsmaßnahme erwies sich dieses heuristische Modell als geeignet und didaktisch praktikabel. Damit konnte gezeigt werden, dass eine fachdidaktische Lehrerfortbildung auf der Grundlage eines kognitionspsychologischen Modells theoriegeleitet geplant und realisiert werden kann.

Die Ergebnisse der Fragebogenanalyse zeigen, dass sich bei der hochstrukturierten Erfassung von Lehrerkognitionen durch Fragebogenitems Veränderungen in Einstellungen und Vorstellungen abbilden lassen, die Aussagen auf nomothetischem Niveau zulassen.

Die Ergebnisse der Interviews zeigen, dass sich die Auswirkungen der Interventionsmaßnahme auf Lehrerkognitionen außerordentlich vielfältig abzeichnen. Um die intraindividuelle Vernetztheit und Komplexität spezifischer unterrichtsbezogener Kognitionen noch deutlicher und umfassender abbilden zu können, lässt sich daraus für nachfolgende Untersuchungen die Folgerung ableiten, dass bei der Untersuchung handlungsleitender Lehrerkognitionen und deren Veränderungen ein individuumsbezogener und vor allem inhaltsspezifischer Ansatz zu wählen wäre.

Ertrag für das Anwendungsfeld Schule und Unterricht: Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass durch die vorgestellte Fortbildungsmaßnahme komplexe Lehrerkognitionen erweitert, ausdifferenziert und verändert werden konnten. Positive Auswirkungen auf das subjektive Kompetenzerleben sowie eine Veränderung in Richtung eines, an Konzeptwechseltheorien orientierten Lehr-Lernbegriffs lassen sich dabei als Vertiefung bereichsspezifischer Lehrkompetenzen verstehen. Dies ermöglicht den Lehrkräften eine potentiell kompetentere Umsetzung physikbezogener Unterrichtsinhalte, was wiederum berechtigten Anlass zur Hoffnung gibt, dass dies auch zu Verhaltens-

änderungen bei der Umsetzung physikbezogener Inhalte im Sachunterricht führen wird. Zudem konnte durch den Aufbau beziehungsweise die Vertiefung von Interesse an physikalischen Inhalten ein Impuls für die bereichsspezifische Weiterentwicklung der Lehrkräfte gegeben werden.

Die Internetplattform SUPRA wurde im Bereich der naturwissenschaftsbezogenen Inhalte im Zusammenhang mit den Problemstellungen dieser Arbeit entwickelt⁹⁶, sie bietet Lehrkräften eine Reihe von Hilfen zur potentiell qualitätshaltigen Umsetzung sachunterrichtlicher Unterrichtsinhalte. Unter der URL www.lmu.de/supra werden zu jedem der dort aufgeführten Themen inhalts- und zielgruppenspezifische Sachinformationen, fachdidaktische Hintergrundinformationen sowie vollständige Unterrichtsvorschläge angeboten. Für den Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts finden sich dort derzeit (im März 2006) Ausarbeitungen zu den Inhalten Elektrizitätslehre, Magnetismus, Optik/Spiegel, Schall, Licht und Schatten. Die Struktur und Gestaltung der Plattform konnte den Bedürfnissen der Nutzer weitgehend angepasst werden, eine Weiterentwicklung ist nach Angaben der Lehrkräfte sehr erwünscht (vgl. 7.2).

Ertrag für das Anwendungsfeld Lernen und Lehren in der Lehreraus- und Weiterbildung: Die im Rahmen dieses Projekts bisher entstandenen Unterrichtsvideos zu Unterrichtseinheiten im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht finden seit dem Wintersemester 2004/2005 Einsatz in der ersten Phase der Lehrerbildung. In Seminarveranstaltungen dienen sie als Grundlage für die Analyse und Reflexion von Unterrichtseinheiten im Bereich des Sachunterrichts. Die bisherigen Erfahrungen verweisen auf das große Potential einer videogestützten Unterrichtsanalyse für die Weiterentwicklung einer am Anwendungs- und Handlungsfeld orientierten Lehrerbildung. Videogestützte Unterrichtsanalysen könnten – über den Bereich des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts hinaus – einen bedeutsamen Beitrag zur notwendigen Verzahnung der Ziele und Inhalte der verschiedenen Ausbildungsphasen leisten (vgl. 7.3).

Das Konzept der SUPRA-Lehrerfortbildung wurde im Rahmen dieser Arbeit begründet, realisiert und evaluiert. Die Erfahrungen zeigen, dass die Gesamtkonzeption befürwortet und die Fortbildung in der durchgeführten Form sehr positiv beurteilt wurde. Die Evaluationsergebnisse bestätigen deren hohe Akzeptanz und Wirksamkeit. Damit lässt sich das Konzept auf weitere Maßnahmen in der Lehreraus- und Fortbildung, in denen der Aufbau naturwissenschaftsdidaktischer Kompetenzen das Ziel ist, übertragen. Für

⁹⁶ Die Plattform enthält im Bereich der Materialbörse auch Angebote zu geschichtsbezogenen Unterrichtsinhalten. Deren Darstellung entfällt im Rahmen dieser Arbeit, kann jedoch ebenfalls als Ertrag des Gesamtprojektes SUPRA angesehen werden.

die Gestaltung einer Lehr-Lernumgebung in der Lehreraus- und Fortbildung hat sich die Orientierung an einem konstruktivistischen *Lernverständnis* als adäquat erwiesen. Für die Umsetzung im Handlungsfeld waren darüber hinaus instruktionspsychologische Überlegungen notwendig. Für die didaktische Orientierung und die methodische Gestaltung von Aus- und Fortbildungsmaßnahmen in der Lehrerfortbildung lassen sich aus den Erfahrungen und Ergebnissen im Wesentlichen die folgenden Empfehlungen formulieren:

- Der Aufbau einer vertrauensvollen und positiven Lernatmosphäre ist grundlegend. Dies geschieht durch das Einnehmen einer wertschätzenden Haltung gegenüber den erwachsenen Lernern und einer Orientierung an deren bestehenden Ressourcen.
- Sowohl auf einer Ebene der Organisation und der Rahmenbedingungen wie auf der Ebene der inhaltlichen Arbeit ist auf Strukturierung und Transparenz zu achten. Visualisierung und Instruktionsklarheit, inhaltliche Klarheit und ‚gute Erklärungen‘, Methodenvielfalt und deren sinnvolle Einbettung beeinflussen die Qualität von Lehr-Lernprozesse (auch) in der Lehrerfortbildung nachhaltig.
- Eine (möglichst) enge Verzahnung mit dem (zukünftigen) Berufsalltag, zum Beispiel durch den Einsatz von Transferphasen und Lernpartnerschaften, berücksichtigt bereits in der Wissenserwerbsphase Transfermöglichkeiten.
- Individuelle Lernwege sind zu berücksichtigen und durch zeitlich flexibel handhabbare Fortbildungselemente zu ermöglichen. In diesem Projekt konnte das durch den Einsatz der Internetplattform SUPRA realisiert werden.
- Durch den Einsatz kommunikations- und diskursunterstützender Methoden, wie zum Beispiel ‚Gruppenpuzzle‘ oder ‚Kugellager‘, findet die hohe Bedeutung des sachbezogenen und informellen sozialen Austausches Berücksichtigung.
- Als wesentlich kann die Orientierung an den Vorstellungen der lernenden Lehrer betrachtet werden. Durch Maßnahmen der Aktivierung, der Konfrontation und der Förderung der Wahrnehmung des eigenen Lernprozesses – zum Beispiel durch die bewusste Auseinandersetzung mit eigenen inhaltspezifischen Vorstellungen zur Stromkreisvorstellung – können bestehende Vorstellungen und ‚subjektive Überzeugungen‘ bewusst gemacht und in Folge davon verändert werden.
- Durch die Bereitstellung von Lernangeboten, die sich zur Übertragung auf die Unterrichtssituation eignen – zum Beispiel in Form von konkreten Aufgabenstellungen, Versuchen, Lernstationen und/oder Problemlöseaufgaben – werden den Lehrkräften handlungsnah inhaltliche und methodische Anregungen für die Umsetzung im Unterricht gegeben. Die eigene Erfahrung, gemeinsame Bearbeitung und nachfolgende kritische Analyse dieser Lernangebote gibt den

Lehrkräften damit Hinweise auf Bedingungen, Möglichkeiten und Hindernisse beim Einsatz im Anwendungsfeld. Der Einsatz handlungsintensiver Problemstellungen in selbstregulierten Lernphasen sorgt so für situierte Lernprozesse, indem deren Übertragbarkeit auf das Anwendungsfeld antizipiert werden kann.

Die Ergebnisse der Akzeptanzanalyse lassen den Schluss zu, dass (neu) erworbenes Wissen dann als berufs- und handlungsrelevant erlebt wird, wenn es vom lernenden Lehrer in Bezug auf die antizipierte Anwendungssituation handlungsnah eingeordnet werden kann. Für die Diskussion um ‚situiertes Lernen‘ folgte daraus, dass weniger die Bedingungen der *Wissenserwerbssituation* hinsichtlich ihrer potentiellen Situietheit zu berücksichtigen wären, als mehr die Bedingungen der *Wissensanwendungssituation*. In der Planung der Lehr-Lernsituation sollte daher der Kontext, in dem neu zu erwerbendes beziehungsweise neu erworbenes Wissen zur Anwendung kommen soll, antizipiert werden. Die Lehr-Lernumgebung wäre demzufolge möglichst gemäß des potentiellen Anwendungskontextes zu gestalten.

7.2 Transfer und Verstetigung der Projektideen

Die zwei ‚Kernideen‘ des Projektes SUPRA – die Distribution fachdidaktisch reflektierten Unterrichtsmaterials und die Gestaltung einer darauf Bezug nehmenden Lehrerfortbildungsmaßnahme – sollten auf Grund ihrer hohen Akzeptanz bei der Zielgruppe auch in Zukunft in der Lehreraus- und Fortbildung integriert werden. Maßnahmen zur nachhaltigen Implementation wurden bereits ergriffen, weitere Maßnahmen sollten folgen.

Die Projektidee, die Internetplattform, die Konzeption der Fortbildung sowie das damit verbundene Forschungsvorhaben wurden unter zielgruppenspezifischen Gesichtspunkten publiziert. Das Projekt wurde in Publikationen und Vorträgen sowohl der Lehrerschaft vorgestellt⁹⁷ als auch das damit verbundene Forschungsvorhaben von Beginn an mit dem interessierten Fachpublikum diskutiert⁹⁸.

Die Internetplattform SUPRA steht auch weiterhin kostenlos allen Lehrkräften und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung. An einer Erweiterung des Angebotes auf der Plattform wird kontinuierlich gearbeitet. Eine Reihe von Zulassungsarbeiten widmet sich derzeit der Erforschung inhaltsspezifischer Schülervorstellungen sowie der

⁹⁷ Vgl. Heran-Dörr 2005a und b; Vortrag anlässlich des ersten Tages der Praktikumslehrkräfte an der Ludwig-Maximilians-Universität München im Oktober 2005

⁹⁸ Vgl. Heran-Dörr u.a. 2003, 2005; Heran-Dörr 2006

Erarbeitung darauf abgestimmter Unterrichtsvorschläge. In verschiedenen Seminarveranstaltungen der ersten Ausbildungsphase wird die Plattform zur Vorbereitung und Analyse von Unterrichtseinheiten für den physikbezogenen Sachunterricht eingesetzt. Die kritische Sichtung und Analyse des Unterrichtsmaterials, die eigenständige Überarbeitung, die Erprobung im Unterricht sowie die resümierende Reflexion einer Unterrichtseinheit nach der Durchführung erfolgen im Verlauf von Seminaren und bei der Erstellung von Semesterarbeiten.

Das vorgestellte Lehrerfortbildungsprojekt wird derzeit erweitert und für den Einsatz in der zweiten Phase der Lehrerausbildung an die Bedürfnisse der Lehramtsanwärter adaptiert. Im Projekt ‚SUPRA-Seminarnetzwerk‘ werden in den folgenden zwei Jahren etwa 70 Lehramtsanwärter zu Fragen und Inhalten des physikbezogenen Sachunterrichts weitergebildet. Das Projekt wird ebenfalls evaluiert. Dabei wird unter anderem untersucht, wie es mit Hilfe der Maßnahme gelingt, das inhaltspezifische physikalische Sachwissen der Lehramtsanwärter weiterzuentwickeln und zu vertiefen. Die ersten fachdidaktischen Fortbildungstage sowie weitere Treffen zur Koordination fanden bereits statt. Das Interesse der Seminare ist groß, die bisher erfolgten Rückmeldungen der Lehramtsanwärter wie auch der Seminarrektorinnen sind sehr positiv.

Ebenfalls darauf hinzuweisen ist, dass von den 20 Teilnehmern der SUPRA-Lehrerfortbildung sechs Lehrkräfte im Rahmen von schulinternen Lehrerfortbildungen, schulartübergreifenden Informationsveranstaltungen und/oder als Multiplikatoren zur Distribution naturwissenschaftsbezogener Inhalte und zur Schulung von Kollegen eingesetzt wurden. Auch die Lehramtsanwärter des SUPRA-Seminarnetzwerks berichteten bereits davon, Fortbildungsinhalte im Rahmen von schulinternen Lehrerfortbildungen weitergetragen zu haben.

Die im Rahmen dieser Arbeit entstandenen Unterrichtsvideos werden derzeit in der ersten Phase der Ausbildung in dafür geeigneten unterrichtsbezogenen Seminarveranstaltungen an der Universität München mit Studierenden für das Lehramt an Grund- und Sonderschulen eingesetzt. Der Einsatz von Unterrichtsvideos als Möglichkeit zur Erfassung unterrichtsbezogener Kognitionen von Studierenden wird derzeit erprobt.

7.3 Ausblick

Die hohe Akzeptanz und die bisher erfassten Wirkungen des Projektes verweisen darauf, dass es sich lohnt, den mit dieser Arbeit eingeschlagenen Weg der Lehrerfortbildung und der Distribution von Unterrichtsmaterial weiterzugehen. Auch

konnten auf die Forschungsfragen dieser Arbeit erste Antworten gegeben werden, viele neue Fragen wurden aufgeworfen.

Auf Grund der Anlage als explorative Studie wären in Folge dieser Arbeit zum einen Studien von Interesse, die bei einer Fokussierung auf Teilaspekte der hier angerissenen Fragestellungen die Ergebnisse an einer größeren Stichprobe überprüfen. Zum anderen könnte die detailliertere Analyse individueller Lern- und Veränderungsprozesse Aufschluss über Möglichkeiten, Bedingungen und Hindernisse in den Lernprozessen von Lehrkräften und damit für die deren Aus- und Fortbildung geben.

Weitere Studien zur Erfassung und zur Veränderbarkeit von domänenspezifischen und unterrichtsbezogenen Lehrerkognitionen könnten mit ihren Ergebnissen zur Weiterentwicklung des theoretischen Modells beitragen. Der Zusammenhang zwischen Lehrerwissen, Lehrerdanken und Lehrerhandeln und deren Veränderbarkeit sollte dabei insbesondere auch aus fachdidaktischen Perspektiven genauer untersucht werden. Von besonderem Interesse erscheint mir dabei vor allem die Erforschung von Kognitionen in Interaktions- und Handlungssituationen.

Die folgenden Fragestellungen und Forschungskomplexe könnten zudem von Interesse sein:

- Wie lässt sich die Forderung nach einer Orientierung an Schülervorstellungen weiter präzisieren? Welche konkreten Anregungen für unterrichtliche Gestaltungsmaßnahmen lassen sich daraus ableiten?
- Wie beurteilen Lehrkräfte, die nicht gleichzeitig an einer darauf abgestimmten Fortbildungsmaßnahme teilnehmen, die Internetplattform SUPRA hinsichtlich Nutzerfreundlichkeit und hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit für Unterrichtsvorbereitung und Unterrichtsgestaltung?
- Wie werden die Auswirkungen einer fachdidaktischen Fortbildungsmaßnahme auf Lehrerkognitionen im unterrichtlichen Handeln aktualisiert und im Unterrichtsverhalten realisiert? Inwieweit zeigen sich Auswirkungen einer fachdidaktischen Fortbildungsmaßnahme im Lernverhalten und in Leistungsmerkmalen der Schülerinnen und Schüler?
- Lassen sich durch den Einsatz von Unterrichtsvideos in der ersten Ausbildungsphase unterrichtsrelevante Kognitionen bei Lehramtsstudierenden identifizieren und gezielt weiterentwickeln? Inwieweit lassen sich durch die Aufzeichnung und die Betrachtung des eigenen Unterrichtsverhaltens handlungsleitende Kognitionen verändern? Inwieweit lassen sich durch die Betrachtung fremden Unterrichtsverhaltens handlungswirksam Kognitionen verändern? Wie wirkt sich

der Einsatz von Unterrichtsvideos auf den Transfer in unterrichtliches Handeln aus? Lässt sich durch den Einsatz von Unterrichtsvideos der Transfer verbessern?

- Die konzeptionelle Anbindung einer Lehrerfortbildungsmaßnahme an die Universität leistet in der Wahrnehmung der Lehrkräfte eine (selbst)reflexionsintensive Bearbeitung von Fortbildungsinhalten. Als interessante hermeneutische Aufgabenstellung könnte sich daher eine bildungstheoretische Diskussion zur Institutionalisierung und Anbindung der Lehrerfortbildung an die Universitäten erweisen.

Neben dem Aufzeigen weiterer Forschungsdesiderata können aus der Arbeit auch Schlussfolgerungen gezogen und Anregungen für die Lehreraus- und Fortbildung gegeben werden.

Die Internplattform SUPRA sollte ausgebaut und um weitere Inhalte ergänzt werden. Durch eine gemeinsame Weiterentwicklung der Inhalte von Lehrkräften und Fachdidaktikern könnten weitere Unterrichtsangebote realisiert werden, die gleichermaßen fachdidaktischen Ansprüchen genügen wie auch die Erfordernisse des Anwendungsfeldes berücksichtigen. Durch den Einsatz multimedialer und interaktiver ‚Tools‘ (beispielsweise zur Simulation der magnetischen Wirkung um einen Leitungsdraht in einem geschlossenen Stromkreis) könnten die Verwendungsmöglichkeiten der Plattform erweitert werden.

Zur Steigerung der Qualität des physikbezogenen Sachunterrichts sind vielfältige und gemeinsame Anstrengungen notwendig, die über Maßnahmen zur Kompetenzsteigerung auf Seiten der Lehrkräfte hinausgehen. So wäre beispielsweise – als Maßnahme auf schulorganisatorischer Ebene – dafür zu sorgen, dass notwendiges Versuchsmaterial in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Allerdings schließt diese Arbeit den Bogen zur aufgezeigten Abstinenz der Grundschullehrkräfte (Kap. 1) konsequenterweise mit einem Ausblick auf weitere Maßnahmen zur Förderung naturwissenschaftsdidaktischer Expertise bei (zukünftigen) Sachunterrichtslehrkräften.

Die folgenden Vorschläge sind daher auch als strukturelle Anregungen für die Aus- und Fortbildung von Sachunterrichtslehrkräften zu verstehen.

- Bereits während des Studiums sollten Lehramtsstudierende ihr inhaltspezifisches physikalisches Sachwissen in Bezug auf (lehrplan)relevante Inhalte⁹⁹ des Sachunterrichts aufbauen und vertiefen. Dabei wäre darauf zu achten, dass eine phänomen- und konzeptorientierte Zugangsweise zu den Inhalten ermöglicht wird und (angehende) Lehrkräfte physikalische Phänomene und Begriffe ‚verstehen‘ lernen. Im Zusammenhang damit wäre auch der Aufbau eines adäquaten Verständnisses über die ‚Natur der Naturwissenschaften‘ anzustreben. Lehramtsstudierende sollten geeignete Versuche, passende Analogien und Modellvorstellungen sowie eine Vielzahl an Möglichkeiten für eine methodisch variative Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen kennen lernen. Der Besuch einer sachunterrichtsdidaktischen Veranstaltung mit den genannten Inhalten sollte verpflichtend sein.
- Während des Studiums sollten Lehramtsstudierende kognitions- und entwicklungspsychologische Forschungsergebnisse, die das bereichsspezifische Lernpotential von Grundschulkindern deutlich machen, kennen lernen und diskutieren sowie hinsichtlich ihrer Implikationen für die Gestaltung von Lehr-Lernprozessen untersuchen. Der Besuch einer Veranstaltung mit entsprechenden kognitionspsychologischen Inhalten sollte verpflichtend sein.
- Bereits während des Studiums sollten Lehramtsstudierende die Bedeutung der Grundschullehrkraft für eine reflexionsintensive Bearbeitung von Inhalten kennen lernen. Das Bewusstsein um die Notwendigkeit einer adäquaten instruktionalen Unterstützung und einer diskursiven Gesprächsführung sollte geschärft werden, ohne dabei zu vernachlässigen, dass eine handlungsorientierte Unterrichtsgestaltung wesentlich für den Erwerb von Wissen und Handlungskompetenzen ist. Seminarveranstaltungen, in denen der Aufbau entsprechender – schwerpunktmäßig kommunikativer – Kompetenzen der Diskursmoderation und Gesprächsführung das Ziel sind, sollten für Lehramtsstudierende verpflichtend sein.
- Für die individuelle Analyse und Reflexion von Unterrichtsversuchen während der ersten Phase der Lehrerbildung wäre die Einrichtung von Klein-

⁹⁹ Als eine bedeutsame Aufgabe der sachunterrichtsdidaktischen Diskussion könnte es sich in diesem Zusammenhang erweisen, auf Verbandsebene ein bundesweit einheitliches ‚Kerncurriculum‘ in Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte zu erstellen. Eine Präzisierung des Perspektivrahmens auf konkrete Inhalte und jeweils damit verknüpfte Zielvorstellungen könnte durch die Vereinheitlichung zu einer Bündelung der Ressourcen und damit mittelfristig zu gezielten gemeinsamen Aus- und Weiterbildungsaktivitäten führen.

gruppenveranstaltungen wünschenswert. Durch die damit verbundene Erhöhung der Betreuungsintensität und den Einsatz von Videocoaching würden sich Möglichkeiten für individuelle Lehr-Lern- und Beratungsprozesse bieten.

- Die Konkretisierung und Erprobung der unterrichtlichen Umsetzung naturwissenschaftsbezogener Inhalte sowie die kritische Reflexion, Überprüfung und erneute Erprobung sollten auf Grund der direkteren Anbindung an Schule und Unterricht sowie auf Grund der intensiveren Betreuungsmöglichkeiten schwerpunktmäßig in der zweiten Phase erfolgen. Ausbilden der zweiten Phase wäre bei Bedarf eine entsprechende fachdidaktische Unterstützung anzubieten.
- Geeignete methodische Möglichkeiten zur individuellen ressourcenorientierten Weiterentwicklung der genannten professionellen Kompetenzen wären in allen Phasen der Lehrerbildung zu erproben und deren Wirkungen zu untersuchen. Ein Schwerpunkt könnte dabei insbesondere auf den Einsatzmöglichkeiten von Videofeedback und Videocoaching liegen.
- Fortbildungsveranstaltungen mit naturwissenschaftlichen Inhalten sollten Sachunterrichtslehrkräfte in einem höheren Maß als bisher zur Verfügung gestellt werden.
- Für die Gestaltung physikbezogener Veranstaltungen in der Lehreraus- und Fortbildung wäre auf eine methodisch angemessene Umsetzung zu achten. Ein gleichermaßen erfahrungs- wie reflexionsorientiertes Vorgehen, bei dem eigenaktive Lern- und Arbeitsprozesse nicht zu kurz kommen, handlungsintensive Herausforderungen zur Verfügung gestellt werden, vielfältige Möglichkeiten für einen sozialen Austausch und Diskurs geboten werden und der Bezug zum Anwendungsfeld deutlich erkennbar bleibt, wären in allen Phasen der Lehrerbildung wünschenswert.

Die Vertiefung und Weiterentwicklung naturwissenschaftsdidaktischer Kompetenzen erfordern eine thematisch orientierte Kooperation zwischen den verschiedenen, an der Lehrerbildung beteiligten Institutionen. Allerdings sollte die Aus- und Weiterbildung von Sachunterrichtslehrkräften zu Inhalten, Methoden und Denkweisen der Naturwissenschaften sowie zu dessen Möglichkeiten und Grenzen nicht nur hinsichtlich ihrer möglichen und erhofften Auswirkungen auf Sachunterricht begründet und diskutiert werden. Darin steckt meiner Ansicht nach eine unangemessene Reduzierung auf dessen utilitaristische Funktion. Um das Bildungspotential naturwissenschaftlicher Inhalte auch für die personale Weiterentwicklung der Sachunterrichtslehrkräfte deutlich zu machen, sollte naturwissenschaftliches Denken und Handeln entfunktionalisiert werden und auf dessen innere Kohärenz und Stimmigkeit und damit dessen eigene Ästhetik aufmerksam

gemacht werden. Damit würde Lehreraus- und Weiterbildung auch im Bereich der Naturwissenschaften zu Bildung im besten Wortsinn.

Literaturverzeichnis

- (1) Aebli, H. (1981): *Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. II: Denkprozesse*. Klett-Cotta. Stuttgart. 2. Aufl. 1994
- (2) Aebli, H. (1983): *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Klett-Cotta. Stuttgart. 7. Aufl. 1993
- (3) Aebli, H. (1985): *Problemorientierter Unterricht. Handelndes Lernen und Problemstellung*. In: Einsiedler, W. & Rabenstein, R. (Hrsg.): *Grundlegendes Lernen im Sachunterricht*. 34-38
- (4) American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993): *Benchmarks for Science Literacy*.
<http://www.project2061.org/publications/bsl/online/bolintro.htm>, Download am 17.07.05
- (5) Anderson, J.R. (1996): *Kognitive Psychologie*. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg
- (6) Appleton, K. (2002): *Science Activities That Work: Perceptions of Primary School teachers'*. In: *Research in Science Education* (32). 393-410
- (7) Appleton, K. (2003): *How Do Beginning Primary School Teachers Cope with Science? Toward an Understanding of Science Teaching Practice*. In: *Research in Science Education* (33). 1-25
- (8) Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung (1971) (Hrsg.): *Weg in die Naturwissenschaft. Ein verfahrensorientiertes Curriculum im 1.Schuljahr*. Klett. Stuttgart
- (9) Arning, F. (2000): *Kompetenzorientierung der Lehrerbildung*. In: Bayer, M., Bohnsack, F., Koch-Priewe, B., Wildt, J. (Hrsg.): *Lehrerin und Lehrer werden ohne Kompetenz? Professionalisierung durch eine andere Lehrerbildung*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 302-315
- (10) Arnold, P., Kilian, L., Thillosen, A., Zimmer, G. (2004): *E-Learning Handbuch für Hochschulen und Bildungszentren*. BW Bildung und Wissen. Nürnberg
- (11) Atwood, R. & Atwood, V. (1996): *Preservice Elementary Teachers' Conceptions of the Causes of seasons*. In: *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 33 (5). 553-563
- (12) Aufenanger, S. (2001): *Multimedia und Medienkompetenz – Forderungen an das Bildungssystem*. In: Aufenanger, S., Schulz-Zander, R., Spanhel, D. (Hrsg.): *Jahrbuch Medienpädagogik 1*. Leske + Budrich. Opladen. 109-122
- (13) Bäuml, M.-A. (1979): *Das Experiment im Sachunterricht der Grundschule*. Prögel. Ansbach
- (14) Bayer, M., Bohnsack, F., Koch-Priewe, B., Wildt, J. (2001) (Hrsg.): *Lehrerin und Lehrer werden ohne Kompetenz? Professionalisierung durch eine andere Lehrerbildung*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn.

- (15) Bayrhuber, H. & Vollmer, H. J. (2004): *Fachdidaktik im Aufbruch*. In: Bayerhuber, H.; Ralle, B.; Reiss, K.; Schön, L.-H. & Vollmer, J. (Hrsg.): Konsequenzen aus PISA. Perspektiven der Fachdidaktik. Studienverlag. Innsbruck. 7-17.
- (16) Beck, K. (2000): *Zur Lage der Lehr-Lern-Forschung – Defizite, Erfolge, Desiderate*. In: Unterrichtswissenschaft 28 (1). 23-29
- (17) Beinbrech, Chr. (2005): *Problemlösen im Sachunterricht. Eine Studie zur Förderung des Problemlöseverhaltens im technikbezogenen Sachunterricht*. In: Hartinger, A., Kahlert, J. (Hrsg.): Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 127-141
- (18) Bennedik, J. (1985): *Experimentieren im Sachunterricht. Betrifft: Wasserversorgung*. In: Einsiedler, W., Rabenstein, R. (Hrsg.): Grundlegendes Lernen im Sachunterricht. 61-74
- (19) Blaseio, B. (2002): *Inhaltsstruktur und Tendenzen der Inhalte im Sachunterricht*. In: Spreckelsen, K., Möller, K., Hartinger, A. (Hrsg.): Ansätze und Methoden zum Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 205-222
- (20) Blömeke, S. (2000): *Medienpädagogische Kompetenz. Theoretische und empirische Fundierung eines zentralen Elementes der Lehrerbildung*. München: KoPäd.
- (21) Blömeke, S. (2001): *Zur medienpädagogischen Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern*. <http://www.medienpaed.com/00-2/bloemeke1.pdf>, Download am 05.12.05
- (22) Blömeke, S. (2003a): *Lehren und lernen mit neuen Medien – Forschungsstand und Forschungsperspektiven*. In: Unterrichtswissenschaft (1). 57-82
- (23) Blömeke, S. (2003b): *Neue Medien in der Lehrerbildung. MedienPädagogik* 11.1.2003. <http://www.medienpaed.com/02-2/bloemeke2.pdf>, Download am 05.12.05
- (24) Blömeke, S., Eichler, D., Müller, Ch. (2003): *Rekonstruktion kognitiver Strukturen von Lehrpersonen als Herausforderung für die empirische Unterrichtsforschung*. Unterrichtswissenschaft (2). 103-121
- (25) Blömeke, S., Eichler, D., Müller, Ch. (2004): *Handlungsmuster von Lehrerinnen und Lehrern beim Einsatz neuer Medien in den Fächern Deutsch, Mathematik und Informatik*. <http://www2.huberlin.de/didaktik/data/hamlet/paderborn.doc>; Download am 20.09.2004
- (26) Blömeke, S., Müller, Chr., Eichler, D. (2005): *Handlungsmuster von Lehrerinnen und Lehrern beim Einsatz neuer Medien. Grundlagen eines Projekts zur empirischen Unterrichtsforschung*. Bachmair, B., Diepold, P., De Witt, C. (Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 4. Opladen: Leske + Budrich. 229-244
- (27) Blumberg, E., Möller, K., Jonen A., Hardy, I. (2003): *Multikriteriale Zielerreichung in naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule*. In: Cech, D., Schwier, H.-J. (Hrsg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 77-92

- (28) Blumör, R., Wiesner, H. (1992a): *Vorstellungen und Lernexperimente bei Primarstufenschülern zum Spiegelbild I*. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe (20). 2-6
- (29) Blumör, R., Wiesner, H. (1992b): *Vorstellungen und Lernexperimente bei Primarstufenschülern zum Spiegelbild II*. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe (20). 50-54
- (30) Borko, H. (2004): *Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain*. In: Educational Researcher, 33 (8) 3-15
- (31) Bortz, J., Döring, N. (2002): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer. Berlin. 3. überarb. Aufl.
- (32) Breitschuh, G. (1997): *Inhalte des Sachunterrichts im 4.Schuljahr*. Vortrag auf der GDSU Tagung 1997 in Kiel
- (33) Breloer, G., Dauber, H., Tietgens, H. (1980): *Teilnehmerorientierung und Selbststeuerung in der Erwachsenenbildung*. Braunschweig
- (34) Bromme, R. (1979): *Das Denken von Lehrern bei der Vorbereitung von Unterricht – eine empirische Untersuchung zu kognitiven Prozessen von Mathematiklehrern*. Weinheim
- (35) Bromme, R. (1980): *Die alltägliche Unterrichtsvorbereitung von Mathematiklehrern*. In: Unterrichtswissenschaft (2). 142-156
- (36) Bromme, R. (1992): *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Huber. Bern, Göttingen, Toronto
- (37) Bybee, R. W. (2002): *Scientific Literacy – Mythos oder Realität?* In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.): *Scientific Literacy*. Opladen. 21-43
- (38) Caravita, S. (2001): *A re-framed conceptual change theory?* In: Learning and Instruction (11). 421-429
- (39) Caravita, S., Halldén, O. (1994): *Reframing the problem of conceptual change*. In: Learning and Instruction (4). 89-111
- (40) Carey, S. (1985): *Conceptual Change in childhood*. Cambridge, MA: The MIT Press
- (41) Carey, S., Smith, C. (1993): *On understanding the nature of scientific knowledge*. In: Educational Psychologist (28). 235-251
- (42) Carey, S. (1991): *Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change?* In: Carey, S., Gelaman, R. (Eds.): *The epigenesis of mind. Essays on biology and cognition*. Erlbaum, Hillsdale. N.J. 257-291
- (43) Carle, U. (2002): *Kernkompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern – empirische Befunde als Basis für Lehrerbildungsstandards*. Vortrag auf der Expertentagung Lehrerbildung am 08.11.2002 in Bremen. <http://www.grundschulpaedagogik.uni-bremen.de/archiv> , Download am vom 26.06.05
- (44) Carlson, N.R. (2004): *Physiologische Psychologie*. Pearson. München u.a.

- (45) Chatterji, M. (2005): *Evidence on „What Works“: An Argument of Extended-Term Mixed Method (ETMM) Evaluation Designs*. In: *Educational Researcher* (5/6). 14-24
- (46) Chi, M., Glaser, R., Farr, M. (Eds.) (1988): *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum
- (47) Cobb, P., Confrey, J., di Sessa, A., Lehrer, R., Schauble, L. (2003): *Design experiments in educational research*. In: *Educational Researcher*, 32, (1). 9-13
- (48) Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990): *Anchored Instruction and its relationship to situated cognition*. *Educational Researcher*, 19 (6), 2-10
- (49) Cohn, R.C., Klein, I. (1993): *Großgruppen gestalten mit Themenzentrierter Interaktion*. Mainz, Grünewald
- (50) Cohn, R.C., Terfurth, C. (1993) (Hrsg.): *Lebendiges Lehren und Lernen. TZI macht Schule*. Stuttgart, Klett-Cotta
- (51) Cohn, R.C. (1975): *Von der Psychoanalyse zur Themenzentrierten Interaktion*. Stuttgart, Klett-Cotta 1975 (11. Aufl. 1992)
- (52) Collins, A., Brown, J.S., Newman, S.E. (1989): *Cognitive Apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics*. In: Resnick, L.B. (Ed.): *Knowing, Learning and Instruction*. Hillsdale, NJ, Erlbaum. 453-494
- (53) Clark, C.M., Peterson, P.L. (1986): *Teachers thought process*. In: Wittrock, M.C. (Ed.): *Handbook of research on teaching*. NY. Macmillan. 255-296
- (54) Claus, J., Stork, E., Wiesner, H. (1982): *Optik im Sachunterricht? Eine empirische Untersuchung zu Vorstellungen und Lernprozessen*. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* (10). 82-92
- (55) Clausen, M., Schnabel, K., Schröder, S. (2002): *Konstrukte der Unterrichtsqualität im Expertenurteil*. In: *Unterrichtswissenschaft* 3 (30). 246-260
- (56) Clausen, M., Reusser, K., Klieme, E. (2003): *Unterrichtsqualität auf der Basis hoch-inferenter Unterrichtsbeurteilungen*. In: *Unterrichtswissenschaft* 31 (2). 122-141
- (57) Combe, A., Helsper, W. (1997): *Einleitung: Pädagogische Professionalität*. In: Combe, A., Helsper, W. (Hrsg.): *Pädagogische Professionalität. Untersuchungen zum Typus pädagogischen Handelns*. Suhrkamp. Frankfurt a.M. 9-48
- (58) Combe, A., Helsper, W. (2002): *Professionalität*. In: Otto, H.-W., Rauschenbach, Th., Vogel, P. (Hrsg.): *Erziehungswissenschaft: Professionalität und Kompetenz*. Leske & Budrich. Opladen. 29-48
- (59) Craven, J. (2002): *Assessing explicit and tacit conceptions of the nature of science among preservice elementary teachers*. In: *International Journal of Science Education*. 24 (8). 758-802
- (60) Dann, H.D. (1983): *Subjektive Theorien: Irrweg oder Forschungsprogramm? Zwischenbilanz eines kognitiven Konstrukts*. In: Montada, L., Reusser, K., Steier, G. (Hrsg.): *Kognition und Handeln*. Klett-Cotta. Stuttgart. 77-92

- (61) Dann, H.D., Humpert, W. (1987): *Eine empirische Analyse der Handlungswirksamkeit subjektiver Theorien von Lehrern in aggressionshaltigen Unterrichtssituationen*. Zeitschrift für Sozialpsychologie, 18 (19). 40-49
- (62) Dann, H.D., Tennstädt, K.C., Humpert, W. & Krause, F. (1987): *Subjektive Theorien und erfolgreiches Handeln von Lehrer/-innen bei Unterrichtskonflikten*. In: Unterrichtswissenschaft 15 (3). 306-320
- (63) Dann, H.-D. (1989): *Was geht im Kopf des Lehrers vor? Lehrerkognitionen und erfolgreiches pädagogisches Handeln*. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht (89). 81-90
- (64) Dann, H.D. (1994): *Pädagogisches Verstehen: Subjektive Theorien und erfolgreiches Handeln von Lehrkräften..* In: Reusser, K. & Reusser-Weyeneth, M. (Hrsg.): Verstehen – Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe. Huber. Bern. 163-182
- (65) Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1993): *Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik*. Zeitschrift für Pädagogik (39). 223-238
- (66) De Jong, O., Korthagen, F. & Wubbels, T. (1998): *Research on Science Teacher Education in Europe: Teacher Thinking and Conceptual Change*. In B. J. Fraser, K. G. Tobin (Eds.): International Handbook of Science Education, Dordrecht, Boston, London: Kluwer. 745-758.
- (67) Design-Based Research Collective (2003): *Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry*. In: Educational Researcher, 32 (1). 5-8
- (68) Ditton, H. (2000): *Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung in Schule und Unterricht. Ein Überblick zum Stand der empirischen Forschung*. In: Helmke, A./Hornstein, W. & Terhart, E. (Hrsg.): Qualität und Qualitätssicherung im Bildungsbereich: Schule, Sozialpädagogik, Hochschule. Zeitschrift für Pädagogik. 41. Beiheft, Weinheim. 73-92
- (69) Ditton, H. (2002): *Unterrichtsqualität – Konzeptionen, methodische Überlegungen und Perspektiven*. In: Unterrichtswissenschaft 3 (30). 197-212
- (70) Drechsler, B. & Gerlach, S. (2001): *Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht – Problembereich bei Grundschullehrkräften*. In: Kahlert, J., Inckemann, E. (Hrsg.) Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 215-226
- (71) Drechsler-Köhler, B. (2005): *Naturwissenschaftlicher Sachunterricht in der Primarstufe – Derzeitige Situation und Veränderung durch Lehrerfortbildung*. In: Pitton, A. (Hrsg.): Tagungsband zur Jahrestagung der GDGP in Paderborn.
- (72) Driver, R. (1981): *Pupils Alternative Frameworks in Science*. European Journal of Science Education 3 (1). 93-101
- (73) Driver, R. & Easley, J. (1978): *Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students*. Studies in Science Education (5). 61-84
- (74) Dubs, R. (1995): *Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung*. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41.Jg. (6). 889-903

- (75) Dubs, R. (1997): *Der Konstruktivismus im Unterricht*. In: Schweizer Schule (84). 26-36.
- (76) Dubs, R. (2002): *Science Literacy: Eine Herausforderung für die Pädagogik*. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, Th., Evans, R. (Hrsg.): Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich. 69-82
- (77) Duit, R. (1989): *Vorstellung und Experiment*. In: Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie 37(48). 319-321
- (78) Duit, R. (1993a): *Alltagsvorstellungen berücksichtigen!* In: Praxis der Naturwissenschaften Physik 6 (42). 7-11
- (79) Duit, R. (1995): *Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftlichen Lehr- und Lernforschung*. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41. Jg. (6). 905-923
- (80) Duit, R. (1996): *Lernen als Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht*. In: Duit, R., Rhöneck, Chr. von (Hrsg.): Lernen in den Naturwissenschaften. Beiträge zu einem Workshop an der PH Ludwigsburg. Kiel IPN. 145-162
- (81) Duit, R. (1997): *Alltagsvorstellungen und Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Sachunterricht – Forschungsstand und Perspektiven für den Sachunterricht in der Primarstufe*. In: Köhnlein, W., Marquart-Mau, B., Schreier, H.: Kinder auf dem Weg zum Verstehen der Welt. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 233-246
- (82) Duit, R. (1999): *Conceptual change approaches in science education*. In: Schnotz, W./Vosniadou, S./Carretero, M. (Eds.): New Perspectives on Conceptual Change. Amsterdam, New York, Oxford. 263-282
- (83) Duit, R. (2003): *Conceptual Change: a powerful framework for improving science teaching and learning*. In: International Journal of Science Education, 25 (6). 671-688
- (84) Duncker, L. & Popp, W. (1996): *Der schultheoretische Ort des Sachunterrichts*. In: Duncker, L. & Popp, W. (Hrsg.): Kind und Sache. Zur pädagogischen Grundlegung des Sachunterrichts. Juventa. Weinheim (2.Aufl.). 15-28
- (85) Edelson, D. (2002): *Design Research: what we learn when we engage in design*. In: The Journal of the Learning Sciences, 11 (1). 105-121
- (86) Eder, F. (2002): *Unterrichtsklima und Unterrichtsqualität*. In: Unterrichtswissenschaft, 3 (30). 213-229
- (87) Einsiedler, W. (1994a): *Der Sachunterricht in der Grundschule als Voraussetzung für Allgemeinbildung*. In: Grundschulmagazin 9 (2). 38-42
- (88) Einsiedler, W. (1994b): *Aufgreifen von Problemen – Gespräche über Probleme – Problemorientierter Sachunterricht in der Grundschule*. In: Duncker, L. & Popp, W. (Hrsg.): Kind und Sache. Zur pädagogischen Grundlegung des Sachunterrichts. Weinheim/München. 199-212

- (89) Einsiedler, W. (1997a): *Probleme und Ergebnisse der empirischen Sachunterrichtsforschung*. In: Marquardt-Mau, B./Köhnlein, W./Lauterbach, R. (Hrsg.): *Forschung zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn. 18-42
- (90) Einsiedler, W. (1997b): *Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung: Literaturüberblick*. In: Weinert, F.E. & Helmke, A. (Hrsg.): *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim. 225-240
- (91) Einsiedler, W. (1998): *Unterrichtsqualität in der Grundschule*. In: *Grundschule* 30 (7/8). 56-58
- (92) Einsiedler, W. (2000): *Bildung grundlegen und Leisten lernen in der Grundschule*. In: Kahlert, J., Inckemann, E., Speck-Hamdan, A. (Hrsg.): *Grundschule: Sich Lernen leisten*. Luchterhand. Neuwied. 37-49
- (93) Einsiedler, W. (2001): *Grundlegende Bildung*. In: Einsiedler, W., Götz, M., Hacker, H., Kahlert, J., Keck, R., Sandfuchs, U. (Hrsg.): *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 184-194
- (94) Einsiedler, W. (2002a): *Empirische Forschung zum Sachunterricht – ein Überblick*. In: Spreckelsen, K., Möller, K., Hartinger, A. (Hrsg.): *Ansätze und Methoden zum Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 17-40
- (95) Einsiedler, W. (2002b): *Das Konzept „Unterrichtsqualität“*. In: *Unterrichtswissenschaft*, 3 (30). 194-197
- (96) Fenn, M. (2005): *SUPRA – ein interdisziplinäres Projekt zur internetgestützten Sachunterrichtslehre*. In: Cech, D. & Giest, H. (Hrsg.): *Sachunterricht in Praxis und Forschung*. Bad Heilbrunn. 131-138
- (97) Fischer, D. & Schratz, M. (2005): *Videos in der LehrerInnenbildung*. In: *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 2/2005. 4-7
- (98) Fischler, H. (1996): *Barrieren in der Lehrerausbildung – Lern- und Lehrprobleme in der fachdidaktischen Ausbildung*. In: Lompscher, J./Mandl, H. (Hrsg.): *Lehr- und Lernprobleme im Studium*. Huber. Bern. 209-236
- (99) Fischler, H. (2001): *Verfahren zur Erfassung von Lehrer-Vorstellungen zum Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften*. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 7. 105-120
- (100) Fischler, H., Schröder, H.-J., Tonhäuser, C., Zedler, P.(2002): *Unterrichtsskripts und Lehrerexpertise: Bedingungen ihrer Modifikation*. In: Prenzel, M. & Doll, J. (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. *Zeitschrift für Pädagogik*. 45. Beiheft. Weinheim, Basel. 157-172
- (101) Fischler, H. & Schröder, H.-J. (2003): *Fachdidaktisches Coaching für Lehrende in der Physik*. In: *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften* (9). 43-62
- (102) Flick, U. (2000): *Triangulation in der qualitativen Forschung*. In: Flick, U., von Kardorff, E., Steinke, I. (Hrsg.): *Qualitative Forschung*. Rowohlt. Hamburg. 309-318

- (103) Fölling-Albers, M (2001): *Soziokulturelle Bedingungen der Kindheit*. In: Einsiedler, W., Götz, M., Hacker, H., Kahlert, J., Keck, R., Sandfuchs, U. (Hrsg.): *Handbuch Grundschulpädagogik und -didaktik*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 123-133
- (104) Fölling-Albers, M. & Hartinger, A. (2004): *Lehrerkompetenzen für den Sachunterricht – Eine Einführung in den Tagungsband*. In: Fölling-Albers, M. & Hartinger, A. (Hrsg.): *Lehrerkompetenzen für den Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 9-18
- (105) Forneck, H. (1987): *Legitimation von Modifikationen Subjektiver Theorien*. In: Schlee, J. & Wahl, D.: *Veränderung Subjektiver Theorien von Lehrern*. Oldenbourg. 45-55
- (106) Fricke, R. (2002): *Evaluation von Multimedia*. In: Issing, L.J. & Klimsa, P. (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. Beltz PVU. Weinheim. 445-463
- (107) Geißler, K.-H. (2004): *Was man tun und besser lassen sollte*. Beltz. Weinheim. 10. Aufl.
- (108) Gerstenmaier, J. & Henninger, M. (1997): *Konstruktivistische Perspektiven in der Weiterbildung*. In: Gruber, H. /Renkl, H. (Hrsg.): *Wege zum Können. Determinanten des Kompetenzerwerbs*. Huber, Bern. 178-200
- (109) Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995): *Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive*. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6). 867-888
- (110) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2002) (Hrsg.): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn
- (111) Glaserfeld, E.v. (1992): *Aspekte des Konstruktivismus: Vico, Berkeley, Piaget*. In: Rusch, G. & Schmidt, S.J. (Hrsg.): *Konstruktivismus: Geschichte und Anwendung*. Frankfurt a. M. 133-158
- (112) Gläser, J. & Laudel, G. (2004): *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Wiesbaden
- (113) Groeben, N. & Scheele, B. (2002): *Das epistemologische Subjektmodell als Theorieintegrativer Rahmen – am Beispiel der Theorie persönlicher Konstrukte und der Attributionstheorie*. In: Mutzeck, W., Schlee, J., Wahl, D. (Hrsg.): *Psychologie der Veränderung*. Weinheim. 191-201
- (114) Groeben, N., Wahl, D., Schlee, J. & Scheele, B. (1988). *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts*. Tübingen
- (115) Gruber, H. & Rehr, M. (2005): *Praktikum statt Theorie? Eine Analyse relevanten Wissens zum Aufbau von Handlungskompetenz*. In: *Journal für LehrerInnenbildung*. 5. Jg. (1). 8-16
- (116) Grygier, P., Günther, J., Kircher, E. (2004): *Über Naturwissenschaften lernen. Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule*. Schneider. Hohengehren

- (117) Grygier, P., Günther, J., Kircher, E., Sodian, B., Thoermer, C. (2003): *Unterstützt das Lernen über Naturwissenschaften das Lernen von naturwissenschaftlichen Inhalten im Sachunterricht?* In: Cech, D./Schwier, H.-J. (Hrsg.): *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 59-76
- (118) Gustafson & Rowell (1995): *Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science*. *International Journal of Science Education*, 17(5). 589-605.
- (119) Gustafson, B., Guilbert, S., MacDonald, D. (2002): *Beginning Elementary Science teachers: developing professional Knowledge During a Limited Mentoring Experience*. In: *Research in Science Education* (32). 281-302
- (120) Haag, L. (2002): *Kompetenzerwerb im Gruppenunterricht: Eine Trainingsstudie*. In: Mutzeck, W. & Schlee, J., Wahl, D. (Hrsg.): *Psychologie der Veränderung*. Beltz. Weinheim. 79-89
- (121) Haag, L. & Dann, H.D. (2001): *Lehrerhandeln und Lehrerwissen als Bedingungen erfolgreichen Gruppenunterrichts*. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 15 (1). 5-15
- (122) Haag, L. & Mischo, Ch. (2003): *Besser unterrichten durch die Auseinandersetzung mit fremden Subjektiven Theorien. Effekte einer Trainingsstudie zum Thema Gruppenunterricht*. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 35 (1). 37-48
- (123) Hänsel, D. (1980): *Didaktik des Sachunterrichts. Sachunterricht als Innovation der Grundschule*. Frankfurt am Main u.a.
- (124) Hansen, H. & Klinger, U. (1997): *Interesse am naturwissenschaftlichen Lernen im Sachunterricht – Ergebnisse einer Schülerbefragung*. In: Marquart-Mau, B., Köhnlein, W., Lauterbach, R. (Hrsg.): *Forschung zum Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 101-121
- (125) Harlen, W. (1992): *Research and the development of science in the primary school*. *International Journal of Science Education* (14). 491-503
- (126) Harlen, W. (1997): *Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom*. *Research in Science Education* (27). 323-337
- (127) Harlen, W. (1998): *Teaching For Understanding in Pre-Secondary Science*. In B. J. Fraser, K. G. Tobin (Eds.): *International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Boston, London: Kluwer. 183-197.
- (128) Harlen, W. & Holroyd, C. (1997): *Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching*. In: *International Journal of Science Education*. Vol. 19 (1). 93-105
- (129) Hartiner, A. (1997): *Interessenförderung*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn
- (130) Hartinger, A. (2003): *Experimente und Versuche*. In: Reeken, D.v. (Hrsg.): *Handbuch Methoden im Sachunterricht*. Schneider. Hohengehren. 68-75
- (131) Hartinger, A. & Mörtl-Hafizovic, D. (2004): *Situiertes Lernen – ein aktuelles Thema der Lehr-Lernforschung und seine Relevanz für den Sachunterricht*. In: Hempel, M. (Hrsg.): *Sich bilden im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn. 61-78

- (132) Hascher, T. (2005): *Emotionen im Schulalltag: Wirkung und Regulationsformen*. In: Zeitschrift für Pädagogik, 5 (51). 610-625
- (133) Hasselhorn, M & Grube, D. (1997): *Entwicklung der Intelligenz und des Denkens: Literaturüberblick*. In: Weinert, F.E./Helmke, A. (Hrsg.): *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim. 15-26
- (134) Hasselhorn, M./Mähler, C. (1998): *Wissen, das auf Wissen baut: Entwicklungspsychologische Erkenntnisse zum Wissenserwerb und zum Erschließen von Wirklichkeit im Grundschulalter*. In: Kahlert, J. (Hrsg.): *Wissenserwerb in der Grundschule*. Klinkhart. Bad Heilbrunn. 73-89
- (135) Hedtke, R., Kahlert, J. und Schwier, V. (1998): *Umweltbildung, Unterrichtsvorbereitung und Internet. Wie nutzen Lehrerinnen und Lehrer Umweltinformationen im Internet?* Herausgegeben von der UNESCO-Verbindungsstelle des Umweltbundesamtes, Berlin 1998
- (136) Hedtke, R., Kahlert, J. und Schwier, V. (1999): *Vom Jäger und Sammler zum Netzsurfer? Unterrichtsvorbereitung und Internet*. In: *Computer und Unterricht* (35). 47-51
- (137) Hedtke, R., Kahlert, J., Schwier, V. (2001): *Service Industry for Teachers? Using the Internet to Plan Lessons*. In: *European Journal of Education* (2). 189-193.
- (138) Helsper, W. (2004): *Pädagogische Professionalität als Gegenstand des erziehungswissenschaftlichen Diskurses*. In: *Zeitschrift für Pädagogik* (3). 303-308
- (139) Heran-Dörr, E., Wiesner, H., Kahlert, J., Blumöhr, R.(2003): *SUPRA – Materialbörse und Lernplattform für Grundschullehrkräfte zum Einsatz in der Lehreraus- und -fortbildung*. In: Pitton, A. (Hrsg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Berlin
- (140) Heran-Dörr, E., Kahlert, J., Wiesner, H. (2005): *Internetunterstützte Lehrerfortbildung zur Förderung von fachdidaktischer Expertise im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. In: Cech, D. & Schwier, V.: *Sachunterricht in Praxis und Forschung*. Bad Heilbrunn. 139-146
- (141) Heran-Dörr, E. (2005a): *SUPRA – Eine Plattform für die Lehrerfortbildung im Sachunterricht*. In: *Computer + Unterricht*. Nr. 57. 56-57
- (142) Heran-Dörr, E. (2005b): *SUPRA – Unterrichtsvorbereitung aus dem Internet*. In: *SWZ* (71). 49-50
- (143) Heran-Dörr, E. (2006): *Orientierung an Schülervorstellungen – Wie verstehen Lehrkräfte diesen Appell an ihre didaktische und methodische Kompetenz?* In: Cech, D.; Fischer, H.-J.; Holl-Giese, W.; Knörzer, M.; Schrenk, M. (Hrsg.): *Bildungswert des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn. 159-176
- (144) Herdt, D., Wiesner, H. (1990): *Vergleichende Untersuchungen zum Lernerfolg verschiedener Konzeptionen für den Einführungsunterricht in Optik (Sekundarstufe I)*. In: W. Kuhn (Hrsg.): *Vorträge der Frühjahrstagung des FA Didaktik der DPG, Gießen*. 451-455

- (145) Helmke, A. & Weinert, F.E. (1997): *Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung: Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt*. In: Weinert, F.E./Helmke, A. (Hrsg.): *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim. 241-251
- (146) Helmke, A. (2002): *Kommentar: Unterrichtsqualität und Unterrichtsklima – Perspektiven und Sackgassen*. In: *Unterrichtswissenschaft*, 30 (3). 261-277
- (147) Helmke, A. (2003): *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verändern*. Seelze
- (148) Henninger, M (2001): *Evaluation von multimedialen Lernumgebungen und Konzepten des E-Learnings?*. Forschungsbericht 140 des Institutes für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik der LMU München
- (149) Herzig, B: (2004): *Medienpädagogische Kompetenz*. In: Blömeke, S., Reinhold, P., Tulodziecki, G., Wildt, J. (Hrsg.): *Handbuch Lehrerbildung*. 578-594
- (150) Heywood, D. & Parker, J. (1997): *Confronting the analogy: primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning of electricity*. In: *International Journal of Science Education*, 19 (8) 869-885
- (151) Hofer, M. (Hrsg.)(1986): *Sozialpsychologie erzieherischen Handelns. Wie das Denken und Handeln von Lehrern organisiert ist*. Hogrefe. Göttingen.
- (152) Hofer, B.K. (2001): *Personal Epistemology Research: Implications for Learning and Transfer*. *Educational Psychology Review* (13). 353-383
- (153) Hope, J. & Townsend, M. (1983): *Student teachers' understanding of science concepts*. *Research in Science Education* (13). 177-184
- (154) Hopf, M (2004): *Schülerexperimente – Stand der Forschung und Bedeutung für die Praxis*. In: *Praxis der Naturwissenschaften*. 53. Jg. (6). 2-7
- (155) Huber, A. A. (2005) (Hrsg.): *Vom Wissen zum Handeln – Ansätze zur Überwindung der Theorie-Praxis-Kluft in Schule und Erwachsenenbildung*. Tübingen: Verlag Ingeborg Huber.
- (156) Huber, G. L., & Roth, J. (1999): *Finden oder suchen? Lehren und Lernen in Zeiten der Ungewißheit*. Schwangau: Ingeborg Huber Verlag.
- (157) Hron, A. (1994): *Interview*. In: Huber, G. & Mandl, H. (Hrsg.): *Verbale Daten: eine Einführung in die Grundlagen und Methoden der Erhebung und Auswertung*. Weinheim, Basel. 2. Aufl. 119-140
- (158) Inckemann, E. (2003): *Erkennen von Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten – ein Aufgabenfeld für die Lehrerfortbildung*. In: Panagiotopoulou, A./Brügelmann, H. (Hrsg.): *Grundschulpädagogik meets Kindheitsforschung*. Opladen. 160-165
- (159) Inckemann, E. (2004a): *Phonologische Bewusstheit in den subjektiven Theorien von Grundschullehrkräften – vor und nach einer Fortbildung*. In: Panagiotopoulou, A., Carle, U. (Hrsg.): *Sprachentwicklung und Schriftspracherwerb. Beobachtungs- und Fördermöglichkeiten in Familie, Kindergarten und Grundschule*. Reihe: *Entwicklungslinien der Grundschulpädagogik* Bd. 2, Hohengehren.
- (160) Inckemann, E. (2004b): *Erweiterung und Aktualisierung von Förderkompetenzen in der Lehrerfortbildung. Zum Problem der Nachhaltigkeit von Fortbildungs-*

- maßnahmen – Erfahrungen aus einem Forschungsprojekt.* In: Schulverwaltung (2). 34-37
- (161) Janke, B. (1995): *Entwicklung naiven Wissens über den physikalischen Auftrieb: Warum schwimmen Schiffe?* In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie (27). 122-138
- (162) Johnson, R., B. & Onwuegbuzie, A., J. (2004): *Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come.* In: Educational Researcher (10).14-25
- (163) Jonen, A., Möller, K., Engelen, A. (2002): „*Wie kommt es, dass ein eisernes Schiff nicht untergeht?*“ *Eine Untersuchung zum Lernen von Grundschulkindern im Vorfeld der Naturwissenschaften.* In: Petillon, H. (Hrsg.): Individuelles und soziales Lernen in der Grundschule – Kindperspektive und pädagogische Konzepte. Jahrbuch Grundschulforschung 5. Leske & Budrich. Opladen. 59-70
- (164) Jonen, A., Möller, K., Hardy, I. (2003): *Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule.* In: Cech, D., Schwier, H.-J. (Hrsg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn. 93-108
- (165) Jung, W. (1985): *Schülervorstellungen im Physikunterricht – ein didaktisches Problem.* Physica didactica 12 (4).
- (166) Jung, W. (1986): *Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie.* In: Naturwissenschaften im Unterricht, 34.Jg. (3). 2-6
- (167) Kahlert, J., Hedtke, R., Schwier, V. (1998a): *Unterrichtsvorbereitung und Internet.* In: Die Deutsche Schule (3). 284-299.
- (168) Kahlert, J., Hedtke, R., Schwier, V. (1998b): *Unterrichtsmaterialien aus dem Internet. Eine empirische Studie über das Rechercheverhalten von Lehrenden.* In: Gegenwartskunde (3). 363-375.
- (169) Kahlert, J., Hedtke, R., Schwier, V. (2000): *Wenn Lehrer wüssten, was Lehrer wissen. Beschaffung von Informationen für den Unterricht.* In: Jaumann-Graumann, O./Köhnlein, W. (Hrsg.): Lehrerprofessionalität – Lehrerprofessionalisierung, Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 3, Bad Heilbrunn. 347-358.
- (170) Kahlert, J. (2002): *Der Sachunterricht und seine Didaktik.* Klinkhardt. Bad Heilbrunn.
- (171) Kahlert, J. (2003): *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht – einführende Gedanken zur Wiederbelebung des didaktischen Denkens.* In: Cech, D. & Schwier, H.-J. (Hrsg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 19-25
- (172) Kahlert, J. (2004a): *Lebenswelten erschließen.* In: Kaiser, A., Pech, D. (Hrsg.): Neuere Konzeptionen des Sachunterrichts. Schneider. Hohengehren. 32-41
- (173) Kahlert, J. (2004b): *Lehrerbildung zwischen lehrbarem Wissen und erlernbarem Können – Eine Interpretation von Kommunikationsstörungen und ein Vorschlag.* In: Merkens, H. (Hrsg.): Lehrerbildung – IGLU und die Folgen. 85-104

- (174) Kahlert, J. & Inckemann, E. (2001): *Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn
- (175) Kaiser, A. & Pech, D. (2004a): *Die widersprüchliche historische Herausbildung des Sachunterrichts*. In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): *Basiswissen Sachunterricht*. Bd. 1. Geschichte und historische Konzeptionen des Sachunterrichts. Schneider. Hohengehren. 3-19
- (176) Kaiser, A. & Pech, D. (2004b): *Auf dem Weg zur Integration durch neue Zugangsweisen?*. In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): *Basiswissen Sachunterricht*. Bd. 3. Integrative Dimensionen für den Sachunterricht. Neue Zugangsweisen. Schneider. Hohengehren. 3-28
- (177) Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., Komorek, M. (1997): *Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung*. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 3, (3). 3-18
- (178) Kelle, U. & Erzberger, Chr. (2000): *Qualitative und quantitative Methoden: kein Gegensatz*. In: Flick, U., von Kardorff, E., Steinke, I. (Hrsg.): *Qualitative Forschung*. Rowohlt. Hamburg. 299-309
- (179) Kelly, G.A. (1955): *The Psychology of Personal Constructs*. New York: Norton
- (180) Kelly, G.A. (1986): *Die Psychologie der persönlichen Konstrukte*. Paderborn
- (181) Kelly, J. (2000): *Rethinking the elementary science methods course: a case for content, pedagogy, and informal science education*. In: *International Journal of Science Education* 22 (7). 755-777
- (182) Kansanen, P. (2001): *Using Subjective Pedagogical Theories to enhance teacher education*. In: *Unterrichtswissenschaft* 29 (3). 268-286
- (183) Kerres, M. (2000): *Internet und Schule. Eine Übersicht zu Theorie und Praxis des Internet in der Schule*. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 46 (1). 113-130
- (184) Kircher, E. & Rohrer, H. (1993): *Schülervorstellungen zum Magnetismus in der Primarstufe*. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* (21). 336-341
- (185) Kircher, E. & Engel, C. (1994): *Schülervorstellungen über Schall*. *SMP*, 22 (2). 53 – 57
- (186) Kircher, E. (1998): *Humanes Lernen in den Naturwissenschaften? – Über den Umgang mit Schülervorstellungen im Sachunterricht*. In: Marquart-Mau, B./Schreier, H. (Hrsg.): *Grundlegende Bildung im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 142-54
- (187) Kleickmann, Th., Gais, B., Möller, K. (2005a): *Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Gibt es einen Zusammenhang zwischen Vorstellungen und Lehrerausbildung?* In: Cech, D./Giest, H. (Hrsg.): *Sachunterricht in Praxis und Forschung*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 167-176
- (188) Kleickmann, T., Möller, K., Jonen, A. (2005b): *Effects of in-service teacher education courses on teachers' pedagogical content knowledge in primary*

- science*. In: Gruber, Hans et al. (Eds.): Bridging Individual, Organisational, and Cultural Aspects of Professional Learning. Roderer. Regensburg. 51-58.
- (189) Klewitz, E. & Mitzkat, H. (1974a): *Das Kind als Agent seiner Lernprozesse, Science5/13: Zeit und Zeitmessung*. In: Die Grundschule. 367-381
- (190) Klewitz, E. & Mitzkat, H. (1974b): *Entdeckendes Lernen in der Grundschule*. In: Die Grundschule (7). 356-365.
- (191) Knoll, J. (2003): *Kurs- und Seminarmethoden. Ein Trainingsbuch zur Gestaltung von Kursen und Seminaren, Arbeits- und Gesprächskreisen*. Beltz. Weinheim. 10. Aufl.
- (192) Koch-Priewe, B. (1986): *Subjektive didaktische Theorien von Lehrern, Tätigkeitstheorie, bildungstheoretische Didaktik und alltägliches Handeln im Unterricht*. Haag-Herchen. Frankfurt a.M.
- (193) Köhnlein, W. (1990): *Sachunterricht als Entwicklung von Schülervorstellungen*. In: Wiebel, K.H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Tagungsband der GDCP Tagung. 359-361
- (194) Köhnlein, W. (1999a): *Vielperspektives Denken – eine Einleitung*. In: Köhnlein, W., Marquart-Mau, B., Schreier, H.: Vielperspektives Denken im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 9-23
- (195) Köhnlein, W. (1999b): *Vielperspektivität und Ansatzpunkte naturwissenschaftlichen Denkens. Analyse von Unterrichtsbeispielen unter dem Gesichtspunkt des Verstehens*. In: Köhnlein, W., Marquart-Mau, B., Schreier, H.: Vielperspektives Denken im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 88-124
- (196) Köhnlein, W. (2001): *Was heißt und wie kann ‚Verstehen lehren‘ geschehen*. In: Kahlert, J. & Inckemann, E.: Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 55-70
- (197) Köhnlein, W. (2004): *Verstehen und begründetes Handeln im Sachunterricht*. In: Köhnlein, W./Lauterbach, R. (Hrsg.): Verstehen und begründetes Handeln. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 9-32
- (198) König, E. (1995): *Qualitative Forschung subjektiver Theorien*. In: König, E., Zedler, P. (Hrsg.): Bilanz qualitativer Forschung. 11-30
- (199) Kolbe, F.-U./Combe, A. (2003): *Lehrerbildung*. In: Helsper, W. & Böhme, J. (Hrsg.): Handbuch der qualitativen Schulforschung. Opladen. Leske & Budrich.
- (200) Kolbe, F.-U. (2004): *Verhältnis von Wissen und Handeln*. In: Blömeke, S., Reinhold, P., Tulodziecki, G., Wildt, J. (Hrsg.): Handbuch Lehrerbildung. 206-232
- (201) Krapp, A. (1999): *Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen*. In: Zeitschrift für Pädagogik. 45 (3), 387-406
- (202) Krapp, A. & Ryan, R. (2002): *Selbstwirksamkeit und Lernmotivation – Eine kritische Betrachtung der Theorie Banduras aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie*. In:

- Jerusalem, M./Hopf, D. (Hrsg.): Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen. *Zeitschrift für Pädagogik*. 44. Beiheft. 54-82
- (203) Krapp, A. (2005): *Emotion und Lernen – Beiträge der Pädagogischen Psychologie. Einführung in den Thementeil*. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 51 (5). 603-609
- (204) Kriz, J. (1994): *Grundkonzepte der Psychotherapie*. Eine Einführung. Weinheim PVU
- (205) Kunze, I. (1999): *Subjektive Theorien von Lehrerinnen und Lehrern. Gegenstand und Impuls für die didaktische Forschung*. In: Holtappels, H.-G., Horstkemper, M. (Hrsg.): *Neue Wege in die Didaktik? Analysen und Konzepte zur Entwicklung des Lehrens und Lernens*. Die deutsche Schule. 5. Beiheft. 16-26
- (206) Lamnek, S. (2005): *Qualitative Sozialforschung*. Weinheim. 4. vollst. überarbeitete Aufl.
- (207) Landwehr, B. (2001): *Die Distanz von Sachunterrichtslehrkräften zur Physik*. Dissertation im Fachbereich Erziehungswissenschaften der Universität Lüneburg.
- (208) Lee, O., Hart, J., Cuevas, P., Enders, C. (2004): *Professional Development in Inquiry-Based Science for Elementary Teachers of Diverse Student Groups*. In: *Journal of Research in Science Teaching* 41 (10). 1021-1043
- (209) Lesgold, A. (1997): *Wandel in der Arbeitswelt und beim Lernen: Folgerungen für eine anwendungsbezogene Lernforschung*. In: Gruber, H. & Renkl, A. (Hrsg.): *Wege zum Können. Determinanten des Kompetenzerwerbs*. Huber. Bern. 156-177
- (210) Limon, M. (2001): *On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal*. In: *Learning and Instruction* (11). 357-380
- (211) Lipowsky, F. (2004): *Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich?* In: *Die deutsche Schule*, 96. Jg., (4). 462-479
- (212) Luchte, K. (2003): *Rezeption von pädagogischen Konzepten in der Praxis am Beispiel der Teilnehmerorientierung*. In: *Pädagogische Rundschau* (57). 317-330
- (213) Luhman, N. (1990): *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt a.M.
- (214) Mähler, C. (1999): *Naive Theorien im kindlichen Denken*. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 31 (2). 53-66
- (215) Mandl, H. & Geier, B. (2004). *Förderung selbstgesteuerten Lernens*. In: Blömeke, S. (Hrsg.): *Handbuch Lehrerbildung*. Klinkhardt, Westermann. Kempten. 567-578
- (216) Mandl, H. & Huber, G.L. (1983): *Subjektive Theorien von Lehrern*. *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 30 (2). 98-112
- (217) Mandl, H., Gruber, H., Renkl, A. (2002): *Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen*. In: Issing, L., Klimsa, P. (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. 3. Aufl., Weinheim. 139-148
- (218) Maras, R., Ametsbichler, J., Eckert-Kalthoff, B. (2005): *Handbuch für die Unterrichtsgestaltung in der Grundschule*. Auer. Donauwörth

- (219) Marquart-Mau, B. (2001a): *Sachunterricht in der Wissensgesellschaft – Konsequenzen für die naturwissenschaftlich orientierte Grundbildung*. In: Kahlert, J., Inckemann, E. (Hrsg.): *Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 97-114
- (220) Marquart-Mau, B. (2001b): *Scientific Literacy im Sachunterricht?* In: Cech, D., Feige, B., Kahlert, J., Löffler, G., Schreier, H., Schwier, H.-J., Stoltenberg, U. (Hrsg.): *Die Aktualität der Pädagogik Martin Wagenscheins für den Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 185-201
- (221) Marquart-Mau, B. (2004): *Ansätze zur Scientific Literacy*. In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): *Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht*. Schneider. Hohengehren. 67-83
- (222) Maturana, H.R. (1987a): *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens*. Frankfurt a.M.
- (223) Maturana, H.R. (1987b): *Kognition*. In: Schmidt, S.J. (Hrsg.): *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*. Frankfurt a.M. 89-118
- (224) Maturana, H. (2000): *Biologie der Realität*. Frankfurt a.M.
- (225) Mayring, Ph. (2002): *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. Beltz. Weinheim. 5. Aufl.
- (226) Mayring, Ph. (2003): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz. Weinheim. 8. Aufl.
- (227) Max, Ch. (1997): *Verstehen heißt verändern. ‚Conceptual Change‘ als didaktisches Prinzip des Sachunterrichts*. In: Meier, R., Unglaube, H., Faust-Siehl, G. (Hrsg.): *Sachunterricht in der Grundschule. Arbeitskreis Grundschule*. Frankfurt a.M. 62-9
- (228) Meister, D., Sander, U. (Hrsg.) (1999): *Multimedia – Chancen für die Schule*. Luchterhand-Verlag. Neuwied
- (229) Meyer, H. (2004): *Was ist guter Unterricht?* Cornelsen Scriptor. Berlin.
- (230) Möller, K. (1997): *Untersuchungen zum Aufbau bereichsspezifischen Wissens in Lehr-Lernprozessen des Sachunterrichts*. In: Köhnlein, W., Marquart-Mau, B., Schreier, H. (Hrsg.): *Kinder auf dem Weg zum Verstehen der Welt*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 247-262
- (231) Möller, K. (1999): *Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts*. In: Köhnlein, W., Marquart-Mau, B., Schreier, H. (Hrsg.): *Vielperspektives Denken im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 125-191
- (232) Möller, K. (2001a): *Wissenserwerb und Wissensqualität im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht*. In: Kahlert, J., Inckemann, E. (Hrsg.) *Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 115-126
- (233) Möller, K. (2001b): *Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule?* In: Czerwenka, K., Nölle, K., Roßbach, H.-G. (Hrsg.): *Forschungen*

- zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule (= Jahrbuch Grundschulforschung. Bd. 4. Leske + Budrich. Opladen. 16-31
- (234) Möller, K. (2001c): *Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften – Zielsetzung und Forschungsergebnisse*. In: Köhnlein, W./Schreier, H. (Hrsg.): *Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 275-298
- (235) Möller, K. (2004a): *Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte?* In: Merkens, H. (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*. Leske & Budrich. Opladen. 65-84
- (236) Möller, K. (2004b): *Verstehen durch Handeln beim Lernen naturwissenschaftlicher und technikbezogener Sachverhalte*. In: Köhnlein, W. & Lauterbach, R. (Hrsg.): *Verstehen und begründetes Handeln*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 147-165
- (237) Möller, K. & Tenberge, C. (1997): *Handlungsintensives Lernen und Aufbau von Selbstvertrauen im Sachunterricht*. In: Marquardt-Mau, B.; Köhnlein, W.; Lauterbach, R. (Hrsg.): *Forschung zum Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 134-153.
- (238) Möller, K. & Tenberge, C. (2000): *Entwicklung von Professionalität – Ein Beitrag zu einer biografieorientierten Lehrerbildung*. In: Jaumann-Graumann, O./Köhnlein, W. (Hrsg.): *Lehrerprofessionalität – Lehrerprofessionalisierung*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 99-109
- (239) Möller K., Hardy, J., Jonen, A., Stern, E. (2002): *Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung*. In: Prenzel, M. & Doll, J. (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. Zeitschrift für Pädagogik. 45. Beiheft. Weinheim, Basel. 176-191
- (240) Möller, K., Jonen, A., Kleickmann, Th. (2004a): *Zur Veränderung des naturwissenschaftsbezogenen fachspezifisch-pädagogischen Wissens von Grundschullehrkräften durch Lehrerfortbildungen*. In: Hartinger, A., Fölling-Albers, M. (Hrsg.): *Lehrerkompetenzen für den Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 231-242
- (241) Möller, A., Jonen, A., Kleickmann, Th. (2004b): *Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht qualifizieren*. In: *Grundschule* (6). 27-29
- (242) Mühlhausen, U. (2005): *Multimediale Unterrichtsdokumente. Reflexion und Analyse von Unterricht*. In: *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (2). 19-25
- (243) Müller, K. (2001): *Der pragmatische Konstruktivismus. Ein Modell zur Überwindung des Antagonismus von Instruktion und Konstruktion*. In: Meixner, J. & Müller K. (Hrsg.): *Konstruktivistische Schulpraxis*. Neuwied. 3-47
- (244) Müller, Chr. (2004): *Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht*. Logos. Berlin

- (245) Müller, R., Wodzinski, R., Hopf, M.(2004) (Hrsg.): *Schülervorstellungen in der Physik*. Festschrift für Hartmut Wiesner anlässlich seines 60. Geburtstages. Aulis. Köln.
- (246) Murmann, L. (2002). *Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. Eine phänomenographische Untersuchung in der Primarstufe*. Berlin. Logos
- (247) Murmann, L. (2004): *Phänomene erschließen kann Physiklernen bedeuten*. Link: [www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe Nr. 3/Oktober 2004](http://www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe%20Nr.%203/Oktober%202004)
- (248) Murmann, L. (2005): *Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen – Eine phänomenographische Untersuchung in der Primarstufe*. In: Hartinger, A. & Kahlert, J. (Hrsg.): *Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 185-211
- (249) Mutzeck, W. (1987): *Schwierige Situationen im Berufsalltag und Wege ihrer Bewältigung – Ein Fortbildungskurs zur Modifikation Subjektiver Psychologischer Theorien*. In: Schlee, J./Wahl, D. (Hrsg.): *Veränderung Subjektiver Theorien*. Oldenbourg. 152-173
- (250) Mutzeck, W., Schlee, J., Wahl, D. (2002) (Hrsg.): *Psychologie der Veränderung*. Beltz. Weinheim
- (251) Niegemann, H. M., Hessel, S., Hochscheid-Mauel, D., Aslanski, K., & Deimann, M., & Kreuzberger, G. (2004): *E-Learning Kompendium*. Springer. Heidelberg
- (252) Niemeyer, Chr. & Wahl, D. (1987): *Modifikation Subjektiver Theorien – Modifikation des Forschungsprogramms?* In: Schlee, J. & Wahl, D.: *Veränderung Subjektiver Theorien von Lehrern*. Oldenbourg. 19-22
- (253) Niggli, A.(2003): *Handlungsbezogenes 3-Ebenen-Mentoring für die Ausbildung von Lehrpersonen*. Journal für LehrerInnenbildung 3 (4). 8 -16
- (254) Oser, F. & Oelkers, J. (2001) (Hrsg.): *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards*. Nationales Forschungsprogramm. Rüegger. Chur, Zürich
- (255) Oswald, H. (2003): *Was heißt qualitativ forschen?* In: Friebertshäuser, B. & Prengel, A. (Hrsg.): *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Juventa. Weinheim/München. 71-87
- (256) Overmann, M. (2002): *Handlungs- und Partnerorientierte Lehrerfortbildung aus konstruktivistischer Sicht. Thema: Comment enseigner avec Internet?* In: *Fremdsprachen lehren und lernen* (31). 202-218
- (257) Patry, J.-L. & Gastager, A. (2002): *Subjektive Theorien von Lehrerinnen und Lehrern: Der Übergang von der Idiographie zur Nomothetik*. In: Mutzeck, W., Schlee, J., Wahl, D. (Hrsg.): *Psychologie der Veränderung. Subjektive Theorien als Zentrum nachhaltiger Modifikationsprozesse*. Weinheim. 53-78
- (258) Parker, J. & Heywood, D. (2000): *Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers learning about forces*. In: *International Journal of Science Education*, 22 (1). 89-111

- (259) Peterman, F. (1993): *Staff development and the process of Changing: A teacher's Emerging Constructivist Beliefs about Learning and teaching*. In: Tobin, K. (Hrsg.): *The practice of constructivism in science education*. Erlbaum. Hillsdale
- (260) Peterson, P.L., Carpenter, T. & Fennema, E. (1989). *Teachers' knowledge of students' knowledge in mathematics problem solving: Correlational and case analysis*. In: *Journal of Educational Psychology* (81). 556-569
- (261) Pintrich, P.R., Marx, R.W. & Boyle, R.A. (1993): *Beyond cold conceptual Change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change*. In: *Review of Educational Research* (63). 167-199
- (262) Pintrich, P. (1999): *Motivational Beliefs as Resources for and Constraints on Conceptual Change*. In: Schnotz, W., Vosniadou, S., Carretero, M. (Eds.): *New Perspectives on Conceptual Change*. Amsterdam, New York, Oxford. 33-50
- (263) Popp, W. (2001): *Wissen, Intuition und Verstehen*. In: Cech, D., Feige, B., Kahlert, J., Löffler, G., Schreier, H., Schwier, H.-J., Stoltenberg, U. (Hrsg.): *Die Aktualität der Pädagogik Martin Wagenscheins für den Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 47-61
- (264) Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., Gertzog, W.A. (1982): *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. In: *Science Education* (66). 211-228
- (265) Prenzel, M. (2004): *Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule: Konsequenzen für den Sachunterricht und die Lehrerbildung*. In: Merkens, H. (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*. Leske & Budrich. Opladen. 37-50
- (266) Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Lehrke, M., Seidel, T. (2001): *Erhebungs- und Auswertungsverfahren des DFG-Projekts "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie"*. Kiel: IPN Materialien
- (267) Prenzel, M., Geiser, H., Langeheine, R., Lobemeier, K. (2003): *Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule*. In: Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., Schwippert, K., Valtin, R., Walther, G. (Hrsg.): *Erste Ergebnisse aus IGLU*. Waxmann. Münster. 143-187
- (268) Quitman, H. (1985): *Humanistische Psychologie. Zentrale Konzepte und philosophischer Hintergrund*. Göttingen. Hogrefe
- (269) Reh, S. (2004): *Abschied von der Profession, von Professionalität oder vom Professionellen?* In: *Zeitschrift für Pädagogik* (3). 358-372
- (270) Reichertz, J. (2001): *Browsen im Internet. Kostenpflichtige Zeitvergeudung oder produktive Kreativitätsanregung*. In: *Medien praktisch* (1). 50-55
- (271) Reimers, H. (1992): *Training zur Moderation einer pädagogischen Werkstatt*. In: Pallasch, W./Mutzeck, W./Reimers, H. (Hrsg.): *Beratung, Training, Supervision*. Weinheim. 43-62
- (272) Reinmann, G. (2005a): *Innovation ohne Forschung?* In: *Unterrichtswissenschaft* 1/2005.
- (273) Reinmann, G. (2005b): *Blended Learning in der Lehrerbildung. Grundlagen für die Konzeption innovativer Lernumgebungen*. Lengerich: Pabst

- (274) Reischmann, J. (2003): *Weiterbildungs-Evaluation. Lernerfolge messbar machen*. Neuwied. Luchterhand
- (275) Reusser, K. (2005): *Situiertes Lernen mit Unterrichtsvideos*. In: Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (2). 8-18
- (276) Rieck, K., Fischer, M., Bayrhuber, H. (2004): „*Forschungsdialog: System Erde*“ – *Inhalte und Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. In: Fölling-Albers, M., Hartinger, A: (Hrsg.): *Lehrerkompetenzen für den Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 93-99
- (277) Rossbach, H-G. (2002): *Unterrichtsqualität im 2. Schuljahr – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*. In: Unterrichtswissenschaft, 3 (30), 230-245
- (278) Rossberger, E./Hartinger, A. (2000): *Interesse an Technik. Geschlechtsunterschiede in der Grundschule*. In: Grundschule (6). 15-17
- (279) Roth, G. (1997): *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*. Frankfurt a.M. Suhrkamp
- (280) Roth, G. (2003): *Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*. Frankfurt a. M.
- (281) Roth, G. (2004): *Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?* Zeitschrift für Pädagogik, 50. Jg. (4), 496-506
- (282) Rudolf, S. & Wiesner, H. (2001): *Können Grundschul Kinder grundlegende Phänomene zum Schall verstehen?* In: R. Brechel (Hrsg.) *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Alsbach. 159-161
- (283) Saljö, R. (1999): *Concepts, cognition and discourse. From mental structures to discursive tools*. In: Schnotz, W., Vosniadou, S., Carretero, M. (Eds.): *New perspectives on conceptual change*. Elsevier Science. Oxford. 81-90
- (284) Sauter A. & Bender W. H. (2004): *Blended Learning. Effiziente Integration von E-learning und Präsenztraining*. Luchterhand. München.
- (285) Schachtner, Ch.(2002): *Entdecken und Erfinden. Neue Medien – neues Lernen*, in: *medien + erziehung* (3). 145 – 153
- (286) Schaefer, Ch. (2002): *Forschung zur Lehrerbildung in Deutschland – eine bilanzierende Übersicht der neueren empirischen Studien*. In: *Revue suisse des sciences de l'éducation* 24 (1). 65-90
- (287) Schank, R.C. & Abelson, R.P. (1977): *Scripts, Plans, Goals and Understanding. An Inquiry into Human Knowledge Structures*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- (288) Schecker, H. (1985): *Das Schülerverständnis zur Mechanik. Eine Untersuchung in der Sekundarstufe II unter Einbeziehung historischer und wissenschaftstheoretischer Aspekte*. Dissertation. Universität Bremen
- (289) Schieder, M. & Wiesner, H. (1996): *Vorstellungen und Lernprozesse zum Themenbereich Wetter in der Primarstufe*. In: *Zur Didaktik der Physik und Chemie*, Alsbach. 142-144
- (290) Schieder, M. & Wiesner, H. (1997): *Wetter – eine empirische Studie zu Vorstellungen und Lernprozessen*. In: *Sache – Wort – Zahl* (25). 52-54

- (291) Schiefele, H. & Prenzel, M. (1991): *Motivation und Interesse*. In: Roth, L. (Hrsg.): Pädagogik. Handbuch für Studium und Praxis. München. 813-823
- (292) Schlee, J. (1998): *Diagnostik von Lernprozessen durch Rekonstruktion Subjektiver Theorien*. In: Eberwein, H. & Kanuer, S. (Hrsg.): Handbuch Lernprozesse verstehen. Wege einer neuen (sonder-)pädagogischen Diagnostik. Weinheim Beltz. 66-80
- (293) Schlee, J. & Wahl, D. (1987): *Grundriss des Forschungsprogramms 'Subjektive Theorien'*. In: Schlee, J./Wahl, D.: Veränderung Subjektiver Theorien von Lehrern. Oldenbourg. 5-18
- (294) Schlichting, H.J. (1991): *Zwischen common sense und physikalischer Theorie – wissenschaftstheoretische Probleme beim Physiklernern*. MNU (44). 74-80
- (295) Schnotz, W. & Preuß, A. (1995): *Task-dependent construction of mental-models as a basis for conceptual change*. Universität Jena, Pädagogische Psychologie, Research Report Nr. 6
- (296) Schreier, H. (1982): *Die Sache des Sachunterrichts*. Paderborn u.a.
- (297) Schreier, H. (1989): *Enttrivialisieren den Sachunterricht!* In: Grundschule (21). 10-13
- (298) Schreier, H. (1990): *Der Begriff der Ganzheit und der Bildungsanspruch des Sachunterrichts*. In: Landesinstitut Schleswig-Holstein für Praxis und Theorie der Schule: Zum Bildungswert des Sachunterrichts. Schmid & Klauning. Kiel. 7-31
- (299) Schreier, H. (2000): *Einführung*. In: Löffler, G., Möhle, V., von Reeken, D., Schwier, V. (Hrsg.): Sachunterricht – Zwischen Fachbezug und Integration. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 13-19
- (300) Schreier, H. (2001): *Der Prozess des Wissenserwerbs*. In: Kahlert, J. & Inckemann, E. (2001): Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 25-37
- (301) Schrempp, I. & Sodian, B. (1999): *Wissenschaftliches Denken im Grundschulalter: Die Fähigkeit zur Hypothesenprüfung und Evidenzevaluation im Kontext der Attribution von Leistungsergebnissen*. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 31 (2). 67-77
- (302) Schrenk, M. (1997): *Zum Stand der naturwissenschaftlichen Elementarbildung*. In: Meier, R., Unglaube, H., Faust-Siehl, G. (Hrsg.): Sachunterricht in der Grundschule. Arbeitskreis Grundschule. Frankfurt am Main. 194-203
- (303) Schröder-Lenzen, A. (1997): *Triangulation und idealtypisches Verstehen in der Rekonstruktion Subjektiver Theorien*. In: Friebertshäuser, B.; Prengel, A. (Hrsg.), Handbuch Qualitative Methoden in der Erziehungswissenschaft. Weinheim und München: Juventa Verlag. 107-117
- (304) Schulz-Zander, R. (2001): *Neue Medien als Bestandteil von Schulentwicklung*. In S. Aufenanger, R. Schulz-Zander & D. Spanhel (Hrsg.): Jahrbuch der Medienpädagogik. Opladen: Leske + Budrich. 263-281.
- (305) Schulz-Zander, R. & Tulodziecki, G. (2002): *Multimedia und Internet – neue Aufgaben für Schule und Lehrerbildung*. In: Issing, L./Klimsa, P. (Hrsg.):

- Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Weinheim 2002. 3. Auflage. 317-334
- (306) Schwedes, H. (1975) (Hrsg.): *Zeit. Naturwissenschaftlicher Unterricht Primarstufe – Bausteine für ein offenes Curriculum*. Klett. Stuttgart.
- (307) Schwedes, H. (1976) (Hrsg.): *Lernziele/Erste Erfahrungen. Naturwissenschaftlicher Unterricht Primarstufe – Bausteine für ein offenes Curriculum*. Klett. Stuttgart.
- (308) Schwedes, H. (2001): *Das Curriculum Science 5/13 – Sein Konzept und seine Bedeutung*. In: Köhnlein, W. & Schreier, H. (Hrsg.): *Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen*. 133-152
- (309) Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann, L., Lehrke, M., Müller, C., & Rimmel, R. (2002). „Jetzt bitte alle nach vorne schauen!“ – *Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse*. In: *Unterrichtswissenschaft* 30 (1). 52-77.
- (310) Seidl, T. (2003): *Lehr-Lernskripts im Unterricht*. Münster
- (311) Shavelson, R., Philips, D., Towne, L., Feuer, M. (2003): *On the science of science education design studies*. In: *Educational Researcher*, 32 (1). 25-28
- (312) Shulman, L.S. (1986): *Those who understand: Knowledge growth in teaching*. *Educational Researcher* (15). 4-14
- (313) Shulman, L.S. (1987): *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. *Harvard Educational Review* (57). 1-22
- (314) Siebert, H. (1999): *Pädagogischer Konstruktivismus*. Luchterhand. Neuwied.
- (315) Sodian, B. (1995): *Entwicklung bereichsspezifischen Wissens*. In: Oerter, R./Montada, L. (Hrsg.): *Entwicklungspsychologie*. 3., vollst. überarbeitete Auflage. Beltz Weinheim. 622-653
- (316) Sodian, B. & Thoermer, C.(2002): *Naturwissenschaftliches Denken im Grundschulalter: Die Koordination von Theorie und Evidenz*. In: Spreckelsen, K, Möller, K., Hartinger, A. (Hrsg.): *Ansätze und Methoden zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn. 105-118
- (317) Sodian, B., Thoermer, C., Kircher, E., Grygier, P., Günther, J. (2002): *Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule*. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. *Zeitschrift für Pädagogik*. 45. Beiheft. Weinheim, Basel. 176-191
- (318) Spanhel, D. (1999): *Multimedia im Schulalltag. Was müssen Lehrerinnen und Lehrer wissen, um Multimedia einsetzen zu können?* In: Meister, D./Sander, U. (Hrsg.): *Multimedia – Chancen für die Schule*, Neuwied; Berlin. 54-76.
- (319) Spanhel, D. (2001a): *Medienpädagogische Kompetenz als Grundqualifikation in pädagogischen Berufen*. In: Bachmair, B., Spanhel, D., de Witt, C. (Hrsg.): *Jahrbuch Medienpädagogik II*. Leske + Budrich. Opladen. 13-26

- (320) Spanhel, D. (2001b): *Medienerziehung*. In: Einsiedler, W., Götz, M., Hacker, H., Kahlert, J., Keck, R.W., Sandfuchs, U. (Hrsg.): *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*, Bad Heilbrunn. 585-588.
- (321) Spanhel, D. (2002): *Medienpädagogik in der Lehrerbildung. Ohne Medienkompetenz ist keine Bildung möglich*. In: *medien praktisch. Zeitschrift für Medienpädagogik* (4). 30 – 34
- (322) Spreckelsen, K. (1971): *Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule*. Lehrgang für den physikalisch-chemischen Lernbereich. Diesterweg. Frankfurt
- (323) Stark, R. (2002): *Conceptual Change: kognitivistisch oder kontextualistisch?* Forschungsbericht 149. Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie
- (324) Stark, R. (2003): *Conceptual Change: kognitiv oder situiert?* *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 17(2). 133-144
- (325) Stark, R. (2004): *Eine integrative Forschungsstrategie zur anwendungsbezogenen Generierung relevanten wissenschaftlichen Wissens in der Lehr-Lern-Forschung*. In: *Unterrichtswissenschaft* 32. Jg. (3). 257-273
- (326) Staub, F. & Stern, E. (2002): *The Nature of Teachers' Pedagogical Content beliefs Matters for Students' Achievement Gains: Quasi-Experimental Evidence from Elementary Mathematics*. In: *Journal of Educational Psychology*, Vol. 94 (2). 344-355
- (327) Staub, F. (2005): *Videos im Fachspezifisch-Pädagogischen Coaching*. In: *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (2). 26-30
- (328) Stein, S. (2004): *Interpretieren mit Methode. Eine empirische Annäherung an ‚forschendes Lernen‘*. In: *Arbeitskreis Interpretationswerkstatt PH Freiburg* (Hrsg.). Herbolzheim
- (329) Stengl, D. & Wiesner, H. (1984): *Vorstellungen von Schülern der Primarstufe zu Temperatur und Wärme*. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* 12. 445-452
- (330) Stern, E. (2002): *Wie abstrakt lernt das Grundschulkind? Neuere Ergebnisse der entwicklungspsychologischen Forschung*. In: Petillon, H. (Hrsg.): *Jahrbuch der Grundschulforschung*. Bd. 5. Leverkusen. 27-42
- (331) Stern, E. (2003): *Kompetenzerwerb in anspruchsvollen Inhaltsgebieten bei Grundschulkindern*. In: Cech, D./Schwier, H.-J. (Hrsg.): *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht*. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 37-58
- (332) Sternberg, R.J. & Horvath, J.H. (Eds.) (1999): *Tacit knowledge in professional practice*. Mahwah, NJ: Erlbaum
- (333) Stork, E. & Wiesner, H. (1981): *Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht*. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* (9). 218-230
- (334) Strunck, U., Lück, G., Demuth, R. (1998): *Der naturwissenschaftliche Sachunterricht in Lehrplänen, Unterrichtsmaterialien und Schulpraxis – eine*

- quantitative Analyse der Entwicklung in den letzten 25 Jahren.* In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. Biologie, Chemie, Physik, 4. Jg., 69-81
- (335) Tenberge, C. (2005): *Zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht.* In: Hartinger, A. & Kahlert, J. (Hrsg.): Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Sachunterricht. Klinkhardt. Bad Heilbrunn. 219-234
- (336) Tennstädt, F.-Ch. (1987): *Das Konstanzer Trainingsmodell (KTM): Einführung und ausgewählte Ergebnisse einer ersten Evaluation.* In: Schlee, J./Wahl, D. (Hrsg.): Veränderung Subjektiver Theorien. Oldenbourg. 206-235
- (337) Tennstädt, K.-C. & Dann, H.-D. (1987). *Das Konstanzer Trainingsmodell (KTM), Band 3: Evaluation des Trainingserfolgs im empirischen Vergleich.* Bern: Huber.
- (338) Tennstädt, K.-C. (1991). *Das Konstanzer Trainingsmodell (KTM), Band 2: Theoretische Grundlagen, Beschreibung der Trainingsinhalte und erste empirische Untersuchungen.* Bern: Huber.
- (339) Tennstädt, K.-C., Krause, F., Humpert, W. & Dann, H.-D. (1991). *Das Konstanzer Trainingsmodell (KTM), Einführung.* Bern: Huber.
- (340) Terhart, E. (2000): *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland. Abschlussbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Kommission.* Beltz. Weinheim
- (341) Terhart, E. (2001): *Lehrerberuf und Lehrerbildung.* Beltz. Weinheim
- (342) Terhart, E. (2003a): *Wirkungen von Lehrerbildung: Perspektiven einer an Standards orientierten Evaluation.* In: Journal für Lehrerinnen und Lehrerbildung (2). 8-19
- (343) Terhart, E. (2003b): *Entwicklung und Situation des qualitativen Forschungsansatzes in der Erziehungswissenschaft.* In: Friebertshäuser, B. & Prengel, A. (Hrsg.): Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft. Juventa. Weinheim/München. 27-42
- (344) Thiel, S. (1985): *Problemorientierte Gesprächsführung: Grundschul Kinder zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft.* In: Einsiedler, W. & Rabenstein, R. (Hrsg.): Grundlegendes Lernen im Sachunterricht. 38-47
- (345) Tulodziecki, G., Six, U., u.a. (2000): *Medienerziehung in der Grundschule. Grundlagen, empirische Befunde und Empfehlungen zur Situation in Schule und Lehrerbildung.* Opladen: Leske + Budrich,
- (346) Tulodziecki, G. (2001): *Nutzung von Multimedia – ein Weg zur Verbesserung schulischen Lehrens und Lernens?* In: Aufenanger, S., Schulz-Zander, R., Spanhel, D. (Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 1. Leske + Budrich. Opladen. 283-300
- (347) Tulodziecki, G. (2004): *Anregung und Unterstützung von Lernprozessen.* In: Blömeke, S., Reinhold, P., Tulodziecki, G., Wildt, J. (Hrsg.): Handbuch Lehrerbildung. 489-501

- (348) Ulich, D. (1994): *Interaktionsbedingungen von Verbalisation* In: Huber, G. & Mandl, H. (Hrsg.): *Verbale Daten: eine Einführung in die Grundlagen und Methoden der Erhebung und Auswertung*. Weinheim, Basel. 2. Aufl. 43-60
- (349) Unglaube, H. (1997): *Experimente im Sachunterricht*. In: Meier, R., Unlaube, H., Faust-Siehl, G. (Hrsg.): *Sachunterricht in der Grundschule*. Arbeitskreis Grundschule. Der Grundschulverband. Frankfurt a.M. 224-236
- (350) Upmeier zu Belzen, A., H. Vogt, B. Wieder & F. Christen (2002): *Schulische und außerschulische Einflüsse auf die Entwicklungen von naturwissenschaftlichen Interessen bei Grundschulkindern*. In: Prenzel, M. & J. Doll (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft. Weinheim, Basel. 291-307
- (351) Urhahne, D. & Hopf, M. (2004): *Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien*. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 10. 71-87
- (352) Varela, F. (1987): *Autonomie und Autopoiese*. In: Schmidt, S.J. (Hrsg.): *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*. Frankfurt a.M. 119-132
- (353) Von Felden, Heide (2003): *Literacy oder Bildung. Der Literacy-Ansatz der PISA-Studie in bildungstheoretischer Perspektive*. In: Moschner, B., Kiper, H., Kattmann, U. (Hrsg.): *Perspektiven für Lehren und Lernen. PISA 2000 als Herausforderung*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren. 225- 240
- (354) Von Felden, Heide (2005): *Literacy und Bildung. Theoretische und empirische Überlegungen*. In: Ecarius, J. & Friebertshäuser, B. (Hrsg.): *Literalität, Bildung und Biographie. Perspektiven der erziehungswissenschaftlichen Biographieforschung*. Opladen: Leske und Budrich (i.Vb.)
- (355) Vosniadou, S. (1994a): *Conceptual Change in the physical science*. In: *Learning and Instruction* (4). 45-69
- (356) Vosniadou, S. (1994b): *Capturing and modelling the process of conceptual change*. In: *Learning and Instruction* (4). 51-67
- (357) Vosniadou, S. (1999): *Conceptual Change Research: State and the Art and Future Directions*. Schnotz, W., Vosniadou, S., Carretero, M. (Eds.): *New Perspectives on Conceptual Change*. Amsterdam, New York, Oxford. 3-13
- (358) Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992): *Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood*. In: *Cognitive Psychology* (24). 535-585
- (359) Vosniadou, S., & Schnotz, W. (Eds.) (1997): *New approaches in research on conceptual change*. *European Journal of Psychology of Education*, 12 (2)
- (360) Vosniadou, S., Ioannides, Ch., Dimitrakopoulou, A., Papademetriou, E. (2001): *Designing learning environments to promote conceptual change in science*. In: *Learning and Instruction* (11). 381-419
- (361) Wagenschein, M. (1968): *Verstehen lehren*. Beltz. Weinheim und Basel. 1999
- (362) Wagenschein, M. (1969): *Was bleibt? (Verfolgt am Beispiel der Physik)*. In: [www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe Nr. 5/Oktober 2005](http://www.widerstreit-sachunterricht.de/Ausgabe_Nr._5/Oktober_2005). 1-11

- (363) Wagenschein, M. (1990): *Kinder auf dem Weg zur Physik*. Beltz. Weinheim.
- (364) Wagenschein, M. (1995): *Die pädagogische Dimension der Physik*. Aachen-Hahn. Hahner Verlagsgesellschaft. 1. Neuauflage
- (365) Wagner, A., Uttendorfer-Marek, I., Weidle, R. (1977): *Die Analyse von Unterrichtsstrategien mit der Methode des „Nachträglichen Lauten Denkens“ von Lehrern und Schülern zu ihrem unterrichtlichen Handeln*. In: *Unterrichtswissenschaft* 5 (3). 244-250
- (366) Wagner, A.C., Maier, S., Uttenhofer-Marek, I., Weidle, R. (1980): *Die Analyse von Knoten und Handlungsstrategien von Lehrern und Schülern*. *Unterrichtswissenschaft* (5). 244-250
- (367) Wahl, D. (1988): *Realitätsadäquanz: Falsifikationskriterium*. In: Groeben, N., Wahl, D., Schlee, J. & Scheele, B. (1988). *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts*. Tübingen. 180-205
- (368) Wahl, D. (1991): *Handeln unter Druck. Der weite Weg vom Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenenbildnern*. Weinheim. Deutscher Studien Verlag
- (369) Wahl, D. (1994): *Handlungsvalidierung*. In: Huber, G. & Mandl, H. (Hrsg.): *Verbale Daten: eine Einführung in die Grundlagen und Methoden der Erhebung und Auswertung*. Weinheim, Basel. 2.Aufl. 259-274
- (370) Wahl, D., Wölfling, W., Rapp, G., Heger, D. (1995): *Erwachsenenbildung konkret*. Deutscher Studien Verlag. Weinheim, 4.Aufl.
- (371) Wahl, D. (2000): *Das große und das kleine Sandwich: Ein theoretisch wie empirisch begründetes Konzept zur Veränderung handlungsleitender Kognitionen*. In: Dalbert, C. & Brunner, E.J., *Handlungsleitende Kognitionen in der pädagogischen Praxis*. Baltmannsweiler: Schneider. 155-168
- (372) Wahl, D. (2002a): *Veränderung Subjektiver Theorien durch Tele-Learning?* In: Mutzeck, W., Schlee, J., Wahl, D. (Hrsg.): *Psychologie der Veränderung*. Weinheim. 10-21
- (373) Wahl, D. (2002b): *Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln?* In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 48. Jg. (2). 227-241
- (374) Wahl, D. (2005). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Wirksame Wege vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln in Erwachsenenbildung, Hochschuldidaktik und Unterricht*. Unter Mitarbeit von Annette Bernhart (Methodensammlung). Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- (375) Webb, P. (1992): *Primary science teachers' understandings of electric current*. In: *International Journal of Science Education*, Vol. 14 (4). 423-429
- (376) Weber, P. J.(2005): *E-Learning – die missverstandene Lernkultur*. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 1 (51). 45-60
- (377) Wiesner, H. (1984): *„Warm-kalt“*. *Didaktische Überlegungen zu einem Standardthema in der Grundschule*. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* (12). 160-164

- (378) Wiesner, H. (1985): *Untersuchungen zu Vorstellungen von Primarstufenschülern über Begriffe und Phänomene aus der Wärmelehre*. In: H. Mikelskis (Hrsg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie*, Alsbach, 242-244
- (379) Wiesner, H. (1991b): *Vorstellungen von Grundschulern über Schattenphänomene*. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* (19). 155-171
- (380) Wiesner, H. (1992): *Verbesserung des Lernerfolgs im Unterricht über Optik I: Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten*. In: *Physik in der Schule* (30). 286-290
- (381) Wiesner, H. (1994): *Akzeptanzbefragungen zur Elektrizitätslehre in der Grundschule: Ergebnisse und Folgerungen*. In: *Zur Didaktik der Physik und Chemie*, Alsbach, 142-144
- (382) Wiesner, H. (1995a): *Physikunterricht – an Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten orientiert*. In: *Unterrichtswissenschaft* (23). 127-145
- (383) Wiesner, H. (1995b): *Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten von Grundschulern in der Elektrizitätslehre*. In: *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* (22). 50-58
- (384) Wilkening, F. (1994): *Kinder sind schlauer als manche Pädagogen meinen*. In: Rösler, F./Florin, I. (Hrsg.): *Psychologie und Gesellschaft*. Hirzel. Stuttgart. 89-97
- (385) Windschitl, M. (2002): *Framing Constructivism in Practice as the Negotiation of Dilemmas: An Analysis of the Conceptual, Paedagogical, Cultural, and Political Challenges Facing teachers*. In: *Review of Educational Research*, 72 (2). 31-175
- (386) Wodzinski, R. (1996): *Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten*. In: Müller, R., Wodzinski, R., Hopf, M. (Hrsg.): *Schülervorstellungen in der Physik*. Festschrift für Hartmut Wiesner. Aulis. Köln 2004. 23-36
- (387) Wottawa, H. (2001): *Evaluation*. In: Krapp & Weidenmann (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. Beltz. Weinheim. 649-674
- (388) Wottawa, H. & Thierau, H. (1998): *Lehrbuch Evaluation*. Bern, 2.Aufl.
- (389) Zembylas, M. (2004): *Emotional Issues in Teaching Science: A Case Study of a Teaching's Views*. In: *Research in Science Education* (34). 343-364
- (390) Zimbardo, Ph. & Gerrig, R. (2004): *Psychologie*. Pearson. München. Boston. 16. aktualisierte Aufl.

Anhang

Anhang A – Erhebungsinstrumente	334
A.1 Fragebogen SUPRA Sachunterricht praktisch – Materialbörse und Fortbildungsplattform	334
A.2 Naturwissenschaftliches Lernen und Lehren im Heimat- und Sachunterricht – Ein Fragebogen für Lehrkräfte – PRAE.....	338
A.3 Interviewleitfaden – PRAE	358
A.4 Interviewleitfaden – POST.....	361
A.5 Foto der Wortkarten zur Strukturierung und Visualisierung der Interviewbereiche – Interview POST.....	364
Anhang B – Ergebnisse/Übersichten	365
B.1 Zusammenfassung/Eindrücke aus dem Lehrerinterview – Beispiel/Prae: Lehrkraft 19.....	365
B.2 Zusammenfassende Skalen- und Ergebnisübersicht: Fragebogen PRAE-POST.....	369
B.3 Ausführliche Übersicht über die Skalen, Items und Skalen- kennwerte des Fragebogens	371
B.4 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich E: Erwartungen an die Maßnahme	395
B.5 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich IA: Das Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme	396
B.6 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich IB: Lehrervorstellungen zu Schüler- vorstellungen vorher und nachher	398
B.7 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich IC: Orientierung an Schülervor- stellungen beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung	401
Anhang C	403
C.1 Lebenslauf.....	403
C.2 Veröffentlichungen.....	405

Anhang A – Erhebungsinstrumente

A.1 Fragebogen SUPRA Sachunterricht praktisch – Materialbörse und Fortbildungsplattform

Die Website SUPRA möchte Grundschullehrkräften Hilfen bei der Umsetzung des neuen Bayerischen Lehrplans im Bereich Heimat- und Sachunterricht anbieten. Wir bitten Sie, in den folgenden Fragen den „Ist-Zustand“ der Website und die Konzeption der geplanten Lehrerfortbildung zu beurteilen.

Hinsichtlich Ihrer Einschätzung gibt es keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten; wir sind an Ihrer Meinung interessiert. Selbstverständlich werden die Daten anonym erhoben und absolut vertraulich behandelt. Ihre überlegten Antworten helfen uns dabei, dieses Angebot bereits in der Entwicklung so weit wie möglich auf Ihre Wünsche und Bedürfnisse abzustimmen.

Daher ein ganz herzliches Dankeschön für Ihre Mithilfe !

A. Angaben zur Person

- 1) Geschlecht: weiblich männlich
- 2) Ich unterrichte derzeit in der _____ Jahrgangsstufe.
- 3) Ich arbeite seit _____ Jahren als Grundschullehrkraft.
- 4) Ich nutze das Internet privat. häufig manchmal selten nie
- 5) Ich nutze das Internet beruflich. häufig manchmal selten nie

B. Fragebogen

Bitte beachten Sie beim Ausfüllen folgende Antwortskalierung:

1 = sehr geringe, 2 = geringe, 3 = mittlere, 4 = hohe, 5 = sehr hohe Zustimmung

		sehr geringe Zustimmung					sehr hohe Zustimmung				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
I. Navigation											
1	Ich finde mich in SUPRA auf Anhieb gut zurecht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Die grundlegende Struktur von SUPRA ist klar erkennbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Ich gelange dort an Informationen, wo ich sie erwarte. (Intuitivte Benutzerführung)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	Ich gelange rasch an die Informationen, die ich suche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Ich weiß genau, wo ich mich innerhalb der Site-Struktur gerade befinde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Ich gelange rasch zurück an von mir gewünschte Punkte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Ich benutze hauptsächlich folgenden Navigationsmöglichkeiten in SUPRA a) Mind-Maps b) Subnavigation in der kleinen Überschriftenzeile c) Pop-up-Menü oben rechts.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	Ich finde mich auf SUPRA nicht zurecht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	Ich habe folgende Anregungen, um die Navigationsmöglichkeiten in SUPRA zu verbessern:										
II. Gestaltung/ergonomische Beurteilung											
10	SUPRA bietet einen übersichtlichen Bildschirmaufbau.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11	SUPRA bietet eine augenfreundliche Schriftgestaltung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	Die Farbgestaltung ist ansprechend.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	Das Layout von SUPRA gefällt mir nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14	Ich habe Lust mit SUPRA zu arbeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

III. Inhalt der Website A. Materialbörse		Sehr geringe Zustimmung					Sehr hohe Zustimmung					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
15	Sachinformationen zu jedem Thema sind wichtig für meine Unterrichtsvorbereitung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	Die fachdidaktischen Informationen (nur Lernfeld „Zeit und Geschichte“) sind wichtig für meine Unterrichtsvorbereitungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17	Ich finde die folgenden Seiten besonders hilfreich für mich: a) Ziele b) Vorbereitungen c) Unterrichtsverlauf d) Unterrichtsmaterial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18	Anmerkungen zu den Seiten a) Ziele: b) Vorbereitungen: c) Unterrichtsverlauf: d) Unterrichtsmaterial:											
B. Lernplattform												
19	Ich würde gerne an einer Lehrerfortbildung teilnehmen, a) in der ausgewählte Fortbildungsinhalte über eine Website dargeboten werden. b) in der die Kommunikation zwischen Fortbildungsteilnehmer/-innen über ein eigenes Forum ermöglicht wird. c) in der die Arbeit mit den Internetseiten von einem Tutor (z.B. über Email) begleitet wird. d) in der die Arbeit mit den Internetseiten von einer Präsenzfortbildung begleitet wird. e) in der ich Nutzungsmöglichkeiten von SUPRA zu Fortbildungszwecken kennen lerne. f) in der ich die Nutzungsmöglichkeiten von SUPRA zur Unterrichtsvorbereitung kennen lerne. g) in der ich lerne, mich mit KollegInnen über das Internet auszutauschen. h) in der ich die Nutzungsmöglichkeiten des Internets zum Austausch von Unterrichtsmaterial kennen lerne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20	Eine Website mit dem Ziel, Grundschullehrkräfte im Bereich HSU zu unterstützen, sollte Folgendes berücksichtigen:											
21	Eine Lehrerfortbildung mit dem Ziel, die Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Bereich zu verbessern, sollte folgende Inhalte berücksichtigen:											

Eine letzte Frage noch:

Halten Sie diesen Fragebogen für ein geeignetes Instrumentarium zur

Erfassung Ihres Fortbildungsbedarfes

ja

nein

Verbesserung des Fortbildungsangebotes für Lehrkräfte

ja

nein

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

A.2 Naturwissenschaftliches Lernen und Lehren im Heimat- und Sachunterricht – Ein Fragebogen für Lehrkräfte – PRAE



**Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und –didaktik
Lehrstuhl für die Didaktik der Physik**

Forschungsprojekt

**Naturwissenschaftliches Lernen und Lehren im
Heimat- und Sachunterricht**

Ein Fragebogen für Lehrkräfte – Prae

Bitte geben Sie hier Ihr Kürzel (2. Buchstabe des Geburtsortes, letzter Buchstabe des eigenen Vornamens, 3. Buchstabe des Vornamens der Mutter, 2. Buchstabe des Vornamens des Vaters) an:

--	--	--	--

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Zur Lehrerbildung im naturwissenschaftlichen Lernfeld des Sachunterrichts der Grundschule“ wurde vom Seminar Didaktik des Sachunterrichts an der WESTFÄLISCHEN WILHELMS-UNIVERSITÄT MÜNSTER ein Fragebogen zur Erfassung von Lehrerkognitionen entwickelt. Dieser wurde uns freundlicherweise für unser Forschungsprojekt zur Verfügung gestellt. Der vorliegende Fragebogen ist eine gekürzte und adaptierte Fassung.

Ein ganz herzliches Dankeschön an:

Prof'in Dr. Kornelia Möller

Thilo Kleickmann

Claudia Tenberge

Dieser Fragebogen wird ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet.

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

der Ihnen vorliegende Fragebogen ist Teil eines Projektes, dessen Ziel darin besteht, die neuen Lehrplananforderungen auch in der Aus- und Fortbildung von Grundschullehrerinnen und Grundschullehrern zu berücksichtigen. Um geeignete Aus- und Fortbildungsangebote für den Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts entwickeln zu können, benötigen wir Informationen über Ihre Vorerfahrungen und Einstellungen zum naturwissenschaftlichen Bereich. Aus diesem Grund befragen wir im Rahmen dieses Projektes Lehrkräfte des Heimat- und Sachunterrichts zu ihren Meinungen zum Lernen der Kinder und zum Lehren naturwissenschaftlicher Themen in der Grundschule. Weiterhin sollen persönliche Einstellungen zu Naturwissenschaften und insbesondere zu physikbezogenen Inhalten des Sachunterrichts erfragt werden.

Durch Ihre Mitarbeit können Sie dazu beitragen, Hinweise für eine Verbesserung der Aus- und Fortbildung zu finden. Wir möchten Sie bitten, unsere Arbeit zu unterstützen und den Fragebogen sorgfältig auszufüllen. Die Bearbeitung dauert etwa 30 Minuten. Alle Antworten werden selbstverständlich anonym ausgewertet und können nicht mit Ihrer Person in Zusammenhang gebracht werden.

Sie finden in diesem Fragebogen Aussagen, denen Sie durch Ankreuzen auf einer Antwortskala mehr oder weniger zustimmen können.

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
dk2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ein Beispiel zu einer „Ankreuz-Aussage“:

dk2	Schüler sollten im Sachunterricht häufig Gelegenheit bekommen, in Paaren oder Kleingruppen Fragestellungen gemeinsam zu lösen.
-----	--

Stimmen Sie dieser Aussage völlig zu, setzen Sie bitte ein Kreuz ins ganz rechte Kästchen. Stimmen Sie der Aussage zum Teil zu und lehnen Sie sie zum Teil ab, kreuzen Sie in der Mitte. Finden Sie, dass die Aussage gar nicht stimmt, kreuzen Sie ganz links usw.

Bitte beachten Sie, dass die **Abstände zwischen den einzelnen Antwortvorgaben** (stimmt gar nicht/stimmt wenig etc.) **als gleich groß angesehen** werden. Dies gilt für alle Fragen bzw. Aussagen.

Bitte denken Sie nicht zu lange über die Aussagen und Fragen nach, schon damit die Bearbeitung nicht zu viel Zeit in Anspruch nimmt. Antworten Sie **möglichst spontan** und geben Sie wirklich Ihre eigene Einschätzung an. Sie ist es, die uns interessiert. Dieser Fragebogen ist keine Leistungsüberprüfung, es geht allein darum, Ihre ganz persönliche Meinung zu erfassen. Es gibt folglich **keine richtigen oder falschen Antworten!**

Bitte bearbeiten Sie alle Aussagen bzw. Fragen!!! Lassen Sie keine Aussage oder Frage aus, auch wenn Sie sich bei der Beantwortung unsicher sind, z.B. weil Sie die Aussage/Frage nicht so pauschal beantworten wollen. Wir können Ihren Fragebogen sonst nicht auswerten!!!

Im Fragebogen verwenden wir häufig den Begriff **Naturphänomen**. Darunter verstehen wir Ereignisse in der Natur bzw. in unserem Alltag, die durch naturwissenschaftliche Ansätze

beschrieben und erklärt werden können. Hier einige Beispiele für interessante Phänomene, die Gegenstand des Sachunterrichts sein könnten:

Eine winzige Eisennadel geht unter, aber ein schweres, eisernes Schiff schwimmt.
Wasser, das längere Zeit in einer Schale steht, verschwindet nach einiger Zeit.
Wenn es heiß ist, dampfen die Straßen nach einem Regen.

Der Fragebogen gliedert sich in vier Teile:

- Teil 1:** Ihre Interessen und Selbsteinschätzungen bzgl. Physik
(Antwort durch Ankreuzen)
- Teil 2:** Ihre Meinungen vom Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
(Antwort durch Ankreuzen)
- Teil 3:** Ihre Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht
(Antwort durch Ankreuzen)
- Teil 4:** Ihre Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein
(Antwort durch Ankreuzen)
- Teil 5:** Fragen zu Ihrer Person

Vielen Dank, dass Sie bereit sind, an dieser Untersuchung mitzuarbeiten!

Teil 1

Ihre Interessen und Selbsteinschätzungen bzgl. Physik

In diesem ersten Teil beziehen sich die Aussagen nur auf **Physik**.

Ihr Interesse am Schulfach Physik

Denken Sie bei den folgenden Aussagen bitte an den Physikunterricht, den Sie in Ihrer eigenen Schulzeit erlebt haben.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
fai1	Der Physikunterricht in der Schule hat mir Spaß gemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fai7	Die Beschäftigung mit dem Schulfach Physik gehörte nicht gerade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fai11	Vor dem Fach Physik hätte ich mich am liebsten gedrückt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fai3	Ich habe mich meistens auf die nächste Physikstunde gefreut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ihr Interesse an Physik

Denken Sie nun bitte nicht an den jeweiligen Fachunterricht, sondern ganz generell an die Gegenstände und Themen, die die Physik behandelt.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
sai2	Mich mit physikalischen Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sai9	Physikalische Inhalte sind schrecklich langweilig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sai7	Für die Beschäftigung mit physikalischen Dingen bin ich auch bereit, meine Freizeit zu verwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sai10	Mich mit Physik zu beschäftigen ist das Schrecklichste, was es gibt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie schätzen Sie Ihre jetzigen Fähigkeiten in Physik ein?

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
fsk1	Ich bin gut in Physik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fsk2	Es fällt mir leicht, neue physikalische Inhalte zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fsk4	Physik ist viel zu schwierig für mich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fsk5	Mir fehlen einfach die Grundlagen, um mich mit physikalischen Themen auseinander zu setzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie schätzen Sie die Bedeutung von Physik für sich persönlich ein?

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
sbp5	Physik hilft mir, Phänomene des Alltags zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sbp8	Was ich in Physik gelernt habe, kann ich auch in anderen Lebensbereichen gebrauchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sbp4	Ich kenne zahlreiche praktische Anwendungen der Physik in meinem Alltag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sbp2	Ich würde gar nicht auf die Idee kommen, Physik und Alltag in Verbindung zu bringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sbp1	Für mich ist Physik etwas, das man nur in Schule, Universität oder Forschungslabors findet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 2

Wie denken Sie persönlich über das Lehren und Lernen im nat. SU?

Die Aussagen in diesem Teil des Fragebogens beziehen sich auf den **naturwissenschaftlichen Sachunterricht** in der Grundschule. Wir verwenden dafür wieder die Abkürzung **nat. SU**. Wir würden gerne von Ihnen erfahren, wie Sie über das Lehren und Lernen im nat. SU denken.

Sicherlich findet man in jeder Klasse sehr leistungsstarke und auch leistungsschwache Kinder, die jeweils individuell besonders gefördert werden müssen. Bitte denken Sie aber bei den folgenden Aussagen an „durchschnittliche“ bzw. Ihre „durchschnittlichen“ Schüler.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
ii3	Schüler der Grundschule benötigen beim Lösen naturwissenschaftlicher Probleme ausführliche Anleitungen, die sie schrittweise befolgen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uw1	Lehrer sollten die Kinder im nat. SU auffordern, eigene Lösungen zu finden, auch wenn diese ineffizient oder falsch sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ei4	Wenn Kinder ihre eigenen Formulierungen verwenden dürfen, können sie Naturphänomene besser verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vw1	Man kann davon ausgehen, dass Kinder im Grundschulalter bei naturwissenschaftlichen Themen (wie „Schall“ oder „elektrischer Strom“) noch keine Vorstellungen oder Erklärungsansätze haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ii1	Schwächeren Schülern müssen Naturphänomene erklärt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aw3	Das Lernen im nat. SU sollte während der ganzen Zeit an Problemen oder Aspekten aus dem Alltag orientiert sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ei8	Wenn die Schüler im nat. SU eigene Ideen entwickeln, wird das Lernen fachlich angemessener Vorstellungen erschwert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pl1	Für den nat. SU gilt: Spaß beim Handeln ist ein Garant für Lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uw7	Wenn Kinder selbst Erklärungen für Naturphänomene suchen sollen, ist das nicht sinnvoll, da viel Zeit verloren geht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mi2	Kinder können Naturphänomene nur verstehen, wenn sie von sich aus dazu motiviert sind, diese zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc13	Naturwissenschaftliches Lernen bedeutet oft, dass sich neue Vorstellungen bei den Kindern erst auf lange Sicht gegen alte Erklärungsmuster durchsetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
vw3	Grundschul Kinder können zu Naturphänomenen bereits hartnäckige Vorstellungen haben, die den Lernprozess erschweren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dk6	Wenn Kinder ihre Ideen zur Erklärung von Naturphänomenen diskutieren, bleiben oft gerade die falschen Vorstellungen hängen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
il4	Am besten lernen Grundschüler Naturwissenschaften aus Darstellungen und Erklärungen ihrer Lehrperson.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fv6	Bevor Kinder selbst Versuche durchführen, sollte der Lehrer ihnen einige theoretische Grundlagen zu dem Naturphänomen vermitteln, das gerade untersucht werden soll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ol3	Der Lehrer soll die Kinder im nat. SU bei der Suche nach einem geeigneten Lösungsweg ganz eigenständig vorgehen lassen und sich dabei vollkommen zurückhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pl8	Allein durch „learning by doing“ können Kinder Naturphänomene keinesfalls verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ol13	Wenn der Lehrer die Kinder anspruchsvolle naturwissenschaftliche Themen ganz selbständig bearbeiten lässt, können die Kinder diese Themen nicht verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vw9	Das Vorwissen der Kinder kann wichtige Anknüpfungsmöglichkeiten für das Lernen im nat. SU bereitstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uw5	Der Lehrer sollte den Kindern viel Zeit einräumen, eigene Deutungen für ein Naturphänomen zu suchen, auch wenn diese fachlich nicht richtig sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc10	Schüler lassen im nat. SU so schnell nicht ab von den Vorstellungen, die sie mit in den Unterricht bringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aw9	Nur wenn Themen im nat. SU in echte Fragestellungen aus dem Alltag eingebunden sind, können die Kinder das erworbene Wissen auch in „Alltagssituationen“ anwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vw2	Bei komplexen Fragestellungen im nat. SU wie z.B. „Wie kommt es, dass ein schweres Schiff aus Eisen schwimmt?“ kann man davon ausgehen, dass die meisten Grundschüler kaum über Erklärungen verfügen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mt7	Nur wenn die Kinder bei einem naturwissenschaftlichen Thema von sich aus motiviert sind, können sie verstandenes Wissen aufbauen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
uw3	Das Lernen wird ineffizient, wenn die Kinder im nat. SU eigene Deutungen für Naturphänomene suchen sollen und dabei falsche Vorstellungen entstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc3	Kinder lernen besser, wenn sie mit ihren aktuellen Erklärungen für ein naturwissenschaftliches Phänomen unzufrieden sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fv1	Die Schüler sollten erst ein gewisses naturwissenschaftliches Basiswissen über das aktuelle Thema vermittelt bekommen, bevor sie dazugehörige Problemstellungen bearbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aw6	Echte und komplexe Problemstellungen aus dem Alltag müssen der Ausgangspunkt des nat. SU sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pl5	Für das Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte der Grundschule reicht es keineswegs, die Kinder praktisch handeln zu lassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fv4	Bevor Kinder naturwissenschaftliche Zusammenhänge verstehen können, sollten ihnen grundlegende Begriffe vermittelt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
il7	Im nat. SU ist das Lernen eines Merksatzes wichtig für das Verstehen eines Naturphänomens.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc7	Um das Lernen der Kinder im nat. SU herauszufordern, sollte der Lehrer sie mit Beobachtungen oder Phänomenen konfrontieren, die den Erwartungen der Kinder widersprechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc5	Wenn im nat. SU in gemeinsamen Gesprächen falsche Vorstellungen einzelner Schüler besprochen werden, hilft das, das Verständnis der Kinder zu fördern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dk9	Im nat. SU sollten die Kinder aufgefordert werden, ihre Deutungen zu einem Phänomen gegenüber Mitschülern zu vertreten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
il2	Wenn Schüler ein Naturphänomen nicht verstehen, sollte man es ihnen erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dk1	Damit Schüler Naturphänomene verstehen, ist es entscheidend, dass sie ihre eigenen Lösungsideen untereinander diskutieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aw2	Wenn die Kinder im nat. SU nicht direkt an Anwendungsbeispielen lernen, haben sie Probleme, das Erlernte auf den Alltag zu übertragen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
ei7	Kinder verstehen im nat. SU nur, wenn sie Erklärungen zur Deutung von Naturphänomenen selbst entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pi9	Das Durchführen von Versuchen im nat. SU stellt eigentlich schon sicher, dass die Kinder Naturphänomene verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vw7	Einer der wichtigsten Faktoren, der das Lernen und Problemlösen im nat. SU beeinflusst, ist das inhaltliche Vorwissen der Kinder.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dk10	Die Kinder einer Klasse sollten auch dann angeregt werden, ihre Vorstellungen untereinander zu diskutieren, wenn man als Lehrer feststellt, dass einige Kinder falsche Vorstellungen zu einem Naturphänomen haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
oi5	Für mich gilt die Maxime: Kinder sollen im nat. SU Experimente grundsätzlich ohne Hilfe des Lehrers selbständig entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc4	Lernen im nat. SU bedeutet oft ein inneres Ringen (Hin und Her) zwischen alten und neuen Vorstellungen über ein Naturphänomen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ei6	Schüler lernen Naturwissenschaften am besten, indem sie selbst Wege zur Lösung von Problemen suchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mi9	Eine notwendige Voraussetzung <i>jeden</i> Wissenserwerbs ist auch im nat. SU, dass die Kinder motiviert sein müssen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pi6	Das Handeln der Kinder im nat. SU ist so entscheidend, dass andere Prinzipien der Unterrichtsgestaltung zweitrangig sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ei10	Lehrer sollten im nat. SU den Schülern, die Probleme mit der Deutung eines Phänomens haben, Zeit für ihre eigenen Deutungsversuche lassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc12	Wenn Kinder naturwissenschaftliche Inhalte lernen, stehen oft alte Vorstellungen in ständiger Konkurrenz mit neu erworbenen Vorstellungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dk8	Grundschulkinder sind überfordert, wenn sie Deutungen zu Naturphänomenen diskutieren sollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aw7	Themen im nat. SU sollten <i>immer</i> an einer Fragestellung aufgehängt werden, die einen direkten Bezug zu Problemen oder Aspekten des alltäglichen Lebens hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
il5	Damit wirklich alle Schüler ein Naturphänomen verstehen können, sind Erklärungen durch den Lehrer unerlässlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc8	Sachlich nicht angemessenes Wissen der Kinder sollte im nat. SU besser nicht vom Lehrer aufgegriffen werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vw4	Grundschul Kinder kommen mit teilweise tief in Alltagserfahrungen verankerten Vorstellungen zu Naturphänomenen in den Unterricht hinein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dk5	Die Themen im nat. SU sind für Diskussionen unter den Kindern eher ungeeignet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
oi12	Gespräche über die Deutung von Naturphänomenen sind nur sinnvoll, wenn sich der Lehrer dort ganz heraushält.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mt6	Nur wenn für die Kinder die Auseinandersetzung mit einem naturwissenschaftlichen Thema wirklich bedeutsam ist, können sie erfolgreich lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ei5	Wenn Kinder ihre eigenen Formulierungen zur Erklärung von Naturphänomenen verwenden, fällt es ihnen später schwer, die allgemeingültige Fachsprache zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
oi9	Ohne Eingreifen und Lenken des Lehrers lernen Kinder im nat. SU am besten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
il8	Durch Nachvollziehen eines vorgegebenen Lösungsweges lernen Kinder am besten, ein naturwissenschaftliches Problem zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pl7	Wenn Kinder im nat. SU Versuche durchführen, Dinge herstellen und viel ausprobieren können, ist eigentlich schon sichergestellt, dass sie die naturwissenschaftlichen Inhalte der Grundschule lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dk4	Kinder lernen naturwissenschaftliche Inhalte, indem sie sich untereinander austauschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cc2	Kinder erlernen naturwissenschaftliches Wissen nur, wenn das neue Wissen für sie überzeugender ist als das alte Wissen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ei11	Man sollte den Schülern im nat. SU ermöglichen, sich erst ihre eigenen Deutungen zu suchen, bevor der Lehrer Hilfen gibt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uw6	Es kommt darauf an, dass die Schüler selbst Erklärungen für ein Naturphänomen suchen, auch wenn diese nicht sachlich korrekt sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vw10	Die vorunterrichtlichen Erklärungen und Vorstellungen der Kinder zu einem Naturphänomen sind für das Lernen im nat. SU nicht so wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 3

Ihre Einstellungen und Interessen zum/am physikbezogenen Sachunterricht

Die Aussagen in diesem Teil beziehen sich nun speziell auf den **physikbezogenen Sachunterricht**.

Lernvoraussetzungen von Grundschulkindern im physikbezogenen Sachunterricht

Hier können Sie durch Ihr Ankreuzen zum Ausdruck bringen, wie Sie persönlich die Lernvoraussetzungen bei Grundschulkindern für physikbezogene Themen des Sachunterrichts einschätzen.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
lbg5	Ich bin überzeugt, dass Grundschul Kinder im physikbezogenen Sachunterricht bereit sind sich anzustrengen, um Ursachen von Phänomenen zu erforschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lfa4	Themen des Sachunterrichts mit physikalischen Bezügen sind für Grundschul Kinder zu abstrakt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lfs8	Schüler der Grundschule können zu physikalischen Fragestellungen eigene Erklärungen finden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lfs1	Im physikbezogenen Sachunterricht sind Grundschul Kinder in der Lage, auch ohne die Hilfe des Lehrers Experimente zu entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mgk5	Physikbezogener Sachunterricht ist in erster Linie etwas für Schüler, die ohnehin schon ein hohes Interesse für naturwissenschaftliche Inhalte mitbringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lbg6	Grundschul Kinder sind im physikbezogenen Sachunterricht nicht bereit, lange nachzudenken, um ein Phänomen zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lfs6	Grundschul Kinder können im physikbezogenen Sachunterricht selbständig Vermutungen zur Erklärung von Phänomenen überprüfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lfa2	Themen mit physikalischen Bezügen überfordern Grundschul Kinder.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mgk3	Komplexe physikbezogene Themen des Sachunterrichts können für Grundschul Kinder einfach nicht interessant gestaltet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lbg2	Grundschul Kinder haben Spaß daran, schwierigen physikbezogenen Fragen wie z.B. „Wie kommt es, dass ein Ball springt?“ nachzugehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
mgk8	Egal wie man physikbezogene Themen im Sachunterricht aufbereitet, für die meisten Kinder sind sie einfach nicht so interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ifa6	Ich bin sicher, dass alle Grundschul Kinder Lernfortschritte bei physikorientierten Themen machen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ifs3	Kinder können für physikbezogene Probleme auch ohne die Hilfe des Lehrers Lösungswege finden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mgk1	Physikbezogene Themen sind für Grundschul Kinder einfach nicht so spannend aufzubereiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lbg7	Grundschul Kinder wollen physikalischen Fragestellungen auf den Grund gehen, auch wenn es für sie anstrengend ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mgk6	Für physikbezogene Inhalte im Sachunterricht ist in der Regel nur eine kleine Gruppe von Schülern zu motivieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ihr Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts

Sicherlich hat jeder seine Lieblingsfächer und -themen, die er am liebsten unterrichtet. Wir würden daher gerne von Ihnen wissen, wie Sie zum Unterrichten von physikbezogenen Themen im Sachunterricht stehen.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
iup1	Ich habe Interesse daran, physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
iup2	Es macht mir Spaß, physikbezogene Themen des Sachunterrichts vorzubereiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
iup8	Soweit es geht, vermeide ich, physikbezogene Themen zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
iup5	Physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten, macht mir keinen Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie schätzen Sie sich ein?

Viele Lehrkräfte fühlen sich überfordert, Themen aus dem physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten. Bei den folgenden Aussagen können Sie angeben, inwieweit Sie sich persönlich zutrauen, physikbezogenen Sachunterricht planen und durchführen zu können.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
swe1	Ich fühle mich nicht kompetent genug, physikbezogene Themen im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
swe6	Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle physikbezogene Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
swe4	Ich fühle mich überfordert, Themen aus dem physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
swe11	Ich traue mir zu, physikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder physikbezogene Inhalte verstehen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zur Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule

Es gibt viele wichtige Inhalte, die im Sachunterricht der Grundschule aufgegriffen werden sollten. Die Gewichtung der verschiedenen Inhalte wird durchaus kontrovers gesehen. Uns interessiert, wie Sie persönlich die Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts einschätzen.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
pgs5	Themen mit physikalischen Bezügen sollten dem Unterricht in den weiterführenden Schulen vorbehalten bleiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pgs1	Es ist wichtig, dass Sachunterricht in der Grundschule auch Themen mit physikalischen Inhalten aufgreift.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pgs7	Es ist wichtig, dass schon Grundschul Kinder im physikbezogenen Sachunterricht lernen, wie man mit Hilfe von Experimenten Vermutungen überprüfen oder verwerfen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pgs3	Grundschul Kinder sollten sich auch mit anspruchsvollen physikbezogenen Themen auseinandersetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ziele physikbezogenen Sachunterrichts

Naturwissenschaftliche, auch physikbezogene Themen gehören in vielen Lehrplänen zum Sachunterricht zu den verpflichtenden Inhalten. Zu der Frage, welche Ziele ein solcher Sachunterricht verfolgen sollte, gibt es durchaus kontroverse Vorstellungen. Uns interessiert Ihre Meinung: **Wie ausgeprägt** sollten die folgenden Ziele im physikbezogenen Sachunterricht verfolgt werden?

		gar nicht	kaum	mittelmäßig	ziemlich	ganz besonders
Grundschul Kinder sollten sich mit physikbezogenen Themen auseinander setzen, ...						
ZSU15	damit sie lernen, dass es verschiedene Zugangsweisen und Lösungsmöglichkeiten zu ein und demselben Thema gibt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU17	damit sie auf Widersprüche in ihrem Denken aufmerksam werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU8	damit sie einen Überblick über die Themen der Physik bekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU22	damit sie lernen, im Gespräch die Argumente anderer zu erfassen und zu prüfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU13	damit sie das Formulieren und Prüfen von Ideen lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		gar nicht	kaum	mittelmäßig	ziemlich	ganz besonders
Grundschul Kinder sollten sich mit physikbezogenen Themen auseinandersetzen, ...						
ZSU4	damit sie bereits wichtige physikalische Gesetze kennen lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU14	damit sie naturwissenschaftliches Denken als das Bilden und Prüfen von Ideen kennen lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU20	damit sie das logische Denken üben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU12	damit sie schon einmal wissen, was sie in der Sekundarstufe in diesem Bereich erwartet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZSU16	damit sie lernen, dass eine Behauptung auf ihre Richtigkeit geprüft werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
zsu18	damit sie Zusammenhänge und Beziehungen herstellen lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zsu21	damit sie argumentieren, d.h. ihre Meinungen begründen lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zsu19	damit sie lernen, Schlussfolgerungen aus Beobachtungen zu ziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 4

Ihre Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein

Im Folgenden möchten wir Sie bitten, Ihre persönlichen Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein einzuschätzen.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
nos4	In den Naturwissenschaften gibt es immer nur <i>einen</i> Lösungsweg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nos1	Zur Erklärung eines Naturphänomens kann es immer nur eine richtige naturwissenschaftliche Art der Deutung geben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nos3	In Naturwissenschaften gibt es immer nur <i>eine</i> richtige Lösung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nos8	Naturwissenschaftliches Wissen ist über jeden Zweifel erhaben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nos5	Naturwissenschaftliche Gesetze sind ewige Wahrheiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 5

Fragen zu Ihrer Person

Zuletzt möchten wir Sie bitten, einige Angaben zu Ihrer Person zu machen. Selbstverständlich werden auch diese Angaben absolut anonym behandelt. Es handelt sich um wichtige Zusatzinformationen z.B. über Ihre Ausbildung, Ihre Erfahrungen im Unterrichten u.Ä. Bitte beantworten Sie auch diesen Teil vollständig.

1. Ihr Geschlecht: weiblich männlich (zfem)

2. Wie alt sind Sie? _____ (zage)

3. Ich bin Lehrer/-in seit _____ Jahren. (zbej)

4. Haben Sie eine andere (Berufs-)Ausbildung (mit oder ohne Abschluss)?

ja nein (zbea)

Wenn ja, welche? _____ (zbeaa)

5. Zu Ihrem Studium:

- Was haben Sie studiert?

Lehramt für Grundschulen: ja nein (zpri)

Ein anderes/weiteres Studium: ja nein (zast)

Wenn ja, welches? _____ (zasta)

Welches Unterrichtsfach haben Sie studiert?

_____ (zsuF)

Welche Didaktikfächer haben Sie studiert?

_____ (zssdf)

- Wo haben Sie studiert (Studienort)?

_____ (zsort)

6. Zu Ihrer **gegenwärtigen** Tätigkeit als Lehrer/-in (in diesem Schuljahr):

Unterrichten Sie zurzeit Heimat- und Sachunterricht? ja nein (zusu)

Falls ja, bitten wir um weitere Informationen:

als Klassenlehrer/-in? ja nein (zkll)

als Fachlehrer/-in? ja nein (zfal)

Ich unterrichte Heimat- und Sachunterricht in diesem Schuljahr in folgenden Klassenstufen:

nur in der 1./2. Klasse: ja nein (zsez)

nur in der 3./4. Klasse: ja nein (zsdv)

in allen vier Klassen: ja nein (zsak)

7. Wann haben Sie sich mit physikalischen Inhalten auseinander gesetzt?

In der Oberstufe hatte ich (während meiner eigenen Schulzeit) selbst Unterricht in Physik:

Grundkurs: ja nein falls ja, wie viele Schulhalbjahre? _____ (zupg ,zupgj)

Leistungskurs: ja nein falls ja, wie viele Schulhalbjahre? _____ (zupl,zuplj)

kein Unterricht: (zeup)

Sind Sie im Laufe Ihrer Ausbildung mit physikalischen Inhalten in Berührung gekommen?

		gar nicht	kaum	mittelmäßig	eher häufig	ausgiebig
zpst	Im Studium:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zpre	Im Referendariat:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zpfö	Im Rahmen der Fortbildung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Veranstaltungen mit physikalischen Inhalten habe ich im Studium gemieden. (zves)

Stimmt gar nicht stimmt wenig stimmt teils-teils stimmt ziemlich stimmt völlig

Stimmt gar nicht stimmt wenig stimmt teils-teils stimmt ziemlich stimmt völlig

Ich hatte gar nicht die Möglichkeit, physikbezogene Veranstaltungen zu wählen.

8. Welche Erfahrungen haben Sie in Ihrer Schulzeit mit verschiedenen Lernformen im naturwissenschaftlichen Unterricht (**hier nur: Physik, Chemie**) gemacht?

Neben der Lehrerausbildung können auch die Erfahrungen in der eigenen Schulzeit die Vorstellungen davon beeinflussen, wie Schule sein sollte. Daher würden wir noch gerne wissen, mit welchen Lernformen Sie im naturwissenschaftlichen Unterricht (Physik, Chemie) in Ihrer eigenen Schulzeit Erfahrungen gemacht haben.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
zefs1	Es gab oft fragend-entwickelnden Unterricht. (Der Lehrer versucht, den Schülern ein Thema zu erschließen und sie zur Mitarbeit anzuregen, indem er Fragen stellt. Die Antworten der Schüler werden kommentiert oder ggf. bewertet, bevor der Lehrer wieder eine neue Frage stellt.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs2	Die meisten Inhalte sollten wir aus den Erklärungen der Lehrer lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs4	Die Lehrer haben meistens nicht gut erklärt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs5	Wir konnten viel mitbestimmen (z.B. die Inhalte oder wie wir vorgehen wollten).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs3	Die Aufgabe der Schüler bestand oft darin, vom Lehrer Vorgegebenes (z.B. einen mathematischen Beweis) nachzuvollziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs6	Uns wurde viel Zeit eingeräumt, selbst Lösungswege für eine Aufgabe zu entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs9	Unser Unterricht bestand fast nur aus Arbeitsblättern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs7	Die meisten Lehrer interessierte nicht, wie ich auf einen Gedanken gekommen bin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs8	Wir haben oft im Unterricht verschiedene Deutungen, Lösungswege und Meinungen miteinander diskutiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs10	Das, was wir in der Schule gelernt haben, hatte oft einen direkten Bezug zum Alltag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zefs11	Wir mussten viele Merksätze oder Formeln lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Wie schätzen Sie Ihre Ausbildung an der Universität ein?

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
zzuu1	Ich habe in der Universität etwas in Physik gelernt, das ich unmittelbar für meinen Beruf als Sachunterrichts-Lehrkraft brauchen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zzuu5	Die universitäre Ausbildung konnte mich für physikalische Themen des Sachunterrichts interessieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zzuu6	Die Ausbildung an der Universität konnte mich motivieren, physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zzuu3	Ich habe in der Universität etwas über das Unterrichten (das Lehren und Lernen) im nat. SU gelernt, das ich unmittelbar für meinen Beruf als Sachunterrichts-Lehrkraft brauchen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Wie schätzen Sie Ihre Ausbildung im Referendariat ein?

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
zzu11	Ich habe im Referendariat etwas über physikbezogenen Sachunterricht gelernt, das ich unmittelbar für meinen Beruf als Sachunterrichts-Lehrkraft brauchen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zzu13	Das Referendariat konnte mich für physikalische Themen des Sachunterrichts interessieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zzu14	Das Referendariat konnte mich motivieren, physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vielen Dank für Ihre Kooperation!

A.3 Interviewleitfaden – PRAE

Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Bereich des Sachunterrichts

Interviewleitfaden zur Erfassung der Lehrerkognitionen und Abfrage der Erwartungen an die Lehrerfortbildung – PRAE

Einführende Worte

- Dank für die Bereitschaft
- Bitte um Aufzeichnung
- Zusicherung von Wahrung der Anonymität
- Überblick über den Ablauf: Rolle der Lehrkraft, Erwartungen an die Lehrerfortbildung
- Erläuterung zu den strukturierenden Visualisierungshilfen (Wortkarten zur Gliederung und ‚Absicherung‘ der Lehrkräfte)
- Bitte um Korrektur bei Zusammenfassungen durch GL

Ich möchte zu Beginn unseres Interviews einige Aspekte Ihrer Rolle als Lehrkraft und Ihrer Unterrichtsgestaltung im naturwissenschaftlichen Bereich des SU mit Ihnen genauer besprechen.

2 Rolle der Lehrkraft und Unterrichtsgestaltung

2.1 Ihre Rolle als Lehrkraft

- 2.1.1 Beginnen wir mit **Ihren Schülern und Schülerinnen**: Bitte beschreiben Sie **Ihre Klasse** im Bereich des nat. SU.
- 2.1.2 Bitte stellen Sie sich eine **Unterrichtssituation** vor, in der ein Thema des nat. SU **in optimaler Weise** bearbeitet wird. Sie könnten diese Unterrichtssituation **als heimlicher Zuschauer** beobachten. Was würden Sie sehen (bei den Kindern, bei der Lehrkraft, im Klassenzimmer)?
- 2.1.3 **Eine These**: Grundschulkindern sind dazu in der Lage, **naturwissenschaftliche Sachverhalte zu begreifen und naturwissenschaftlich zu denken**. Wie denken Sie darüber?
- 2.1.4 Bitte schildern Sie ein Beispiel aus **Ihrem nat. SU**, bei dem Ihrer Ansicht nach **der Lernprozess Ihrer Schüler/-innen besonders gut gelungen** ist. Worauf führen Sie das zurück?
- 2.1.5 Lassen Sie uns über die Planung von HSU sprechen: Stellen Sie sich vor, Sie würden in einer bis zwei Wochen **eine Unterrichtssequenz zum Thema Magnetismus** halten. Bitte schildern Sie **Ihre Vorgehensweise bei der Planung und Vorbereitung des Themas**. (Sequenzplanung, Stundenplanung, Materialrecherche, Materialsichtung, Materialauswahl, Welches Material? Versuche ausprobieren, ...).

- 2.1.6 Gibt es in Ihrem nat. SU bevorzugte **Unterrichts-, Arbeits- und Sozialformen** (Frontal, Gruppen, Stationen, Lerntheke, Freiarbeit, ...)?
- 2.1.7 Gibt es in Ihrem nat. SU bevorzugte **Schülerarbeitsweisen** (Vermutungen aufstellen, Versuchspläne entwerfen und auswerten, messen, eigenständiges Experimentieren, ...)?
- 2.1.8 Welche Rolle spielt Ihrer Ansicht das **lehrgelenkte Unterrichtsgespräch** zur Gestaltung des Lernprozesses im nat. SU?
- 2.1.9 Welche Möglichkeiten sehen Sie, das **eigenständige Denken der Kinder** im nat. SU anzuregen?
- 2.1.10 Woran erkennen Sie **Lernfortschritte der Kinder** im nat. SU? Worauf achten Sie, um Lernfortschritte festzustellen?
- 2.1.11 Bitte schildern Sie mir ein Beispiel aus Ihrem nat. SU, bei dem Sie den Eindruck hatten, dass hier **der Lernprozess der Schüler/-innen weniger oder nicht gut gelungen** war. Worauf führen Sie das zurück?
- 2.1.12 Zum Abschluss dieses Themenbereiches möchte ich über **eine konkrete Stunde aus ihrem nat. SU** mit Ihnen sprechen. Wählen Sie eine beliebige Stunde und schildern Sie kurz den **Verlauf** (Einstieg, Hinführung, Problemfrage, SS-Vermutungen, Hypothesenbildung, Erarbeitung, Sicherung, ...). Möglicherweise gibt es einen für Ihren Unterricht ‚**typischen**‘ **Verlauf einer SU-Stunde im naturwissenschaftlichen Bereich**.

2.2 Schwerpunkt Experiment

- 2.2.1 Ich bitte Sie darum, Ihre bisherigen HSU-Stunden vor Ihrem inneren Auge zu durchwandern und sich dabei auf die Suche nach einem ‚**HSU-typischen**‘ **Versuch bzw. Experiment** zu begeben. Bitte schildern Sie dieses kurz.
- 2.2.2 **Welche Rolle** spielt Ihrer Ansicht nach der Versuch/das Experiment im nat. SU?
- 2.2.3 **Wir unterscheiden** zwischen Versuchen, die die Lehrkraft durchführt (Präsentation, Inszenierung) und Versuchen, die die Schüler/-innen (eigentätige Auseinandersetzung, verschiedene Versuche zu einem Thema u.a.) durchführen. Welche Art des Experimentes setzen Sie in Ihrem Unterricht bevorzugt ein? Warum? Welche Art des Experimentes halten Sie für sinnvoller? Warum?

2.3 Schwerpunkt Schülervorstellungen

Schülerinnen und Schüler kommen nicht als unbeschriebene Blätter in den Unterricht. Sie bringen in der Regel **Vorerfahrungen und Vorwissen**, sog. **Alltagsvorstellungen oder ‚naive Theorien‘**, zu einem Unterrichtsthema mit.

- 2.3.1 Welche Rolle spielen Ihrer Ansicht nach diese **Alltagsvorstellungen** im Lernprozess der Schüler/-nnen (vgl. Nachfrage: Was verstehen Sie darunter)?

In der geplanten Lehrerfortbildung möchten wir uns exemplarisch den beiden Themen: „Spiegel“ und „Elektrizitätslehre“ widmen.

- 2.3.2 Mit welchen Alltagsvorstellungen von Grundschulkindern zum **Thema ‚Spiegel‘** rechnen Sie?
- 2.3.3 Mit welchen Alltagsvorstellungen von Grundschulkindern zum **Thema ‚Elektrizitätslehre‘** rechnen Sie?
- 2.3.4 Welche Rolle spielt die Berücksichtigung der Alltagsvorstellungen/-naiven Theorien der Schülerinnen und Schüler bei Ihrer **Unterrichtsplanung und bei der Behandlung eines Themas im Unterricht?**

Ich möchte Ihnen nun die Möglichkeit dazu geben, Ihre Vorstellungen und Erwartungen hinsichtlich der geplanten Lehrerfortbildung zu äußern.

3 Erwartungen an die Lehrerfortbildung

3.1 Lernbereich/Inhalt: Naturwissenschaftlicher Sachunterricht

- 3.1.1 Welche Erwartungen/Hoffnungen verknüpfen Sie mit dem Thema der LF: **Naturwissenschaftliches Lernen im HSU**? Können Sie Ihre diesbezüglichen Wünsche gezielt und spezifisch benennen?
- 3.1.2 Eine Lehrerfortbildung, die Ihnen das Gefühl **gibt naturwissenschaftliche Themen, speziell physikalische Themen**, kompetenter unterrichten zu können, müsste Folgendes beinhalten/ berücksichtigen: ...

3.2 Nutzung der Internetplattform

- 3.2.1 Welche Erwartungen/Hoffnungen verknüpfen Sie mit der Fortbildungsform bzw. mit der Arbeit an der Internetplattform? Haben Sie diesbezüglich bereits konkrete Erfahrungen (z. B. mit einer E-Learning-Software o.Ä.) und/oder Wünsche?
- 3.2.2 Eine Lehrerfortbildung, die mit dem Medium Internet arbeitet, sollte Folgendes berücksichtigen: ...

3.3 Persönliche Zielformulierung

- 3.3.1 Bitte formulieren Sie abschließend ein **ganz persönliches Fortbildungsziel**.

Gibt es zum Abschluss des Interviews von Ihrer Seite noch Fragen und/oder Anmerkungen?

Herzlichen Dank für Ihre Bereitschaft zu diesem Interview!

A.4 Interviewleitfaden – POST

Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Bereich des Sachunterrichts

Interviewleitfaden zur Erfassung der Lehrerkognitionen und Abfrage des Urteils über die Lehrerfortbildung – POST

1 Einführende Worte

- Dank für die Bereitschaft
- Bitte um Aufzeichnung
- Zusicherung von Wahrung der Anonymität
- Überblick über den Ablauf: Rolle der Lehrkraft, Erwartungen an die Lehrerfortbildung
- Erläuterung zu den strukturierenden Visualisierungshilfen (Wortkarten zur Gliederung und ‚Absicherung‘ der Lehrkräfte)
- Bitte um Korrektur bei Zusammenfassungen durch GL

Bereich A: Urteil über die Fortbildung

- 2 Beginnen wir mit **Ihren Eindrücken zur Fortbildung**. Wenn Sie sich heute an die Fortbildung zurückerinnern, was kommt Ihnen in den Sinn?
- 3 Bitte stellen Sie konkret Ihre **Erfahrungen** mit der **Arbeit auf der Website** dar.
 - 3.1 Gestaltung der Seiten
 - 3.2 Nutzungsschwerpunkt
 - 3.2.1 Materialbörse
 - 3.2.2 Lernplattform/Texte/Forum
 - 3.2.3 Hausaufgaben
- 4 Wie würden Sie Ihre **Arbeitsweise** in der **Lernpartnerschaft** beschreiben.
 - 4.1 Haben Sie mit Ihrem Lernpartner gearbeitet? Wie oft?
 - 4.2 Welche Arbeiten haben Sie in der Lernpartnerschaft erledigt?
 - 4.3 Welche **Lernmöglichkeiten** haben sich dadurch für Sie ergeben?
- 5 Gestaltung und Inhalte der **Präsenztage**
 - 5.1 Bitte beschreiben Sie die **Lernmöglichkeiten**, die sich an den **Fortbildungstagen** für Sie ergeben haben.
 - 5.1.1 Methoden
 - 5.1.2 Vorträge
 - 5.1.3 Experimente
 - 5.1.4 Austausch mit Kollegen

- 5.2 Was würden Sie einem Kollegen/einer Kollegin **über Ihren Lernprozess** an diesen Fortbildungstagen erzählen?
- 6 Bitte geben Sie mir zu den folgenden Fragen im Sinne eines **zusammenfassenden Resümees** ihre ganz persönliche Einschätzung.
- 6.1 Wie würden Sie Ihren **Lernzuwachs** durch diese Fortbildung beschreiben und worauf führen Sie das zurück?
- 6.1.1 Naturwissenschaftlicher Unterricht
- 6.1.2 Internetnutzung
- 6.2 Wie würden Sie ihre **subjektiv erlebte Zufriedenheit** beschreiben und woran liegt das?
- 6.3 Sind Sie Ihrem **persönlichen Fortbildungsziel** näher gekommen und woran liegt das?
- 7 **Haben Sie Hinweise zur Verbesserung dieses Fortbildungsangebotes?**
- 7.1 Website
- 7.2 Fortbildungstage

Bereich B: Subjektive Theorien

8 Schülervorstellungen

- 8.1 Welche Rolle spielen Ihrer Ansicht nach **Schülervorstellungen** im **Lernprozess der Schüler/-innen**?
- 8.2 Wie gehen Sie bei der **Planung und Gestaltung von Unterricht mit Schülervorstellungen** um?
- 8.3 Mit welchen Schülervorstellungen von Grundschulkindern zum **Thema ‚Spiegel‘** rechnen Sie?
- 8.4 Mit welchen Alltagsvorstellungen von Grundschulkindern zum **Thema ‚Elektrizitätslehre‘** rechnen Sie?
- 8.5 Vor der Fortbildung haben viele Kolleginnen angegeben, Schülervorstellungen **am Anfang einer Sequenz oder zu Beginn einer Einheit** zu aktivieren. Wie stehen Sie dazu?

9 Unterrichtsgestaltung und der Einsatz von Versuchen

- 9.1 Welche Rolle spielen Ihrer Ansicht nach die folgenden Aspekte der **Unterrichtsgestaltung** für den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler?
- 9.1.1 Unterrichtsgespräch
- 9.1.2 Gruppenarbeit
- 9.1.3 Typischer Ablauf
- 9.2 Welche Rolle spielen Ihrer Ansicht nach **Versuche** im **Lernprozess der Schüler/-innen**?

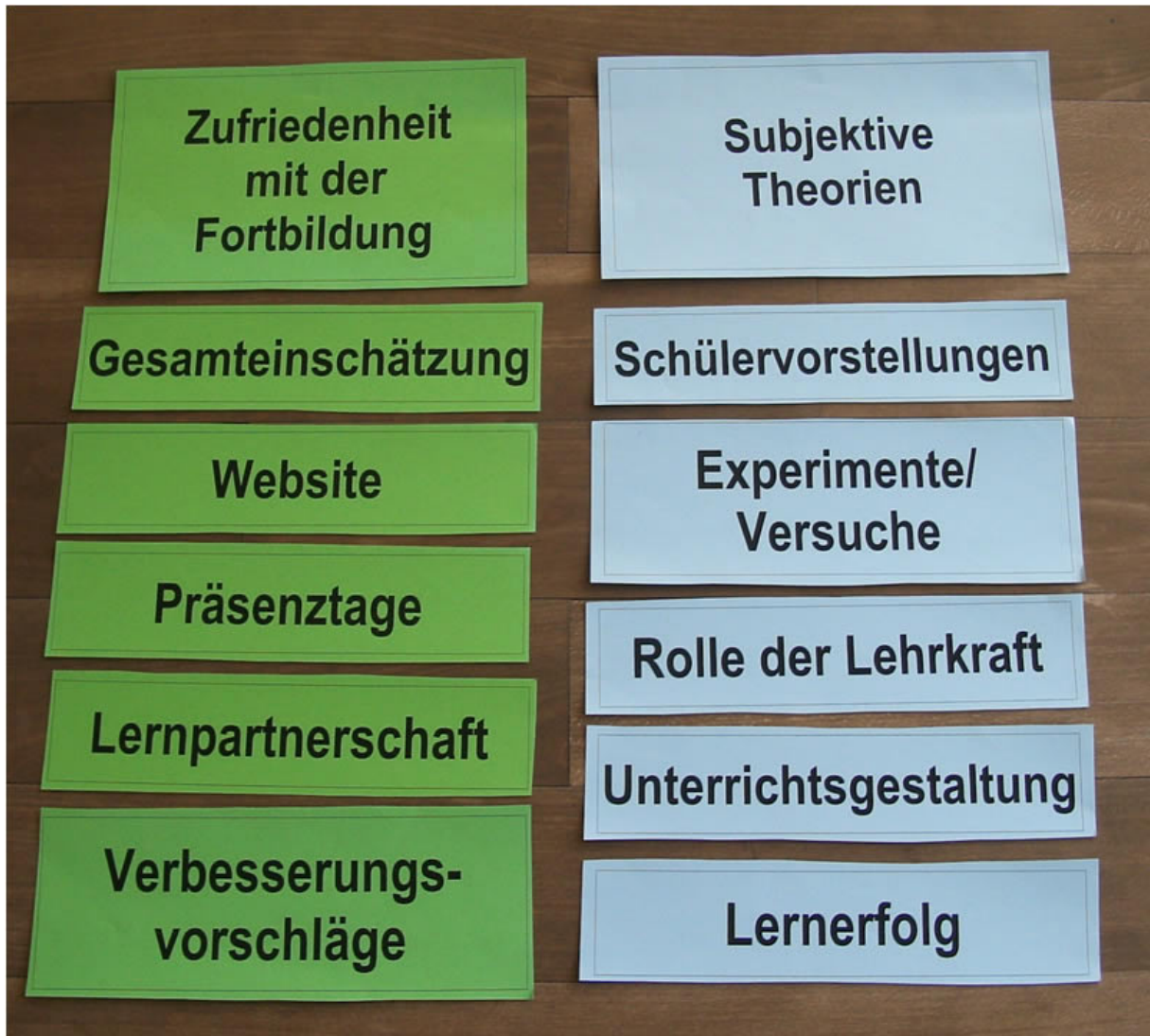
10 Welche Rolle spielt Ihrer Ansicht nach **die Lehrkraft** für den **Lernprozess der Schüler/-innen** im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht?

Herzlichen Dank für Ihre Zeit und Ihre Bereitschaft!

Zusatz:

Sollte die befragte Kollegin auf Video aufgezeichnet worden sein und im Rahmen eines Stimulated Recall Interviews befragt worden sein, erfolgt noch ein Gespräch über ihre Einschätzung zum persönlich erlebten didaktischen Nutzen dieser Maßnahme.

A.5 Foto der Wortkarten zur Strukturierung und Visualisierung der Interviewbereiche – Interview POST



Anhang B – Ergebnisse/Übersichten

B.1 Zusammenfassung/Eindrücke aus dem Lehrerinterview – Beispiel/Prae: Lehrkraft 19

Geschlechtsspezifische Unterschiede	<ul style="list-style-type: none"> - Jungen haben höheres Interesse an naturwissenschaftlichen Themen (42ff.), wollen ‚ihr eigenes Denken zeigen‘ (53) - Mädchen eher zurückhaltend, weniger eigene Ideen (57f)
Lehren und Lernen im nat. Sachunterricht	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Bedeutung metakognitiver Strategien für naturwissenschaftliches Lernen (450ff.) Zitat 471 - Förderung von Lernprozessen durch Strukturierungshilfen 548f. - Durch Orientierung am Interesse der Schülerinnen und Schüler (510) - Zuerst ausprobieren, dann darüber sprechen (738f.) - Schülerinnen und Schüler sollten nicht auf ein von der Lehrkraft erwartete Ergebnis hin arbeiten (927ff.) Zitat - Schülerinnen und Schüler haben grundsätzlich Interesse, wollen etwas wissen (1086ff., 1123ff.) Zitat - Schülerinnen und Schüler sollen selber recherchieren (1538) - Lernen als Transferleistung (1904f.) - Lernen als Prozess (1968f.) - Lernprozess erfordert Zeit (1995f.), 2010f.) Zitat - Kinder wollen ‚sich einbringen‘ (2650) - Eltern sind bedeutsam im Lernprozess in HSU (2834)
Zielorientierung – Was soll nat. Sachunterricht ?	<ul style="list-style-type: none"> - Wenn man nat. arbeitet, dann sollte man nicht so schnell zufrieden sein (900ff)
Rolle als Lehrer	<ul style="list-style-type: none"> - Je nach Schüler: für einige stärkere Führung notwendig, für andere stärkere Zurückhaltung von Seiten der Lehrkraft notwendig (67ff.) Zitat - Lehrkraft äußert Unsicherheit darüber, wie groß das Ausmaß an Lenkung und Struktur sein soll, sowohl bei der Planung als auch bei den Versuchen (695f.) Zitat - Sich mit Wertungen zurückhalten (840f.) - Betrachter von außen (851f.) - Modell für Interesse (957f.) - Modell für ‚Tüfteln‘ (954) - Modell für ‚Denken‘ (969ff.) - Als Junglehrer tendiert Lehrkraft eher zum lehrerzentrierten Unterricht (1037ff.), Wunsch besteht, es mehr den Schülerinnen und Schüler zu überlassen. Zitat

Ideale U-Situation	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgang von einer Alltagssituation, die die Kinder beschäftigt (652f.) - Kinder assoziieren frei (664f.) - Lehrkraft orientiert sich bei der Planung der Sequenz an den von den Kindern geäußerten Interessen (668 f.) - Schülerinnen und Schüler äußern Vermutungen (690f.) - Kinder probieren gleich aus (691f.) - Kinder arbeiten selbständig mit dem zur Verfügung gestellten Material (706f.). Lehrkraft äußert Bedenken Schülerinnen und Schüler seien davon überfordert (713) - Begründung für die Bedeutung des eigenen Ausprobierens: Lehrkraft äußert die hohe Bedeutung des eigenen Ausprobierens für den eigenen Lernprozess (722) Zitat - Freies Experimentieren ohne ‚großen‘ Einfluss von seiten der Lehrkraft (749f.)
Reale, eigene U-Situation	<ul style="list-style-type: none"> - Differenzierung: Verbindliche Arbeitsaufträge für alle, zusätzlich freiwillige AA (1163f.)
Bedeutung des lehrergelenkten Unterrichtsgesprächs	<ul style="list-style-type: none"> - Nach den Versuchen: Sammlung, Präsentation von U-Ergebnissen (1201) - Erfahrungen, Vorstellungen sammeln (1210) - Ergebnisse sichern (1228) - Ergebnisse verallgemeinern, Merksätze formulieren (1237) - Metaebene kommunizieren – Sozialverhalten, Arbeitsverhalten (1252ff.) - Sammeln, strukturieren, begründen (1266-1289) - Ergebnisse auf verschiedenen Ebenen – methodisch, inhaltlich, persönlich reflektieren (1301ff.)
‚Typisches‘ Ablaufmuster für nat. SU	<ul style="list-style-type: none"> - Fragen stellen, Vermutungen äußern, Versuche machen, Beobachtungen, Verbalisierung, Lösungsvarianten diskutieren, Ergebnissicherung (1727ff., 1808f.) - Prinzipiell gut, aber manchmal zu ‚starr‘ (1753ff.) Zitat
Bevorzugte Sozialformen	<ul style="list-style-type: none"> - GA (1324) - Leistungshomogene Gruppen (1336) - Zur Stärkung des Selbstertrauens (1347), - Wegen eines Austausches auf ‚ähnlichen Denkebenen‘ (1388) - Gezieltere Unterstützung von Seiten der Lehrkraft (1438) - PA (1452) für Vermutungen, Ergebnissicherung, weil eine ‚sachbezogenerer‘ Kommunikation möglich ist. (1466)
Bedeutung der GA	<ul style="list-style-type: none"> - Problem der GA: gute Schüler dominieren die schwachen Schülerinnen und Schüler; schwache Schülerinnen und Schüler verhalten sich als ‚Mitläufer‘ (765f.) - Sich austauschen (1486), um nicht aufzugeben, Motivation durch Gruppenzugehörigkeit (1492)

Bevorzugte Unterrichtsformen	<ul style="list-style-type: none"> - Offene U-formen (1008) - Projektorientiertes Arbeiten (1013)
Arbeitsweisen	<ul style="list-style-type: none"> - Assoziieren, beobachten, vermuten (1832ff.) - Soziale Aspekte: zuhören, diskutieren (1841ff.) - Arbeitstechniken, wie z.B. angemessen mit Material umzugehen (1872)
Experiment/Versuch	<ul style="list-style-type: none"> - Oft Chaos (318f.) - Kinder brauchen erst Arbeitstechniken (361f.) - Lehrkraft unterscheidet zwischen Versuch und Experiment (2029) - ‚Brennt das Lämpchen‘ (2058) - Lehrerversuche, wenn die Disziplin in der Klasse nicht gewährleistet ist (2217) - LV bei drohender Gefahr (2222) - LV zur Einführung von Arbeitstechniken (2227) - Schülervorstellungen zur Erhaltung von Initiative (2250)
Bedeutung des Experiments/ Versuches	<ul style="list-style-type: none"> - Als Veranschaulichung (2094) - Versuch als Möglichkeit, eigenständiges Denken zu fördern (2049) - Versuche zur Motivationsförderung (2156, 2174) - Versuche ermöglichen eigenständiges und materialgelenktes Arbeiten (2187, 2191) - Zu wenig Versuche auf Grund mangelnder fachlicher Kompetenz der Lehrkraft (2274f.) - Mangelndes Interesse (2287) - Zu viel Aufwand (2293) - Zu wenig Material, schlechte Ausstattung (2304) - Disziplinprobleme (2341) - Lehrkraft wird Hindernisse überwinden, aber manchmal sind es einfach zu viele (2321) Zitat
Schülervorstellungen	<ul style="list-style-type: none"> - Vorwissen ist ablesbar an Vermutungen (481f.) - Schülervorstellungen sind wesentlich (2384f.) - Schülerinnen und Schüler dort abholen, wo sie sind‘ - Schülervorstellungen sind auch falsch, naiv (2390) - Bedeutung der Metakognition, bewusst machen, was man dachte, um zu sehen, was gelernt wurde (2394) - Schülervorstellungen als Vorwissen (2434) - Bei schwachen Kindern eher Erfahrungen (2480) - Bei starken Kindern eher Wissen und Theorien
Umgang mit Schülervorstellungen	<ul style="list-style-type: none"> - Erst mal anhören (2388) - Problem: Heterogenität (2457) - Spielt eine große Rolle (2591) - Lehrkraft soll wissen, wo die Schülerinnen und Schüler stehen‘ um darauf eingehen zu können (2674)

Schülervorstellungen Spiegel	<ul style="list-style-type: none"> - ‚man spiegelt sich‘, bei zwei Spiegeln kann man sich unendlich sehen, Betonung auf Erfahrungsbezug (2511ff.) - Einige Kinder bringen reflektierte Erfahrungen mit (‚man sieht sich spiegelverkehrt‘, aus etwas Halbem etwas Ganzes machen‘ 2522f.) - Schülerinnen und Schüler bringen kaum Theorien, weil Spiegel ein Alltagsgegenstand ist (2545)
Schülervorstellungen Elektrizitätslehre	<ul style="list-style-type: none"> - Schülerinnen und Schüler bringen weniger Erfahrungen, mehr Theorien (2553) - ‚Schon mal gehört‘: Kreislauf, Plus-Minus (2562ff.)
Probleme im naturwissenschaftlich. SU	
Für die Kinder	<ul style="list-style-type: none"> - Zu wenig Zeit (1017, 1984ff.) - Schülerinnen und Schüler sind daran gewöhnt ‚etwas vorgesetzt zu bekommen‘, ‚man‘ muss sie ‚wieder‘ daran gewöhnen, sich mit etwas zu beschäftigen (1108) Zitat
Für die LK	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Heterogenität der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich Leistungsfähigkeit (79ff.) - Hoher Arbeits- und Materialaufwand (223) - Unwissen, gerade in Physik (231) - ‚Gute‘ Schüler dominieren die anderen Kinder (758f.) - Zu wenig Zeit (1017ff.) Zitat
Verbalisierungsfähigkeit der Kinder	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Bedeutung der Verbalisierungsfähigkeit für die Anbahnung von Denkprozessen (577f.) - Konstruktion von Wissen als verbaler Prozess (596ff.) Zitat - Lernprozess wird ablesbar daran, dass die Schülerinnen und Schüler verbalisieren können (1893f.) - Lernprozess, i.S. von Veränderung im Denken ist erst feststellbar wenn genügend Zeit vorhanden ist (1984f.)
Unterrichtsvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Materialsichtung (1504) - Kollegen fragen (1506) - Fachliche Fragen klären (1526)
Erwartungen an die Lehrerfortbildung/Motivation zur Teilnahme	<ul style="list-style-type: none"> - Hinweise auf eine variative methodische U-Gestaltung (2740) – Methoden zur Unterrichtsgestaltung (2762) - Erfahrungsaustausch mit Kolleg/-innen (2772)
Thema	<ul style="list-style-type: none"> - Versuchsideen (2800) - Selbstsicherheit (2849) - Ideen und Material für Differenzierung und freie Arbeitsformen (2948ff.)
Medium	<ul style="list-style-type: none"> - Genug Erfahrung mit Internetnutzung (3020ff.)
Persönliches Fortbildungsziel	<ul style="list-style-type: none"> - Wieder neugieriger, aufmerksamer und bewusster mit physikalischen Inhalten werden, Fragen stellen, darüber nachdenken, Spaß daran haben (3188ff.)

B.2 Zusammenfassende Skalen- und Ergebnisübersicht: Fragebogen PRAE-POST

Skala		PRAE			POST		
		Alpha	MW	SD	Alpha	MW	SD
Bereich FB 1: Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik							
1 fai	Interesse am Schulfach Physik (retrospektiv bezogen auf die eigene Schulzeit) (4 Items)	.95	1.76	1.29			
2 sai	Aktuelles Interesse an Gegenständen und Themen der Physik (4 Items)	.71	2.98	.58	.79	3.13	.55
3 fsk	Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. Physik (4 Items)	.80	2.32	.65	.91	2.32	.84
4 sbp	Eingeschätzte Bedeutung von Physik (persönlich) (5 Items)	.91	3.03	.83	.72	3.04	.54
Bereich FB 2: Sichtweise über Naturwissenschaften							
5 nos	Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein; Hier: ‚konstruktivistisches Naturwissenschaftsverständnis‘ (5 Items)	.78	2.88	.81	.77	3.07	.74
Bereich FB 3: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht							
6 iup	Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)	.71	3.35	.51	.78	3.48	.50
7 swe	Selbsteinschätzung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte (4 Items)	.88	2.73	.71	.62	3.10	.50
8 pgs	Eingeschätzte Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule (4 Items)	.52	3.50	.42	.82	3.67	.41
9 zsu	Ziele physikbezogenen Sachunterrichts (9 Items)	.82	3.25	.47	.84	3.11	.48

10 lbg	Lernbereitschaft von Grundschulkindern im Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)	.78	3.18	.54	.72	3.03	.57
11 lfa	Allgemeine Lernfähigkeit von Grundschulkindern im physikbezogenen Sachunterricht (3 Items)	.46	3.40	.49	.86	3.60	.55
12 lfs	Fähigkeit von Grundschulkindern, im physikbezogenen Sachunterricht selbstgesteuert zu lernen (4 Items)	.38	2.68	.51	.37	2.71	.42
13 mgk	Möglichkeit, physikbezogenen Sachunterricht für Grundschulkindern motivierend zu gestalten (4 Items)	.70	3.38	.48	.67	3.36	.52
Bereich FB 4: Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht							
14 mt	Motivation als notwendige Voraussetzung für Lernen (4 Items)	.53	2.91	.58	.78	3.02	.64
15 ei/uw	Eigene Ideen entwickeln und dabei Umwege zulassen (9 Items)	.39	2.86	.34	.72	2.71	.44
16 cc	‚Conceptual Change‘ (6 Items)	.71	2.69	.66	.84	3.20	.60
17 vw/cc	‚Schülervorstellungen‘ (7 Items)	.56	2.55	.54	.87	2.92	.72
18 aw	‚Situierendes Lernen‘ (5 Items)	.73	3.25	.54	.56	2.88	.46
19 dk	Ideen diskutieren (4 Items)	.67	3.15	.61	.82	3.01	.64
20 il/fv	stark instruktives Lehr-/Lernverständnis (7 Items)	.73	1.68	.62	.80	1.65	.62
21 pl	Praktizistisches Lehr-/Lernverständnis (5 Items)	.22	2.06	.43	.48	2.12	.53
22 ol	Extrem offenes Lehr-/Lernverständnis (5 Items)	.64	1.49	.57	.62	1.50	.47

B.3 Ausführliche Übersicht über die Skalen, Items und Skalenkennwerte des Fragebogens

M: Mittelwert (graue Schattierung bedeutet: Sehr leichtes Item ($MW \geq 3.25$))
 SD: Standardabweichung bezogen auf die Gesamtskala bedeutet Standardabweichung der Skalenmittelwerte
 r_{it} : Korrigierte Item-Skala-Korrelation (rote Schattierung bedeutet: schlechte Trennschärfe)
 Hinweis: (xxx) unterlegte Kürzel zeigen an, dass die Variable umkodiert wurde.

Bereich FB 1: Interessen und Selbsteinschätzung bezüglich Physik

Skala 1 – PRAE (fai): Interesse am Schulfach Physik (retrospektiv bezogen auf die eigene Schulzeit) (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .95	M: 1.76 SD: 1.29		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(fai1)	Physikunterricht in der Schule hat mir Spaß gemacht.	1.65	1.13	.91
(fai3)	Ich habe mich meistens auf die nächste Physikstunde gefreut.	1.65	1.30	.87
(fai7)	Die Beschäftigung mit dem Schulfach Physik gehörte nicht gerade zu meinen Lieblingstätigkeiten.	1.50	1.53	.89
(fai11)	Vor dem Fach Physik hätte ich mich am liebsten gedrückt.	2.25	1.48	.92

**Skala 2 – PRAE (sai): Aktuelles Interesse an Gegenständen und Themen der Physik
(4 Items)**

N = 20	Cronbach's Alpha: .71	M: 2.98 SD: .58		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(sai2)	Mich mit physikalischen Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	2.65	.81	.58
(sai7)	Für die Beschäftigung mit physikalischen Dingen bin ich auch bereit, meine Freizeit zu verwenden.	2.10	.91	.54
(sai9)	Physikalische Inhalte sind schrecklich langweilig.	3.40	.88	.36
(sai10)	Mich mit Physik zu beschäftigen, ist das Schrecklichste, was es gibt.	3.80	.52	.64

**Skala 2 – POST (posai): Aktuelles Interesse an Gegenständen und Themen der Physik
(4 Items)**

N = 20	Cronbach's Alpha: .79	M: 3.13 SD: .55		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(posai2)	Mich mit physikalischen Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	2.95	.75	.77
(posai7)	Für die Beschäftigung mit physikalischen Dingen bin ich auch bereit, meine Freizeit zu verwenden.	2.25	.91	.57
(posai9)	Physikalische Inhalte sind schrecklich langweilig.	3.60	.50	.65
(posai10)	Mich mit Physik zu beschäftigen, ist das Schrecklichste, was es gibt.	3.75	.55	.56

Skala 3 – PRAE (fsk): Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. Physik (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .80	M: 2.32 SD: .65		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(fsk1)	Ich bin gut in Physik.	1.70	.65	.66
(fsk2)	Es fällt mir leicht, neue Inhalte im Fach Physik zu verstehen.	2.15	.74	.67
(fsk4)	Physik ist viel zu schwierig für mich.	3.20	.69	.58
(fsk5)	Mir fehlen einfach die Grundlagen, um mich mit physikalischen Themen auseinander zu setzen.	2.25	1.11	.67

Skala 3 – POST (pofsk): Fähigkeitsselbstkonzept bzgl. Physik (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .91	M: 2.32 SD: .84		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(pofsk1)	Ich bin gut in Physik.	1.85	.87	.89
(pofsk2)	Es fällt mir leicht, neue Inhalte im Fach Physik zu verstehen.	2.25	.85	.80
(pofsk4)	Physik ist viel zu schwierig für mich.	2,90	.96	.80
(pofsk5)	Mir fehlen einfach die Grundlagen, um mich mit physikalischen Themen auseinander zu setzen.	2,30	1.08	.76

Skala 4 – PRAE (spb): Eingeschätzte Bedeutung von Physik (persönlich) (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .91	M: 3.03 SD: .83		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(spb1)	Für mich ist Physik etwas, das man nur in Schule, Universität oder Forschungslabors findet.	3.45	.99	.85
(spb2)	Ich würde gar nicht auf die Idee kommen, Physik und Alltag in Verbindung zu bringen.	3.45	.99	.83
(spb4)	Ich kenne zahlreiche praktische Anwendungen der Physik in meinem Alltag.	2.45	1.05	.80
(spb5)	Physik hilft mir, Phänomene des Alltags zu verstehen.	3,15	.87	.70
(spb8)	Was ich in Physik gelernt habe, kann ich auch in anderen Lebensbereichen gebrauchen.	2,65	.93	.68

Skala 4 – POST (pospb): Eingeschätzte Bedeutung von Physik (persönlich) (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .72	M: 3.04 SD: .54		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(posbp1)	Für mich ist Physik etwas, das man nur in Schule, Universität oder Forschungslabors findet.	3.60	.68	.27
(posbp2)	Ich würde gar nicht auf die Idee kommen, Physik und Alltag in Verbindung zu bringen.	3.65	.48	.43
(posbp4)	Ich kenne zahlreiche praktische Anwendungen der Physik in meinem Alltag.	2.55	1.05	.65
(posbp5)	Physik hilft mir, Phänomene des Alltags zu verstehen.	2.95	.68	.47
(posbp8)	Was ich in Physik gelernt habe, kann ich auch in anderen Lebensbereichen gebrauchen.	2,45	.88	.68

Bereich FB 2: Sichtweisen über Naturwissenschaften

Skala 5 – PRAE (nos): Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein; Hier: ‚konstruktivistisches Naturwissenschaftsverständnis‘ (5 Items)

N = 19	Cronbach's Alpha: .78	M: 2.88 SD: .81		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(nos1)	Zur Erklärung eines Naturphänomens kann es immer nur eine richtige naturwissenschaftliche Art der Deutung geben.	2.58	1.30	.35
(nos3)	In Naturwissenschaften gibt es immer nur <i>eine</i> richtige Lösung.	2.74	1.24	.75
(nos4)	In den Naturwissenschaften gibt es immer nur <i>einen</i> Lösungsweg.	3.47	.69	.70
(nos5)	Naturwissenschaftliche Gesetze sind ewige Wahrheiten.	2.68	1.25	.48
(nos8)	Naturwissenschaftliches Wissen ist über jeden Zweifel erhaben.	2.95	.911	.73

Skala 5 – POST (ponos): Sichtweisen über Naturwissenschaften allgemein; Hier: ‚konstruktivistisches Naturwissenschaftsverständnis‘ (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .77	M: 3.07 SD: .74		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(ponos1)	Zur Erklärung eines Naturphänomens kann es immer nur eine richtige naturwissenschaftliche Art der Deutung geben.	2.85	1.22	.71
(ponos3)	In Naturwissenschaften gibt es immer nur <i>eine</i> richtige Lösung.	2.80	1.00	.78
(ponos4)	In den Naturwissenschaften gibt es immer nur <i>einen</i> Lösungsweg.	3.15	.87	.65
(ponos5)	Naturwissenschaftliche Gesetze sind ewige Wahrheiten.	3.25	1.01	.30
(ponos8)	Naturwissenschaftliches Wissen ist über jeden Zweifel erhaben.	3.30	.97	.34

Bereich FB 3: Einstellungen und Vorstellungen zu/über physikbezogenen Sachunterricht und zu den Lernvoraussetzungen von Grundschulkindern

Skala 6 – PRAE (iup): Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .71	M: 3.35 SD: .51		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(iup1)	Ich habe Interesse daran, physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten.	3.15	.74	.55
(iup2)	Es macht mir Spaß/Es wird mir Spaß machen, physikbezogene Themen des Sachunterrichts vorzubereiten.	3.00	.64	.67
(iup5)	Physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten, macht mir keinen Spaß/wird mir keinen Spaß machen.	3.75	.55	.51
(iup8)	Soweit es geht, werde ich vermeiden bzw. vermeide ich, physikbezogene Themen zu unterrichten.	3.50	.82	.35

Skala 6 – POST (poiup): Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .78	M: 3.48 SD: .50		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(poiup1)	Ich habe Interesse daran, physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten.	3.50	.68	.70
(poiup2)	Es macht mir Spaß/Es wird mir Spaß machen, physikbezogene Themen des Sachunterrichts vorzubereiten.	3.05	.68	.48
(poiup5)	Physikbezogenen Sachunterricht zu unterrichten, macht mir keinen Spaß/wird mir keinen Spaß machen.	3.85	.48	.52
(poiup8)	Soweit es geht, werde ich vermeiden bzw. vermeide ich, physikbezogene Themen zu unterrichten.	3.55	.68	.71

Skala 7 – PRAE (swe): Selbsteinschätzung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .88	M: 2.73 SD: .71		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(swe1)	Ich fühle mich nicht kompetent genug, physikbezogene Themen im Sachunterricht zu behandeln.	2.50	1.00	.77
(swe4)	Ich fühle mich überfordert, Themen des physikbezogenen Sachunterrichts zu unterrichten.	3.10	.78	.80
(swe6)	Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle physikbezogene Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	2.40	.82	.82
(swe11)	Ich traue mir zu, physikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder physikalische Phänomene verstehen können.	2.95	.68	.64

Skala 7 – POST (poswe): Selbsteinschätzung in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Inhalte (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .62	M: 3.10 SD: .50		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(poswe1)	Ich fühle mich nicht kompetent genug, physikbezogene Themen im Sachunterricht zu behandeln.	2.65	.87	.32
(poswe4)	Ich fühle mich überfordert, Themen des physikbezogenen Sachunterrichts zu unterrichten.	3.45	.60	.32
(poswe6)	Ich weiß, dass ich es schaffe, anspruchsvolle physikbezogene Themen für meinen Sachunterricht aufzubereiten.	2.95	.75	.65
(poswe11)	Ich traue mir zu, physikbezogenen Sachunterricht zu machen, in dem die Kinder physikalische Phänomene verstehen können.	3.35	.67	.36

Skala 8 – PRAE (pgs): Eingeschätzte Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .52	M: 3.50 SD: .42		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(pgs1)	Es ist wichtig, dass Sachunterricht in der Grundschule auch Themen mit physikalischen Inhalten aufgreift.	3.75	.44	.62
(pgs3)	Grundschul Kinder sollten sich auch mit anspruchsvollen Themen aus dem physikalischen Bereich auseinander setzen.	2.70	1.08	.21
(pgs5)	Themen mit physikalischen Bezügen sollten dem Unterricht in den weiterführenden Schulen vorbehalten bleiben.	3.75	.44	.62
(pgs7)	Es ist wichtig, dass schon Grundschul Kinder lernen, wie man mit Hilfe von Experimenten Vermutungen überprüfen oder verwerfen kann.	3.80	.41	.14

Skala 8 – POST (popgs): Eingeschätzte Bedeutung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .82	M: 3.67 SD: .41		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(popgs1)	Es ist wichtig, dass Sachunterricht in der Grundschule auch Themen mit physikalischen Inhalten aufgreift.	3.90	.30	.66
(popgs3)	Grundschul Kinder sollten sich auch mit anspruchsvollen Themen aus dem physikalischen Bereich auseinander setzen.	3.35	.67	.65
(popgs5)	Themen mit physikalischen Bezügen sollten dem Unterricht in den weiterführenden Schulen vorbehalten bleiben.	3.80	.52	.69
(popgs7)	Es ist wichtig, dass schon Grundschul Kinder lernen, wie man mit Hilfe von Experimenten Vermutungen überprüfen oder verwerfen kann.	3.65	.48	.70

Skala 9 – PRAE (zsu): Ziele physikbezogenen Sachunterrichts (9 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .82	M: 3.25 SD: .47		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(zsu13)	damit sie das Formulieren und Prüfen von Ideen lernen.	3.45	.71	.71
(zsu14)	damit sie naturwissenschaftliches Denken als das Bilden und Prüfen von Ideen kennen lernen.	3.10	.85	.57
(zsu15)	damit sie lernen, dass es verschiedene Zugangsweisen und Lösungsmöglichkeiten zu ein und demselben Thema gibt.	3.15	.77	.47
(zsu16)	damit sie lernen, dass eine Behauptung auf ihre Richtigkeit geprüft werden kann.	3.40	.72	.70
(zsu18)	damit sie Zusammenhänge und Beziehungen herstellen lernen.	3.45	.65	.69
(zsu19)	damit sie lernen, Schlussfolgerungen aus Beobachtungen zu ziehen.	3.45	.64	.73
(zsu20)	damit sie das logische Denken üben.	3.15	.82	.56
(zsu21)	damit sie argumentieren, d.h. ihre Meinungen begründen lernen.	3.25	.73	.77
(zsu22)	damit sie lernen, im Gespräch die Argumente anderer zu erfassen und zu prüfen.	2.90	.78	.65

Skala 9 – POST (pozs): Ziele physikbezogenen Sachunterrichts (9 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .84	M: 3.11 SD: .48		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(pozs13)	damit sie das Formulieren und Prüfen von Ideen lernen.	3.30	.65	.75
(pozs14)	damit sie naturwissenschaftliches Denken als das Bilden und Prüfen von Ideen kennen lernen.	3.00	.64	.35
(pozs15)	damit sie lernen, dass es verschiedene Zugangsweisen und Lösungsmöglichkeiten zu ein und demselben Thema gibt.	2.90	.71	.50
(pozs16)	damit sie lernen, dass eine Behauptung auf ihre Richtigkeit geprüft werden kann.	3.25	.71	.47
(pozs18)	damit sie Zusammenhänge und Beziehungen herstellen lernen.	3.35	.58	.58
(pozs19)	damit sie lernen, Schlussfolgerungen aus Beobachtungen zu ziehen.	3.50	.51	.38
(pozs20)	damit sie das logische Denken üben.	2.70	.86	.38
(pozs21)	damit sie argumentieren, d.h. ihre Meinungen begründen lernen.	3.10	.91	.81
(pozs22)	damit sie lernen, im Gespräch die Argumente anderer zu erfassen und zu prüfen.	2.95	.88	.76

Skala 10 – PRAE (lbg): Lernbereitschaft von Grundschulkindern im Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .78	M: 3.18 SD: . 54		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(lbg2)	Grundschul Kinder haben Spaß daran, schwierigen physikbezogenen Fragen wie z.B. „Wie kommt es, dass ein Ball springt?“ nachzugehen.	3.40	.59	.54
(lbg5)	Ich bin überzeugt, dass Grundschul Kinder bereit sind, sich im Unterricht anzustrengen, um Ursachen von Naturphänomenen zu erforschen.	3.45	.60	.66
(lbg6)	Grundschul Kinder sind nicht bereit, lange nachzudenken, um ein naturwissenschaftliches Phänomen zu verstehen.	2.75	.91	.46
(lbg7)	Grundschul Kinder wollen physikbezogenen Phänomenen auf den Grund gehen, auch wenn es für sie anstrengend ist.	3.15	.67	.77

Skala 10 – POST (polbg): Lernbereitschaft von Grundschulkindern im Bereich des physikbezogenen Sachunterrichts (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .72	M: 3.03 SD: . 57		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(polbg2)	Grundschul Kinder haben Spaß daran, schwierigen physikbezogenen Fragen wie z.B. „Wie kommt es, dass ein Ball springt?“ nachzugehen.	3.20	.83	.30
(polbg5)	Ich bin überzeugt, dass Grundschul Kinder bereit sind, sich im Unterricht anzustrengen, um Ursachen von Naturphänomenen zu erforschen.	3.35	.74	.56
(polbg6)	Grundschul Kinder sind nicht bereit, lange nachzudenken, um ein naturwissenschaftliches Phänomen zu verstehen.	2.90	.85	.55
(polbg7)	Grundschul Kinder wollen physikbezogenen Phänomenen auf den Grund gehen, auch wenn es für sie anstrengend ist.	2.70	.65	.70

Skala 11 – PRAE (Ifa): Allgemeine Lernfähigkeit von Grundschulkindern im physikbezogenen Sachunterricht (3 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .46	M: 3.41 SD: .46		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(Ifa2)	Themen mit physikalischen Bezügen überfordern Grundschul Kinder.	3.35	.74	.34
(Ifa4)	Themen des Sachunterrichts mit physikalischen Bezügen sind für Grundschul Kinder zu abstrakt.	3.20	.76	.44
(Ifa6)	Ich bin sicher, dass alle Grundschul Kinder Lernfortschritte bei physikorientierten Themen machen können.	3.70	.47	.11

Skala 11 – POST (polfa): Allgemeine Lernfähigkeit von Grundschulkindern im physikbezogenen Sachunterricht (3 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .86	M: 3.63 SD: .55		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(polfa2)	Themen mit physikalischen Bezügen überfordern Grundschul Kinder.	3.70	.57	.70
(polfa4)	Themen des Sachunterrichts mit physikalischen Bezügen sind für Grundschul Kinder zu abstrakt.	3.60	.68	.74
(polfa6)	Ich bin sicher, dass alle Grundschul Kinder Lernfortschritte bei physikorientierten Themen machen können.	3.60	.59	.81

Skala 12 – PRAE (lfs): Fähigkeit von Grundschulkindern, im physikbezogenen Sachunterricht selbstgesteuert zu lernen (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .38	M: 2.68 SD: .51		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(lfs1)	Grundschulkindern sind in der Lage, auch ohne die Hilfe des Lehrers Experimente zu entwickeln.	2.40	.82	.36
(lfs3)	Kinder können für physikbezogene Probleme auch ohne die Hilfe des Lehrers Lösungswege finden.	2.50	.76	.40
(lfs6)	Grundschulkindern können selbständig Vermutungen zur Erklärung von physikalischen Phänomenen überprüfen.	2.95	.88	.02
(lfs8)	Schüler der Grundschule können zu physikalischen Phänomenen eigene Erklärungen finden.	2.90	.96	.11

Skala 12 – POST (polfs): Fähigkeit von Grundschulkindern, im physikbezogenen Sachunterricht selbstgesteuert zu lernen (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .37	M: 2.71 SD: .42		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(polfs1)	Grundschulkindern sind in der Lage, auch ohne die Hilfe des Lehrers Experimente zu entwickeln.	2.20	.52	.30
(polfs3)	Kinder können für physikbezogene Probleme auch ohne die Hilfe des Lehrers Lösungswege finden.	2.40	.88	.38
(polfs6)	Grundschulkindern können selbständig Vermutungen zur Erklärung von physikalischen Phänomenen überprüfen.	2.85	.74	-.04
(polfs8)	Schüler der Grundschule können zu physikalischen Phänomenen eigene Erklärungen finden.	3.40	.68	.24

Skala 13 – PRAE (mgk): Möglichkeit, physikbezogenen Sachunterricht für Grundschul Kinder motivierend zu gestalten (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .70	M: 3.38 SD: .48		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(mgk1)	Physikbezogene Themen sind für Grundschul Kinder einfach nicht so spannend aufzubereiten.	3.85	.36	.24
(mgk5)	Physikbezogener Sachunterricht ist in erster Linie etwas für Schüler, die ohnehin schon ein hohes Interesse für naturwissenschaftliche Inhalte mitbringen.	3.05	.88	.51
(mgk6)	Für physikbezogene Inhalte im Sachunterricht ist in der Regel nur eine kleine Gruppe von Schülern zu motivieren.	3.05	.68	.54
(mgk8)	Egal wie man physikbezogene Themen im Sachunterricht aufbereitet, für die meisten Kinder sind sie einfach nicht so interessant.	3.60	.59	.77

Skala 13 – POST (pomgk): Möglichkeit, physikbezogenen Sachunterricht für Grundschul Kinder motivierend zu gestalten (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .67	M: 3.36 SD: .52		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(pomgk1)	Physikbezogene Themen sind für Grundschul Kinder einfach nicht so spannend aufzubereiten.	3.70	.47	.39
(pomgk5)	Physikbezogener Sachunterricht ist in erster Linie etwas für Schüler, die ohnehin schon ein hohes Interesse für naturwissenschaftliche Inhalte mitbringen.	3.15	.74	.65
(pomgk6)	Für physikbezogene Inhalte im Sachunterricht ist in der Regel nur eine kleine Gruppe von Schülern zu motivieren.	3.30	.65	.42
(pomgk8)	Egal wie man physikbezogene Themen im Sachunterricht aufbereitet, für die meisten Kinder sind sie einfach nicht so interessant.	3.30	.97	.44

Bereich FB 4: Lernen und Lehren im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht

Skala 14 – PRAE (mt): Motivation als notwendige Voraussetzung für Lernen (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .53	M: 2.91 SD: .58		
Kürzel	Itemstamm	M	SD	<i>r_{it}</i>
(mt2)	Kinder können Naturphänomene nur verstehen, wenn sie motiviert sind, diese zu verstehen.	2.60	1.04	.26
(mt6)	Nur wenn für die Kinder die Auseinandersetzung mit einem naturwissenschaftlichen Thema wirklich bedeutsam ist, können sie erfolgreich lernen.	2.95	.68	.37
(mt7)	Nur wenn die Kinder bei einem naturwissenschaftlichen Thema motiviert sind, können sie verstandenes Wissen aufbauen.	2.45	1.09	.53
(mt9)	Eine notwendige Voraussetzung <i>jeden</i> Wissenserwerbs ist auch im nat. SU, dass die Kinder motiviert sein müssen.	3.65	.67	.18

Skala 14 – POST (pomt): Motivation als notwendige Voraussetzung für Lernen (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .78	M: 3.02 SD: .64		
Kürzel	Itemstamm	M	SD	<i>r_{it}</i>
(pomt2)	Kinder können Naturphänomene nur verstehen, wenn sie motiviert sind, diese zu verstehen.	2.80	1.05	.73
(pomt6)	Nur wenn für die Kinder die Auseinandersetzung mit einem naturwissenschaftlichen Thema wirklich bedeutsam ist, können sie erfolgreich lernen.	2.85	.81	.56
(pomt7)	Nur wenn die Kinder bei einem naturwissenschaftlichen Thema motiviert sind, können sie verstandenes Wissen aufbauen.	2.90	.78	.72
(pomt9)	Eine notwendige Voraussetzung <i>jeden</i> Wissenserwerbs ist auch im nat. SU, dass die Kinder motiviert sein müssen.	3.55	.60	.41

Skala 15 – PRAE (ei / uw): Eigene Ideen entwickeln und dabei Umwege zulassen (9 Items)

N = 20		Cronbach's Alpha: .39		M: 2.86 SD: .34	
Kürzel	Itemstamm	M	SD	r_{it}	
(ei4)	Wenn Kinder im nat. SU ihre eigenen Formulierungen verwenden dürfen, können sie Naturphänomene besser verstehen.	3.20	.89	-.12	
(ei6)	Schüler lernen Naturwissenschaften am besten, indem sie selbst Wege zur Lösung von Problemen suchen.	3.10	.64	.36	
(ei7)	Kinder verstehen im nat. SU nur, wenn sie Erklärungen zur Deutung von Naturphänomenen selbst entwickeln.	2.55	.75	.47	
(ei8)	Wenn die Schüler im nat. SU eigene Ideen entwickeln, wird das Lernen fachlich angemessener Vorstellungen erschwert.	3.20	.69	.52	
(ei10)	Lehrer sollten Schülern, die Probleme mit der Deutung eines Phänomens haben, Zeit für ihre eigenen Deutungsversuche lassen.	3.25	.71	.56	
(ei11)	Man sollte den Schülern ermöglichen, sich erst ihre eigenen Deutungen zu suchen, bevor der Lehrer Hilfen gibt.	2.90	.78	-.11	
(uw3)	Das Lernen wird ineffizient, wenn die Kinder im nat. SU eigene Deutungen für Naturphänomene suchen sollen und dabei falsche Vorstellungen entstehen.	2.35	.93	.28	
(uw5)	Der Lehrer sollte den Kindern viel Zeit einräumen, eigene Deutungen für ein Naturphänomen zu suchen, auch wenn diese fachlich nicht richtig sind.	2.55	1.09	-.15	
(uw6)	Es kommt darauf an, dass die Schüler selbst Erklärungen für ein Naturphänomen suchen, auch wenn diese nicht sachlich korrekt sind.	2.70	.86	.05	

**Skala 15 – POST (poei / pouw): Eigene Ideen entwickeln und dabei Umwege zulassen
(9 Items)**

N = 20		Cronbach's Alpha: .72		M: 2.71 SD: .44	
Kürzel	Itemstamm	M	SD	r_{it}	
(poei4)	Wenn Kinder im nat. SU ihre eigenen Formulierungen verwenden dürfen, können sie Naturphänomene besser verstehen.	2.80	1.00	.21	
(poei6)	Schüler lernen Naturwissenschaften am besten, indem sie selbst Wege zur Lösung von Problemen suchen.	2.80	.52	.55	
(poei7)	Kinder verstehen im nat. SU nur, wenn sie Erklärungen zur Deutung von Naturphänomenen selbst entwickeln.	2.40	.68	.65	
(poei8)	Wenn die Schüler im nat. SU eigene Ideen entwickeln, wird das Lernen fachlich angemessener Vorstellungen erschwert.	3.00	.64	.12	
(poei10)	Lehrer sollten Schülern, die Probleme mit der Deutung eines Phänomens haben, Zeit für ihre eigenen Deutungsversuche lassen.	2.90	.91	.49	
(poei11)	Man sollte den Schülern ermöglichen, sich erst ihre eigenen Deutungen zu suchen, bevor der Lehrer Hilfen gibt.	3.10	.64	.70	
(pouw3)	Das Lernen wird ineffizient, wenn die Kinder im nat. SU eigene Deutungen für Naturphänomene suchen sollen und dabei falsche Vorstellungen entstehen.	2.45	.94	.13	
(pouw5)	Der Lehrer sollte den Kindern viel Zeit einräumen, eigene Deutungen für ein Naturphänomen zu suchen, auch wenn diese fachlich nicht richtig sind.	2.35	.81	.27	
(pouw6)	Es kommt darauf an, dass die Schüler selbst Erklärungen für ein Naturphänomen suchen, auch wenn diese nicht sachlich korrekt sind.	2.60	.88	.72	

Skala 16 – PRAE (cc): ‚Conceptual Change‘ (6 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .71	M: 2.69 SD: .66		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(cc2)	Kinder erlernen naturwissenschaftliches Wissen nur, wenn neue Vorstellungen für sie überzeugender sind als ihre alten Vorstellungen.	3.05	.75	.73
(cc3)	Wenn Kinder mit ihren aktuellen Erklärungsansätzen zu einem Naturphänomen zufrieden sind, wird das Lernen neuer, sachlich angemessenerer Vorstellungen erschwert.	2.85	.87	.33
(cc4)	Lernen im nat. SU bedeutet oft ein inneres Ringen (Hin und Her) zwischen alten und neuen Vorstellungen über ein Phänomen.	2.70	.97	.50
(cc7)	Um das Lernen der Kinder herauszufordern, sollte der Lehrer sie mit Beobachtungen oder Phänomenen konfrontieren, die den Erwartungen des Kindes widersprechen.	2.70	.86	-.02
(cc12)	Wenn Kinder naturwissenschaftliche Inhalte lernen, stehen oft alte Vorstellungen in ständiger Konkurrenz mit neu erworbenen Vorstellungen.	2.45	1.19	.76
(cc13)	Naturwissenschaftliches Lernen bedeutet oft, dass sich neue Vorstellungen bei den Kindern erst auf lange Sicht gegen alte Erklärungsmuster durchsetzen.	2.40	1.39	.47

Skala 16 – POST (pocc): ‚Conceptual Change‘ (6 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .84	M: 3.20 SD: .60		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(pocc2)	Kinder erlernen naturwissenschaftliches Wissen nur, wenn neue Vorstellungen für sie überzeugender sind als ihre alten Vorstellungen.	3.30	.80	.59
(pocc3)	Wenn Kinder mit ihren aktuellen Erklärungsansätzen zu einem Naturphänomen zufrieden sind, wird das Lernen neuer, sachlich angemessenerer Vorstellungen erschwert.	3.10	.85	.64
(pocc4)	Lernen im nat. SU bedeutet oft ein inneres Ringen (Hin und Her) zwischen alten und neuen Vorstellungen über ein Phänomen.	3.40	.75	.73
(pocc7)	Um das Lernen der Kinder herauszufordern, sollte der Lehrer sie mit Beobachtungen oder Phänomenen konfrontieren, die den Erwartungen des Kindes widersprechen.	3.15	.81	.35
(pocc12)	Wenn Kinder naturwissenschaftliche Inhalte lernen, stehen oft alte Vorstellungen in ständiger Konkurrenz mit neu erworbenen Vorstellungen.	3.30	.73	.62
(pocc13)	Naturwissenschaftliches Lernen bedeutet oft, dass sich neue Vorstellungen bei den Kindern erst auf lange Sicht gegen alte Erklärungsmuster durchsetzen.	3.00	.91	.77

Skala 17 – PRAE (vw/cc): ‚Schülvorstellungen‘ (7 Items)

N = 20		Cronbach's Alpha: .56		M: 2.55 SD: .54	
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}	
(vw1)	Man kann davon ausgehen, dass Kinder im Grundschulalter bei naturwissenschaftlichen Themen (wie „Schall“ oder „elektrischer Strom“) noch keine Vorstellungen oder Erklärungsansätze haben.	2.95	.88	.29	
(vw2)	Bei komplexen Fragestellungen wie „Wie kommt es, dass ein schweres Schiff aus Eisen schwimmt?“ kann man davon ausgehen, dass die meisten Grundschüler kaum über Erklärungen verfügen.	2.45	.94	.30	
(vw3)	Grundschulkinder können zu naturwissenschaftlichen Phänomenen bereits hartnäckige Vorstellungen haben, die den Lernprozess erschweren.	2.15	.98	.13	
(vw4)	Grundschulkinder kommen mit teilweise tief in Alltagserfahrungen verankerten Vorstellungen zu Naturphänomenen in den Unterricht hinein.	2.85	1.04	.67	
(vw7)	Einer der wichtigsten Faktoren, der das Lernen und Problemlösen beeinflusst, ist das inhaltliche Vorwissen der Kinder.	2.20	1.32	.32	
(vw10)	Die vorunterrichtlichen Erklärungen und Vorstellungen der Kinder zu einem Naturphänomen sind für das Lernen im nat. SU nicht so wichtig.	3.25	1.02	.62	
(cc10)	Schüler lassen im nat. SU so schnell nicht ab von den Vorstellungen, die sie mit in den Unterricht bringen.	2.00	.91	.45	

Skala 17 – POST (poww/cc): ‚Schülvorstellungen‘ (7 Items)

N = 20		Cronbach's Alpha: .87		M: 2.92 SD: .72	
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}	
(poww1)	Man kann davon ausgehen, dass Kinder im Grundschulalter bei naturwissenschaftlichen Themen (wie „Schall“ oder „elektrischer Strom“) noch keine Vorstellungen oder Erklärungsansätze haben.	3.20	1.15	.69	
(poww2)	Bei komplexen Fragestellungen wie „Wie kommt es, dass ein schweres Schiff aus Eisen schwimmt?“ kann man davon ausgehen, dass die meisten Grundschüler kaum über Erklärungen verfügen.	2.45	.88	.57	
(poww3)	Grundschulkinder können zu naturwissenschaftlichen Phänomenen bereits hartnäckige Vorstellungen haben, die den Lernprozess erschweren.	2.90	1.07	.58	
(poww4)	Grundschulkinder kommen mit teilweise tief in Alltagserfahrungen verankerten Vorstellungen zu Naturphänomenen in den Unterricht hinein.	3.25	.85	.66	
(poww7)	Einer der wichtigsten Faktoren, der das Lernen und Problemlösen beeinflusst, ist das inhaltliche Vorwissen der Kinder.	2.55	1.09	.68	
(poww10)	Die vorunterrichtlichen Erklärungen und Vorstellungen der Kinder zu einem Naturphänomen sind für das Lernen im nat. SU nicht so wichtig.	3.40	.75	.70	
(pocc10)	Schüler lassen im nat. SU so schnell nicht ab von den Vorstellungen, die sie mit in den Unterricht bringen.	2.70	.80	.78	

Skala 18 – PRAE (aw): ‚Situierendes Lernen‘ (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .73	M: 3.25 SD: .54		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(aw2)	Wenn Kinder nicht direkt an Anwendungsbeispielen lernen, haben sie Probleme, das Erlernte auf den Alltag zu übertragen.	3.25	.78	.37
(aw3)	Das Lernen sollte während der ganzen Zeit an Problemen oder Aspekten aus dem Alltag orientiert sein.	3.25	.85	.38
(aw6)	Echte und komplexe Problemstellungen aus dem Alltag müssen der Ausgangspunkt des nat. SU sein.	3.45	.68	.57
(aw7)	Themen im nat. SU sollten <i>immer</i> an einer Fragestellung aufgehängt werden, die einen direkten Bezug zu Problemen oder Aspekten des alltäglichen Lebens hat.	3.15	.67	.70
(aw9)	Nur wenn Themen im nat. SU in echte Fragestellungen aus dem Alltag eingebunden sind, können die Kinder das erworbene Wissen auch in „Alltagssituationen“ anwenden.	3.15	.87	.52

Skala 18 – POST (poaw): ‚Situierendes Lernen‘ (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .56	M: 2.88 SD: .46		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(poaw2)	Wenn Kinder nicht direkt an Anwendungsbeispielen lernen, haben sie Probleme, das Erlernte auf den Alltag zu übertragen.	2.85	.58	-.24
(poaw3)	Das Lernen sollte während der ganzen Zeit an Problemen oder Aspekten aus dem Alltag orientiert sein.	3.10	.78	.20
(poaw6)	Echte und komplexe Problemstellungen aus dem Alltag müssen der Ausgangspunkt des nat. SU sein.	2.85	.98	.45
(poaw7)	Themen im nat. SU sollten <i>immer</i> an einer Fragestellung aufgehängt werden, die einen direkten Bezug zu Problemen oder Aspekten des alltäglichen Lebens hat.	2.70	.73	.48
(poaw9)	Nur wenn Themen im nat. SU in echte Fragestellungen aus dem Alltag eingebunden sind, können die Kinder das erworbene Wissen auch in „Alltagssituationen“ anwenden.	2.90	.64	.34

Skala 19 – PRAE (dk): Ideen diskutieren (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .67	M: 3.15 SD: .61		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(dk1)	Damit Schüler Naturphänomene verstehen, ist es entscheidend, dass sie ihre eigenen Lösungsideen untereinander diskutieren.	3.20	1.00	.67
(dk5)	Die Themen im nat. SU sind für Diskussionen unter den Kindern eher ungeeignet.	3.45	.60	.21
(dk9)	Im nat. SU sollten die Kinder aufgefordert werden, ihre Deutungen zu einem Phänomen gegenüber Mitschülern zu vertreten.	2.90	.91	.46
(dk10)	Die Kinder einer Klasse sollten auch dann angeregt werden, ihre Vorstellungen untereinander zu diskutieren, wenn man als Lehrer feststellt, dass einige Kinder falsche Vorstellungen zu einem Naturphänomen haben.	3.05	.88	.48

Skala 19 – POST (podk): Ideen diskutieren (4 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .82	M: 3.01 SD: .64		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(podk1)	Damit Schüler Naturphänomene verstehen, ist es entscheidend, dass sie ihre eigenen Lösungsideen untereinander diskutieren.	2.90	.78	.60
(podk5)	Die Themen im nat. SU sind für Diskussionen unter den Kindern eher ungeeignet.	3.30	.73	.60
(podk9)	Im nat. SU sollten die Kinder aufgefordert werden, ihre Deutungen zu einem Phänomen gegenüber Mitschülern zu vertreten.	2.90	.85	.81
(podk10)	Die Kinder einer Klasse sollten auch dann angeregt werden, ihre Vorstellungen untereinander zu diskutieren, wenn man als Lehrer feststellt, dass einige Kinder falsche Vorstellungen zu einem Naturphänomen haben.	3.95	.82	.57

Skala 20 – PRAE (il/fv): stark instruktives Lehr-/Lernverständnis (7 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .73	M: 1.68 SD: .62		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(il1)	Schwächeren Schülern müssen Naturphänomene erklärt werden.	1.70	1.17	.58
(il3)	Schüler der Grundschule benötigen beim Lösen naturwissenschaftlicher Probleme ausführliche Anleitungen, die sie schrittweise befolgen können.	2.00	.64	.47
(il4)	Am besten lernen Grundschüler Naturwissenschaften aus Darstellungen und Erklärungen ihrer Lehrperson.	1.05	.88	.57
(il5)	Damit wirklich alle Schüler ein Naturphänomen verstehen können, sind Erklärungen durch den Lehrer unerlässlich.	2.75	1.02	.48
(il7)	Das Lernen eines Merksatzes ist wichtig für das Verstehen eines Phänomens.	.85	1.04	.48
(fv4)	Bevor Kinder naturwissenschaftliche Zusammenhänge verstehen können, sollten ihnen grundlegende Begriffe vermittelt werden.	2.10	1.07	.50
(fv6)	Bevor Kinder selbst Versuche durchführen, sollte der Lehrer ihnen einige theoretische Grundlagen zu dem Naturphänomen vermitteln, das gerade untersucht werden soll.	1.35	1.04	.54

Skala 20 – POST (poil/pofv): stark instruktives Lehr-/Lernverständnis (7 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .80	M: 1.65 SD: .62		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(poil1)	Schwächeren Schülern müssen Naturphänomene erklärt werden.	1.75	.96	.67
(poil3)	Schüler der Grundschule benötigen beim Lösen naturwissenschaftlicher Probleme ausführliche Anleitungen, die sie schrittweise befolgen können.	1.85	.87	.41
(poil4)	Am besten lernen Grundschüler Naturwissenschaften aus Darstellungen und Erklärungen ihrer Lehrperson.	1.25	.91	.76
(poil5)	Damit wirklich alle Schüler ein Naturphänomen verstehen können, sind Erklärungen durch den Lehrer unerlässlich.	2.75	.91	.35
(poil7)	Das Lernen eines Merksatzes ist wichtig für das Verstehen eines Phänomens.	.85	.87	.55
(pofv4)	Bevor Kinder naturwissenschaftliche Zusammenhänge verstehen können, sollten ihnen grundlegende Begriffe vermittelt werden.	1.95	.99	.60
(pofv6)	Bevor Kinder selbst Versuche durchführen, sollte der Lehrer ihnen einige theoretische Grundlagen zu dem Naturphänomen vermitteln, das gerade untersucht werden soll.	1.20	.89	.44

Skala 21 – PRAE (pl): Praktizistisches Lehr-/ Lernverständnis (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .22	M: 2.06 SD: .43		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(pl1)	Für den Sachunterricht in der Grundschule gilt: Spaß beim Handeln ist ein Garant für Lernen.	3.65	.48	.36
(pl5)	Für das Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte der Grundschule reicht es keineswegs, die Kinder praktisch handeln zu lassen.	1.35	1.04	.03
(pl6)	Das Handeln der Kinder im nat. SU ist so entscheidend, dass andere Prinzipien der Unterrichtsgestaltung zweitrangig sind.	2.10	.91	.07
(pl7)	Wenn Kinder im nat. SU Versuche durchführen, Dinge herstellen und viel ausprobieren können, ist eigentlich schon sichergestellt, dass sie die naturwissenschaftlichen Inhalte der Grundschule lernen.	1.85	.98	-.04
(pl9)	Das Durchführen von Versuchen im nat. SU stellt eigentlich schon sicher, dass die Kinder Naturphänomene verstehen.	1.35	.87	.24

Skala 21 – POST (popl): Praktizistisches Lehr-/ Lernverständnis (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .48	M: 2.12 SD: .53		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(popl1)	Für den Sachunterricht in der Grundschule gilt: Spaß beim Handeln ist ein Garant für Lernen.	3.00	1.07	.26
(popl5)	Für das Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte der Grundschule reicht es keineswegs, die Kinder praktisch handeln zu lassen.	2.60	.75	-.18
(popl6)	Das Handeln der Kinder im nat. SU ist so entscheidend, dass andere Prinzipien der Unterrichtsgestaltung zweitrangig sind.	2.00	.91	.22
(popl7)	Wenn Kinder im nat. SU Versuche durchführen, Dinge herstellen und viel ausprobieren können, ist eigentlich schon sichergestellt, dass sie die naturwissenschaftlichen Inhalte der Grundschule lernen.	1.65	.93	.53
(popl9)	Das Durchführen von Versuchen im nat. SU stellt eigentlich schon sicher, dass die Kinder Naturphänomene verstehen.	1.35	.98	.50

Skala 22 – PRAE (ol): Extrem offenes Lehr-/ Lernverständnis (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .64	M: 1.49 SD: .57		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(ol3)	Der Lehrer soll die Kinder im nat. SU bei der Suche nach einem geeigneten Lösungsweg ganz eigenständig vorgehen lassen und sich dabei vollkommen zurückhalten.	2.00	.85	.40
(ol5)	Für mich gilt die Maxime: Kinder sollen im nat. SU Experimente grundsätzlich ohne Hilfe des Lehrers selbständig entwickeln.	1.75	.96	.25
(ol9)	Ohne Eingreifen und Lenken des Lehrers lernen Kinder im nat. SU am besten.	.95	.88	.71
(ol12)	Gespräche über die Deutung von Naturphänomenen sind nur sinnvoll, wenn sich der Lehrer dort ganz heraushält.	.85	.87	.44
(ol13)	Wenn der Lehrer die Kinder anspruchsvolle naturwissenschaftliche Themen ganz selbständig bearbeiten lässt, können die Kinder diese Themen nicht verstehen.	1.90	.91	.22

Skala 22 – POST (pool): Extrem offenes Lehr-/ Lernverständnis (5 Items)

N = 20	Cronbach's Alpha: .62	M: 1.50 SD: .47		
Kürzel	Itemstamm	MW	SD	r_{it}
(pool3)	Der Lehrer soll die Kinder im nat. SU bei der Suche nach einem geeigneten Lösungsweg ganz eigenständig vorgehen lassen und sich dabei vollkommen zurückhalten.	1.90	.85	.21
(pool5)	Für mich gilt die Maxime: Kinder sollen im nat. SU Experimente grundsätzlich ohne Hilfe des Lehrers selbständig entwickeln.	1.45	.75	.58
(pool9)	Ohne Eingreifen und Lenken des Lehrers lernen Kinder im nat. SU am besten.	.85	.74	.51
(pool12)	Gespräche über die Deutung von Naturphänomenen sind nur sinnvoll, wenn sich der Lehrer dort ganz heraushält.	.80	.83	.55
(pool13)	Wenn der Lehrer die Kinder anspruchsvolle naturwissenschaftliche Themen ganz selbständig bearbeiten lässt, können die Kinder diese Themen nicht verstehen.	2.50	.51	.04

B.4 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich E: Erwartungen an die Maßnahme

		Lehrkräfte																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Gesamt
EA Naturwissenschaftlicher Sachunterricht																						
EA 1	Unterrichtshilfen (Material, Versuche, Gestaltungshinweise)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	18
EA 2	Sach- und Fachwissen	x		x	x	x	x	x		x	x		x	x	x		x	x			x	14
EA 3	Zunahme an Selbstsicherheit / Reduktion von Unsicherheit						x	x					x	x					x	x	x	7
EB Internet																						
EB 1	Konkrete Unterrichtshilfen		x		x							x			x		x					5
EB 2	Weiterführende Hinweise			x		x										x						3
EC Didaktisch-methodische Aspekte der Fortbildung																						
EC 1	Austausch mit Kolleginnen	x			x			x	x	x		x						x	x	x		9
EC 2	Berücksichtigung des Vorwissens/ der Kompetenzen					x	x							x								3
EC 3	Selbsttätigkeit/ eigenständiges Handeln, Versuche planen, durchführen, reflektieren		x	x			x		x				x				x	x	x		x	9
ED Persönliche Zielformulierung																						
ED 1	Fokus auf der Ebene einer individuellen, personalen Weiterentwicklung			x		x		x		x	x			x			x		x	x	x	10
ED 2	Fokus auf der Ebene der Unterrichtsentwicklung	x	x	x	x								x					x			x	7
ED 3	Fokus auf der Ebene der Schulentwicklung							x		x						x						4

B.5 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich IA: Das Urteil der Lehrkräfte über die Maßnahme

		Lehrkräfte																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Gesamt
Bereich IA1: Gesamteinschätzung – Fortbildungsdesign																						
IA1a	Ausgewogene Mischung an Fortbildungsinhalten (‘Theorie-Praxis-Bezug’)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x						x	13
IA1b	Günstig: Ganze Fortbildungstage	x	x	x	x		x			x	x		x	x			x	x	x	x		13
IA1c	Günstig: Gesamtkonzeption mit Transferphasen	x	x		x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	14
IA1d	Günstig: Anbindung an Universität	x	x		x						x										x	5
Bereich IA2: Gesamteinschätzung – Persönlicher Zuwachs																						
IA2a	Zuwachs an Fach- und Sachwissen	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	18
IA2b	Zuwachs an fachdidaktischem Wissen in Bezug auf Schüler- vorstellungen	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x		x	x	x			14
IA2c	Zuwachs an fachdidaktischer und methodischer Handlungskompetenz – Versuche und weitere Anregungen zur unterrichtlichen Umsetzung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	18
IA2d	Zuwachs an fachbezogener Selbstsicherheit	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x		x	x	x	x	x	15
IA2e	Interesse in Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte	x			x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x			x	x	14
IA2f	Persönliche Lernziele erreicht/näher gekommen	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x		x	x	x	x	x	16

Bereich IA3: Akzeptanz der Plattform SUPRA																					
IA3a	Die Struktur der Website und die Navigation sind nutzerfreundlich.	x		x	x	x		x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	15
IA3b	Materialbörse erweist sich als hilfreich für die Unterrichtsvorbereitung.	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	18
IA3c	Forum wurde nicht oder kaum genutzt.	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x				x	x	x	15
Bereich IA4: Beurteilung der Transferzeit und der Lernpartnerschaft																					
IA4a	Zusammenarbeit mit Lernpartner als hilfreich/sinnvoll erlebt	x		x	x	x	x		x	x						x	x		x	x	12
IA4b	„Hausaufgaben“ als sinnvolle Möglichkeit zur „Überbrückung“	x	x		x	x		x		x	x	x		x	x		x		x		13
Bereich IA5: Beurteilung der Präsenztage																					
IA5a	Günstig: Diskussionen und Austausch mit Kollegen	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	17
IA5b	Günstig: Vorträge, Erklärungen, Demonstration und Diskussionen mit Experten	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x				x	x		x	15
IA5c	Günstig: Lehr-Lernmethoden zur Aktivierung und zur Förderung der Gesprächsbereitschaft	x		x	x		x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	16
IA5d	Günstig: Eigenaktivität	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	18

B.6 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich IB: Lehrervorstellungen zu Schülervorstellungen vorher und nachher

		Lehrkräfte																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Gesamt
IB1: Bedeutung von Schülervorstellungen																						
IB1a - PRAE	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um anzuknüpfen/zu widerlegen/ auszubauen – kognitivistisch		x	x	x	x				x	x		x		x		x	x	x			10
IB1a - POST	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um anzuknüpfen/zu widerlegen/ auszubauen – kognitivistisch	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19
IB1b - PRAE	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um zu motivierende und das Interesse zu wecken/zu steigern					x	x	x	x		x		x		x		x	x	x			10
IB1b - POST	Hohe Bedeutung der Schülervorstellungen, um zu motivierende und das Interesse zu wecken/zu steigern						x							x			x					3
IB2: Verständnis von Schülervorstellungen																						
IB2a - PRAE	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente		x	x	x	x	x		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	16
IB2a - POST	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente		x		x		x	x			x	x	x	x	x	x			x		x	12
IB2b - PRAE	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche, stabile Konzepte	x		x				x			x				x					x		6

IB2b - POST	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche, stabile Konzepte	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19
IB2c - PRAE	Schülervorstellungen entstehen situativ																				0
IB2c - POST	Schülervorstellungen entstehen situativ	x	x		x	x		x					x		x					x	8
IB3: Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Elektrizitätslehre																					
IB3a - PRAE	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Elektrizität		x	x	x	x	x	x		x		x	x			x	x	x	x	x	15
IB3a - POST	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Elektrizität		x					x				x	x								4
IB3b - PRAE	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche, Konzepte zum Phänomen Elektrizität	x						x		x				x	x						5
IB3b - POST	Schülervorstellungen als komplexe Kognitionen, Erklärungsversuche, Konzepte zum Phänomen Elektrizität	x		x	x	x	x	x		x		x	x			x	x	x	x	x	15
IB3c - PRAE	Kenntnis empirischer Befunde																				0
IB3c - POST	Kenntnis empirischer Befunde	x		x	x	x				x		x	x		x				x	x	12
IB4: Verständnis von Schülervorstellungen im Bereich Optik/Spiegel																					
IB4a - PRAE	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Spiegel	x	x	x	x			x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	17
IB4a - POST	Schülervorstellungen als Erfahrungen und Vorwissensfragmente zum Unterrichtsinhalt Spiegel				x								x								4

B.7 Auswertung der Interviews – Übersicht über die Kategorien und die Kodierung im Bereich IC: Orientierung an Schülervorstellungen beim Einsatz von Versuchen und in ausgewählten Aspekten der Unterrichtsgestaltung

		Lehrkräfte																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Gesamt	
IC1: Einsatz und Bedeutung von Versuchen																							
IC1a - PRAE	Zur Steigerung von Motivation und Interesse	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	16	
IC1a - POST	Zur Steigerung von Motivation und Interesse			x	x			x			x	x	x		x	x					x	x	10
IC1b - PRAE	Als Anlass und Möglichkeit, tätig zu werden	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	18	
IC1b - POST	Als Anlass und Möglichkeit, tätig zu werden	x		x	x		x	x			x	x	x	x	x	x				x	x	13	
IC1c - PRAE	Zur Veranschaulichung	x					x		x	x	x	x					x			x	x	10	
IC1c - POST	Zur Veranschaulichung							x		x				x			x			x		6	
IC1d - PRAE	Im Sinne einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise/zur Förderung von Reflexionsprozessen	x			x				x	x		x		x			x				x	7	
IC1d - POST	Im Sinne einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise/zur Förderung von Reflexionsprozessen	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	
IC2: Ausgewählte Aspekte der Unterrichtsgestaltung																							
IC2a - PRAE	Schülervorstellungen zu Beginn einer Sequenz aktivieren	x	x		x			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	15	
IC2a - POST	Schülervorstellungen zu Beginn einer Sequenz aktivieren	x			x	x	x	x			x	x		x	x		x	x	x			13	

Anhang C

C1. Lebenslauf

Persönliche Daten

Familienname	Heran-Dörr
Vorname	Eva
Anschrift	Hofhamer Weg 7 83093 Bad Endorf Tel.: 08053/208552 E-Mail: heran-doerr@t-online.de
Geburtsdatum/-ort	05.02.1966 in Bad Reichenhall
Familienstand	verheiratet 2 Kinder (Eva: geb. 07.11.85, Maximilian: 09.07.87)
Staatsangehörigkeit	deutsch

Schulbildung

1972 - 1976	Volksschule an der Zenostraße, Bad Reichenhall
1976 - 1979	Karls gymnasium, Bad Reichenhall
1979 - 1985	Ignaz-Günther-Gymnasium, Rosenheim
1985	Abitur

Studium und Berufsausbildung

1989 - 1994	Studium des Lehramtes an Grundschulen und des Studiums der Psychologie mit schulpsychologischem Schwerpunkt an der LMU München
1995	Erstes Staatsexamen, Gesamtnote 1,51
1996 - 1998	Lehramtsanwärterin für das Lehramt an Grundschulen im Schulamtsbezirk Rosenheim
1998	Zweites Staatsexamen, Gesamtnote 1,40 Gesamtprüfungsnote der Ersten und Zweiten Staatsprüfung: 1,45

Berufstätigkeit

- 1996 - 1998 Lehramtsanwärterin für das Lehramt an Grundschulen im Schulamtsbezirk Rosenheim
- 1998 - 2002 Tätigkeit als Lehrerin an verschiedenen Grundschulen
Tätigkeit als Schulpsychologin: Aufgaben in der Diagnostik, Gutachtenerstellung, Einzelfallberatung und Erwachsenenbildung
- 2002 - 2005 Abgeordnete Lehrerin am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik der Universität München, Aufgaben in der Lehre, in Forschung und Projektbetreuung – Schwerpunkt naturwissenschaftsbezogener Sachunterricht: Aufbau und Betreuung der Internetplattform SUPRA – Sachunterricht praktisch; Planung, Durchführung und Evaluation einer internetunterstützten Lehrerfortbildung mit physikdidaktischem Schwerpunkt
- seit 10/2005 Wiss. Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik der Universität München

Weiterbildungen

- 1990 - 1995 Psychologische Aus- und Weiterbildung in Methoden der humanistischen Psychotherapie
- 1996 - 2000 Diverse Fortbildungen zur Gestaltung erwachsenenadäquater Bildungsveranstaltungen: Moderationsseminare, Gesprächsführung, Konfliktmoderation, u.a.
- 2001 Diverse Fortbildungen zur PC-Nutzung: Datenverarbeitung, Internetnutzung, Grafik und Webdesign
- 2001 Ausbildung zur Verfahrenspflegerin

Eva Heran-Dörr

Bad Endorf, 30.03.06

C.2 Veröffentlichungen

Heran-Dörr, E.; Wiesner, H.; Hopf, M.; (2006 i.Vb.): Miteinander und voneinander lernen – Gesprächs- und Diskussionskultur entwickeln. In: Praxis der Naturwissenschaften. Themenheft: Lernmethoden II 4/55.

Heran-Dörr, E.; Wiesner, H.; Hopf, M.; (2006 i.Vb.): Reflexionen anregen, Präsentieren lernen. In: Praxis der Naturwissenschaften. Themenheft: Lernmethoden II 4/55.

Heran-Dörr, E. (2006): Orientierung an Schülervorstellungen – Wie verstehen Lehrkräfte diesen Appell an ihre didaktische und methodische Kompetenz? In: Cech, D., Fischer, H.-J., Holl-Giese, W., Knörzer, M., Schrenk, M. (Hrsg.) Bildungswerk des Sachunterrichts. S. 159-176

Heran-Dörr, E. (2006): Die magnetische Wirkung – fremd oder vertraut? In: SWZ (75). S. 26-30

Wiesner, H.; Hopf, M.; Heran-Dörr, E. (2005): Nacherfindender Unterricht im Physik-anfangsunterricht. Praxis der Naturwissenschaften. Themenheft: Lernmethoden I 8/54. S. 38-40

Hopf, M.; Heran-Dörr, E., Wiesner, H. (2005): Aktivierende Unterrichtsmethoden – ein Überblick. In: Praxis der Naturwissenschaften. Themenheft: Lernmethoden 8/54. S. 2-5

Wiesner, H.; Hopf, M.; Heran-Dörr, E. (2005): Phänomenorientierte Einführung der Bilder am ebenen Spiegel II. In: Praxis der Naturwissenschaften 7/54. S. 34-38

Wiesner, H.; Hopf, M.; Heran-Dörr, E. (2005): Phänomenorientierte Einführung der Bilder am ebenen Spiegel. In: Praxis der Naturwissenschaften 6/54, S. 26-35

Heran-Dörr, E. (2005): SUPRA – Unterrichtsvorbereitung aus dem Internet. In: SWZ (71). S. 49-50

Heran-Dörr, E. (2005): SUPRA – Eine Plattform für die Lehrerfortbildung im Sachunterricht. In: Computer + Unterricht. Nr. 57. S. 56-57

Heran-Dörr, E., Hopf, M., Wiesner, H. (2005): Wie fang ich's an? Lernmethoden im physikalischen Anfangsunterricht: Die Lerntheke. In: Praxis der Naturwissenschaften. Themenheft: Konzepte für den Anfangsunterricht 1/54. S. 2-5

Heran-Dörr, E., Kahlert, J., Wiesner, H. (2005): Internetunterstützte Lehrerfortbildung zur Förderung von fachdidaktischer Expertise im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: Cech, D. & Schwier, V.: Sachunterricht in Praxis und Forschung. Bad Heilbrunn. S. 139-146

Heran-Dörr, E.; Wiesner, H.; Kahlert, J.; Blumöhr, R. (2003): SUPRA – Materialbörse und Lernplattform für Grundschullehrkräfte zum Einsatz in der Lehreraus- und fortbildung. In: Pitton, A. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Berlin

(Stand: Januar 2006)