

Cech, Diethard [Hrsg.]; Schwier, Hans-Joachim [Hrsg.]
Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht

Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2003, 239 S. - (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts; 13)



Quellenangabe/ Reference:

Cech, Diethard [Hrsg.]; Schwier, Hans-Joachim [Hrsg.]: Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2003, 239 S. - (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts; 13) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-283720 - DOI: 10.25656/01:28372; 10.35468/6059

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-283720>

<https://doi.org/10.25656/01:28372>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. der Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Die neu entstandenen Werke bzw. Inhalte dürfen nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergegeben werden, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public and alter, transform or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work. If you alter, transform, or change this work in any way, you may distribute the resulting work only under this or a comparable licence.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

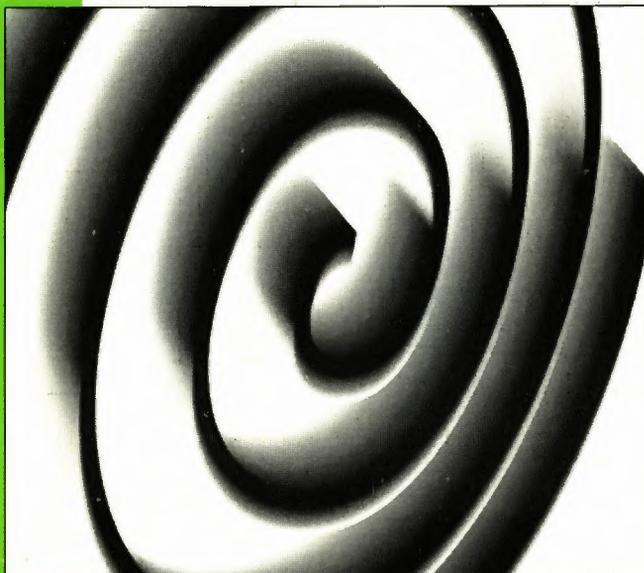
Mitglied der

Leibniz-Gemeinschaft

Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 13

Diethard Cech /
Hans-Joachim Schwier (Hrsg.)

Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht



KLINKHARDT

LERNWEGE
UND ANEIGNUNGSFORMEN
IM SACHUNTERRICHT

PROBLEME UND PERSPEKTIVEN DES
SACHUNTERRICHTS
BAND 13

LERNWEGE
UND ANEIGNUNGSFORMEN
IM SACHUNTERRICHT

herausgegeben von
Diethard Cech und Hans-Joachim Schwier

The logo consists of a solid black square with the word "KLINKHARDT" printed in white, uppercase, sans-serif font in the center.

KLINKHARDT

2003

VERLAG JULIUS KLINKHARDT • BAD HEILBRUNN / OBB.

Schriftenreihe der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V.

GD Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) e.V. ist ein Zusammenschluss von SU Lehrenden aus Hochschule, Lehrerfort- und -Weiterbildung und Schule. Ihre Aufgabe ist die Förderung der Didaktik des Sachunterrichts als wissenschaftlicher Disziplin in Forschung und Lehre sowie die Vertretung der Belange des Schulfaches Sachunterricht.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titelsatz für diese Publikation ist bei
der Deutschen Bibliothek
erhältlich.

2003.3.K. © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des
Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Druck und Bindung:

WB-Druck, Rieden

Printed in Germany 2003

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier

ISBN 3-7815-1261-4

Inhalt

<i>Diethard Cech, Hans-Joachim Schwier</i> Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht – Skizze eines historisch langen Weges	7
<i>Joachim Kahlert</i> Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht – einführende Gedanken zur Wiederbelebung des didaktischen Denkens	19
<i>Jan-Hendrik Olbertz</i> An den Dingen lernen – authentisches Wissen als „Rohstoff“ für Bildung	27
<i>Elsbeth Stern</i> Kompetenzerwerb in anspruchsvollen Inhaltsgebieten bei Grundschulkindern	37
<i>Patricia Grygier, Johannes Günther, Ernst Kircher, Beate Sodian, Claudia Thoermer</i> Unterstützt das Lernen <i>über</i> Naturwissenschaften das Lernen <i>von</i> naturwissenschaftlichen Inhalten im Sachunterricht?	59
<i>Eva Blumberg, Kornelia Möller, Angela Jonen, Ilonca Hardy</i> Multikriteriale Zielerreichung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule	77
<i>Angela Jonen, Kornelia Möller, Ilonca Hardy</i> Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule	93
<i>Claudia Tenberge</i> Zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht	109

<i>Christina Beinbrech</i> Zur Förderung des Problemlöseverhaltens im technikbezogenen Sachunterricht	125
<i>Hartmut Giest</i> Aneignung und Entwicklung von Begriffen im Sachunterricht	143
<i>Marlies Hempel</i> Lernwege im Sachunterricht aus der Sicht von Kindern	159
<i>Astrid Kaiser, Kirsten Teiwes</i> Handelndes Lernen im Sachunterricht – auch für Kinder mit besonderem Förderbedarf?	173
<i>Johannes Jung</i> Anschauung und Symbolisierung – Anmerkungen zu den Grenzen der Handlungsorientierung	187
<i>Friedrich Gervé</i> Wissenserwerb mit neuen Medien: Lernsoftware für den Sachunterricht	199
<i>Roland Lauterbach, Sandra Tänzer, Maren Zierfuß</i> Das Lernen im Sachunterricht lehren lernen	217
Autorenspiegel	237

Diethard Cech, Hans-Joachim Schwier

Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht – Skizze eines historisch langen Weges

Im Jahre 1992 an der Freien Universität Berlin gegründet, beging unsere Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. (GDSU) im Jahre 2002 ihr 10-jähriges Bestehen.

Das Jahr 2002 war zugleich Jubiläumsjahr "500 Jahre Universität Halle-Wittenberg", das geprägt wurde durch eine besondere Vielfalt wissenschaftlicher und kultureller Veranstaltungen in der Saale-Stadt.

Das Motto des Festjahres der Universität "Zukunft mit Tradition" war auch für unsere 11. Jahrestagung bestimmend, fand diese doch am Ort und in den Räumen der Franckeschen Stiftungen zu Halle/Saale statt, die im Jahre 1998 ihr 300-jähriges Bestehen feiern konnten.

Heute noch "mitten im Aufbruch" und mitten im neuen Deutschland verleihen die Franckeschen Stiftungen mit ihrem historischen Kolorit und ihrer gegenwärtigen Ausstrahlung den "Sachen des Sachunterrichts" zahlreiche Impulse.

So liegt es nahe, mit den Augen des jungen 10-jährigen Jubilars in die lange Geschichte des Gastgebers hineinzusehen. Einmal, um die Tagungsthematik "Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht" mit ihrer geschichtlichen Relevanz besser einordnen zu können; zum anderen, um der aktuellen Diskussion um ein Kerncurriculum zu entsprechen, die mit der Fertigstellung und Veröffentlichung des "Perspektivrahmen Sachunterricht" durch unsere Gesellschaft im Jahre 2002 ihren ersten, vorläufigen Abschluss gefunden hat.

Wunderkammer und Realienkunde zur Belehrung der Schuljugend vor 300 Jahren

Unter dem Dach des 1995 fertig restaurierten Hauptgebäudes, das weithin sichtbar die Franckeschen Stiftungen symbolisiert, ist der älteste deutsche Museumsraum, die Kunst- und Naturalienkammer, wieder erstanden.

Einst war sie eine "Wunderkammer" zur Belehrung der Schuljugend in den Stiftungen, sie ist ein Dokument praktischen Realienunterrichts, in der auch in gegenwärtiger Zeit der Sachunterricht lebendig wird, wenn sich heute Lehramtsstudenten oder Schulklassen im individuellen und gemeinsamen Umgang mit historischen Fragestellungen und historischen Methoden befassen.

Mit den Objekten aus August Hermann Franckes Lebenszeit (1663 bis 1727) in den zwölf bemalten und in den sechs unbemalten Schränken, mit den Naturobjekten und den Gegenständen aus dem täglichen Leben, mit den Naturalien, Modellen und Bildern erschließt sich auch für den heutigen Sachunterricht und sein Studium ein Stück pietistischer Weltsicht.

"Eine besondere Qualität des damaligen Unterrichts in den Stiftungen machte gegenüber den anderen zeitgenössischen Schulen wohl auch die umfangreiche Einbeziehung der 'Realia', der Naturwissenschaften, aus." (Ebert 1998)

Francke trat fortwährend für die Beachtung kindgemäßer und individueller Gegebenheiten bei der Bildung und Erziehung seiner Schüler ein. Stets forderte er, wie sein Lehrer Philipp Jakob Spener (1635 bis 1705) in der Theologie, auch in der Pädagogik eine "Mittelstraße" zwischen möglichen Extremen einzuhalten. Im rastlosen Bemühen, die fortschrittlichsten pädagogischen Ideen seiner Zeit nutzbar zu machen und sie im Waisenhaus und den Schulen anzuwenden, entstand eine Vielzahl beeindruckender pädagogischer Schriften.

So setzte Francke inhaltlich "einen besonderen Schwerpunkt auf die Vermittlung von Handfertigkeiten. Drechseln, Glasschleifen, Arbeiten mit Pappe, Gartenarbeiten und Haushaltskenntnisse für die Mädchen waren typisch für die Lehrpläne im Halleschen Pietismus. Einen zweiten Akzent setzte er, indem er das methodische Prinzip des Anschauungsunterrichts auf die herkömmlichen Fächer ausdehnte. So wurden z. B. für den Religionsunterricht biblische Bauten und Landschaften detailliert nachgebildet. Durch diese wurden den Schülern biblische Szenen und Sachverhalte anschaulich vor Augen geführt. So fand die Realienkunde Eingang in den Religionsunterricht." (Müller 1997)

Die Arbeit spielte in der pädagogischen Konzeption August Hermann Franckes als Ort der Anwendung, Übung und Vertiefung des erreichten Wissens und als Möglichkeit, Lernwege und Aneignungsformen im heutigen Sinne zu verstehen, eine bedeutende Rolle.

In seiner pädagogischen Arbeit unterschied er nach Erziehung und Information. Die Information umfasste den Schulunterricht und war wiederum

unterteilt nach täglichen Lectiones, Repitiones und Recreationes. In allen drei Unterrichtsarten waren die Realienfächer vertreten. Die Recreationsstunden waren dem Realienunterricht allein vorbehalten. Entsprechend dem pädagogischen Denken der damaligen Zeit wurde den Schülern kaum etwas selbst bzw. dem Zufall überlassen, sondern alles einem abgestimmten Erziehungsprogramm unterworfen. "Den Realienunterricht in diese Erholungsstunden zu verlegen, war also keine Verlegenheitslösung oder Beschäftigungsmaßnahme, sondern Ausdruck des pädagogischen Wertes, den man ihm beimaß. Man hielt ihn für so interessant und spannend, dass man davon ausging, dass er den Schülern keine Last sein würde, sondern ihnen Spaß bereitere." (Müller 1997)

Im Sprachgebrauch seiner Zeit bezeichnete Francke den Realienunterricht wiederholt als *condimentum* (Gewürz) des Schulalltags, ohne dabei seinen pädagogischen Nutzen in Frage zu stellen.

Auch das war ein Grund dafür, die Zahl der Realienfächer in den ersten Jahrzehnten des 18. Jhd. zu vergrößern, leicht zu verändern, vor allem aber immer besser zu strukturieren.

Wurden 1705 für die Rekreationsstunden noch ungeordnet 13 Fächer erwähnt, so unterteilt bereits ein Bericht von 1721 zur „Einrichtung des *Paedagogii Regii* zu Glaucha an Halle“ die Realienfächer, wie Übersicht 1 zeigt.

Diese Struktur des Realienunterrichts erforderte viel Aufwand, der sich auch in der Gründung mehrerer Lehrmittelsammlungen für den Anschauungsunterricht nachweisen lässt. Aus den ältesten Rechnungsbüchern der Stiftungen ist erkennbar, dass Einrichtungen wie der Schulgarten, die Anatomiestube und verschiedene Instrumentensammlungen alle beim königlichen Pädagogium, Franckes Paradeschule, angesiedelt und dort für den Unterricht gedacht waren.

Die von ihm errichteten Werkstätten, die Tischlerei, die Glasschleiferei, ein kleines Völkerkundemuseum, das astronomische Observatorium, die Naturalienkammer und die Vielzahl botanischer Gärten gehörten mit zwingender Notwendigkeit zu seinem Erziehungskonzept.

So können wir wohl heute August Hermann Francke auch zu den Wegbereitern der ersten Schularbeitsgärten in Deutschland vor über 300 Jahren zählen (Schwier 1996).

Dass in der pädagogischen Zielstellung der Stiftungen den Lehrern eine besonders wichtige Aufgabe zukam, fand seinen Ausdruck auch im ständigen Bemühen Franckes, gute Lehrkräfte und besondere "*Studiosi Medicinae*" zu gewinnen, sie weiter zu bilden und zu befähigen, den Kindern "mit Lust" etwas beizubringen.

1. Von der Praeparation zur Physic und Bibel.

- *Die Besuchung der Künstler und Handwerker.*
- Klassenweise besuchten die Zöglinge unter Aufsicht ihrer Informatoren Handwerksbetriebe, Künstlerwerkstätten, Manufakturen und weitere Gewerbebetriebe.
- *Der Unterricht von den Thieren, Kräutern und Bäumen.*
- *Der Unterricht von den Metallen, Steinen und andern Mineralien.*
- *Der Unterricht von der Erde, Wasser, Luft, Feuer und mancherley Meteoris.*
- *Der Unterricht von der Oeconomia.*
- Dieser zielte besonders auf eine Einführung in die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, auch auf Weinbau und Braukunst.
- *Der Unterricht von der Materia medica.*
- *Die Erklärung des Tempels zu Jerusalem.*
- Anhand eines Anschauungsmodells wurde der Religionsunterricht in die Realienkunde einbezogen.

2. Von den mechanischen Disciplinen.

- *Das Drechseln:* Bearbeiten von Holz, Elfenbein und Knochen.
- *Das Glasschleifen:* Erlernen von Prinzipien und Herstellung von Lese- und Vergrößerungsgläsern, Brennsiegeln, Fernrohren und der Camera Obscura.
- *Die Papp-Fabric:* Herstellung von Schachteln, Kästchen und stereometrischen Körpern sowie Gehäusen für optische Instrumente.

3. Von den zur Physic gehörigen Disciplinen.

- *Die Botanic:* Die Zöglinge wurden mehrmals wöchentlich in den anstaltseigenen botanischen Garten oder die Umgebung geführt. Dort sammelten sie unter Anleitung Kräuter und Pflanzen, um sie anschließend zu bestimmen und in ein Herbarium einzuordnen.
- *Die Anatomie:* Vermittlung der Lehre vom menschlichen Körper und Regeln des Benehmens. Der Unterrichtsstoff reichte von der Frage, wie ein Apfel richtig geschnitten wird bis zur Präparation und Konservierung von Tierkörpern.
- *Die Experimental-Physic:* Erklärt wurden hier die Grundzüge der Hydrostatik, der Aerometrie und der Hydraulik; Durchführung von pneumatischen Versuchen anhand von aus Holland importierten Pumpen.

4. Von den zur mathesi gehörigen Disciplinen.

- *Die Astronomie:* Unterricht war eng mit der Experimentalphysik verbunden. Zu unterschiedlichen Tageszeiten fanden Himmelsbeobachtungen unter Anleitung eines Mathematikers statt.
- *Die Music:* Durchführung von Gesangsstunden und Unterricht am Klavier, an Flöte, Harfe und Streichinstrumenten.
- *Das Zeichnen:* Zunächst begannen die Zöglinge mit der Zeichnung einfacher Linien und geometrischer Figuren, dann kopierten sie Abbildungen und zeichneten abschließend natürliche Gegenstände oder Körper ab.
- *Die Calligraphie:* Die Schreibkunst wurde sowohl in den regulären Schulstunden als auch während der Rekreationsübungen gelehrt. Francke legte auf dieses Fach besonderen Wert.

Übersicht 1: Struktur des Realienunterrichts (1721)

Das, was August Hermann Francke in seiner Schulstadt als beeindruckende Neuerungen verwirklicht hatte, entwickelte sich im Laufe der Jahrhunderte weiter. Heckers Realschulgründung in Berlin wird allgemein als die Fortsetzung des Realschulmodells in den Franckeschen Stiftungen angesehen.

Auch in den Stiftungen selbst bewirkten tiefgreifende Reformen der Anstaltspädagogik und strukturelle Veränderungen der Schulorganisation am Beginn des 19. Jahrhunderts Veränderungen des Realienunterrichts. 1810 entstand, hervorgegangen aus der Lateinischen Hauptschule, eine eigene blühende Realschule, die Mitte des Jahrhunderts von über 500 Schülern besucht wurde. Große naturkundliche Sammlungen von Vögeln, Amphibien, Eier- und Muschelkollektionen, drei verschiedene Mineraliensammlungen, ein physikalisches Kabinett mit über 500 Objekten, große neue Räume für den Zeichen-, Musik-, Handarbeits- und Werkunterricht sowie Schulgartenanlagen prägten das Profil der Franckeschen Stiftungen und ermöglichten in vielfältiger Weise, zeitgemäße Lernwege zu beschreiten und Aneignungsformen zu vermitteln und zu begreifen.

Vom heutigen Besucher verlangt beispielsweise die Besichtigung der barocken Wunderkammer, der Kunst- und Naturalienkammer in den Stiftungen, ein Umdenken. So erwartet man am Beginn des 21. Jahrhunderts eine Museumslandschaft mit Präsentationen zu überschaubaren Themenstellungen, die durch Einzelobjekte veranschaulicht werden. Vitrinen und Erklärungstafeln sind in der Regel so gestaltet, dass das einzelne Exponat bestmöglich zur Geltung kommt.

"In einer barocken Kunst- und Naturalienkammer ist - fast - alles anders. Weil sie einem enzyklopädischen Anspruch folgt und das gesamte Universum einzufangen versucht, begreift sie alle Komponenten der Ausstellung als ein Beziehungsgeflecht. Nicht das Einzelstück steht im Vordergrund, sondern die Gesamtkomposition, die alles, vom Sammlungsgegenstand über das Aufbewahrungsmobiliar bis hin zum Ausstellungsraum und nicht zuletzt die museale Anordnung mit einbezieht." (Müller-Bahlke & Göltz 1998)

Perspektivrahmen Sachunterricht – das gegenwärtige Profil

Heute befindet sich in Franckes Schulstadt neben weiteren Instituten des Fachbereichs Erziehungswissenschaften der Universität Halle-Wittenberg auch das Institut für Schulpädagogik und Grundschuldidaktik. In seinem Studienfächerkanon für das Lehramt an Grundschulen enthalten sind die Fächer Heimat- und Sachunterricht sowie Schulgartenunterricht. Beide Studienfä-

cher haben ihre historischen Wurzeln in einer über 300-jährigen Schulgeschichte der Stiftungen verankert.

Die "Welt" von damals im Horizont seiner Zöglinge über die ummauerten Grenzen der Schulstadt mit seinen Möglichkeiten zu öffnen, war ein Anliegen Franckes.

Die heute möglichen Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht, seine Lernorte, Phänomene und Anschauungsmittel, seine Informationsquellen und -vielfalt, seine soziale und curriculare Vielgliedrigkeit gehen jedoch weit über die Aussagekraft einer historischen Wunderkammer hinaus.

Wohlwollend betrachtet, beinhaltet bereits Franckes pädagogisches Konzept die anspruchsvolle Aufgabe, seine Zöglinge dabei zu unterstützen, sich in ihrer Umwelt zurechtzufinden, diese angemessen zu verstehen und mitzugestalten, systematisch und reflektiert zu lernen sowie Voraussetzungen für späteres Lernen zu erwerben. Das waren und sind Aufgaben, wie sie auch heute aus pädagogischer und didaktischer Perspektive der Grundschule gestellt werden.

Dennoch – die beeindruckende Vielfalt des Sachunterrichts heute, der seine Inhalte, Themen und Verfahren in fünf verschiedenen Perspektiven zum Ausdruck bringt, die nicht getrennt und unabhängig voneinander zu sehen und zu interpretieren sind, nutzt wohl auch Franckes Ideenreichtum von vor über 300 Jahren. Die nun am Beginn des 21. Jahrhunderts von der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. erarbeiteten Perspektiven

- "berücksichtigen relevante und bildungswirksame Erfahrungen der Kinder in der Auseinandersetzung mit ihrer natürlichen, sozialen und technischen Umwelt;
- sind hinreichend trennscharf, um Könnens-, Wissens- und Verstehensfortschritte mit Bezug auf das in Fachkulturen bereitgestellte und gepflegte Wissen zu benennen;
- bieten Anschlussmöglichkeiten für die Lernangebote von Sachfächern in weiterführenden Schulen und stellen damit sicher, dass bedeutsame Wissensbereiche angemessen berücksichtigt werden." (GDSU 2002)

Die nachfolgend abgedruckten Beiträge – hervorgegangen aus Vorträgen der Hallenser Tagung 2002 und gehalten in den "mitten im Aufbruch" befindlichen Franckeschen Stiftungen – versuchen Antworten zu finden auf die Fragen nach den "Lernwegen und Aneignungsformen im Sachunterricht" der Gegenwart.

Zu den Beiträgen des Bandes

Im März 2002 noch als Direktor der Franckeschen Stiftungen zu Halle und ausgezeichnete Gastgeber fungierend, wies *Jan-Hendrik Olbertz* in seinem vielbeachteten Plenarvortrag auf die neu entdeckte Faszination des Wissens hin. Er betrachtet Wissen als "Rohstoff", den man veredeln kann zu Bildung, indem man es ordnet, kritisch prüft und relativiert, verknüpft, an Sinn und Einsicht bindet, einbettet in ein Kontinuum von Menschlichkeit und Kultur. Vor allem aber muss Wissen aus authentischen Zusammenhängen der Wirklichkeit erschlossen, durch Anschauung vertieft und in seiner Bedeutung transparent gemacht werden.

Olbertz fragt nach, was alle wissen sollten in der pluralen Gesellschaft, was man in der überquellenden Fülle von Wissen herausfinden kann, was konstanten Wert hat und den jungen Menschen als Grundlage ihrer Orientierung und Selbstverwirklichung dienen könnte. Welche Rolle spielt dabei das kulturell verankerte Wissen der Nation und in welchem Verhältnis steht es zu den sogenannten "Kulturtechniken"?

Der Vortrag schlussfolgert daher, dass die Pädagogik gerade der Grundschule viel intensiver, kontinuierlicher und nachhaltiger auf die Vermittlung von Grundwissen achten und sich auf das konzentrieren muss, was als natürliche und kulturelle Konstanten allen Menschen verfügbar sein sollte. Olbertz, im März 2003 bereits seit einigen Monaten Kultusminister Sachsen-Anhalts, fordert mit Nachdruck, bleibenden Bildungsinhalten, natürlichen wie kulturellen Ursprungs, mehr pädagogischen Raum zu geben, länger dort zu verweilen und öfter darauf zurück zu kommen. Er tut es dann anschließend selbst, indem er auf Wolfgang Ratkes Grundsatz verweist "Alles durch Erfahrung und stückliche Unterweisung", der in August Hermann Franckes Wunderkammer zu einer faszinierenden Blüte gelangte.

Zu Beginn ihres anspruchsvollen Plenarvortrages stellt *Elsbeth Stern* mit Bedauern fest, dass Kinder im Grundschulalter sowohl in der Entwicklungspsychologie als auch in der Lehr-Lern-Forschung vergleichsweise selten Gegenstand wissenschaftlicher Forschung sind.

Vorwiegend forschungspragmatische Gründe sieht sie auch darin, dass dem indirekten, also nicht durch direkte Instruktion erworbenen Wissen bisher in der Lehr-Lern-Forschung weniger Aufmerksamkeit gewidmet wurde als dem direkt als Ergebnis einer Lerneinheit erworbenen Wissen. Die interessante Skizze der Wissensentwicklung vom Säuglingsalter bis zum Grundschulalter macht deutlich, dass einige Aspekte der mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz sehr einfach zu erwerben sind, weil die

Grundlagen hierfür universell genetisch angelegt sind. Dagegen bereitet der Erwerb anderer Kompetenzen größere Schwierigkeiten, weil die hierfür benötigten Grundlagen erst im Laufe der kulturellen Entwicklung mit großer Anstrengung entwickelt werden. Stern betont nachdrücklich, das in keiner anderen Altersstufe Lernen und Entwicklung eine so enge Verbindung eingehen wie im Grundschulalter. Den Beitrag von Olbertz ergänzend, sieht sie als primäres Ziel von Schule die Vermittlung der im kulturellen Kontext entstandenen Symbolsysteme, die als geistige Werkzeuge zur Konstruktion von Wissen verstanden werden. Wie grundlegend der Beitrag von Stern auf weitere wissenschaftliche Fragestellungen wirkt, wird an mehreren folgenden Tagungsbeiträgen deutlich.

Der Beitrag von *Patricia Grygier, Johannes Günther, Ernst Kircher, Beate Sodian* und *Claudia Thoermer* gibt einen Einblick in das Forschungsprojekt "Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule". Zwei miteinander verknüpfte, von den Autoren entwickelte Curriculummateriale führen zu erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Reflexionen über Naturwissenschaften. Die im Forschungsprojekt handelnden Schüler lernen die "Natur der Naturwissenschaft" kennen, indem sie sich selbst auf den Erkenntnispfad der Wissenschaftler begeben und versuchen, eigene Hypothesen durch geeignete Experimente zu bestätigen oder zu widerlegen. Die anschauliche Darstellung der Unterrichtseinheiten, die entsprechende Lernwegbeschreibung und erste Ergebnisse der empirischen Untersuchungen veranlassen die Autoren zu der berechtigten Hoffnung, diese Thematik auch in der Lehrerbildung berücksichtigt zu wissen.

Eva Blumberg, Kornelia Möller, Angela Jonen und *Ilonca Hardy* bestätigen in ihrem Beitrag die Forderung, bereits im Sachunterricht der Grundschule ein Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften zu ermöglichen, dabei naturwissenschaftliche Denkweisen zu fördern, nicht belastbare Konzepte abzubauen und ein Vorverständnis für naturwissenschaftliche Konzepte aufzubauen. Sie betonen jedoch zu Recht, dass damit verknüpft werden müssen die Förderung von Interesse, Motivation, positiven selbstbezogenen Kognitionen und Lernfreude hinsichtlich der Naturwissenschaften. Inhalt und Darstellung der ausführlich vorgestellten empirischen Untersuchung unterstreichen den hohen Anspruch an Grundschulforschung allgemein und an Forschungen zum Sachunterricht besonders.

Dass beträchtliche Lernerfolge hinsichtlich der Aufgabe nicht belastbarer und des Aufbaus angemessener Konzepte im naturwissenschaftlichen Bereich des Sachunterrichts möglich sind, stellen *Angela Jonen, Kornelia Möller* und *Ilonca Hardy* in ihrem Beitrag in beeindruckender Weise vor. In ih-

rem Forschungsprojekt untersuchten sie die Entwicklung physikalischer Basiskonzepte in Abhängigkeit von der Gestaltung von Lehr- Lernumgebungen. Schwerpunkte des Beitrages sind die Beschreibung kognitiver Lernfortschritte im Sinne von Konzeptwechseln sowie die Erläuterung der Variation der Strukturierung im Unterricht. Lernwege und Aneignungsformen werden wie im vorangegangenen Beitrag durch das beschriebene Unterrichtsdesign, die Erhebungs- und Auswertungsmethoden und erste Untersuchungsergebnisse deutlich.

Claudia Tenberge stellt in ihrem Beitrag die Frage, ob und wie der Sachunterricht die Persönlichkeit von Grundschulkindern fördern kann. Mit dem "Fähigkeitsselbstkonzept" und den "Selbstwirksamkeitserwartungen" leitet sie Teilbereiche ab, die einer empirischen Prüfung zugänglicher sind als das komplexe Konstrukt der Persönlichkeit. In einer quasi-experimentellen Studie stellt Tenberge dar, wie die Wirkung unterschiedlich gestalteter handlungsintensiver Lernsituationen auf das bereichsspezifische Selbstvertrauen im naturwissenschaftlich-technisch orientierten Sachunterricht von Grundschulern geprüft wird. Die vorgestellten Befunde der Untersuchung lassen Tenberge vermuten, dass handlungsintensiver Sachunterricht mit einem breiten Spektrum an Handlungsformen und angemessenem, individuellem Maß an Selbststeuerung im Bereich der Lernorganisation geeignet sind, die Persönlichkeit der Kinder zu fördern.

Christina Beinbrech sieht in der Förderung des Problemlöseverhaltens eine grundlegende Aufgabe von Sachunterricht. Für den technikbezogenen Sachunterricht stellt sie in ihrem Beitrag einen Zusammenhang zwischen unterschiedlich gestalteten problemlösenden Lernsituationen und dem Problemlöseverhalten von Kindern vor.

Die Darstellung der methodischen Anlage der Untersuchung lässt kaum kritische Fragen nach der wissenschaftlichen Gründlichkeit der vorgestellten Studie zu. Beispielsweise wurde zur Operationalisierung der abhängigen Variablen für die zentrale Variable "Aspekte des Problemlöseverhaltens" vor und nach dem Treatment eine teilnehmende Beobachtung durchgeführt. Dabei wurde per Video von jedem einzelnen Schüler dessen Problemlöseverhalten aufgezeichnet. Die Auswertung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Verfahren entwickelt wurde, das sowohl ergebnisorientierte als auch prozessorientierte Merkmale berücksichtigt.

Die Aneignung und Entwicklung von Begriffen im Sachunterricht betrachtet *Hartmut Giest* als zentrales Moment des Wissenserwerbs dieses Faches, aber auch als einen bedeutsamen Aspekt schulischer Bildung insgesamt. Dabei denkt er vor allem an die Aneignung wissenschaftlicher Begriffe,

die sich gegenüber den Alltagsbegriffen durch Normierung, Einbettung in einen theoretischen Zusammenhang und Begründungspflicht auszeichnen. Giest stellt besondere Defizite bezüglich der Erforschung von Wirkungen des Unterrichts auf die Aneignung und Entwicklung wissenschaftlicher Begriffe fest. Seine interessanten Längsschnittuntersuchungen (1988-1991 und 1997-2000) geben Anlass für weitere Forschungsarbeiten, unterstreichen sie doch nachdrücklich die Notwendigkeit, dem Aspekt der Förderung der Begriffsbildung und des begrifflichen Denkens im Unterricht mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

In ihrem Beitrag stellt *Marlies Hempel* methodologische Grundlagen und Ergebnisse einer qualitativen Inhaltsanalyse freier Texte von Kindern vor, in denen diese ihre Gefühle und Gedanken zu den Lehr- Lernmöglichkeiten im Sachunterricht äußern. Die vorgestellten Forschungsergebnisse sind Bestandteil des Forschungsprojektes "Subjektorientiertes Lernen und Lehren im Sachunterricht der Grundschule", welches vielfältige Aspekte und Perspektiven der Lernkultur im Sachunterricht untersucht. Dabei wird von der Notwendigkeit einer Lernkultur ausgegangen, die die Schüler zunehmend aus der fremdbestimmten Position herausführt und zu Subjekten ihres eigenen Lernprozesses macht. Ob es also um die moderat-konstruktivistischen Lernumgebungen oder um die Förderung des Problemlöseverhaltens geht, immer geht es auch um die Frage der Selbst- und Mitbestimmung der Kinder auf ihren Lernwegen.

Beim Blick auf die Beiträge in diesem Band ist festzustellen, dass sich eine Vielzahl von Untersuchungen mit der von Hempel diskutierten Fragestellung auseinandersetzt.

Kinder mit besonderem Förderbedarf bedürfen der fördernden, strukturierenden und orientierenden Interaktion mit ihren Lehrerinnen und Lehrern in besonderer Weise. Damit beantworten *Astrid Kaiser* und *Kirsten Teiwes* ihre als Frage gestellte Themenstellung anhand umfangreicher Untersuchungsergebnisse. Im Rahmen des Projektes "Prävention von Lernbehinderung" wurden besonders förderungsbedürftige Kinder beim Umgang mit Handlungsmaterial im Sachunterricht beobachtet. Dabei wurde der Umgang der Kinder mit konkretem handlungsorientiertem Sachunterrichtsmaterial hinsichtlich folgender Kriterien untersucht: Attraktion, Motivation, Anforderung und Qualifizierung. Die Ergebnisse der vorgestellten Studie machen deutlich, dass Lernwege und Aneignungsformen durch spezifische Handlungsmaterialien für Kinder mit besonderem Förderbedarf erkennbarer und effizienter werden.

Drei Unterrichtssituationen stellt *Johannes Jung* in seinem Beitrag vor, die bei gründlicher Analyse als Gemeinsamkeit schnell eine mehr oder weniger produktive Irritation offenbaren, die eine erkennbare Diskrepanz aufreißt zwischen sinnlich-anschaulicher Realität und gedeuteter Wirklichkeit. Es wird deutlich gemacht, dass gerade aus dieser Irritation sowohl eine argumentative Durcharbeitung und sprachlich-symbolische Klärung erwuchs, als auch eine Verbindung und Vernetzung von Begriffen erkennbar wurde.

In seinen Anmerkungen zu den Grenzen der Handlungsorientierung geht Jung kritisch dreierlei didaktischen Folgerungen auf den Grund. Notwendigerweise in Anlehnung an maßvolle konstruktivistische Axiome werden didaktische Möglichkeiten einer nachdrücklichen Einbindung in Sinn- und Deutungskontexte dargestellt.

Friedrich Gervé erörtert in seinem Beitrag die Frage, wie der Computer mit entsprechender Software von den Kindern im Sachunterricht für den Wissenserwerb genutzt werden kann. Die Software ermöglicht den Lernenden eine themengebundene, elaborierte Informationsverarbeitung und unterstützt sie bei der Konstruktion von Wissen mit Arbeitsmöglichkeiten in unterschiedlichen Öffnungsgraden.

Um Informationen zu bestimmten Themen zu erhalten, können Medien, so auch die Computer, im Sachunterricht genutzt werden. Dabei versteht *Gervé* Information im konstruktivistischen Sinne als vereinbarte oder taugliche Repräsentation von Wirklichkeitskonstruktionen oder -perspektiven bzw. tradierten Begriffen und Strukturen, die eine Verständigung über Deutungen von Wirklichkeit und damit gemeinsames Handeln möglich machen. An Unterrichtsbeispielen wird illustriert, dass Computer im Medienverbund in Lernumgebungen zu integrieren sind, welche vielfältige Erfahrungs- und Kommunikationsräume bieten.

Planung, Organisation, Realisierung, Evaluation und Reflexion von Lehr- und Lernprozessen als zentrale Professionsaufgaben von Lehrenden werden von *Roland Lauterbach*, *Sandra Tänzer* und *Maren Zierfuß* diskutiert. Ausgehend von allgemeindidaktischen Theorien und Konzeptionen wurde von ihnen über mehrere Lehrveranstaltungen unter dem Anspruch der Professionalisierung ein Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung für Sachunterricht entwickelt. Mit dem Darstellen von evaluativ begleiteten Lehrveranstaltungen mit diesem Modell unter besonderer Berücksichtigung der Aneignungsformen in Abhängigkeit von Themen, hinsichtlich der Erkenntnismethoden und im Anfangsunterricht schließt sich der Kreis der diesen Band repräsentierenden Themenstellung:

Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht.

Literatur

- Ebert, B. (1998): Waisenvater und Erzieher 1695-1727. In: Vier Thaler und sechzehn Groschen. August Hermann Francke. – Der Stifter und sein Werk. Halle/Saale, S. 111.
- GDSU – Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kataloge der Franckeschen Stiftungen 4 (1997): Schulen machen Geschichte. 300 Jahre Erziehung in den Franckeschen Stiftungen zu Halle. Halle/Saale: Verlag der Franckeschen Stiftungen.
- Müller, T. J. (1997): Der Realienunterricht in den Schulen August Hermann Franckes. In: Kataloge der Franckeschen Stiftungen 4, S. 51-54.
- Müller-Bahlke, T. J. & K. E. Göltz (1998): Die Wunderkammer. Die Kunst- und Naturalienkammer der Franckeschen Stiftungen zu Halle (Saale). Halle/Saale: Verlag der Franckeschen Stiftungen, S. 11.
- Obst, H. & P. Raabe (2000): Die Franckeschen Stiftungen zu Halle (Saale). Geschichte und Gegenwart. Halle/Saale: fliegenkopf verlag.
- Schwieb, H.-J. (1996): Wegbereiter der Schulgärten. A. H. Francke und der erste Schularbeitsgarten in Deutschland vor 300 Jahren. In: Scientia halensis. Das Wissenschaftsjournal der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 2/1996, S. 26-28, S. 38.

Joachim Kahlert

Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht – einführende Gedanken zur Wiederbelebung des didaktischen Denkens

Als ich in einer Sachunterrichtsvorlesung die Studierenden fragte, warum manche Gegenstände schwimmen, andere sinken, war die ebenso prompte wie einhellige Antwort, das läge am Gewicht. Mein Hinweis auf den kleinen Kieselstein, der untergeht, und auf den Ozeanriesen, der doch schwimmt, ließ erst Ratlosigkeit aufkommen und dann kam die Luft ins Spiel. Im Schiff sei ja, so einige Vorschläge zur Lösung des Problems, im Gegensatz zum Stein, irgendwie Luft „drin“. Darum schwimme es.

Aber auch ein Kahn, ohne umschlossenen Raum, schwimmt. Dann liegt es wohl auch an der Form? Irgendwann im Laufe der mühsamen Suche in den Sedimenten abgelagerter Wissensbruchstücke sagte dann eine Studentin, das habe wohl mit dem Auftrieb zu tun, aber so richtig erklären könne sie das nicht. Es sei mehr eine Erinnerung.

Gehört haben gewiss alle Studierenden dieses ersten Semesters einmal etwas über die physikalischen Hintergründe des Schwimmens und Sinkens. Und irgendwie haben sie auch etwas darüber gelernt. Aber angeeignet habe sie sich dieses Wissen wohl eher nicht.

Nicht erst TIMSS und PISA haben uns darauf aufmerksam gemacht, dass an unseren Schulen viel gelehrt und gelernt wird, ohne dass sich die Lernenden neues Wissen und neue Fähigkeiten nachhaltig aneignen. Nur der Vollständigkeit halber sei der Hinweis erlaubt, dass dieses auch für das Lernen an Universitäten zutrifft, wie Gruber, Mandel & Renkl an Fächern wie Medizin und Betriebswirtschaftslehre zeigen konnten (vgl. Gruber u.a. 2000, S. 141-143).

Offenbar wird in unserer Gesellschaft heute viel gelernt. Es soll ja noch mehr werden, wenn man den Wortführern des Konzepts vom „lebenslangen Lernen“ glaubt. Aber was kommt eigentlich dabei heraus? Und wozu lernt man?

Nicht zuletzt das offenkundig verbreitete Missverhältnis zwischen vielfach betriebenem Lernaufwand und tatsächlicher Aneignung unterstreicht die Bedeutung und Tragweite des Themas der in diesem Band dokumentierten Jahrestagung der GDSU:

„Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht.“

Das Thema sieht auf den ersten Blick so aus, als habe es vor allem einen methodischen und vielleicht noch einen lerntheoretischen Schwerpunkt. Es scheint vor allem danach zu fragen, wie Sachunterricht gestaltet sein muss, damit die Lernenden sich die Inhalte des Unterrichts nachhaltig und wirksam aneignen.

Aber diese Interpretation des Themas wäre zu eng für eine *fachdidaktische* Disziplin wie den Sachunterricht. In der auf Lern- und Unterrichtsmethoden konzentrierten Auslegung des Themas wäre Aneignung so etwas wie ein Qualitätsbegriff vor allem für den Lernprozess.

Diese lernprozess-orientierte Verwendung des Aneignungsbegriffs ist durchaus sinnvoll. Der Begriff der Aneignung wird dabei genutzt, um eine bestimmte Qualität des Lernens einzufordern. Nicht schon Lernen an sich gilt als wertvoll, sondern erst ein Lernen, das zu einem Wissen und einem Können führt, das nachhaltig und nicht nur kurzfristig, das flexibel und nicht starr zur Verfügung steht. Wenn man schon lernen muss, dann gründlich.

Aber der Aneignungsbegriff bietet noch mehr. Er ist nicht nur lernpsychologisch und lerntheoretisch anschlussfähig, sondern auch bildungstheoretisch.

Aneignung umschließt nicht nur die Frage, wie gelernt werden soll, sondern auch die für uns Didaktiker genauso wichtige Frage, was gelernt werden soll – und warum.

Der Lernbegriff ist, um es in Anlehnung an eine selbstkritisch-ironische Konstruktion von Jürgen Habermas auszudrücken, didaktisch „eher unmusikalisch.“ Gehen wir kurz auf den Lernbegriff ein, um weniger bildhaft auszudrücken, was gemeint ist.

Orientiert man sich zum Beispiel am Lernbegriff, wie ihn Walter Edelmann verwendet, dann ist Lernen eine „Erfahrungsbildung“ (Edelmann 1996, S. 5), die die Handlungs- und Erkenntnismöglichkeiten erweitert und nicht ausschließlich auf rein biologische Reifungsprozesse zurückzuführen ist.

In dieser abstrakten Bestimmung geht es um den Prozess der Auseinandersetzung eines Organismus mit seiner Umwelt, wobei dieser Prozess – und nicht ein inneres Programm – dazu führt, dass die Optionen des Organismus in seiner Umwelt wachsen.

Eine Aussage über sinnvolle, gar wünschenswerte Optionen, zu denen der Lernprozess führen soll, und über Inhalte, die diese Optionen ermöglichen, ist damit noch nicht möglich. Auf seinen eigenen Vorteil zu achten und die Schwächen anderer auszunutzen kann ebenso erfolgreich und effektiv gelernt werden, wie das Aushandeln unterschiedlicher Interessen und die Rücksichtnahme auf andere. Der Lernbegriff ist normativ – und damit didaktisch und bildungstheoretisch – blind.

Die Sachunterrichtsdidaktik kann sich aber nicht damit begnügen, dass im Unterricht wirksam, nachhaltig und effektiv gelernt wird. Vielmehr richtet sie den Blick auch auf die Inhalte und fragt danach, wie sich entscheiden lässt, was gelernt werden soll.

Gerade für den Sachunterricht stellt die Beantwortung dieser Frage eine große Herausforderung dar, denn die inhaltliche Bandbreite unseres Faches ist enorm. Sie reicht von akustischen und optischen Phänomenen über gesunde Ernährung, Feuerwehr, Geschichte des Heimatortes bis hin zum Stromkreis, den Jahreszeiten und Fragen des Umweltschutzes und des Verbraucherverhaltens.

Einen Zugang zu dieser didaktischen Reflexion im engeren Sinne bietet ein Verständnis von Aneignung, wie es Joachim Lompscher mit Bezug auf die von Leontjew, Wygotski und anderen begründete kulturhistorische Schule der Psychologie entwickelt hat.

In seinem Referat auf der 6. Tagung der Arbeitsgruppe Grundschulforschung des Grundschulverbandes in Potsdam 1997 grenzte Lompscher den Begriff der Lerntätigkeit von dem Begriff des Lernens ab, in dem er im Begriff der Lerntätigkeit Prozessqualitäten des Lernens *und* inhaltliche Ansprüche zusammenfügte.

Lerntätigkeit, so Lompscher, sei auf die Aneignung des kulturellen Wissens und Könnens gerichtet. Er versteht darunter die „aktive, zunehmend selbständige und eigenverantwortliche praktisch-gegenständliche und geistige Auseinandersetzung mit *Lerngegenständen* unter spezifischer *Lernzielstellung*“ (Lompscher 1999, S. 15).

Dieses Verständnis von Lerntätigkeit ist sowohl für lerntheoretische als auch für bildungstheoretische Überlegungen anschlussfähig:

- Zum einen werden Qualitätsansprüche an den *Lernprozess* gestellt, der möglichst aktiv sein soll, zunehmend selbstständig und eigenverantwortlich. So ähnlich sagt uns das ja seit einiger Zeit auch der konstruktivistisch aufgeklärte Lernbegriff.
- Und zum anderen ist mit Bezug auf *Lerngegenstände* und *Lernziele* die Frage eingeschlossen, was inhaltlich gelernt werden soll, damit sich die

Lernenden das kulturelle Wissen und Können auf sinnvolle und produktive Weise aneignen.

Man hat an der kulturhistorischen Schule kritisiert, dass sie das jeweils gegebene kulturelle Wissen und Können nicht kritisch in Frage stellt, sondern als sachliche und normative Grundlage für die Entscheidungen über Ziele und Inhalte des individuellen Lernens akzeptiert (vgl. Pazzini 1976, Wacker 1977).

Ob dies zur Recht kritisiert wird, sei dahin gestellt, dazu möchte ich hier nicht Stellung nehmen; das wäre ein weiteres Thema für sich. Sicherlich wäre es jedoch notwendig und – nicht nur für die Sachunterrichtsdidaktik – ertragreich, den kulturhistorischen Begriff der Aneignung systematisch mit dem Aneignungsbegriff zu vergleichen, wie er in Konzeptionen des ästhetischen Lernens und der ästhetischen Bildung ausgearbeitet wurde, zum Beispiel in den Beiträgen von Hartmut von Hentig (1968), Horst Rumpf (1981), Klaus Mollenhauer (1996) und Meike Aissen-Crewett (2001).

Hier wartet eine Fülle von Material auf vergleichende Theorieanalysen, und zwar sowohl für Staatsexamensarbeiten, als auch für Magisterarbeiten und wohl auch für Dissertationen.

Wichtig ist mir die Erinnerung an einen Aneignungsbegriff, der Inhalt und Methode zusammenbringt, weil er nicht nur danach fragt, wie Lernwege zu gestalten sind, damit Kinder sich das gewünschte Wissen und Können effektiv und wirksam aneignen, sondern der auch danach fragt, warum sie sich dieses Wissen und Können überhaupt aneignen sollen.

Der Begriff Aneignungsformen in unserem Tagungsthema ist daher eher als der Begriff Lernwege ein didaktisch inspirierter Begriff. Gerade heute, wenn vielerorts vom lebenslangen Lernen die Rede ist, sollten wir den Mut haben, die Frage deutlich zu stellen, ob denn Lernen Selbstzweck sei. Oder ist Lernen nicht viel mehr Mittel zu einem Zweck, nämlich zu dem Zweck, sich die Welt anzueignen, das heißt, produktiv für sich selbst und für andere an ihr teilhaben zu können?

Angesichts der Fülle potenziell sinnvollen Wissens und Könnens und der Auflösung vieler tradierteter Kriterien, mit denen die Bedeutsamkeit dieses Wissens und Könnens für Lernende beurteilt, zum Teil auch nur unterstellt wurde, benötigen wir eine Wiederbelebung des didaktischen Denkens und eine Professionalisierung der didaktischen Kommunikation über den Bildungsgehalt der Gegenstände und Inhalte, die Kinder im Sachunterricht lernen sollen.

Ich spreche bewusst von einer Wiederbelebung des didaktischen *Denkens*, nicht von neuen didaktischen Konzeptionen für den Sachunterricht. Davon haben wir viele, auch viele brauchbare.

Die Zeit für didaktische Großentwürfe, die beim Menschenbild anfangen und bei den Lernzielen für die 3. Unterrichtsstunde in der Unterrichtseinheit zum Thema „xy“ aufhören, ist wohl eher vorbei.

Wolfgang Klafki hat herausgearbeitet und begründet, dass der Stellenwert von Unterrichtsinhalten nur in der „polaren Beziehung“ (Klafki 1996, S. 121) zwischen den Angeboten und den Ansprüchen der Gesellschaft – also den kulturellen Wissens- und Könnensbeständen – *und* den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler „didaktisch angemessen ausgelegt werden“ kann (ebd.).

Je konkreter die Inhaltsentscheidungen getroffen werden, um so differenzierter sollten daher die Kenntnisse über die Schülerinnen und Schüler sein. Diese Kenntnisse müssen letztlich von Lehrerinnen und Lehrern erworben und angewandt werden.

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 der Sachunterricht geplant, gehalten und analysiert wird.

Diese Professionalisierung der didaktischen Kommunikation ist nur auf einem hohen fachlichen und theoretischen Niveau sinnvoll und muss um empirische Absicherung bemüht sein. Anspruchsvolle didaktische Kommunikation und die Professionalisierung der didaktischen Kommunikation zum Sachunterricht sind forschungskompatible Aufgaben und sicherlich gut für ein ganzes Forschungsprogramm.

Der oben ins Spiel gebrachte didaktisch interessierte Aneignungsbegriff fragt nicht nur und auch nicht in erster Linie danach, wie Sachunterricht methodisch und inhaltlich gestaltet sein muss, damit er den curricularen Ansprüchen von Sachfächern weiterführender Schulen gerecht werden kann. Er setzt grundlegender an und fragt, was Sachunterricht und vielleicht auch die weiterführenden Sachfächer dazu beitragen können, damit sich das Kind seine Umwelt aneignen kann.

Darum ist es ja auch gut, dass im Sachunterricht nahezu über zwei Jahrzehnte viel über mögliche Lernwege nachgedacht, geschrieben und geforscht wurde.

Nachdem in den siebziger Jahren die letzten großen curricular orientierten Konzeptionen für das Fach Sachunterricht vorgelegt worden sind, hat sich die fachdidaktische Kommunikation der folgenden beiden Jahrzehnte vor allem

darum bemüht, methodische Vorschläge für das Lernen im Sachunterricht zu entwickeln.

Ziel war unter anderem, den sich verändernden und immer weiter differenzierenden Lernvoraussetzungen der Kinder gerecht zu werden. Lernen im Sachunterricht sollte deswegen „problemorientiert“, „erfahrungsorientiert“, „handlungsorientiert“, „projektorientiert“, „schülerorientiert“ oder „kindorientiert“ sein.

Auf der didaktischen Landkarte des Sachunterrichts sieht man darum heute auch viele Wege und mitunter fragt man sich, wohin führen sie eigentlich? Wo kommt man an, wo kommen Kinder an, die der Sachunterricht auf diesen Wegen mitnehmen soll?

Schon früh – vor über 12 Jahren – brachte Helmut Schreier in diesem Zusammenhang seine Sorge vor einer „Trivialisierung“ (Schreier 1989, S. 10) des Sachunterrichts zum Ausdruck. Später warnte Getrud Beck vor einem Unterricht, der „hübsche Handlungsideen“ (Beck 1993, S. 6) realisiert, den Kindern auch Spaß bringe aber keinen großen Lernzuwachs.

Unser Verband hat sich dieser Herausforderung gestellt und mit dem Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU 2002) eine Diskussion über Verfahren und Inhalte des Sachunterrichts angestoßen.

Die in diesem Band 13 der Schriftenreihe der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts „Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts“ dokumentierten Tagungsbeiträge suchen nach Antworten auf die Frage, wie Lernwege gestaltet sein müssen, damit Sachunterricht dazu beiträgt, dass Kinder sich ihre Umwelt bildungswirksam aneignen können.

Vorgestellt und debattiert wurden die Beiträge in Halle, in den Franckeschen Stiftungen. Der Genius loci hat sicher dabei geholfen, die Diskussionen und Auseinandersetzungen in der Sache strukturiert und zielorientiert, aber auch kollegial, zugewandt und achtsam zu führen.

Literatur

- Aissen-Crewett, M. (1998): Grundriss der ästhetisch-asthetischen Erziehung. Postdamer Studien zur Grundschulforschung, 19. Potsdam.
- Beck, Gertrud (1993): Lehren im Sachunterricht zwischen Beliebigkeit und Wissenschaftsorientierung. In: Die Grundschulzeitschrift 67, S. 6-8.
- Edelmann, W. (1996⁵): Lernpsychologie. Weinheim.
- GDSU – Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn.

- Gruber, H.; H. Mandl & A. Renkl (2000): Was lernen wir in der Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: Mandl & Gerstenmaier, a.a.O., S. 139-156.
- Hentig, H. v. (1968): Das Leben mit der Aisthesis. In: H. v. Hentig (Hrsg.): Systemzwang und Selbstbestimmung. Stuttgart.
- Klafki, W. (1996⁵): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim und Basel.
- Lompscher, J. (1999): Lern- und Lehrforschung aus kulturhistorischer Sicht. In: Giest, H. & G. Scherer-Neumann (Hrsg.): Jahrbuch Grundschulforschung, 2. Weinheim, S. 12-33.
- Mandl, H. & J. Gerstenmaier (Hrsg.) (2000): Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Göttingen.
- Mollenhauer, K. (1996): Grundfragen ästhetischer Bildung. Weinheim.
- Pazzini, K.J. (1976): Gegenständliche und symbolische Aneignungsprozesse – Bemerkungen zur Brauchbarkeit von Holzkamps Theorie der sinnlichen Erkenntnis in der Diskussion um die Kunstdidaktik. In: H. Hartwich (Hrsg.): Sehen lernen. Köln, S. 41-60.
- Rumpf, H. (1981): Die übergangene Sinnlichkeit. München.
- Schreier, Helmut (1989): Entrivialisieren den Sachunterricht! In: Grundschule 21, 3, S. 10-13.
- Wacker, A. (1977): Überlegungen zum Begriff der Aneignung bei Leontjew. In: Psychologie und Gesellschaft, 1, S. 63-78.

An den Dingen lernen – authentisches Wissen als „Rohstoff“ für Bildung

Allenthalben ist sie plötzlich wieder zu spüren: die Faszination des Wissens. Auch die Franckeschen Stiftungen beschäftigen sich damit im aktuellen „Wissenschaftsjahr“, das unter dem Motto „Didaktik @ Discovery“ unser Beitrag zum 500. Gründungsjubiläum der halleischen Universität ist. Woraus resultiert diese Konjunktur, das öffentliche Interesse und die Geltung, die „Wissende“ sogar durch die Medien – denken wir an Günter Jauch – in der letzten Zeit wieder erfahren? Nicht mehr, wer schön ist oder viel Geld hat, erlangt Aufmerksamkeit, sondern wer viel weiß und viel kann.

Ich denke, diese interessante Konjunktur hat mehrere, unmittelbar miteinander zusammenhängende Gründe. Zunächst – und zur Zeit noch ganz vordergründig – resultiert das Interesse aus unübersehbaren Symptomen defizitärer Bildung, abzulesen einerseits an der mangelnden Beherrschung elementarer Kulturtechniken bei jungen Leuten, an Leistungslücken (wie sie internationale Schulvergleiche, eben noch TIMSS, jetzt PISA zeigen) andererseits aber auch an beunruhigenden Verhaltensauffälligkeiten unter jungen Leuten. Zugleich gibt es einen globalen Hintergrund: Man weiß angesichts der Probleme, vor denen die Welt am Beginn des 21. Jahrhunderts steht, nicht mehr, worauf man sonst vertrauen soll, als auf die menschlichen Potenziale selbst, also auf Bildung und Kultur, vor allem seit der Glaube an unreflektiertes Wachstum, das Zahlen und Quoten kennt, aber kaum Sinn vermittelt, erschöpft scheint.

Der dritte Grund, eng mit dem zweiten verbunden, liegt in der „postmodernen“ Gesellschaft. Ein vielgepriesenes Schlagwort ihres Lebenskonzepts heißt *Pluralität*; gelegentlich mutet es an, als würde diese *per se* Individualität ermöglichen und jedem die gleiche Chance bieten, in Freiheit aus der Vielfalt der „Sinnangebote“ für sich eine Auswahl zu treffen. In Wirklichkeit erwachsen daraus ganz neuartige Ansprüche an die Vermittlung von Orientierung durch *Bildung*, wobei es nicht nur um die Wahrhaftigkeit der Angebote geht, sondern auch um ihre Wissens- und Könnensgrundlagen. Nur wer um Alternativen „weiß“, kann sie in seine Auseinandersetzung einbeziehen und seine Wahl treffen. Mit anderen Worten: *Vielfalt und Freiheit verlangen*

Qualifikation. Längst ist ja neben die Lust, alles tun zu können, die Last getreten, nicht zu wissen, was man tun soll, und vieles, was man will, kann man einfach nicht. Die Vielfalt eröffnet also nicht nur Chancen, sondern auch Probleme und Risiken, sie errichtet neue Kommunikationsbarrieren, und der vielbeschworene Diskurs kommt gegen die Konturlosigkeit und „Unübersichtlichkeit“ der modernen Lebenswelt nicht an.

Ein vierter Grund schließlich ist die grenzenlose Dynamik des Wissens selbst, die vielbeschworene „Wissensexplosion“. Zu den oft beschriebenen Konsequenzen dieser und vieler weiterer Zeitphänomene gehört eine allgemeine Tendenz der Beschleunigung, die sich auch und ganz besonders auf dem Sektor des Wissens abspielt. Von extrem schnell veraltendem Wissen ist die Rede: Mit großer Selbstverständlichkeit sprechen wir von Auto- oder „Computergeneration“, die sich viel rascher ablösen als Menschengenerationen. Doch wird deswegen kein Kind schneller erwachsen, so Leo J. O’Donovan (2000), Präsident der Georgetown University kürzlich auf einem Bildungskongress der Kirchen in Berlin. Ist es wirklich Wissen, was hier veraltet? Natürlich „verfällt“ Wissen aus Telefonbüchern, Gebrauchsanweisungen, Fahrplänen oder Hitlisten rasch. Aber wie schnell veraltet das Alphabet oder das kleine Einmaleins, das Periodensystem der Elemente, kulturelle und historische Wissensbestände, Kunstverständigkeit, musische Fähigkeiten? Basiswissen oder -können dieser Art veraltet kaum; und selbst wenn, bliebe aus seinem Abstraktionsgehalt und seiner methodischen Qualität das erhalten, was das Neu- oder Umlernen möglich und erlernbar macht. Wir werden gleich noch fragen, wo und wie dieses Grundwissen zu legen wäre.

Was ist überhaupt „Wissen“? Thomas von Aquin nennt es kurz und bündig „Erkenntnis aus Sinneserfahrung und Verstandeseinsicht“. Zu unterscheiden ist zunächst einmal zwischen Wissen und Information, denn Informationen sind noch nicht das Wissen selbst. Gerade das Informations- und Medienzeitalter hat dazu geführt, dass wir uns, wie Hartmut v. Hentig sagt, „mit einer falschen Vorstellung von ‚Wissen‘ begnügen“. Das ist von gravierender Konsequenz für die Schule: Seit Jahrhunderten hat sie, „vor allem in der platonisch-sokratischen Tradition gelehrt, dass ungeprüftes Wissen gefährliches Scheinwissen ist, und hat also dazu angehalten, dass Wissen dem Denken zu unterwerfen sei. Jetzt wird etwas Wissen genannt, das durch seine Überfülle unbrauchbar geworden ist und das man am besten irgendwo lagert (‚speichert‘), nicht mit sich trägt, weil man den Kopf sonst nicht frei hat für die j e w e i l s geforderte Information“ (v. Hentig 1994).

Offensichtlich ist es gar kein *quantitatives* Problem, vor dem wir stehen. „Wissen“ kann man zwar quantifizieren und dann an seiner Menge verzwei-

feln – *Bildung* aber bedeutet, Wissen zu *qualifizieren*. Schon lange ist klar, dass primär „fertiges“ Wissen kaum noch zu vermitteln ist, sondern exemplarisch das *Werden* von Wissen gelehrt, Wege bzw. Methoden des selbstständigen Kenntniserwerbs aufgezeigt werden müssen. Wissen ist ein Rohstoff – man kann ihn veredeln zu Bildung, indem man es ordnet, kritisch prüft und relativiert, also methodisch generiert, verknüpft, an Sinn und Einsicht bindet, einbettet in ein Kontinuum von Menschlichkeit und Kultur.

Dann aber erhebt sich die Frage, was unter den beschriebenen Bedingungen *Grundwissen* ist, das sich als Basis für die allgemeine Verständigung und damit als Voraussetzung für soziales Handeln, aber auch als methodischer und kommunikativer Einstieg in spezielleres Wissen eignete – und schließlich auch die Orientierung in der werteppluralen Gesellschaft erleichtern könnte. „In der gegebenen historischen Situation“ so Heinz-Elmar Tenorth, „läßt sich allgemeine Bildung, fasst man sie als Strukturproblem moderner Gesellschaften, als die konkrete (pädagogische) Aufgabe beschreiben, ein *Bildungsminimum* für alle zu sichern und zugleich die *Kultivierung von Lernfähigkeit* zu eröffnen“ (Tenorth 1994, S. 166). Vor allem Wolfgang Klafki hat sich mit dieser Frage bildungstheoretisch auseinandergesetzt, indem er mit seiner kritisch-konstruktiven Didaktik einen kategorialen Bildungsbegriff entfaltete, der auf epochaltypische Schlüsselprobleme Bezug nimmt und in einen Katalog von „Schlüsselqualifikationen“ mündet. Doch ist dabei die Frage bis heute offen geblieben, worin die Wissensbasierung dieser Schlüsselqualifikationen besteht. Diese Frage einfach nicht zu stellen, weil sie angesichts der Wissensexplosion und der pluralen Werte nicht mehr konsensual zu beantworten sei, scheint mir keine akzeptable Lösung zu sein.

Es ist die Frage nach dem *Kanon*, die zu den ganz alten Themen der Pädagogik gehört. Sie ist so alt wie die Arbeitsteilung, die notwendigerweise auch zu einer Unterteilung des Wissens, zu geteilten Kompetenzen führte und damit den Grundwiderspruch zwischen der Idee des Allgemeinen und der Notwendigkeit des Einzelnen und Speziellen eröffnete. Schon Aristoteles hat sich über den Kanon Gedanken gemacht, indem er die *techné* und die Sprache voneinander unterschied. Für die *techné*, die handwerkliche Verfertigung, zog er vier Aspekte in Betracht: den Stoff, die einzuprägende Form, das Woher und das Ziel der Fertigung. Die Struktur der Dinge wurde in Analogie zum kunstvollen Menschenwerk (Artefakt) interpretiert. Die Sprache sollte dagegen die methodischen Zugänge eröffnen (vgl. dazu Schmidt 1994, S. 30 und S. 127 ff.). Auch die römische Antike kannte Fächer, die der Ordnung des Wissens und der Systematik seiner Weitergabe dienten: die

septem artes liberales, die sieben freien Künste (oder richtiger: die sieben Künste der Freien).

Aber im Keim enthielten diese alten Vorstellungen von der Teilung bereits die Idee der Synthese, der Wieder-Zusammenführung auf höherer Ebene, der Transzendenz. Damit war das „Zwischen“ den Elementen oder Kategorien angesprochen, das ihnen Gemeinsame oder gemeinsam Übergreifende, also das, was zwischen den Grenzen als Schnittfläche den Blick für Kausalität eröffnete und Neues erzeugt. Nicht ohne Grund ist das älteste Allgemeinbildungsideal der griechischen Antike, die Kalokagathia oder „Schöngutheit“, eine *universelle* Synthese. In unserem heutigen Kanonverständnis verrät nur noch seine Bedeutung aus der Musik den ursprünglichen Sinn: Hier bezeichnet der Kanon einen Vokalmusikstil, bei dem in ihrer Zahl nicht begrenzte unterschiedliche Stimmen in geregelten Abständen nacheinander einsetzen, in ihrem Verlauf gleich sind und sich klangharmonisch zu einem Ganzen fügen. Ein noch schöneres Bild für unsere Bildungskonzeption liefert das Beispiel des Quodlibets.

Gerade in unseren Tagen ist deutlich das Bedürfnis auszumachen, die zersplitterte Welt unseres Wissens wieder zusammenzufügen, ein universelles Ordnungs- und Sinnprinzip in der Vielfalt menschlicher Erkenntnis zu finden. Eine wichtige Frage der Kanondiskussion besteht darin, ob der Kanon nur die Gliederung von *Wissensbereichen*, also Ordnungsprinzipien des Wissens beinhalten soll, oder ob seine Idee auch eine gültige Übereinkunft darüber enthalten kann, *durch welches konkrete Wissen*, welches konkrete Können, diese innere Ordnung und Abfolge auszufüllen wäre. Davon hängt ab, ob man materiale Inhalte, z.B. die in den 70er Jahren zu polemischem Ruhm gelangten Nebenflüsse der Donau, beherrschen muss, oder ob die Kenntnis darüber ausreicht, dass es sie irgendwo gibt und wo man ggf. darüber nachlesen kann. Dies allerdings wäre mir ein ziemlich bescheidener und unverbindlicher Anspruch.

Gibt es also eine allgemein gültige Konstante, einen Kanon *grundlegenden Wissens für alle*, das die Schlüsselqualifikationen auf ein verlässliches Fundament stellen könnte? Gibt es so etwas wie „bleibende“ Bildungsinhalte, eine Art kulturelle Konstante und Grundlage für die ganze Vielfalt des sich Verändernden und Variablen? Welches Wissen würde dazugehören, welches nicht, wer ist legitimiert, das festzulegen bzw. wie kann man zu einer entsprechenden Übereinkunft kommen, ohne dass der alte Exklusivitäts- oder Willkürvorwurf wieder auflebt? Und schließlich: Welcher inneren Ordnung, Systematik, Verknüpfung und Abfolge bedürfte dieses Wissen, um lehr- und lernbar zu werden und parat zu bleiben, und zwar sowohl als solches wie

auch als Anlass und methodisches Reservoir für die Generierung neuen Wissens? Dies sind Fragen, denen sich die Schulforschung stärker denn je zuwenden muss.

Gehört neben dem Lesen-, Schreiben- und Rechnenkönnen zu den vielbeschworenen „Kulturtechniken“ zum Beispiel auch, etwas über die Dramen Shakespeares zu wissen, in der Lage zu sein, ohne Hilfsmittel das Volumen eines Kegelstumpfes auszurechnen? Sollte man Baustile voneinander unterscheiden können, auch wenn man weder Bauingenieur noch Architekt werden möchte? Warum soll man nicht durch Florenz spazieren und sich einfach nur am schönen Wetter erfreuen? Oder werde ich im Herbst den Flug der Kraniche wahrnehmen, wenn ich noch nie von Kranichen gehört, geschweige denn die des Ibykus gelesen habe; ist dieses Ereignis überhaupt noch erlebbar, wenn schon *der Anlass* der Wahrnehmung fehlt, ganz zu schweigen vom Zugang zu seiner ästhetischen Qualität? Ich fürchte, solche Eindrücke und Erfahrungen werden gerade jungen Menschen dauerhaft verschlossen bleiben, wenn die Impulse und Inspirationen, die aus dieser Art von „paratem“ Grundwissen erwachsen, nicht mehr bestehen. Man könnte viele beliebige weitere Beispiele aufführen. Ohne einen Anlass zu haben, ein Defizit, dem möglicherweise sogar schnell abzuhelfen wäre, überhaupt als solches zu bemerken, erübrigt sich die Frage, ob man methodisch imstande wäre, etwas dagegen zu tun. Insofern muss man in der Tat über „Allgemeinwissen“ reden. „Der Begriff des „Allgemeinwissens“ kann als basale Operationalisierung für diese gesellschaftliche und vielleicht sogar anthropologische Tatsache gebraucht werden“ (Tenorth 1994, S. 64).

Kulturelles Wissen und die Beherrschung der dazugehörigen elementaren „Kulturtechniken“ bringen übrigens auch Verständnis und Achtung für das Eigene in Kultur und Geschichte. Wer seine eigenen kulturellen Wurzeln nicht mehr kennt, wird alles Fremde als Bedrohung erleben. Kanonisiertes Wissen erzeugt auch Identität, sofern das Wissen gemeinschaftliches Wissen ist. Selbst wenn man dann lernt, was schon die Eltern gelernt haben, wird es keineswegs immer gleich als „veraltet“ gelten müssen (vor allem im Falle kulturellen Wissens), sondern Gemeinschaftserfahrung, Zugehörigkeit und Bindung erzeugen.

Wenn Bildung also bedeutet, Wissen nicht einfach nur anzuhäufen, sondern es zu „qualifizieren“, dann ist zu fragen, worin die „Qualität“ eines solchen Wissens besteht. Sie besteht insbesondere in der Relevanz und Lebensnähe des Wissens, seiner Zugriffsfähigkeit, in seinem exemplarischen Gehalt, also der Abstraktionsfähigkeit, in der Verknüpfung und Herleitbarkeit, der Plausibilität und Einsichtigkeit, der inneren Struktur und Ordnung (um es

„verorten“ und rekonstruieren zu können), der Entwicklungsoffenheit und schließlich der „Kommunikabilität“. Alle diese Eigenschaften hat es nicht von alleine oder nur durch seine Auswahl, sondern erst durch die pädagogische Erschließung, Verknüpfung und Kommunikation.

Wissen ist in diesem Sinne also stets methodisch hergeleitetes, sinnvolles Wissen – es impliziert *Verstand*, *Verständnis* und *Verständigung*.

Verstand	Verständnis	Verständigung
Die kognitive Dimension der Einsicht in Struktur und Sinn	die Durchdringung der Begründungen, Zusammenhänge, methodischen Implikationen	die kommunikative „Sinnerschließung“ von Wissen in Bildung und gemeinschaftlicher Verantwortung

Dies alles aber müsste nun irgendwann und irgendwo seinen Anfang haben. Deshalb ist *Lernen in der Grundschule* das ursprünglichste Lernen – an den ursprünglichsten Dingen, die erste Begegnung und Erfahrung mit dem Lernen „an sich“. Natürlich haben die Kinder vieles beim Schuleintritt längst gelernt, sie können sprechen, wissen über die Beschaffenheit von verschiedensten Materialien Bescheid, kennen im günstigsten Falle Märchen, Kinderlieder und -gedichte, haben sich von den Eltern und Großeltern wichtige Dinge erklären lassen, wissen, wann und warum man sich die Zähne putzen muss und haben auch schon eine Ahnung davon, dass man für die unterschiedlichen Dinge, die man tun will, Zeit braucht. Waren sie im Kindergarten, wie es für die Mehrzahl der Schulanfänger der Fall ist, haben sie auch wichtige soziale Erfahrungen gesammelt. Die Kinder kommen also keineswegs ohne Lernerfahrungen in die Schule. Was sie aber noch nicht kennengelernt haben, ist das Lernen als eigenständige, konzentrierte und angestregte Tätigkeit für sich – zugleich sind sie gerade darauf neugierig und gespannt. Um so wichtiger ist es, dass mit dem Schuleintritt eben diese neue, andere Erfahrung ermöglicht wird. Andernfalls sind die Kinder nach wenigen Wochen von der Schule enttäuscht. Vom ersten Tage an muss die Grundschule dazu anhalten, dass das Lernen gelernt wird. So freundlich es z.B. klingt, in der Schule Lernen und Spielen miteinander zu verbinden, so groß ist auch die Gefahr, dass gerade dabei die Dignität des Lernens an sich verloren geht. Wenn die Schule im Moment ihres Beginns diese Grunderfahrung und -einsicht verstellt, kann sie sich in der Folgezeit nur noch mit ihren selbsterzeugten Lernproblemen auseinandersetzen; die Lernenden bleiben auf der Strecke und die Lehrenden werden in ihrer Rolle frustriert. Lernspaß –

was ja mit Bezugnahme auf spielerisches Lernen gemeint ist – in der Schule muss anders zu erlangen sein als durch Lernunterbrechung, ursprüngliches Lernen entlang der wirklichen Dinge scheint mir die beste Voraussetzung für Erkenntnislust zu sein. Was bedeutet nun „Ursprünglichkeit“ des Lernens?

Spätestens hier müssen wir auch unsere Hoffnung in bezug auf die *neuen Medien* einer kritischen Inventur unterziehen. So wichtig die Medien als moderne pädagogische Ressource sind, Lehr- und Lernprozesse befördern und Lernspaß stimulieren können, so wichtig ist es auch, sich ihrer Grenzen bewusst zu werden. Das Hauptproblem besteht darin, dass im „Medienzeitalter“ kaum noch Primärerfahrungen vermittelt werden. Die Reduktion der Wirklichkeit auf Abbilder, ihre Ersatzrezeption aus den Bildschirmen als „Secondhand-Ware“, führt dazu, dass man alles mögliche zu wissen glaubt, sich informiert fühlt, aber in Anforderungssituationen (selbst wenn sie den vorher rezipierten Abbildern entsprechen) keine reale Orientierung mehr hat, schon gar nicht richtig urteilen und angemessen handeln kann. So kann die den Kinder aufgezwungene, flüchtige Bildhaftigkeit der Entwicklung von Vorstellungsvermögen und Phantasie, ganz zu schweigen von sprachlicher Abstraktion und Begrifflichkeit, auch entgegenstehen. Die Schule bietet zu wenig Möglichkeiten für Primärerfahrungen. Sie fehlen dann – von älteren Jugendlichen irgendwann schmerzlich erlebt – „im Bereich der Natur, in Bezug auf das soziale Miteinander, auf die Nützlichkeit praktischer Arbeit, auf die tätige Hilfe und auf das bestandene Abenteuer“ (Becker, zit. nach Frommer 1989, S. 16).

Die Medien, selbst wenn sie noch so gut aufbereitet sind, können die authentische Begegnung mit den wirklichen Dingen, mit der Natur und den von Menschenhand gemachten Gegenständen, nicht ersetzen. Nur draußen „vor Ort“ sind die Dinge und ihre Umgebungen nicht reduziert, nur dort kann man sie man mit allen Sinnen begreifen, anschauen, berühren, ausprobieren. Deshalb ist der Sachunterricht die ursprünglichste Art, den Kindern den Weg in diese Welt zu bereiten, deshalb ist der Betrieb einer Werkstatt, die Unternehmung von Expeditionen oder das Anlegen von Gärten so wichtig! Zwischen den Gärten und den Schulen gibt es eine alte, antike Analogie – bis heute ist sie hinter dem Wort „Erziehung“ verborgen. Wer weiß das noch, wenn er mit der Aversion zu ringen hat, die der Wortstamm „ziehen“ auslöst? Immerhin setzt *Ziehen* formallogisch (wie physikalisch „Kraft“) einen Widerstand voraus – etwas, das nicht gezogen werden will. Wie sanftmütig ist dagegen die ursprüngliche Assoziation, die „Aufziehen“, also Hegen und Pflegen, in die Sonne stellen und wachsen lassen, meint. Nicht ohne Grund sprach August Hermann Francke von der „Auferziehung“ der Jugend. Das

entscheidende „Medium“ des Lernens ist auch in der „Mediengesellschaft“ das natürliche und ursprünglich Gegebene, nicht das vordergründig Inszenierte.

Gerade hier lohnt nun ein Blick in die Geschichte „vor Ort“. Das wohl bedeutendste Zeugnis des Sachunterrichts in den Franckeschen Stiftungen ist ganz gewiss die „*Wunderkammer*“, in ihrer Verbindung mit den Gärten und Plantagen, den Werkstätten oder der Anatomiestube der Schulstadt. Ihre Schränke von 1741 sind ebenso original erhalten wie das Aufstellungsprinzip und die Anordnung der gesammelten Gegenstände. Sogar die Instruktionen für die „Herumführer“ sind im Wortlaut erhalten. Vor allem ist die Kammer immer eine Lehrschau gewesen, diente also primär Unterrichts- und Anschauungszwecken.

Die Idealkonzeption der Kuriositätenkabinette bestand darin, das gesamte Universum als einen zusammenhängenden Organismus zu präsentieren, gleichsam den Kosmos als ganzes „nachzubauen“ und in einem festgefügtten Raum aufzustellen. So sollte das „Merkwürdige“ im noch unverfälschten Wortsinn gezeigt und bewahrt werden, um der lernenden Anschauung und der Erbauung zu dienen (vgl. dazu Müller-Bahlke 1998). „Kurios“ ist hier nicht das Obskure oder Seltsame, sondern das, was sich der menschliche „Curiositas“, der Neugier also, besonders gut erschließt, weil es überrascht, die Sinne anspricht, das Verstehen anregt, die Lust am Weiterdenken entfacht (vgl. Olbertz 1998). Alles geschah anhand des Einzelstücks, das stellvertretend den Zusammenhang repräsentierte, also „exemplarischen Erkenntniswert“ hatte. Diesem didaktischen Prinzip waren alle Kunst- und Wunderkammern der Zeit verpflichtet. Noch heute spricht daraus die intensiv erlebte „Faszination“ des Wissens, wie sie eben in unseren Tagen wieder empfunden wird. Kunst- und Wunderkammern sind die Vorboten des enzyklopädischen Zeitalters, durchdrungen von der Aufklärung und damit der Idee, dass sich alles unseren Sinnen erschließt, dass wir nur unsere Vernunft bräuchten walten zu lassen, um die Welt und ihren inneren Zusammenhalt zu verstehen. Heinz-Elmar Tenorth weist zu Recht darauf hin, dass im enzyklopädischen Zeitalter nicht nur die Gesamtheit des Wissens abgebildet werden sollte, sondern der Anspruch sich auch auf eine innere Ordnung des Wissens richtete und zugleich auf eine Form der Präsentation, die auch didaktischen Zwecken genügen sollte.

Das ist das Prinzip der Anschaulichkeit, das zu den ältesten pädagogischen Überlieferungen gehört. Sein Urheber im modernen Sinne ist der Didacticus Wolfgang Ratke. In seiner Köthener „Allunterweisung“ und der „Lehrartlehr“ beschreibt er in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts eine

Lehrart, die vor allem das Selberlernen und das Begreifen entlang der wirklichen Dinge beinhaltet: „*Erst ein Ding, hernach die Weise von dem Ding*“. Das ist noch heute für den Sachunterricht von grundlegender Bedeutung, und Ratkes Grundsatz „*Alles durch Erfahrung und stückliche Unterweisung*“ ist in Franckescher Wunderkammer zu einer faszinierenden Blüte erlangt.

In den Wunderkammern wurden nicht nur „Fundstücke“ aus aller Welt zusammengetragen, sondern sie wurden auch „präpariert“, um in ihrem Anschauungswert eine Steigerung zu erfahren oder überhaupt die Anschauung erst zu ermöglichen. Man schnitt die Dinge auf, faltete sie auseinander, präparierte sie, um sichtbar zu machen, was hinter dem äußeren verborgen lag. Neben den Präparaten bestimmen auch eigens angefertigte Modelle die Sammlung, Verkleinerungen, heute würden wir sagen „didaktische Reduktionen“, die allein für die Organisation geordneter Erkenntnis, sinnhaften und zugleich „entdeckenden“ Lernens stehen. In Halle übrigens ist ein Teil der eigens für die Wunderkammer gefertigten Exponate, wie etwa Modelle der Häuser, Maschinen und Geräte unter den Händen der Lernenden selbst entstanden. Die Schüler selbst haben, nicht nur mit ihren Sinnen, den Augen und Ohren, sondern auch mit den Händen ihre Welt erfahren, in dem sie die Dinge gestalteten, verkleinerten und in einer ihnen zugänglichen Weise wieder zusammenfügten. So ist eine Kollektion von Kunstwerken entstanden, die aus einer eigenen Didaktik des „Begreifens“ erwuchs. Die Franckesche Pädagogik nahm hier praktisch Gestalt an und versetzte die Lernenden mitten hinein in die Wirklichkeit, die sie sich erschließen sollten.

Noch heute kann man beobachten, wie das Sammlungs- und Aufstellungsprinzip der Franckeschen Wunderkammer funktioniert. In der Betrachtung eines jeden Gegenstandes schwingt die Erfahrung der Begegnung mit dem vorigen mit, eine jede Perspektive bezieht die frühere ein und leitet in die nächste über. So wird Universalität zur Schlüsselerfahrung und zugleich zum methodischen Zugriff auf das Einzelne, das nur in seiner Verbindung mit dem Ganzen Bedeutung erhält. Das ist auch einer der Gründe dafür, dass im 18. Jahrhundert auf eine Beschriftung im Inneren der Kammer verzichtet wurde, so wie wir bis heute darauf verzichten. Es sollen eben nicht erklärende Texte die Wahrnehmung zentrieren und damit limitieren, sondern die individuelle Perspektive zugleich die ganze Vielfalt der möglichen Wahrnehmungen eröffnen.

Heute lassen sich alle pädagogischen Projekte des Waisenhauses auf ein- und dasselbe Prinzip zurückführen, das ein Glaubens- ebenso wie Erkenntnisprinzip ist. Es war hier wie dort ein ganz bestimmter und zugleich besonderer Umgang mit der Welt, ein Zugang zur Wirklichkeit und letzten Endes

zur ganzen Vielfalt der Schöpfung, die unsere Angst vor der „Unübersichtlichkeit“ dieser Vielfalt gar nicht erst aufkommen ließ. Die Pietisten hatten dafür immer ein Ordnungsprinzip vor Augen, den Glauben an den Schöpfer, der alles im gutem Sinne gewollt und gemacht hat – und es selbst im Innersten zusammenhielt. So konnte in erstaunlicher Frische und Unbekümmertheit mit dieser Vielfalt umgegangen werden, und es entstand jene farbenfrohe Leichtigkeit, die uns bis heute fasziniert. Vieles kann man daraus lernen für den Umgang mit der Vielfalt, die eben eine Basis und ein grundsätzliches Zusammenhangsprinzip nicht überflüssig macht, sondern – ganz im Gegenteil – zur ernsthaften Suche danach veranlasst.

Literatur

- Frommer, H. & S. Körsgen (Hrsg.) (1989): Über das Fach hinaus. Düsseldorf.
- Hentig, Hartmut v. (1994³): Die Schule neu denken. München.
- Müller-Bahlke, Thomas (1998): Die Wunderkammer. Die Kunst- und Naturalienkammer der Franckeschen Stiftung zu Halle. Halle: Verlag der Franckeschen Stiftungen.
- O'Donovan S.J., Leo J. (2000): tempi – Bildung im Zeitalter der Beschleunigung. Vortrag auf dem Bildungskongress der Kirchen am 16. November 2000 in Berlin. Bonn: Zentrale Bildung der Deutschen Bischofskonferenz.
- Olbertz, Jan-Hendrik (1998): Neugier – Nutzen – Not. Vom Wandel unseres Wissenschaftsbegriffs, den Fächern und die Folgen für die Bildung. In: Jan-Hendrik Olbertz (Hrsg.): Zwischen den Fächern – über den Dingen? Universalisierung versus Spezialisierung akademischer Bildung. Opladen.
- Schmidt, Arno (1994): Das Gymnasium im Aufwind. Entwicklung, Struktur, Probleme seiner Oberstufe. Aachen-Hahn.
- Tenorth, Heinz-Elmar (1994): Alle alles zu lehren. Möglichkeiten und Perspektiven allgemeiner Bildung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Kompetenzerwerb in anspruchsvollen Inhaltsgebieten bei Grundschulkindern

„Unabhängig von den unterschiedlichen Fähigkeiten und Talenten der Schüler muss alles gelernt werden, was später gewusst und gekonnt wird. Lernen ist der mächtigste Mechanismus der kognitiven Entwicklung. Das gilt uneingeschränkt sowohl für hochbegabte Kinder als auch für schwächer begabte Schüler. In vielen Fällen ist dabei didaktische Unterstützung notwendig und wirksam. Noch so gut gemeinte motivationspsychologische oder sozialpädagogische Maßnahmen können für den eigentlichen Lernakt kein Ersatz, sondern nur eine oft sehr wirksame Voraussetzung sein.“ (F. E. Weinert 2001, S. 85)

1. Lernen als mächtigster Mechanismus der geistigen Entwicklung: Kompetenzzuwachs im Grundschulalter

Kinder im Grundschulalter sind sowohl in der Entwicklungspsychologie als auch in der Lehr-Lern-Forschung vergleichsweise selten Gegenstand wissenschaftlicher Forschung. In der Entwicklungspsychologie konzentrierte man sich über lange Jahre auf Vorschulkinder, die im Kindergarten unter entspannten Bedingungen befragt und getestet werden konnten. Die aus der Sicht der Erwachsenen amüsante bis fremdartige Art und Weise, mit der diese kleinen Kinder die Welt erklären, gaben vielfältige Anstöße zur Bildung von Theorien der geistigen Entwicklung des Menschen. In den letzten Jahren gerieten zunehmend Säuglinge in den Fokus der Aufmerksamkeit von Entwicklungspsychologen. Wie weiter unten noch ausgeführt wird, lässt sich in ausgeklügelten experimentellen Anordnungen nachweisen, dass bereits wenige Wochen alte Kinder grundlegende Gesetzmäßigkeiten der belebten und unbelebten Umwelt kennen, die sie nicht aus der Erfahrung erworben haben können. In der Lehr-Lern-Forschung konzentrierte man sich – nicht zuletzt

aus pragmatischen Gründen – bei der Erforschung von Wirkungsmechanismen in Lehr-Lern-Umgebungen vorwiegend auf ältere Schüler, bei denen Gruppentests zur Leistungs- und Persönlichkeitsmessung weniger Probleme bereiteten.

Der vergleichsweise große organisatorische Aufwand, der mit der Untersuchung an Grundschulkindern einhergeht – sie haben aufgrund der schulischen Einbindung weniger Freiräume als Vorschulkinder, sind aber andererseits, was die Terminvereinbarung angeht, noch nicht so selbstständig wie Schüler der Sekundarstufe – dürfte viele Entwicklungspsychologen wie auch Lehr-Lern-Forscher abschrecken. Hinzu kommt, dass es über einen längeren Zeitraum so schien, als seien aus der Untersuchung an Grundschulkindern keine wirklich interessanten, verallgemeinerbaren Erkenntnisgewinne zu erwarten. Strukturalistische Entwicklungstheorien, denen zufolge sich die geistigen Veränderungen in einer zentralen Dimension der menschlichen Kognition vollziehen, gehen davon aus, dass Grundschul Kinder noch nicht ihr Optimum an geistiger Kapazität erreicht haben. Nach Piaget befinden sich die Grundschul Kinder in der konkret-operativen Phase, die durch ein Defizit im schlussfolgernden Denken gekennzeichnet ist. Obwohl konkret-operative Kinder durchaus in der Lage sind, komplexe Gedankengänge nachzuvollziehen, fehlt ihnen noch die Fähigkeit, aus vorgegebenen Informationen ohne externe Anregung neues Wissen zu erschließen. Piagets zentrale Vorstellung, wonach sich eine allgemeine Abstraktionsfähigkeit erst im Laufe der Kindheit entwickelt, muss jedoch heute als überholt gelten (dazu auch Stern 2002). Neueren strukturalistischen Entwicklungstheorien – den so genannten Neo-Piagetschen Entwicklungstheorien – zufolge ist es vielmehr die Arbeitsspeicherkapazität, die sich im Laufe der Kindheit entwickelt (Case 1992, Halford 1993). In diesen Theorien wird davon ausgegangen, dass Grundschulkindern bestimmte Inhaltsgebiete und geistige Operationen verschlossen sind, weil sie noch nicht die volle geistige Kapazität erreicht haben. Aus der Sicht klassischer wie moderner strukturalistischer Entwicklungstheorien ist das Grundschulkind also noch ein defizitäres Wesen, das zwar auf dem besten Wege ist, die Denkfähigkeit der Erwachsenen zu erreichen, es aber noch nicht ganz geschafft hat. Für eine Kontrastierung des erwachsenen und des kindlichen Denkens ist ein Vergleich mit Vorschulkindern sehr viel eindrucksvoller als der Vergleich mit Grundschulkindern.

Erst als immer deutlicher wurde, dass auch moderne strukturalistische Theorien die geistige Entwicklung des Kindes nur unzureichend abbilden und die inhaltspezifische Perspektive stärker in den Mittelpunkt rückte, gerieten Grundschul Kinder in den Fokus der Aufmerksamkeit. Es zeigte sich nämlich,

dass viele Kinder dieser Altersgruppe in ausgewählten Inhaltsgebieten bereits anspruchsvolle Denkleistungen erbringen können. Die bahnbrechenden Arbeiten zur Schachexpertise im Kindesalter von Chi (1978), die von Schneider, Gruber, Gold & Opwis (1993) repliziert und erweitert wurden, zeigten, dass bereits Grundschul Kinder zu schlussfolgerndem Denken in anspruchsvollen Inhaltsbereichen in der Lage sind, wenn sie sich in der Domäne auskennen. Auch in der Mathematik und den Naturwissenschaften sind bei einigen Grundschulkindern Leistungen zu beobachten, die mit der Annahme, dass eine unvollendete cerebrale Entwicklung bestimmte Denkopoperationen unmöglich macht, nicht vereinbar sind. Da die Leistungen der Experten Kinder in Bereichen, die außerhalb ihres Spezialgebietes liegen, in der Norm bleiben, kann auch ausgeschlossen werden, dass es sich um völlig untypische, weil extrem hochbegabte Kinder handelt. Auch wenn es einige Evidenzen dafür gibt, dass sich im Grundschulalter noch cerebrale Veränderungen vollziehen, die auch die Effizienz beeinflussen, mit der die Arbeitsspeicherkapazität genutzt wird, ist die Bedeutung des inhaltspezifischen Wissens für die kognitive Entwicklung doch unumstritten. Ein entscheidender Grund dafür, dass Kinder in fast allen Gebieten schlechtere Leistungen erbringen als Erwachsene, liegt darin, dass Kinder aus zeitlichen Gründen im Allgemeinen noch keine Gelegenheit hatten, das benötigte Wissen zu erwerben. In diesem Zusammenhang werden Kinder auch als universelle Novizen bezeichnet.

Der Übergang zur Grundschule geht einher mit dem Übergang von unsystematischen zu systematischen Lerngelegenheiten. Mit der Einschulung müssen sich die Kinder zum ersten Male über einen längeren Zeitraum extern vorgegebenen Lernzielen unterwerfen und kommen in eine Umgebung, in der die Kommunikation über Symbolsysteme – u.a. die Schriftsprache – im Mittelpunkt steht. In keiner anderen Altersstufe gehen Lernen und Entwicklung eine so enge Verbindung ein wie im Grundschulalter. Der Erwerb der Schriftsprache, das Lernen in der Gruppe und die Orientierung an der Lehrperson gibt indirekte Anstöße zur Entwicklung von Metakognition sowie Lern- und Denkstrategien (Kail 1992). Derartige Kompetenzen sind lernbar, aber nur sehr begrenzt direkt lehrbar. Metakognitive Kompetenzen können als ein Destillat des inhaltsbezogenen Lernens gesehen werden. So geht erst mit dem Erwerb der Schriftsprache der Erwerb von Wissen über den Unterschied zwischen wörtlicher und sinngemäßer Bedeutung einher (Olson 1996). Auch stärker inhaltsbezogene Kompetenzen wie wissenschaftliches Denken oder ein mathematisches Verständnis für Proportionen sind nicht das Ergebnis eines direkten Instruktionsprozesses, sondern haben sich in einem aktiven

Prozess der Konstruktion und Umstrukturierung von spezifischem Wissen herauskristallisiert.

Dem indirekten, also nicht durch direkte Instruktion erworbenen Wissen wurde bisher in der Lehr-Lern-Forschung weniger Aufmerksamkeit geschenkt als dem direkt als Ergebnis einer Lerneinheit erworbenen Wissen. Dies dürfte vorwiegend forschungspragmatische Gründe haben. Die Ergebnisse eines direkten Lernprozesses lassen sich nach Beendigung der Lerneinheit erfassen, während sich ein tiefergehendes konzeptuelles Verständnis häufig erst nach längerer Zeit herauskristallisiert. Längerfristig angelegte Untersuchungen zum Wissens- und Kompetenzerwerb bei Grundschulkindern könnten auch für andere Altersgruppen verallgemeinerbare Erkenntnisse liefern. Im Folgenden werden vorwiegend am Beispiel des mathematischen und naturwissenschaftlichen konzeptuellen Verständnisses potenzielle Weichenstellungen der Grundschule erörtert.

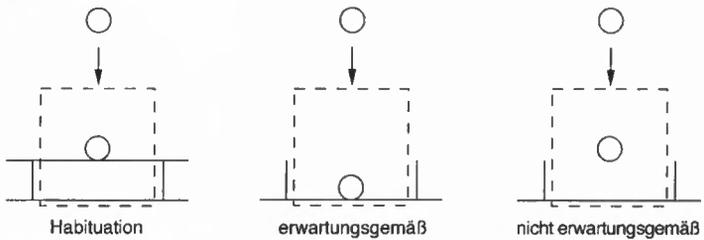
2. Der Ursprung von Wissen: Das modularisierte Gehirn des Säuglings

Seit mehr als zehn Jahren konzentriert sich die entwicklungspsychologische Forschung auf die Kompetenzen von Säuglingen, die aufgrund ihrer körperlichen Einschränkungen noch kaum Gelegenheit hatten, die Welt aktiv zu erkunden. Dennoch kennen sich diese Kinder erstaunlich gut in der Welt aus. In sogenannten Habituationparadigmen werden den wenige Monate alten Kindern Szenarien vorgespielt, bei denen Bälle fallen gelassen oder gerollt werden oder sich eine bestimmte Menge von Puppen durch Hinzufügen oder Wegnehmen verändert. Nachdem die Kinder mit ihren Blickbewegungen signalisieren, dass sie die ursprünglich interessanten Szenarien langweilig finden, werden die Kinder der Experimentalgruppe mit neuen Szenarien konfrontiert, die sich so in der realen Welt nicht abspielen könnten. In den von Spelke (1994) entwickelten Versuchsanordnungen (Abbildung 1a) bleibt ein Ball (der heimlich an einer unsichtbaren Schnur befestigt wurde) in der Luft hängen oder ist durch ein offensichtlich zu kleines Loch auf eine niedrigere Ebene gerollt (heimlich wurde er hinter einer Trennwand nach unten gelegt). Die Begeisterung von Säuglingen für Mobiles lässt sich übrigens auch damit erklären, dass das freie Schweben von Objekten in der Luft nicht vorgesehen ist. In einem von Wynn (1992) entwickelten Paradigma (Abbildung 1b) verschwinden nacheinander zwei Puppen hinter einer Wand, aber nachdem die Wand weggenommen wurde, ist nur noch eine Puppe da. Sowohl bei Wynn als auch bei Spelke wurden einer Kontrollgruppe von Kindern ähnliche Sze-

narien gezeigt, jedoch mit dem kleinen Unterschied, dass die Szenarien realistisch waren. Es zeigte sich, dass die Säuglinge bei der unrealistischen Situation sehr viel länger hinschauten als bei der realistischen Situation.

Da sich die Säuglinge noch nicht unabhängig in ihrer Umgebung bewegen können, kann das Wissen über unrealistische Szenarien nicht über die Erfahrung erworben worden sein. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die genetisch bedingte Ausstattung des menschlichen Gehirns bereits auf einige der physikalischen und mathematischen Gesetzmäßigkeiten vorbereitet, nach denen die Welt funktioniert. Auf der Grundlage dieses universell verfügbaren Wissens können mathematische und physikalische Konzepte aufgebaut werden, die später als Grundlage für das in der Schule zu vermittelnde Wissen dienen können. Dennoch – und dies ist aus wissenschaftlicher Sicht erklärungsbedürftig – bereitet die Vermittlung physikalischer und mathematischer Inhalte insbesondere in der Sekundarstufe große Schwierigkeiten. Gründe für die Diskrepanz zwischen der Leichtigkeit, mit der die handlungsrelevanten mathematischen und physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Welt verstanden werden, und den Schwierigkeiten, die der Erwerb von akademischem Wissen in der Schule bereitet, sind hoffentlich am Ende dieses Artikels aufgeklärt.

Experimentalgruppe



Kontrollgruppe

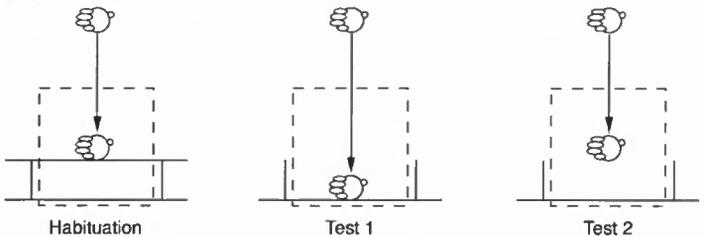
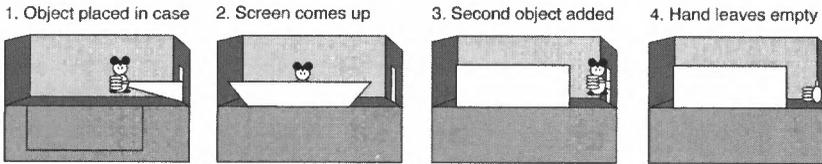


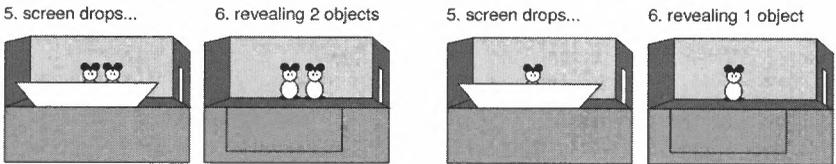
Abb. 1a: Versuchsanordnung zum intuitiven physikalischen Objektverständnis von Spelke (1994)

Test sequence of events: $1+1 = 1$ or 2

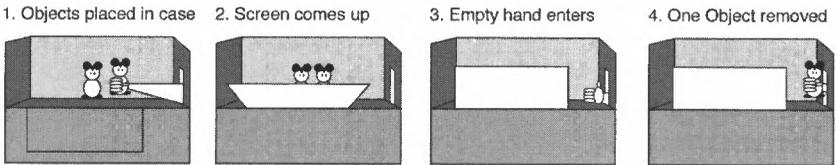


Then either: (a) Possible Outcome

Or (b) Impossible Outcome



Test sequence of events: $2-1 = 1$ or 2



Then either: (a) Possible Outcome

Or (b) Impossible Outcome

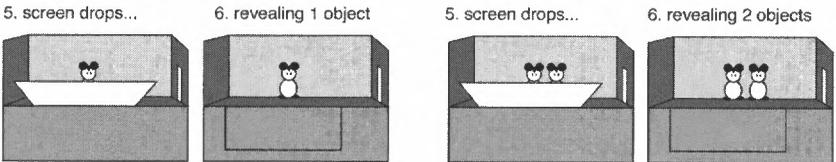


Abb. 1b: Versuchsanordnung zum intuitiven mathematischen Verständnis von Wynn (1992)

3. Intuitive Entwicklung: Der unsystematische Wissenserwerb in der Vorschulzeit

Auch ohne systematische Vorschul Erziehungsprogramme lernen Kinder im Allgemeinen bereits vor der Einschulung Sprechen, Zählen, Zeichnen und oft auch Schreiben. Der Kontakt mit Erwachsenen und anderen Kindern reicht in vielen Fällen aus, um auch ohne systematische Unterweisung Kompetenzen zu übernehmen, deren Entwicklung die Menschheit mehrere Jahrtausende

kostete. Am Beispiel des Zahlbegriffs und des Gewichtsbegriffs wird die Entwicklung im Vorschulalter nachgezeichnet.

3.1 Die Entwicklung des Zahlbegriffs

Bereits vor der Einschulung können die meisten Kinder zählen und Additions- und Subtraktionsaufgaben im kleinen Zahlenbereich ausführen. Die Textaufgabe: „5 Vögel haben Hunger. Sie finden 3 Würmer. Wie viele Vögel bekommen keinen Wurm?“, wird von fast allen Vorschulkindern gelöst. Untersuchungen zum Erwerb der Zählkompetenz im Vorschulalter sprechen dafür, dass dieser Erwerb ähnlich wie der Spracherwerb von bestimmten internen Kontrollmechanismen gesteuert wird. Beim Erwerb der Sprachkompetenz lässt sich z.B. beobachten, dass bestimmte Fehler so gut wie nie vorkommen. So kommt es nie zur Verwechslung von Wortformen. Wenn einmal ein Wort als Verb oder als Artikel gelernt wurde, wird niemals der Fehler gemacht, dieses Wort als Substantiv oder als Adjektiv zu gebrauchen (Pinker 1994). Hier hat unser kognitives System offensichtlich eine perfekt funktionierende Sperre eingebaut. Derartige Sperren wirken auch beim Zählen. Wenn Kinder die Zählwörter ihrer Muttersprache lernen, unterlaufen ihnen häufiger Verwechslungen. Hingegen kommen andere Fehler so gut wie nie vor. So werden beispielsweise beim Zählen von Gegenständen nicht hintereinander die gleichen Zahlwörter wiederholt (Wynn 1992, Gelman & Meck 1992). Auf der Grundlage der folgenden fünf angeborenen funktionalen Prinzipien wird relativ problemlos bereits in der Vorschulzeit Zählen gelernt:

1. Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen Objekten und Zahlsymbolen, d.h., jedem Objekt wird genau ein Zahlwort zugeordnet.
2. Stabile Reihenfolge der Zahlsymbole, d.h., für jede Quantität steht ein anderes Zahlsymbol zur Verfügung.
3. Irrelevanz der Reihenfolge, in der die Objekte gezählt werden, d.h., man kann bei einem beliebigen Objekt mit dem Zählen beginnen.
4. Abstraktion des Zählvorganges, d.h., Generalisierung des Zählens für alle Bereiche, in denen diskrete Einheiten vorkommen (Töne, Schritte etc.).
5. Kardinalität, d.h., die Mengengröße wird durch Zählen ermittelt und die zuletzt genannte Zahl des Zählvorgangs determiniert die Anzahl der Elemente einer Menge.

Auf der Grundlage dieser funktionalen Prinzipien können Vorschulkinder quantifizierbare Situationen modellieren, wie sie z.B. in o.g. Textaufgabe beschrieben wurden. Hinsichtlich des Verständnisses des Zahlbegriffs und der Zählkompetenz sind Kinder also gut auf den Grundschulbesuch vorbereitet.

3.2 Wissenschaftliche Begriffe im Vorschulalter

Mit einer Fülle von teilweise sehr phantasievollen Aufgaben konnte Piaget zeigen, in welchen Aspekten sich das Denken von Vorschulkindern von dem älterer Kinder und Erwachsener unterscheidet. Vor dem Hintergrund neuerer entwicklungspsychologischer Theorien sind Merkmale des Denkens wie die Zentrierung auf nur eine Dimension oder die Unfähigkeit zur Reversibilität nicht als allgemeine, inhaltsübergreifende Einschränkungen zu verstehen, sondern charakterisieren generell und altersunabhängig das Denken in einem unvertrauten Inhaltsgebiet (Stern 2002). Bei Kail (1992) wird an zahlreichen Inhaltsbereichen demonstriert, wie bei der Bildung von Begriffen zunächst charakteristische, d.h. der Wahrnehmung zugängliche Merkmale berücksichtigt werden. Der Übergang zur Berücksichtigung definitorischer Merkmale eines Begriffs geht einher mit einer breiteren Wissensbasis und dem Wunsch nach neuen Erklärungen. Viele Vorschulkinder werden auf die Frage: „Stell dir vor, deine Mutter hätte einen Bruder, der jünger ist als du. Wäre das dein Onkel?“, mit „nein“ antworten, während sie bei der Personenbeschreibung „ein älterer unverheirateter netter Mann, der keine Geschwister hat“, die Kategorie „Onkel“ anwenden. Die analytische Verwandtschaftsdefinition von „Onkel“ wird erst dann einleuchten, wenn man Kontexte kennen lernt, in denen die Verwandtschaftsrelation wichtig ist, wie z.B. beim Erben. Auch dass der Wal ein Säugetier und kein Fisch ist, ist für Kinder zunächst schwer zu verstehen. Es ist auf den ersten Blick sehr plausibel, Tiere nach ihrem Lebensraum einzuteilen. Dass die Art der Fortpflanzung – die man im Allgemeinen nicht zu sehen bekommt – ein sinnvolles Kriterium bei der Kategorisierung von Tieren sein kann, versteht man erst im Zusammenhang mit zusätzlichem und tiefer gehendem biologischem Wissen.

Viele mathematische und naturwissenschaftliche Erklärungen der Vorschulkinder wirken auf den ersten Blick abstrus. In den berühmten Konservierungsversuchen von Piaget (Mengen, Flüssigkeit, formbares Material wie Knetgummi) gehen Kinder davon aus, dass allein durch die Veränderung der räumlichen Anordnung Materie zu- oder abnehmen kann. Bei genauerem Hinsehen ist die Antwort der Kinder jedoch nicht so mysteriös, wie es auf den ersten Blick scheint. Bei der Zahlinvarianzaufgabe lässt sich feststellen, dass Kinder die Begriffe „mehr“ und „weniger“ eher mit räumlicher Ausdehnung als mit Anzahl assoziieren. Möglicherweise lässt sich das „Versagen“ der Kinder bei Invarianzproblemen auf eine Abweichung in der Begriffshierarchie zurückführen. Die Begriffe „mehr“ und „weniger“ sind bei Vorschulkindern noch stärker mit der räumlichen Ausdehnung von Objekten assoziiert

als mit Quantität. Je häufiger Kinder mit quantitativen Anforderungen konfrontiert werden, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie ihre Begriffshierarchie ändern. Untersuchungen von Siegler (1995) zeigen, dass die aus der Sicht der Erwachsenen richtige Lösung der Zahlinvarianzaufgabe ein eher unspektakulärer Vorgang ist. Über einen längeren Zeitraum haben die Kinder keine eindeutigen Präferenzen bei der Interpretation der Begriffe „mehr“ und „weniger“. Mal verstehen sie sie im quantitativen Sinne, mal als Beschreibung der räumlichen Ausdehnung von Objekten. Erst nach längerer Zeit setzt sich die Verwendung im quantitativen Sinne durch.

Auch was den Gewichts begriff angeht, durchlaufen Vorschulkinder Stadien, die aus der Sicht der Erwachsenen abstrus sind. Fragt man Vorschulkinder, ob ein Haufen von Reiskörnern Gewicht hat, sagen sie ja. Fragt man dieselben Kinder, ob ein einzelnes Reiskorn Gewicht hat, sagen sie nein (Carey 1991). Dass diese scheinbar widersprüchlichen Antworten im Wissenssystem der Kinder durchaus einen Sinn haben, wird deutlich, wenn man Kinder fragt, ob ein Reiskorn, das einer Ameise auf den Rücken gelegt wird, etwas wiegt. Hier antworten die gleichen Kinder unumwunden mit „ja“. Wieder hat sich also die Diskrepanz zwischen Kindern und Erwachsenen als Sprachproblem herausgestellt. Für Kinder hat etwas Gewicht, was sich schwer anfühlt. Ein Reiskorn fühlt sich für eine Ameise, nicht aber für einen Menschen, schwer an. Kinder haben noch nicht gelernt, dass es sinnvoll sein kann, einen von der taktilen Wahrnehmung unabhängigen Gewichts begriff zu bilden. Ein derartiger Begriff ist einerseits an ein Verständnis von Materie gebunden und andererseits an ein Verständnis davon, dass man Materie mit Hilfe von Waagen messen kann. Dass auch Erwachsene, die keine Waagen kennen, Fragen zum Gewicht anders beantworten als Erwachsene, für die der Umgang mit Waagen eine Selbstverständlichkeit ist, zeigen kulturvergleichende Studien, die am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte durchgeführt wurden (Boedeker 2003). Menschen, die keine Waagen kennen, verneinen die Frage, ob man einen Haufen Federn so auftürmen kann, dass sie genau so schwer sind wie ein Stück Eisen.

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 ist das Gegenteil 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.

4. Explizites Konzeptverständnis in der Grundschule: Die Veränderung des Wissens durch systematische Lerngelegenheiten

Ein primäres Ziel von Schule ist die Vermittlung der im kulturellen Kontext entstandenen Symbolsysteme, die als geistige Werkzeuge zur Konstruktion von Wissen verstanden werden können. Unseren wissenschaftlichen und technischen Fortschritt verdanken wir zu einem großen Teil der Möglichkeit, mit Hilfe von mathematischen Symbolen komplexe Situationen zu modellieren und mögliche Ausgänge von Ereignissen zu simulieren. Die Entstehung wissenschaftlicher Begriffe im Bereich der Physik, Chemie und Biologie kann man sich als das Ergebnis einer vielfältigen Analogiebildung vorstellen. Ganz unterschiedliche Wissensstränge müssen in einem meist mühsamen Rekonstruktionsprozess zu neuem Wissen zusammen geführt werden. Dabei kommt Symbolsystemen wie der Schriftsprache, der Mathematik sowie graphisch-visuellen Veranschaulichungen eine besondere Bedeutung zu. Regeln, die dem Gebrauch dieser Symbolsysteme zugrunde liegen, können genutzt werden, um Ausschnitte und Aspekte der Welt zu modellieren, die der direkten Wahrnehmung nicht zugänglich sind, oder um zukünftige Ereignisse vorherzusagen (Stern 2001). Dies setzt die Kenntnis von Möglichkeiten und Einschränkungen im Umgang mit Zeichensystemen voraus. Bildet man beispielsweise die Tatsache, dass ein Auto in einer halben Stunde 60 Kilometer zurück gelegt hat, in einem Koordinatensystem ab, kann man durch Verlängerung des Graphen die Wegstrecke erschließen, die das Auto bei gleicher Geschwindigkeit nach einer Stunde zurückgelegt hätte. Der Konjunktiv in der Sprache ermöglicht es, bisher nicht eingetretene Situationen vorweg zu nehmen. Das Denken in Symbolsystemen hat den Vorteil, dass man Einschränkungen der realen Welt unberücksichtigt lassen kann. So sind die Ressourcen der Welt im Allgemeinen begrenzt, die Zahlen hingegen nicht. Es gibt keine direkte Anschauung für das Unmögliche, und trotzdem erlaubt uns die Vorsilbe „un“, darüber zu räsonieren, wie die Welt nicht sein kann. Symbolsysteme erlauben also nicht nur die Beschreibung der durch die Sinne wahrnehmbaren Welt, sondern ermöglichen auch die Konstruktion nicht wahrnehmbarer Bedeutungen. Der Schule kommt die Aufgabe zu, Kinder an Symbolsysteme heran zu führen, die sie von selbst nicht erschließen können. Welche – bisher noch nicht immer genutzten – Möglichkeiten es im Mathematik- und Sachunterricht der Grundschule gibt, soll im Folgenden kurz um-

rissen werden. Dabei wird auf Literatur verwiesen, in der diese Ansätze detailliert dargestellt werden.

4.1 Die Entwicklung eines erweiterten Zahlverständnisses im Grundschulalter

Wie in Abschnitt 3 erwähnt, wird die Aufgabe: „5 Vögel haben Hunger. Sie finden 3 Würmer. Wie viele Vögel bekommen keinen Wurm?“, von Vorschulkindern problemlos gelöst. Dies ändert sich jedoch massiv, wenn die Aufgabe mit der Frage: „Wie viel mehr Vögel als Würmer gibt es?“, endet. In diesem Falle lösen weniger als 20% derselben Kinder die Aufgabe, und selbst viele Drittklässler haben noch Schwierigkeiten mit ihr. Generell zeigt sich, dass Aufgaben, in denen der Vergleich von Mengen thematisiert wird, schwieriger sind als Aufgaben, in denen es um die Angleichung, den Austausch oder die Kombination von Mengen geht (Stern 1993). Bei Stern (1994, 1998) werden Belege dafür gebracht, dass die unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade nicht mit Defiziten im Sprachverständnis erklärt werden können. Vor- und Grundschulkindern sind durchaus in der Lage, Begriffe wie „wie viel mehr“ und „wie viel weniger“ in bestimmten Kontexten zu verstehen. Es sind vielmehr Defizite im konzeptuellen Zahlverständnis, die dazu führen, dass der Vergleich von Mengen in einem Kontext, der nicht die Angleichung von Mengen nahe legt, unverstanden bleibt. Kinder kennen Zahlen bereits aus der Vorschulzeit, aber sie kennen sie nicht als Möglichkeiten, um Beziehungen zwischen Mengen zu modellieren. Bei Stern (1998) wird zwischen Kardinalzahlverständnis und Relationszahlverständnis unterschieden. In Verbindung mit einem Zahlenstrahl (Stern & Staub 2000; Stern in Druck a) können die Kinder lernen, komplexe Beziehungen zwischen Mengen zu repräsentieren und aus dieser Repräsentation Schlussfolgerungen zu ziehen. Im gegenwärtigen Mathematikunterricht der Grundschule gibt es, sowohl was die Vorgabe anspruchsvoller Textaufgaben als auch die Nutzung graphisch-visueller Veranschaulichungen angeht, noch Optimierungspotenziale. Gegenwärtig lernen die Kinder nur die Perfektionierung von Rechenprozeduren, während ihr konzeptuelles mathematisches Verständnis rudimentär bleibt. Auch für das Rechnen mit sehr großen Zahlen reicht es aus, Zahlen als Zählinstrumente zu verstehen. Für alle vier Grundrechenarten gibt es sehr einfache Wege der Veranschaulichung. Addition kann als Vergrößerung und Subtraktion als Verkleinerung von Mengen verstanden werden. Multiplikation kann wiederholte Addition und Division die Aufteilung einer Menge in gleich große Portionen bedeuten. Auf der Basis eines derartigen Wissens

kann man nur schwer verstehen, dass für Bruchzahlen eine inverse Beziehung zwischen der Größe der Zahl und der Größe des Nenners besteht. Auch dass Multiplikation zur Verkleinerung und Division zur Vergrößerung einer Zahl führen kann (bei Zahlen < 1), ist bei einem derartigen mathematischen Verständnis nicht einzusehen. Arbeiten von Greer (1992) zeigen die Möglichkeiten auf, wie man bereits in der Grundschule ein erweitertes mathematisches Verständnis von Multiplikation und Division trainieren kann, an das später bei der Bruchrechnung und im Algebraunterricht angeknüpft werden kann (dazu auch: Stern in Druck a). Ein sinnvoller Mathematikunterricht im Grundschulalter muss über das intuitiv entwickelte Zahl- und Mengenverständnis hinaus gehen.

4.2 Der systematische Aufbau von Begriffsverständnis in der Grundschulzeit

Der Schule kommt die Aufgabe zu, die im kulturellen Kontext entstandenen analytisch-definitiven Begriffe zu vermitteln. Für die Bewältigung von Alltagsanforderungen in nicht-akademischen Kontexten ist es häufig ausreichend – und oft auch eher praktikabel – Begriffe prototypisch bzw. nach charakteristischen Merkmalen zu repräsentieren. Damit bei der Begegnung mit gefährlichen Tieren rechtzeitig Flucht- oder noch besser Vermeidungsverhalten ausgelöst wird, ist es sinnvoller, sich eine prototypische Schlange oder einen prototypischen Wolf vorzustellen, als darüber zu rasonieren, warum die Schlange den Reptilien und der Wolf den Säugetieren zugeordnet wird. Für die spontane Aktivierung von adäquatem Sozialverhalten ist die Berücksichtigung des Alters des Sozialpartners entscheidend. Ob eine Person als gleichberechtigter Freund oder Partner in Frage kommt, ob Beschützerinstinkt gegenüber jüngeren Menschen oder Respekt gegenüber älteren Menschen angebracht ist, muss oft sekundenschnell entschieden werden. Es ist deshalb sinnvoll, bei der Einschätzung unbekannter Personen dem Alter eine hohe Priorität einzuräumen. Es lässt sich leicht nachweisen, dass sich auch akademisch gebildete Personen bei Alltagsanforderungen eher an charakteristischen als an definitiven Merkmalen orientieren. Zeigt man beispielsweise Studierenden in der Vorlesung ein Bild mit einer etwa 50-jährigen und einer etwa 70-jährigen Frau und stellt die Frage: „Wer von beiden ist Großmutter?“, so wird zunächst spontan auf die ältere Frau gezeigt. Tatsächlich kann die Frage natürlich nicht allein auf der Grundlage des Bildes beantwortet werden, sondern man kann lediglich sagen, dass mit dem Alter die Wahrscheinlichkeit steigt, Enkel zu haben. Für die spontane Auslösung von re-

spektvollem Verhalten gegenüber Großmüttern reicht jedoch ein kurzer Hinweis auf das Alter aus. Der in Abschnitt 3 beschriebene Bruder der Mutter, der jünger ist als man selbst, wird deshalb von Kindern nicht als Onkel akzeptiert, weil man sich einem jüngeren Kind gegenüber anders verhält als einem Onkel. Erst wenn man mit einem Erbschaftsfall konfrontiert wird, kann man einsehen, dass altersunabhängige Verwandtschaftsdefinitionen sinnvoll sein können.

Für die angemessene Orientierung in der Umgebung und den Umgang mit Objekten ist weder eine Unterscheidung zwischen Masse und Gewicht noch der Kraftbegriff im physikalischen Sinne nötig. Auch mit der Erklärung: „Was schwer ist, geht im Wasser unter, was leicht ist, schwimmt oben“, kommt man recht weit. Dass man selbst für den Bootsbau keinen Begriff von Dichte und Auftrieb benötigt, zeigen die Bewohner der Trobriandinseln (Bödeker 2003). Obwohl Bewohner dieser Insel auf kulturelle Werkzeuge wie Schriftsprache oder Waage verzichten müssen, bauen sie sehr gut funktionierende Fischerboote. Auch in der westlichen Welt wurden lange vor der Formulierung der Gesetze der Mechanik beachtliche architektonische Leistungen vollbracht. Viele technische und medizinische Errungenschaften sind das Ergebnis sorgfältiger Beobachtungen und systematischen Probierens. Allerdings ist unsere gegenwärtige, hoch technisierte Welt ohne die wissenschaftliche Physik nicht denkbar. Ein Ziel der Schule sollte es sein, sicher zu stellen, dass eine zur Bedienung des Arbeitsmarktes ausreichende Zahl von Schülern ein Interesse an und Kompetenzen in naturwissenschaftlichen Fächern entwickelt.

Obwohl Dritt- und Viertklässler bereits die Division beherrschen und zusammengesetzte Konzepte wie Geschwindigkeit mathematisch verstehen können, ist ihr Verständnis vom Schwimmen und Sinken von Gegenständen noch von einer ausgeprägten Tendenz zur Zentrierung bestimmt. Möller, Jonen, Hardy & Stern (in Druck) zeigten, dass die überwältigende Mehrheit der Drittklässler bei der in Abbildung 2 dargestellten Aufgabe die Striche unterschiedlich hoch einzeichnen. In einem von der DFG finanzierten Forschungsprojekt, das zusammen mit der Gruppe um Kornelia Möller in Münster durchgeführt wird, gehen Ilonca Hardy und ich der Frage nach, ob mit Hilfe graphisch-visueller Veranschaulichungen bereits Drittklässler in der Lage sind, Masse und Volumen zu integrieren und auf dieser Grundlage zu entscheiden, ob ein Gegenstand im Wasser schwimmt oder untergeht.

Die Bedeutung graphisch-visueller Repräsentationsformen gerade für das Verständnis naturwissenschaftlicher Begriffe wurde hinreichend häufig be-

2. Kugeln im Wasserglas

Hier sind vier gleich große Kugeln.

Sie sind unterschiedlich schwer.

Wie hoch steigt das Wasser im Glas

bei jeder Kugel?

Zeichne jeweils den Wasserstand ein.

So hoch steigt das Wasser, wenn man die rote Kugel in das Glas legt.

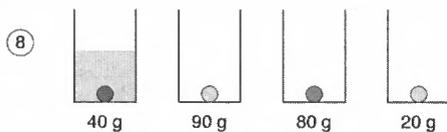


Abb. 2: Aufgabe aus dem Test „Schwimmen und Sinken“ von Möller et al. (2002)

legt (Larkin 1985). Durch die Nutzung des Raumes zur Darstellung nicht-räumlicher Inhalte können komplexe Inhalte auf die zugrunde liegende Struktur reduziert werden, und graphisch-visuelle Veranschaulichungen können die Grundlage für die Erschließung neuen Wissens sein. Bereits in der Grundschule sollten Kinder die Möglichkeit erhalten, komplexe Inhalte zu veranschaulichen. Die Grundschule sollte bei jüngeren Kindern den Grundstein für die effiziente Nutzung von Repräsentationsformen legen. Damit Repräsentationsformen zur Abbildung komplexer nicht-räumlicher Zusammenhänge genutzt werden können, müssen sie in ihrer räumlichen Struktur verstanden werden. Dazu gehört beispielsweise die den Kindern vom Spielplatz bekannte Wippe. Kinder wissen, dass das dicke Kind nach vorn und das dünne nach hinten rutschen muss, damit Balance gehalten werden kann. In Abbildung 3 ist ein neueres Exemplar der von uns eingesetzten Balkenwaage zu sehen. Die beiden Balken der Waage können auch genutzt werden, um unterschiedliche Größen abzutragen, z.B. die Masse eines Gegenstandes mit den kleinen Legesteinen und die Masse des von ihm verdrängten Wassers (also das Volumen) mit den größeren Steinen. Wenn der Gegenstand leichter ist als das von ihm verdrängte Wasser, werden weniger Legesteine zur Repräsentation des Gewichts benötigt. Um die Waage in Balance zu halten, müssen die wenigen Steine nach außen geschoben werden. Ist hingegen der Gegenstand schwerer als das von ihm verdrängte Wasser, wird man zur Darstellung seiner Masse viele Steine brauchen, die man dann sehr weit in Richtung Dreh-

punkt schieben muss, um die Balance zu halten. So kann man aus der Distanz der Gewichtssteine zum Drehpunkt auf die Dichte des Materials schließen. Gleichzeitig kann man ersehen, dass Gegenstände, deren Masse weiter außen abgetragen ist als die Masse des Wassers, schwimmen, während Gegenstände, deren Masse weiter innen abgetragen ist, im Wasser sinken.

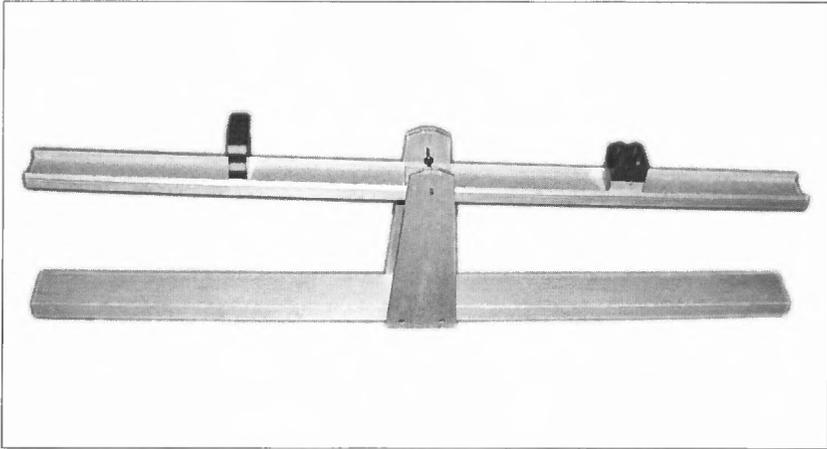


Abb. 3: Die Balkenwaage als Repräsentationswerkzeug

Untersuchungen bei Drittklässlern mit einem Vorläufermodell der Balkenwaage zeigten, dass diese eine sehr hilfreiche Methode sein kann, Kindern die Prinzipien des Schwimmens und Sinkens beizubringen (Hardy, Stern, Jonen & Möller 2001). Kinder, die mit der Balkenwaage in einer Unterrichtseinheit zum Schwimmen und Sinken trainierten, zeigten größere Lernfortschritte als Kinder, die nur mit Zahlen als Repräsentationsform arbeiteten, und auch als Kinder, die zur Repräsentation der Dichte eine recht einfach zu handhabende Matrix-Repräsentationsform erhielten. Bei dieser wurde das Volumen mit weißen Papierflächen und das Gewicht mit grünen Plättchen veranschaulicht, die auf die Papierflächen gelegt werden. Auch diese Repräsentationsform erwies sich als hilfreich, doch erreichten die Lernfortschritte, insbesondere was die mathematische Integration von Masse und Volumen anging, nicht die Leistungen der Gruppe, die mit der Balkenwaage trainierte.

Susanne Koerber setzte in ihrer Dissertation die Balkenwaage ein, um Viertklässler bei der Überwindung des additiven Misskonzepts zu unterstützen (Koerber 2000). Obwohl Kinder dieser Klassenstufe längst mit der Divi-

sion vertraut sind, glauben sie, dass gilt: $12:14 = 22:24$. Sie konzentrieren sich auf die Differenz und nicht auf das Verhältnis. Mit Hilfe der Balkenwaage sehen die Kinder spontan ein, dass sich 2 zusätzliche Einheiten auf 12 vorgefundene Einheiten anders auswirken als auf 22 Einheiten. Die Kinder wurden gebeten, auf einer Seite der Balkenwaage 12 Gewichtseinheiten und auf der anderen Seite 22 Gewichtseinheiten abzutragen und durch entsprechende Positionierung der Gewichtseinheiten (also die 12 Einheiten weiter außen und die 22 Steine weiter innen) die Balance herzustellen. Wurden dann auf jeder Seite zwei weitere Einheiten hinzugefügt, kippte der Balken in Richtung des Arms, auf dem nun 14 Steine lagen. Das gleiche Prinzip konnte Viertklässlern mit Hilfe des Graphen einer linearen Funktion vermittelt werden. Die Kinder trugen Einheiten für Orangen- und Zitronensaft (Gläser) an den Achsen eines Koordinatensystems ab und verbanden die abgetragenen Größen durch einen Graphen. Dabei erkannten die Kinder, dass sich an der Steigung des Graphen ablesen lässt, ob ein Saftgemisch stärker nach Zitrone oder stärker nach Orange schmeckt. Der Graph einer linearen Funktion ist erst in der 8. Klasse Gegenstand des Mathematikunterrichts und wurde in der Trainingseinheit von Koerber natürlich nicht mathematisch eingeführt. Es reichte aus, den Kindern die Logik der Verbindung zwischen dem Wert auf der y-Achse und dem Wert auf der x-Achse zu verdeutlichen. Auf der Grundlage dieses Verständnisses können Kinder dann auch ableiten, wie viele Gläser des jeweiligen Safts man nehmen muss, wenn man die Getränkemenge bei gleich bleibendem Geschmack verdoppeln will.

In beiden Studien, die im Rahmen des Projekts ENTERPRISE (Enhancing Knowledge-Transfer and Efficient Reasoning by Practicing Representation in Science Education) durchgeführt wurden, ging es um zwei Ziele. Einerseits sollten Grundschulkindern anspruchsvolle Konzepte vermittelt werden, von denen lange Zeit angenommen wurde, dass sie erst im Jugendalter verstanden werden können. Externe Repräsentationsformen wie die Balkenwaage unterstützen dabei den Erwerb von anspruchsvollem Inhaltswissen. Andererseits gehen wir davon aus, dass der Erwerb von Inhaltswissen mit Hilfe einer externen Repräsentationsform das Potenzial dieser Repräsentationsformen als Lernhilfen verdeutlicht. Tatsächlich zeigte sich in beiden Studien, dass Kinder, die mit der Balkenwaage gearbeitet hatten, bei neuen Aufgaben besondere Lernfortschritte zeigten. Bei Stern (2001) sowie bei Stern, Hardy & Koerber (2002) wird das Transferpotenzial von Repräsentationsformen ausgiebig diskutiert.

5. Wissensvorsprünge zahlen sich aus

In den vorangegangenen drei Abschnitten wurde die Wissensentwicklung vom Säuglingsalter bis zum Grundschulalter skizziert. Es wurde gezeigt, dass einige Aspekte der mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen sehr einfach zu erwerben sind, weil die Grundlagen hierfür universell genetisch angelegt sind. Hingegen bereitet der Erwerb anderer Kompetenzen große Schwierigkeiten, weil die hierfür benötigten Grundlagen erst im Laufe der kulturellen Entwicklung mit großer Anstrengung entwickelt wurden. Der Schulstoff der Sekundarstufe in Mathematik und Naturwissenschaften basiert auf Wissen, das erst vor wenigen Jahrhunderten entwickelt wurde. Damit es Schülern in wenigen Jahren gelingt, dieses Wissen zu erwerben, müssen sie vorbereitet sein. Wenn Schüler Differenzial- und Integralrechnung verstehen sollen, müssen sie zuvor mathematische Funktionen verstanden haben. Zu erwarten ist, dass Kinder, die bereits im Grundschulalter damit vertraut sind, in Koordinatensystemen an den Achsen bestimmte Größen abzutragen und diese dann mit Hilfe eines Graphen zu einer neuen Größe zu integrieren, in der 8. Klasse die formal-mathematische ($y=mx+d$) und die graphisch-visuelle Darstellung von linearen Funktionen ohne Probleme verstehen werden. Kinder, die bereits im Sachunterricht die Erfahrung gemacht haben, dass Wasser gegen Gegenstände und Gegenstände gegen das Wasser drücken und dass der Vergleich des Gewichts des verdrängten Wassers mit dem Gewicht des Gegenstands Rückschlüsse darauf erlaubt, ob ein Gegenstand im Wasser schwimmt oder untergeht, werden mit dem in der achten Klasse behandelten Konzept des Auftriebs kaum Schwierigkeiten haben. Diese Kinder entwickeln bereits früh eine Alternative zu den nicht ausbaubaren spontanen Erklärungen wie: „Gegenstände gehen unter, weil das Wasser sie nach unten saugt“, oder: „Gegenstände schwimmen, weil Luft sie nach oben zieht“ (Möller 2001). Erhielten Kinder hingegen in der Grundschule nicht die Gelegenheit, Alternativen zu ihren spontanen Erklärungen zu entwickeln, wird die Kluft zwischen den spontanen und den im Unterricht vermittelten, wissenschaftlichen Erklärungen so groß sein, dass letztere nicht mehr wirklich verstanden werden können. Schüler lernen bestenfalls, die im Unterricht vermittelten Begriffe und Strategien auf die im Unterricht gestellten Aufgaben anzuwenden, sind aber bei der wissenschaftlichen Erklärung von physikalischen Vorgängen, die sie im Alltag erleben, meist hilflos.

Die Forderung, bereits in der Grundschule den Erwerb von anspruchsvollem mathematischem und naturwissenschaftlichem Wissen zu ermöglichen,

stößt auf einige Skepsis. Vier häufig vorgebrachte Einwände sollen im Folgenden entkräftet werden.

1. Einwand: Durch Lernangebote, die auf die Welt der Erwachsenen vorbereiten, wird Grundschulern das Recht auf eine kindgemäße Entwicklung vorenthalten.

Zweifellos haben Kinder ein Recht, nicht als kleine Erwachsene behandelt zu werden. Sie erleben und verarbeiten viele Situationen ganz anders als Erwachsene. Auf ihre emotionalen und motivationalen Besonderheiten ist Rücksicht zu nehmen. Zu den Besonderheiten gehört aber gerade auch eine ungebremste Neugierde. Ihre zeitweise nervenaufreibenden „Warum-Fragen“ zeigen, dass sie von den Erwachsenen lernen möchten, wie die Welt funktioniert. Sie entwickeln ihre eigenen Erklärungen zum Schwimmen und Sinken von Gegenständen, wollen aber von den Erwachsenen deren Sichtweise wissen. Kinder wie Erwachsene ziehen eine große Befriedigung daraus, tiefere Einsichten in die Funktionsweise der Welt gewonnen zu haben. Idealerweise sollten Kindern so früh wie möglich Lernumgebungen angeboten werden, in denen sie sich neue Einsichten erarbeiten können. Hierbei sind allerdings Bedingungen, unter denen Leistungsziele statt Lernziele im Mittelpunkt stehen, zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund ist auch die Frage, ob bereits in der Grundschule die Vergabe von Noten wirklich sinnvoll ist, neu zu diskutieren.

2. Einwand: In anspruchsvollen Lernumgebungen werden schwächere Kinder benachteiligt.

Es ist unbestritten, dass die Grundschule dem gesamten Leistungsspektrum gerecht werden muss. Auch schwächere Kinder haben einen Anspruch darauf, die zentralen Kulturtechniken zu erwerben. Es häufen sich jedoch Befunde, die zeigen, dass die Senkung des Anspruchsniveaus nicht der angemessene Weg ist, dies zu erreichen. Inzwischen liegen zahlreiche größere Datensätze zum Lernen im Klassenverband vor, und das sogenannte Matthäus-Prinzip („Wer hat, dem wird gegeben“) findet Bestätigung: Schüler mit günstigen Eingangsvoraussetzungen erzielen die größten Lerngewinne in anspruchsvollen Lernumgebungen. Es gibt jedoch keine Evidenz dafür, dass sich in anspruchsvollen Lernumgebungen auch die zweite Hälfte des Bibelzitats („Wer nichts hat, dem wird genommen“) bestätigt. Vielmehr zeigt sich, dass schwächere Kinder von Lerngelegenheiten, in denen die Entwicklung des konzeptuellen Verständnisses angeregt wird, beachtlich profitieren können (Möller et al. 2002). Von Kindern mit günstigeren Voraussetzungen kann erwartet werden, dass sie sich selbst anregende Lernumgebungen suchen. Schwächere Kinder hingegen sind darauf angewiesen, dass ihnen Anregungen geboten werden.

3. Einwand: Mit der guten Absicht, bereits in der Grundschule auf die Anforderungen des Sekundarstufenunterrichts vorzubereiten, wird man möglicherweise das Gegenteil von dem bewirken, was man beabsichtigt: Man wird Fehlvorstellungen bei den Kindern induzieren, die ihnen im späteren Unterricht Schwierigkeiten bereiten.

Tatsächlich stehen Lehrpersonen bei der Vermittlung von naturwissenschaftlichem Wissen in der Grundschule vor einigen Problemen. Die Kinder kennen noch keine Begriffe wie Auftrieb, Volumen, Masse oder Dichte. Daher muss man, obwohl dies physikalisch nicht korrekt ist, von Gewicht statt von Masse und von „schwer für die Größe“ statt von Dichte sprechen und Auftrieb mit: „Das Wasser drückt gegen den Gegenstand“, umschreiben. Es gibt jedoch bisher keine Belege dafür, dass diese groben Vereinfachungen längerfristig Schwierigkeiten bereiten. 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 vornherein auf mögliche Missverständnisse einstellen, die durch die Umstrukturierung der Begriffe entstehen können, sollten eventuelle Anfangsschwierigkeiten relativ problemlos zu überwinden sein.

4. Einwand: Durch die Vorverlegung anspruchsvoller Inhalte in die Grundschule setzt man die Lehrpersonen wie auch die Kinder unnötig unter Druck. Letztere lernen unter großer Anstrengung Dinge, die sie wenige Jahre später nebenbei gelernt hätten.

Tatsächlich gibt es Kompetenzbereiche, die an die Reifung gebunden sind. So setzt eigenständiges Sauberkeitsverhalten die Herausbildung bestimmter neuronaler Verbindungen voraus. Eine vor der Herausbildung dieser neuronalen Verbindungen einsetzende Sauberkeitserziehung ist mühsam und wenig effektiv. Auch die geistige Entwicklung ist an Reifung gebunden. In den ersten vier Lebensjahren entwickeln sich wichtige Voraussetzungen für den Erwerb von inhaltspezifischem Wissen. Dazu gehört neben sprachlichen Kompetenzen auch die Fähigkeit zur Perspektivübernahme. Nachdem Kinder eine sogenannte „theory of mind“ entwickelt haben, also wissen, dass alles was gewusst und gekannt wird, erst einmal gelernt werden muss, können sie zielgerichtet Gelegenheiten zum Wissenserwerb aufsuchen. Welche Lerngelegenheiten effizient genutzt werden können, hängt weniger von der cerebralen Reifung als vom Vorwissen ab. Nicht die unabgeschlossene Hirnentwicklung hält Grundschulkinder davon ab, die Relativitätstheorie zu verstehen, sondern fehlendes mathematisches und physikalisches Wissen. Längs-

schnittstudien zur Wissensentwicklung im Kindes- und Jugendalter wie die Münchener LOGIK-Studie (Weinert 1998, Weinert & Schneider 1999) sprechen eine deutliche Sprache: Nur Kinder, die bereits zu Beginn der Grundschulzeit ein fortgeschrittenes Zahlverständnis hatten, das sich insbesondere im Lösen von Aufgaben zum quantitativen Vergleich zeigte, hatten in der 11. Klasse eine Chance, gute mathematische Leistungen zu erbringen (Stern in Druck a, Stern in Druck b).

Auch in einer Nacherhebung mit Kindern der Stichprobe von Koerber (2000) zeigten sich beim proportionalen Denken langfristige Effekte des Trainings mit der Balkenwaage und dem Graphen. Zwei Jahre nach Abschluss des Trainings wurden erneut Tests zum proportionalen Denken vorgegeben und die am Max-Planck-Institut trainierten Kinder mit einigen ihrer untrainierten Klassenkameraden verglichen. Es zeigte sich, dass diese untrainierten Kinder das Niveau erreichten, das die trainierten Kinder bereits zwei Jahre zuvor unmittelbar nach dem Training hatten. Die zwei Jahre zuvor trainierten Kinder hingegen hatten ihre Leistung im proportionalen Denken weiter gesteigert (Koerber, Hardy & Stern in Vorbereitung). Obwohl die Kinder nur an drei Nachmittagen mit den Repräsentationsformen trainiert worden waren, regte dies ihr proportionales Denken offensichtlich so stark an, dass sie sich einen längerfristigen Wissensvorsprung erarbeiten konnten.

Vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Forschungsstands in der Entwicklungspsychologie ist eine früh einsetzende anspruchsvolle Förderung in den Bereichen Schriftsprache, Mathematik und Naturwissenschaften erstrebenswert. Natürlich darf dies nicht einfach durch die Vorverlegung von Unterrichtseinheiten in frühere Altersstufen geschehen. Ziel sollte vielmehr sein, in einer früheren Altersstufe Vorwissen aufzubauen, an das die späteren Unterrichtseinheiten anknüpfen können. Die erfolgreiche Entwicklung und wissenschaftliche Evaluation von Vor- und Grundschulcurricula setzt eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Fachdidaktikern, Grundschulpädagogen und kognitiven Psychologen voraus. Gemeinsam sollte erarbeitet werden, welches Vorwissen Schüler mitbringen sollten, damit sie die Lernumgebungen der Sekundarstufe adäquat nutzen können, und wie die Curricula in der Vor- und Grundschulzeit aussehen sollten, in denen dieses Wissen vermittelt wird. Gelingen kann dies, wenn sehr spezifische, auf den jeweiligen Inhaltsbereich abgestimmte Vorstellungen über die Art der sich vollziehenden Wissensveränderung entwickelt werden. In der Lese-Rechtschreibforschung hat man hier bereits recht konkrete Vorstellungen entwickelt: Kinder, die die Silben erkennen können, aus denen Wörter zusammen gesetzt sind, lernen schneller, Buchstabenkombinationen auf diese Silben anzuwenden. Spielerei-

sche Übungsprogramme zum Silbensegmentieren im Kindergarten zeigen erstaunliche Erfolge beim Schriftspracherwerb in der Grundschule (Schneider, Roth & Ennemoser 2000). Für das Verständnis von Mathematik und Naturwissenschaften gilt es noch zu erforschen, welche spielerischen Übungen im ersten Lebensjahrzehnt später von Vorteil sind.

Literatur

- Bödeker, K. (2003): Die Entwicklung intuitiven physikalischen Wissens im Kulturvergleich. Dissertation angenommen an der Freien Universität Berlin.
- Carey, S. (1991): Knowledge Acquisition: Enrichment or Conceptual Change? In: S. Carey & R. Gelman (Eds): *The Epigenesis of Mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Case, R. (1992): The mind's staircase: exploring the conceptual underpinnings of children's thought and knowledge. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 257-291.
- Chi, M.T.H. (1978): Knowledge structures and memory development. In: R. Siegler (Ed.): *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 73-96.
- Halford, G.S. (1993): *Children's understanding: The development of mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gelman, R. & B. Meck (1992): Early principles aid initial but not later conceptions of number. In: J. Bideaud, C. Meljac & J. P. Fischer (Eds): *Pathways to number. Children's developing numerical abilities*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 171-189.
- Greer, B. (1992): Multiplication and division as models of situations. In: D. Grouws (Ed.): *Handbook of research on learning and teaching mathematics*. New York: Macmillan, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).
- Hardy, I.; E. Stern, A. Jonen & K. Möller (2001): Effects of instruction on "floating and sinking" on elementary school children's scientific reasoning. 9 th European Conference for Research on Learning and Instruction (EARLI). Fribourg, Schweiz.
- Kail, R. (1992): *Gedächtnisentwicklung bei Kindern*. Heidelberg.
- Koerber, S. (2000): *Der Einfluss externer Repräsentationsformen auf proportionales Denken im Grundschulalter*. Dissertation an der Technischen Universität Berlin.
- Koerber, S.; I. Hardy & E. Stern (in Vorbereitung). The early bird catches the worm: Advantages of early graph understanding.
- Larkin, J. H. (1985): Understanding, problem representation, and skill in physics. In: S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Eds): *Thinking and learning skills, Volume 2: Research and open questions*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 141-159.
- Möller, K. (2001): Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften. Zielsetzungen und Forschungsergebnisse. In: W. Köhnlein & H. Schreier (Hrsg.): *Innovation Sachunterricht. Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts*, 4. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 275-298.
- Möller, K.; A. Jonen, I. Hardy & E. Stern (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. S. 176-191.
- Olson, D. R. (1996): Literate mentalities: Literacy, consciousness of language, and modes of thought. In: R. David & N. Torrance (Eds): *Modes of thought: Explorations in culture and cognition*. New York, NY: Cambridge University Press, pp. 141-151.

- Pinker, S. (1994): *The language instinct*. New York, NY: William Morrow & Co, Inc.
- Schneider, W.; H. Gruber, A. Gold & K. Opwis (1993): Chess expertise and memory for chess positions in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56 (3). pp. 328-349.
- Schneider, W.; E. Roth & A. Ennemoser (2000): Training Phonological Skills and Letter Knowledge in Children at Risk for Dyslexia. *Journal of Educational Psychology*, 92. pp. 284-295.
- Siegler, R. S. (1995): How does change occur: A microgenetic study of number conservation. *Cognitive Psychology*, 28. pp. 225-273.
- Spelke, E. S. (1994): Initial knowledge: Six Suggestions. In: *Cognition* 50 (1-3). pp. 431-445.
- Stern, E. (1993): What makes certain arithmetic word problems involving the comparison of sets so hard for children? *Journal of Educational Psychology*, 85. pp. 7-23.
- Stern, E. (1994): Wie viele Kinder bekommen keinen Mohrenkopf? Zur Bedeutung der Kontexteinbettung beim Verstehen des quantitativen Vergleiches. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 24. S. 79-94.
- Stern, E. (1998): *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Lengerich: Pabst Publisher.
- Stern, E. (2001): Intelligenz, Wissen, Transfer und der Umgang mit Symbolsystemen. In: E. Stern & J. Guthke (Hrsg.): *Perspektiven der Intelligenzforschung*. Lengerich: Pabst Publisher, S. 163-204.
- Stern, E. & F. Staub (2000): Mathematik lernen und verstehen: Anforderungen an die Gestaltung des Mathematikunterrichts. In: E. Inckemann, J. Kahlert & A. Speck-Hamdan: *Sich Lernen leisten. Grundschule vor den Herausforderungen der Wissenschaft*. Neuwied: Luchterhand, S. 90-100.
- Stern, E. (2002): Wie abstrakt lernt das Grundschulkind? Neuere Ergebnisse der entwicklungspsychologischen Forschung. In: H. Petillon (Hrsg.): *Handbuch Grundschulforschung*, Bd. 5: Individuelles und soziales Lernen – Kindperspektive und pädagogische Konzepte. Leverkusen: Leske + Budrich, S. 22-28.
- Stern, E.; I. Hardy & S. Koerber (2002): Die Nutzung graphisch-visueller Repräsentationsformen im Sachunterricht. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger: *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts*, 5. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 119-131.
- Stern, E. (in Druck a): Früh übt sich: Neuere Ergebnisse aus der LOGIK-Studie zum Lösen mathematischer Textaufgaben in der Grundschule. In: A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.): *Handbuch Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen*. Weinheim: Beltz.
- Stern, E. (in Druck b): Lernen ist der mächtigste Mechanismus der kognitiven Entwicklung: Der Erwerb mathematischer Kompetenzen. In: W. Schneider & M. Knopf (Hrsg.): *Lernen und Denken: Werk und Vermächtnis von Franz E. Weinert*. Göttingen: Hogrefe.
- Weinert, F. E. (1998): *Entwicklung im Kindesalter – Bericht über eine Längsschnittstudie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Weinert, F. E. & W. Schneider (Eds) (1999): *Individual development from 3 to 12: Findings from the Munich longitudinal study*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Weinert, F. E. (2001): Schulleistungen – Leistungen der Schule oder der Schüler? In F. E. Weinert (Hrsg.): *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz, S. 73-86.
- Wynn, K. (1992): Addition and subtraction by human infants. In: *Nature* 358, pp. 749-750.

*Patricia Grygier, Johannes Günther, Ernst Kircher,
Beate Sodian, Claudia Thoermer*

Unterstützt das Lernen *über* Naturwissenschaften das Lernen *von* naturwissenschaftlichen Inhalten im Sachunterricht?

Es wird das Forschungsprojekt „Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule“ beschrieben. Dieses Projekt wird zur Zeit im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Bildungsqualität von Schule“ der DFG an der Universität Würzburg und der Universität München durchgeführt.

Im Folgenden wird der epistemologische Hintergrund erläutert und vor allem die Umsetzung der Thematik „Wissenschaftsverständnis“ im Unterricht einer vierten Jahrgangsstufe dargestellt. Außerdem werden die für die empirischen Untersuchungen verwendeten Instrumente und erste Ergebnisse skizziert.

1. Was bedeutet „Wissenschaftsverständnis“?

1. *Vorbemerkungen:* Seit fast 100 Jahren wird diesseits und jenseits des Atlantiks von Naturwissenschaftlern, Pädagogen und Naturwissenschaftsdidaktikern eine *philosophische Reflexion der Naturwissenschaften* im Unterricht gefordert (z.B. Litt 1959). In den USA plädierte Dewey (1916) für „*learning about science*“. Neuerdings wird auch die Formulierung „learning about the nature of science“ in der Literatur und dafür das Kürzel NOS (Nature of Science) verwendet. „Wissenschaftsverständnis“ kann man als didaktische Reduktion dieser Bezeichnungen auffassen.

Im angloamerikanischen Sprachraum erhält diese Thematik seit etwa zwanzig Jahren zunehmende Bedeutung. Dieses ist nicht nur an den zahlreichen Publikationen ersichtlich, sondern auch an offiziellen Dokumenten von Schuladministrationen und mit den Naturwissenschaften verbundenen Verbänden und Gesellschaften (z.B. AAAS 1993).

In der Bundesrepublik gibt es keine derartigen offiziellen Dokumente; nur in Lehrplänen der Sekundarstufe I und II werden einzelne Aspekte wie „die Methode der Naturwissenschaften“ oder „der Modellbegriff“ als Lehr- und

Lerninhalt aufgeführt. Die Ausführungen in Schulbüchern, z.B. über „die naturwissenschaftliche Methode“, orientieren sich wenig an der neueren wissenschaftstheoretischen Literatur, von einer Orientierung an der *gegenwärtigen Praxis der Naturwissenschaften* ganz zu schweigen. Auch die wissenschaftliche Diskussion in den Fachdidaktiken blieb auf wenige Kolleginnen und Kollegen begrenzt (z.B. in der Physikdidaktik Jung 1979, Kircher 1977, 1995, Kuhn 1991, Niedderer & Schecker 1982).

Im Bereich der Primarstufe hat in den neunziger Jahren eine Diskussion über „Philosophieren mit Kindern“ eingesetzt, in der vor allem Schreier (z.B. 1998) federführend war. In diese Leitidee lässt sich auch „Wissenschaftsverständnis“ einordnen (Grygier & Kircher 1999).

2. Um „Wissenschaftsverständnis“ als Unterrichtsthema näher zu charakterisieren und schließlich Ziele hierüber zu formulieren, kann man verschiedene Wege einschlagen. Der naheliegende ist, die Philosophen zu fragen, insbesondere diejenigen, die sich mit analytischer Philosophie, mit *Wissenschaftstheorie* befassen. Aber verstehen diese Experten der Philosophie auch genügend von den Naturwissenschaften – und nicht zu vergessen – von der Schule und dem naturwissenschaftlichen Unterricht?

Neuerdings versucht man in England (Collins et al. 2001), die Kompetenzen von Philosophen, Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftsdidaktikern gemeinsam zu nutzen, um NOS mittels einer Delphistudie festzulegen. Der dabei notwendige Konsens unter den Teilnehmern wird nach drei Runden der schriftlichen Kommunikation untereinander erreicht. Für das Projekt „Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule“ kam diese Delphistudie freilich zu spät. Wir hatten uns schon auf eine andere Möglichkeit eingelassen, NOS und damit „Wissenschaftsverständnis“ zu interpretieren und festzulegen: Die Analyse aus acht offiziellen Dokumenten über NOS, die Mc Comas, Mc Clough & Almazroa (1998, S. 6f.) zusammenfassten, führte zu 14 Aussagen über NOS (Übersicht 1). Wir betrachten sie als Leitideen/ Ziele für den Unterricht über NOS¹.

¹ Diese 14 Aspekte wurden außerdem als eine Grundlage für ein Instrument zur Analyse von Schulbüchern für den Sachunterricht der Grundschule und von Jugendsachbüchern (Mantel 2001, Engert 2002) eingesetzt. Außerdem wurden sie in einen Fragebogen integriert, der im Rahmen unseres Projekts entwickelt wird, um „Wissenschaftsverständnis“ bei SchülerInnen und LehrerInnen zu erfassen. Ein nachträglicher Vergleich mit den Aspekten von Collins et al. (2001) zeigte nur Unterschiede in der Formulierung, in der Akzentuierung und im Umfang der beiden Ziellisten.

1. Naturwissenschaftliches Wissen hat, obwohl es beständig ist, einen vorläufigen Charakter.
 2. Naturwissenschaftliches Wissen beruht stark (jedoch nicht ausschließlich) auf Beobachtung, experimentellen Belegen, rationalen Argumenten und Skepsis.
 3. Es gibt keine Standardmethode, Naturwissenschaft zu betreiben (deswegen gibt es keine allgemeingültige, naturwissenschaftliche Schritt-für-Schritt-Methode).
 4. Naturwissenschaft ist ein Versuch, natürliche Phänomene zu erklären.
 5. Gesetze und Theorien spielen eine unterschiedliche Rolle in der Naturwissenschaft, deshalb sollten Schüler wissen, dass Theorien, auch durch zusätzliche experimentelle Belege, nie zu Gesetzen werden.
 6. Personen aus allen Kulturen tragen zur Naturwissenschaft bei.
 7. Über neues Wissen muss klar und offen berichtet werden.
 8. Naturwissenschaftler benötigen sorgfältige Aufzeichnungen, gegenseitige Begutachtung und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.
 9. Beobachtungen sind theoriegeladen.
 10. Naturwissenschaftler sind kreativ.
 11. Die Geschichte der Naturwissenschaft lässt sowohl einen evolutionären, wie auch einen revolutionären Charakter erkennen.
 12. Naturwissenschaft ist ein Teil der sozialen und kulturellen Tradition.
 13. Naturwissenschaft und Technik beeinflussen sich gegenseitig.
 14. Naturwissenschaftliche Ideen werden von ihrem sozialen und historischen Umfeld beeinflusst.
- (übersetzt v. d. Verf.)

Übersicht I: 14 Aussagen über NOS (nach Mc Comas et al. 1998)

3. Diese aus Dokumenten von Schulministerien und Lehrerverbänden anglophoner Länder gewonnenen 14 Aussagen bzw. Ziele kann man generalisierend als „*Kuhnsche Sicht*“ der Naturwissenschaften charakterisieren (Kuhn 1976²). In dieser Liste fehlt allerdings der wichtige Aspekt „*Wissenschaftsethik*“ (Abbildung 1) (z.B. Kircher u.a. 2001). Damit sind Fragen im Zusammenhang mit dem Umweltschutz, aber auch Probleme des moralischen Verhaltens der Naturwissenschaftler etwa im Bereich der gentechnischen Forschung gemeint. Neben der Wissenschaftstheorie ist mit der Wissenschaftsethik eine weitere wichtige Bezugswissenschaft, ein weiterer wichtiger Aspekt von NOS identifiziert, mit dem wir uns allerdings in diesem Forschungsprojekt und damit auch in diesem Aufsatz nicht weiter befassen.

NOS schließt nach unserer Auffassung noch einen dritten Bereich ein, der freilich größte Probleme bereiten kann, die *Erkenntnistheorie*. Diese befasst sich mit dem Zusammenhang von naturwissenschaftlichem Wissen und der Realität². Sind die naturwissenschaftlichen Theorien „Abbildungen“ der

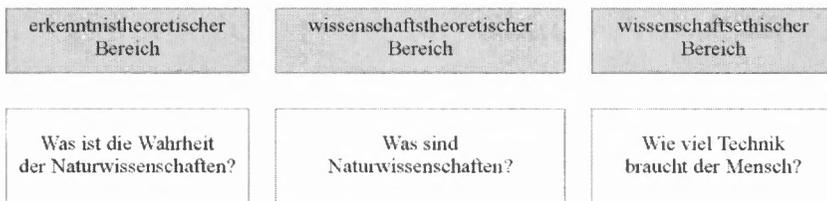
² Die Erkenntnistheorie befasst sich mit dem Verhältnis „Wissenschaft und Wirklichkeit“. Hier geht es um die „Wahrheit“ der naturwissenschaftlichen Resultate, um die Art der *Abbildung* oder *Projektion der Wirklichkeit* in den Naturwissenschaften. Der philosophische Pragmatis-

Realität? In der obigen Zielliste hängt insbesondere der Aspekt (1) mit dem erkenntnistheoretischen Bereich zusammen.

4. Was nützen derartige Überlegungen über NOS dem Forschungsprojekt und eventuell der Sachunterrichtsdidaktik?

- Die didaktische Forschung in diesem thematischen Bereich findet Anschluss an die internationale naturwissenschaftsdidaktische Diskussion (Entwicklung von Test- und Analyseinstrumenten, Durchführung von empirischen Untersuchungen).

Wissenschaftsverständnis



Wissenschaftsverständnis in der Grundschule

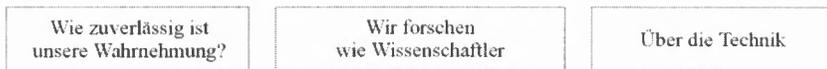


Abb. 1: Aspekte, Probleme und Vermittlung von „Wissenschaftsverständnis“ im Unterricht

mus hat hierfür eine einfache aber nicht alle Wissenschaftler zufriedenstellende Antwort gegeben, die umgangssprachlich so formuliert werden kann: „Über die Abbildung der Wirklichkeit kann man nichts aussagen“ und: „Das interessiert uns daher nicht“. Diese am persönlichen Nutzen orientierte Philosophie, der Pragmatismus, ist heutzutage insbesondere in den USA unter der Bezeichnung „Instrumentalismus“ verbreitet. Allerdings entspricht der abendländischen Grundeinstellung bisher eher das goethesche Motiv – „dass ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält“ –, nämlich naturwissenschaftliche Phänomene erklären können, nicht nur diese beschreiben. Diese Auffassung ist charakteristisch für den „Realismus“.

Realistische und instrumentalistische Auffassungen haben sich im Laufe der Entwicklung der Naturwissenschaften im 20. Jahrhundert geändert, zum „kritischen“ Realismus (Bunge) bzw. „hypothetischen Realismus“ (Vollmer) und zum „Neopragmatismus“ (Stachowiak) bzw. „linguistischen Historismus“ (Rorty). Beide „Erkenntnistheorien“ sind durch die Naturwissenschaften geprägt und sie haben die naturwissenschaftlichen Entwicklungen mit bestimmt. Aus diesem Grunde, gehören (u.E.) beide Erkenntnistheorien zu NOS; dabei spielt auch eine Rolle, dass *beide* bisher weder endgültig bewiesen, noch endgültig widerlegt sind. Das gilt natürlich auch für andere Erkenntnistheorien, so etwa für den derzeit viel diskutierten „Konstruktivismus“ (der als eine spezifische Form des Instrumentalismus aufzufassen ist).

- Es besteht ein enger Zusammenhang zu den Zielen des Unterrichts (s. Abschnitt 2).
- Die 14 Aspekte (Übersicht 1) können den dringend erforderlichen *epistemologischen Rahmen für Curriculumentwicklungen* auch für den Sachunterricht abgeben.

2. Wissenschaftsverständnis in der Grundschule?

„Nature of Science“ wird aus verschiedenen Gründen als notwendiger Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts betrachtet.

Driver et al. (1996, S. 16 ff.) nennen fünf Begründungsaspekte für „learning about the nature of science“. Es wird hier nur die *kognitionspsychologische Begründung* skizziert, die im Mittelpunkt unseres Forschungsprojekts steht, d.h., es wird nicht näher auf *die pragmatische, demokratische, kulturelle und moralische Begründung* eingegangen: „Das Verstehen der Natur der Naturwissenschaften unterstützt erfolgreiches Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte“ (Driver et al. 1996, S. 20 – übersetzt v. d. Verf.).

Drivers empirische Untersuchungen, die diese Aussage bestätigen, beziehen sich auf SchülerInnen der Sekundarstufe I. Auch in der TIMSS/III-Studie von Baumert u.a. (2000) wird die Bedeutung adäquater „epistemologischer Überzeugungen“ hervorgehoben, weil diese geeignet sind, um das Niveau des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verbessern (Baumert u.a. 2000, S. 269)³. Allerdings wird, wie erwähnt, diese Möglichkeit in bundesrepublikanischen Schulen bisher wenig und eher inadäquat in den Sekundarstufen I und II genutzt. In der Grundschule fehlen bisher nicht nur empirische Untersuchungen, sondern auch entsprechende Curriculummaterialien.

1. Einem Sachunterricht der Grundschule, der sich an NOS orientiert, stehen nach der klassischen Entwicklungspsychologie besondere Schwierigkeiten entgegen. Piaget folgend ist es geradezu unmöglich, mit Kindern im Grundschulalter abstrakte wissenschaftstheoretische Themen zu behandeln. Außerdem existiert eine pädagogische Tradition, an der sich Kollegen/innen an Schule und Hochschule bewusst oder unbewusst (im Sinne des goetheschen Diktums) orientieren: Man suche nichts hinter den Phänomenen – sie selbst sind die Lehre.

2. Worin bestehen aus heutiger Sicht die Hindernisse beim Erwerb einer reflektierten („knowledge problematic“) epistemologischen Position?

³ Die Ergebnisse der TIMSS/III-Studie beziehen sich auf SchülerInnen der Abschlussklassen von Gymnasien, Fachoberschulen und Berufsschulen.

Deanna Kuhn (1989) lokalisiert die Schwierigkeit von Kindern und Jugendlichen (aber auch vieler Erwachsener) in *der Differenzierung zwischen Theorie und Evidenz*. Anhand von Belegen aus der entwicklungspsychologischen Literatur zu Strategien der Hypothesenprüfung (sog. „process-skills“) argumentiert Kuhn, dass Laien häufig Theorie und Evidenz konfundierten zu einer skriptartigen Repräsentation „der Dinge, wie sie nun eben sind“. Deshalb verstünden sie nur unzureichend die *Logik der Prüfung von Hypothesen und den Theorie-Evidenz-Bezug*.

Zieht man die neuere entwicklungspsychologische Literatur zu den Vorläufern wissenschaftlichen Denkens im *Grundschulalter* heran (Sodian et al. 1991, Bullock & Ziegler 1999, Schrempf & Sodian 1999, Sodian & Thoermer 2002), so zeigt sich, dass in unterstützenden Aufgabenkontexten bereits ältere Grundschüler zwischen Hypothese und Evidenz differenzieren und ein Grundverständnis der Logik der Hypothesenprüfung zeigen, d.h.: *konklusive von nicht-konklusiven Tests unterscheiden können, Befunde spezifizieren können*, die unter einer bestimmten Hypothese zu erwarten bzw. nicht zu erwarten sind, und *kausale Interpretationen von Kovariationsdaten unter Verweis auf relevante empirische Evidenz valide begründen können*. Darüber hinaus zeigten Samarapungavan (1992) und Leach (1999) schon bei Grundschulern rudimentäre Fähigkeiten zur evidenzbezogenen Evaluation von Theorien und zur *Einschätzung des Erklärungswertes konkurrierender Theorien*. Insbesondere zeigt die Studie von Leach (1999), dass ältere Grundschüler und Sekundarstufenschüler zumindest ansatzweise zur *Koordination von Theorie und Evidenz* in einem anspruchsvollen Phänomenbereich aus der Physik („elektrischer Strom“) fähig sind. Diese Fähigkeit der Kinder versuchen wir als Resultat des wissenschaftstheoretischen Unterrichts in den Phänomenbereichen „Dichte“ und „elektrischer Stromkreis“ in der vierten Jahrgangsstufe nachzuweisen. Bisher wurde schon durch empirische Untersuchungen belegt, dass der für Grundschüler schwierig erscheinende Themenbereich „Dichte“ durch eine besondere Strukturierung der Lernumgebung erfolgreich vermittelt werden kann (Möller, Jonen, Hardy & Stern 2002).

3. Skizze des Forschungsprojekts

3.1 Schüler- und Lehrerstudien

Schülerstudie 1: In einer Grundschule in der Umgebung von Würzburg erhielt die sogenannte „Trainingsgruppe“ (10 Mädchen, 10 Jungen) einen speziellen Unterricht mit wissenschaftstheoretischen Inhalten. Um die Auswir-

kungen des Unterrichts auf das Wissenschaftsverständnis der Viertklässler erheben zu können, wurde mit den Schülern vor und nach der Unterrichtseinheit „Warum geht der Brotteig auf? – Wir forschen wie Wissenschaftler“ (s. Abschnitt 4) ein Interview über die Natur der Naturwissenschaften („Nature-of-Science“-Interview nach Carey et al. 1989) durchgeführt. An den Prä- und Posttests nahmen neben der Trainingsgruppe auch die SchülerInnen der Kontrollgruppe (11 Mädchen, 4 Jungen) teil, die zwischenzeitlich ihren regulären Sachunterricht erhielten. Durch ihre Beteiligung konnten die Verbesserungen der Trainingsgruppe im Nachtest auf den speziellen Unterricht zurückgeführt und gegen reine Testwiederholungseffekte durch das Interview abgesichert werden.

Schülerstudie 2: Im zweiten Teil des Projekts werden zwei Inhaltsbereiche herangezogen, um den Einfluss von „Wissenschaftsverständnis“ auf physikalische Themen des Sachunterrichts zu untersuchen: (1) eine Differenzierung der umgangssprachlichen Bedeutung von „Gewicht“ und „Dichte“ und (2) der thematische Bereich „elektrischer Strom“, „elektrischer Stromkreis“.

Dabei werden zuerst wieder Grundschüler (4. Jahrgangsstufe) durch die didaktisch und methodisch überarbeitete, inhaltlich und zeitlich umfassendere, wissenschaftstheoretische Unterrichtseinheit⁴ (ca. 9 Doppelstunden) trainiert. Eine Kontrollgruppe wird zur gleichen Thematik von derselben Lehrerin unterrichtet, jedoch *ohne die wissenschaftstheoretische Reflexion*. Dieselbe Lehrkraft unterrichtet im Anschluss daran in beiden Gruppen die Unterrichtseinheit über die „Dichte“ („Wie kommt es, dass ein Schiff schwimmt?“ Jonen & Möller 2000). Durch Prä-/ Posttests wird dann untersucht, ob die wissenschaftstheoretisch trainierte Gruppe in diesem Inhaltsbereich ein gründlicheres physikalisches Wissen erworben hat als die Kontrollgruppe. Dies wäre auch gemäß der forschungsleitenden Hypothese zu erwarten, dass nämlich „Wissenschaftsverständnis“ für den Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens förderlich ist.

Lehrerstudien: Neben der Erfassung von „Wissenschaftsverständnis“ bei SchülerInnen wird als wichtige Kontextvariable auch das Wissenschaftsverständnis von GrundschullehrerInnen erforscht (Lehrerstudie 1), sowie deren Änderung durch Lehrerfortbildungsmaßnahmen (Lehrerstudie 2).

⁴ Ein Jahr vor Beginn der wissenschaftstheoretischen Unterrichtseinheit („Warum geht der Brotteig auf? – Wir forschen wie Wissenschaftler“) wurde in der Trainingsgruppe eine erkenntnistheoretische Unterrichtseinheit („Wie zuverlässig ist unsere Wahrnehmung?“ Grygier & Kircher 1999) unterrichtet. Beide Unterrichtseinheiten sollten positive Effekte auf das epistemologische Verständnis der Schüler haben. Sie werden für den weiteren Verlauf des Forschungsprojekts integriert.

3.2 Untersuchungsinstrumente

Das „*Nature-of-Science*“-Interview enthält Fragen zu den Bereichen „Gegenstand und Ziele der Wissenschaft“, „Fragen, Vermutungen und Experimente“ und „Theorie, konkurrierende Theorien und Evidenz“. Das von Carey et al. (1989) ursprünglich für ältere Schüler erarbeitete und auf rein abstrakt-definitorisches Wissen zielende Interview wurde für unsere Studie im zweiten Teil durch ein konkretes Beispiel konkurrierender Theorien (Anlage-Umwelt-Kontroverse über das Zustandekommen von Nervosität bei Hunden) ergänzt.

Für die qualitative Auswertung der Interviews wurden Tonbandaufzeichnungen zunächst transkribiert und anschließend die Antworten der Schüler von zwei unabhängigen Kodierern einzelnen „Ebenen“ (Level) zugeordnet. Das Kodierschema wurde weitgehend von Carey et al. (1989) übernommen, nur für die Aussagen der Grundschüler feiner differenziert.⁵

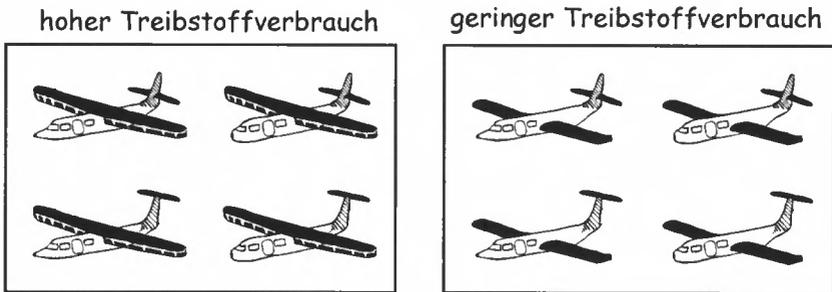


Abb. 2: Vorlage zur Flugzeugaufgabe (Bullock & Ziegler 1999). Interviewfrage: „Hat Herr Müller Recht, dass die Position des Höhenruders wichtig für den Treibstoffverbrauch ist?“

⁵ Die beibehaltenen Hauptlevel lassen sich wie folgt charakterisieren:

Level 1 enthält keine Unterscheidung zwischen Ideen, Experimenten und Theorien. Wissenschaftler arbeiten entweder rein aktional (indem sie beispielsweise Dinge ausprobieren oder erfinden, ohne jede weitere Reflexion; Level 1a), oder sie sammeln Fakten, die sie an ihrer Umwelt problemlos „ablesen“ können (Level 1b). Level 1.5 hingegen wird kodiert, wenn bei der Beschreibung der Arbeit eines Wissenschaftlers die Suche nach Antworten und Zusammenhängen erkennbar ist. Erwähnt ein Schüler schließlich die Suche nach überprüfbaren Erklärungen (das Testen von Hypothesen in kontrollierten Experimenten), so erreicht er Level 2. Nur Antworten mit metakonzeptuellen Aspekten werden Level 2.5 zugeordnet. Level 2.5 und das höchste Level (Level 3), das einem elaborierten Wissenschaftsverständnis entspricht, wurde erwartungsgemäß von keinem der Grundschüler erreicht.

Die *Experimentieraufgabe*: An das „Nature-of-Science“-Interview schloss sich eine Experimentieraufgabe an (Flugzeugaufgabe, Beispiel hierzu siehe Abbildung 2). Sie testet die Fähigkeit der Schüler, ein kontrolliertes Experiment zu planen bzw. vorgegebene Evidenzen richtig zu interpretieren.

Da das „Nature-of-Science“-Interview sehr zeitaufwändig ist, wird versucht, einen Fragebogen zu entwickeln, um „Wissenschaftsverständnis“ zu erfassen. In Lehrerstudie 2 werden weitere Instrumente auf ihre Eignung (zur Thematik, für diese Population) untersucht (u.a. „concept mapping“).

4. Skizze des Unterrichts

4.1 Der Unterrichtsverlauf im Überblick

1.Tag: Das Gas im Brotteig kann unter Laborbedingungen produziert werden⁶

Der Unterricht beginnt mit dem Vergleich eines ungebackenen und eines gebackenen Brotteiges. Bei den Schülern wird die Frage geweckt: „Warum geht der Brotteig auf?“. Da die Vermutung nahe liegt, dass die Inhaltsstoffe einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, werden zunächst die scheinbar „wichtigsten“ Zutaten (Hefe, Wasser, Mehl, Zucker und Salz) ermittelt und in einem Gefäß zusammen gemischt. Entgegen der Annahme einer Schülerin entstehen auch ohne das Gebläse eines Backofens Gasblasen in dem Teigmisch. Dies ist daran zu erkennen, dass sich die Mischung im Glasgefäß ausdehnt und sich eine Schaumkrone ausbildet. Nach der ersten Doppelstunde ist der typische Prozess wissenschaftlichen Arbeitens bereits einmal durchlaufen und den Schülern in seinen Fachbegriffen vorgestellt worden: Ausgehend von der Feststellung einer Tatsache (gebackenes Brot ist voluminöser und enthält mehr „Löcher“ im Teig) wurde eine *Frage* gestellt, die über verschiedene *Hypothesen* zu einem einfachen *Experiment* geführt hat, dessen *Ergebnis* erste *vage Schlussfolgerungen* zulässt – allerdings nicht ohne gleichzeitig weiterführende Fragen aufzuwerfen, die jedoch erst in der zweiten Stunde bearbeitet werden.

2.Tag: Experimente müssen geplant werden

Nachdem tags zuvor in der Teigmischung eine Gasentwicklung beobachtet wurde, untersuchen die SchülerInnen, ob tatsächlich *alle* fünf Zutaten für die

⁶ Die hier gewählten Überschriften sollen unsere metatheoretischen Absichten illustrieren. Sie entsprechen *nicht* den Fragestellungen/ Stundenthemen des Unterrichts. Die Grobstruktur des Unterrichts orientiert sich an Carey et al. (1989).

Entstehung dieses Gases notwendig sind. Nach konfundierten Experimenten gelangen sie zu der Einsicht, dass ein systematisches Vorgehen besser interpretierbare Ergebnisse liefert. Abbildung 3 veranschaulicht die daraufhin geplante *arbeitsteilige Gruppenarbeit*.

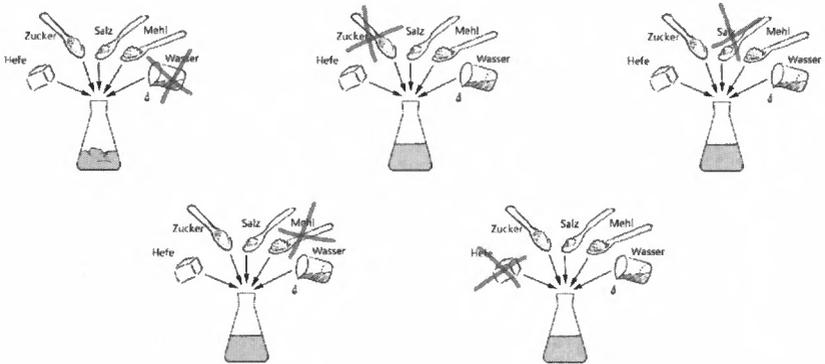


Abb. 3: Variablenkontrolle: In einer Reihe von Experimenten wird systematisch je eine Zutat weggelassen, um ihre jeweilige Bedeutung für die Gasproduktion bestimmen zu können

Um diese komplexe Experimentreihe übersichtlich zu entwerfen und in der Folgestunde korrekt und reibungslos durchführen zu können, wird von den SchülerInnen am zweiten Tag zunächst eine systematische Planung diskutiert und ein tabellarischer Versuchsplan aufgestellt.

3.Tag: Experimente bestätigen oder widerlegen Hypothesen

Aufgrund der schriftlichen Vorarbeit kann gleich mit der arbeitsteiligen Gruppenarbeit begonnen werden. Je nach Experiment sammelt sich in dem über einem Erlenmeyerkolben gestülpten Luftballon *kein* Gas, *wenig* oder *viel* Gas (Abbildung 4).

Ein wichtiges Ergebnis ist: Ohne Wasser und ohne Hefe entsteht kein Gas. Dieses legt die *Schlussfolgerung* nahe, dass Hefe und Wasser die wichtigsten Zutaten sind. Allerdings lässt sich die Frage wiederum nur experimentell überprüfen, ob die beiden Stoffe bereits ausreichen, um das Gas (im Teig) entstehen zu lassen. Das neue Ergebnis verblüfft, weil es der Hypothese der meisten Schüler widerspricht: Das Mischen von Wasser und Hefe führt nicht zu der erwarteten Gasproduktion.



Abb. 4: Die Gasentwicklung im Teiggemisch geht manchmal langsam, manchmal zügig voran. Woran liegt das?

In einem nächsten Schritt sollen die SchülerInnen herausfinden, welche weitere Zutat bzw. Zutaten notwendig sind, um die Gasproduktion in Gang zu setzen. Dazu werden diesmal Zucker, Salz und Mehl getrennt zu dem Hefe-Wasser-Gemisch hinzugefügt. Bei der Zugabe von Zucker entwickelt sich das „Hefegas“⁷ rascher als in dem Experiment mit Mehl, die Beimischung von Salz hingegen führt zu keiner Gasproduktion.

Während ihrer Arbeit richten die Schüler ihre Aufmerksamkeit zunehmend auf die Hefe. Diese kann alleine keine Gasproduktion bewirken, sondern nur zusammen mit anderen (ausgewählten) Substanzen. Daher muss die Hefe in der folgenden Stunde noch gründlicher untersucht werden.

4.Tag: Evidenzen können mit verschiedenen Theorien übereinstimmen

Als ausschlaggebend für die Reaktion im Teiggemisch wird von den Schülern die Hefe angesehen. Es erscheint jedoch rätselhaft, warum die (augenscheinlich quaderförmige und schwer zu beschreibende) Hefe eine derartige Gasproduktion bewirkt. An dieser Stelle bietet die Lehrkraft als Lösung eine mögliche Theorie an: *Hefe ist ein Lebewesen* und produziert das Gas selbst. Dafür spricht das folgende Experiment:

Erster Teil des Experimentes: Eine klare Flüssigkeit aus dem Chemielabor – so genanntes „Kalkwasser“ – erscheint bei der Einleitung von normaler

⁷ Das im Hefeteig produzierte Gas (CO_2) wird im Unterricht als „Hefegas“ bezeichnet (s. dazu Wagenschein 1976⁴, S. 130ff.).

Raumluft unverändert. Atmet jedoch ein Mensch (als vertrautes Lebewesen) in das „Kalkwasser“ aus, so wird dieses durch die „Atemluft“ trüb⁸.

Zweiter Teil des Experimentes: Wird das „Hefegas“ über der Teigmischung in einem Luftballon aufgefangen und in „Kalkwasser“ eingeleitet, so trübt sich dieses ebenfalls. Ist „Hefegas“ das gleiche Gas wie die „Atemluft“? Ist das „Hefegas“ die „Atemluft“ von Hefe? Ist also Hefe auch ein Lebewesen? Ist damit die Theorie von der Hefe als Lebewesen bestätigt?

Diese Theorie wird im Folgenden wieder in Frage gestellt: In einem Rollenspiel der Lehrkraft vertritt diese nun eine Gegenposition, indem sie eine zweite Wissenschaftlerin spielt. Deren Theorie lautet: *Hefe ist kein Lebewesen*. Zur Unterstützung ihrer Theorie stellt sie eine ähnliche Teigmischung her wie in den Experimenten zuvor, nur verwendet sie statt der Hefe nun Backpulver (als Paradigma eines chemisch hergestellten und deshalb leblosen Stoffes). Das dabei entstehende „Backpulvergas“ wird ebenfalls in „Kalkwasser“ eingeleitet. Wie beim „Hefegas“ ist eine deutliche Trübung zu beobachten. Damit sind die Schlussfolgerungen aus den Experimenten zur Unterstützung der ersten Theorie wieder fraglich und mehrdeutig. In der Klasse beginnen heftige Diskussionen, in denen beide Auffassungen etwa gleich häufig (und gleich laut) vertreten werden. Beide „Lager“ suchen Gründe für ihre Theorie, aber die Überzeugungskraft der Argumente ist nicht so groß, dass die Kinder das „Lager“ wechseln.

5.Tag: Wissenschaftliche Theorien sind prinzipiell vorläufig

Anhand des „Hefebeispiels“ wird deutlich, dass zu den gleichen Evidenzen verschiedene Theorien passen. Sie können miteinander konkurrieren und sich gegenseitig ausschließen. Die Schüler, bei denen der Forscherdrang geweckt wurde, die „Natur der Hefe“ nach heutigen Erkenntnissen zu bestimmen, werden in Sachbüchern oder Lexika befriedigende Antworten finden; im Unterricht werden sie absichtlich nicht gegeben.

Für einen Wissenschaftler ist es sehr schwierig, die „richtige“ Theorie zu erkennen; die Wahrnehmungen, die Evidenzen reichen nicht aus für einen endgültigen Beweis! Als historisches Beispiel einer lange Zeit vertretenen, dann umstrittenen und schließlich aufgegebenen Theorie wird den Schülern über die Vorstellung von der Form der *Erde als Scheibe* berichtet.

⁸ „Kalkwasser“ (Calciumhydroxidlösung) reagiert mit Kohlenstoffdioxid (CO₂) zu Calciumcarbonat und Wasser. Das entstehende Calciumcarbonat fällt dabei als weißer Feststoff aus und trübt das Wasser. Der CO₂-Gehalt der Raumluft ist so gering, dass bei einem entsprechenden kurzzeitigen Experiment keine sichtbare Reaktion stattfindet.

Zum Abschluss lassen wir die vergangenen Unterrichtsstunden Revue passieren und denken über die Ziele, *Arbeitsweisen*, *Möglichkeiten* und *Grenzen* der Wissenschaften und über *Wissenschaftler* nach.

4.2 Metatheoretische Reflexionen über Wissenschaft

1. Schon zu Beginn der wissenschaftstheoretischen Unterrichtseinheit werden die Schüler deutlich darauf hingewiesen, dass in den kommenden Stunden zwei Seiten des Themas betrachtet werden. Auf der einen Seite werden neue „Entdeckungen“ über das Aufgehen des Brotteiges geklärt. Auf der anderen Seite – und im Klassenzimmer auf einer anderen Tafel (Abbildung 5) – wird

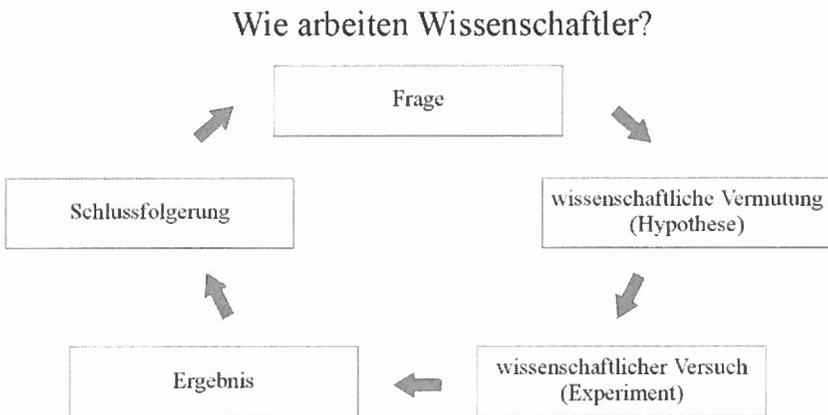


Abb. 5: Darstellung von Arbeitsschritten in den Naturwissenschaften (Tafelbild)

überlegt, wie die Schüler (als Gruppe „junger Wissenschaftler“) beim Problemlösen vorgehen. Dabei wird im Unterricht nach und nach eine Kette von Arbeitsschritten und deren Fachbegriffe festgehalten, die sich am zweiten Tag zu einem Kreis schließt.

Durch den Vergleich der symbolischen Darstellung an der Tafel mit ihrer eigenen „Forschungspraxis“ erkennen die Schüler, dass die Abfolge von der Fragestellung bis hin zur Schlussfolgerung keinem einmaligen linearen Ablauf entspricht. Jedes Ergebnis und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen scheinen zugleich Ausgangspunkt für neue Fragen zu sein, so dass sich ein *zyklischer Prozess* ergibt. Die Schüler versuchen, diese Erkenntnis

grafisch umzusetzen, und zeichnen in den Kreis der Wortkarten eine zur Mitte enger werdende Spirale. Ausschnitte aus dem Unterrichtsgespräch⁹ zeigen, mit welchen Begründungen die Schüler diese Darstellung wählten:

L: „Warum ist es nicht einfach ein Kreis?“

SÄ1: „Wenn das ein Kreis wäre, dann stellen wir uns eine Frage und dann vergessen wir sie wieder und dann müssen wir uns wieder die Frage stellen.“

SÄ2: „Wir drehen uns ja hier nicht immer im Kreis, sondern wir kommen weiter und stellen uns dann neue Fragen zu der alten Frage, um zu einem Ergebnis zu kommen.“

SÄ3: „Wenn man sich vorstellt, dass ganz in der Mitte das Ziel ist, dann gehen wir ja nicht nur außen rum im Kreis, sondern innen rein, immer näher ans Ziel hin.“

Diese Erkenntnis bleibt nicht formal und inhaltslos im Raum stehen. Die Seitentafel hilft den Schülern nicht nur, die Reihenfolge der Arbeitsschritte zu erkennen. Vielmehr wird deutlich, dass die Forschungsschritte in enger Beziehung zueinander stehen.

2. Dies ist beispielsweise für die Bedeutung von Experimenten wichtig: Ein Experiment wird als Teilschritt eines Forschungsprozesses nicht losgelöst von einer Theorie oder Hypothese durchgeführt. Es ist kein Versuch, der im Lehrbuch steht, dessen Ergebnis im Vorhinein schon bekannt ist und der nun lediglich nachgestellt wird. Ein Experiment dient auch nicht dazu, planlos Dinge auszuprobieren oder Fakten zu sammeln, die keine weitere Verwendung finden. Durch den metatheoretisch geprägten Unterricht wird den Schülern bewusst, dass ein Experiment in engem Zusammenhang mit einer wissenschaftlichen Fragestellung steht und durch seine Ergebnisse (Evidenzen) die aufgestellte Hypothese (im Idealfall) bestätigt oder widerlegt.

Bei der Durchführung der Experimente werden wiederum zwei unterschiedliche Ziele verfolgt. Einerseits lernen die Schüler wichtige Fähigkeiten, wie das Anlegen einer schriftlichen Versuchsplanung, das eigenständige Hantieren mit den Materialien und Durchführen des Versuches (Prozessziele) und Dispositionen wie genaues Beobachten und zuverlässiges Kontrollieren eines Versuchsablaufes (sowie soziale Lernziele insbesondere bei Gruppenarbeit). Andererseits tritt bereits bei der Planung des Versuches die Bedeutung der Variablenkontrolle in den Vordergrund. Ein Experiment muss sinnvoll, d.h., der Fragestellung und Hypothese entsprechend, geplant werden.

⁹ Die Zitate stammen aus einer Videotranskription des Unterrichts.

Dabei dürfen nicht mehrere Variablen gleichzeitig verändert werden, weil sonst keine eindeutigen Schlussfolgerungen möglich sind.

Diese Aspekte helfen den Kindern, die Bedeutung von Experimenten besser zu erfassen. So verstehen sie „Experiment“ als „wissenschaftlichen Versuch“. Sie erkennen, dass nicht jeder Mensch, der verschiedene Stoffe zusammen mischt, ein Experiment durchführt. So wird auch die Mutter zu Hause, die einen Kuchen backt, nicht automatisch zur „Wissenschaftlerin“.

3. Schwieriger ist es, den Grundschulern den Bedeutungsgehalt der Begriffe „Hypothese“ und „Theorie“ zu vermitteln. Der Begriff „Hypothese“ ist den wenigsten Kindern bekannt. Ähnlich wie beim Experiment ist hier eine Abgrenzung zum Alltagsbegriff „Vermutung“ hilfreich. Während jedermann täglich unterschiedliche „Vermutungen“ anstellt, gibt es nur wenige Menschen, die sich mit Vermutungen im wissenschaftlichen Sinne (Hypothesen) beschäftigen. Im Unterrichte wurde „Hypothese“ vereinfachend als „wissenschaftliche Vermutung“ übersetzt. Sie bezieht sich nicht auf beliebige Inhalte, sondern sie folgt aus den Unterrichtsaktivitäten als Teilschritt des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses. Ihre tiefere Bedeutung oder „Einwurzelung“ erfährt die Hypothese durch die Einbettung in die Prüfung einer Theorie. Nach unseren bisherigen Erfahrungen ist „Hypothese“ der komplexeste Begriff, der in der Unterrichtseinheit eingeführt wird.

4. Folgende Gesichtspunkte des Begriffs „Theorie“ werden thematisiert: Mit Hilfe einer Theorie versucht ein Wissenschaftler zu erklären, *warum etwas so ist, wie es ist*.

Eine Theorie entsteht nicht aus dem Moment heraus (ist nicht nur eine spontane Idee), sondern sie wird nach und nach entwickelt. Dafür sind zahlreiche Durchgänge in einem zyklischen Erkenntnisprozess notwendig. Ist eine Theorie weitgehend ausgereift und kann z.B. eine ganze Reihe von Phänomenen erklären, hebt sie sich deutlich von einer „Hypothese“ ab, bzw. umschließt selbst viele Hypothesen. Eine naturwissenschaftliche Theorie impliziert grundlegende Annahmen über die „(Natur-) Welt“, ordnet und erklärt Phänomene und ermöglicht wissenschaftliche Voraussagen.

Wissenschaftler gehen von Theorien aus, um neue Fragen zu stellen und zu lösen. Daher beeinflusst eine Theorie die Arbeit und damit das Leben des Wissenschaftlers. Zum einen wird er alle Schritte (von der Hypothese bis zur Schlussfolgerung) von seiner Theorie aus betrachten und durchführen, zum anderen muss er untersuchen, ob diese auch allen Gegenexperimenten standhält. Er muss sich mit Theorien anderer Wissenschaftler auseinandersetzen, seine Theorie mit Argumenten und experimentellen Evidenzen verteidigen.

Allerdings zeigt die Geschichte der Naturwissenschaften, dass auch jahrzehnte- oder gar jahrhundertealte Theorien aufgrund neuer Erkenntnisse wieder verworfen werden mussten. Bis eine Theorie von einer anderen abgelöst wird, indem ausreichend überzeugende Evidenzen deutlich für die neue Theorie sprechen, stehen beide Theorien gleichzeitig zur Disputation. Wie in 4.1 skizziert, bietet sich in der Grundschule als historisches Beispiel der Vergleich der Vorstellungen von der Erde als Scheibe und als Kugel an. Als weiteres Beispiel für konkurrierende Theorien werden im Unterricht *Hefe ist ein Lebewesen* und *Hefe ist kein Lebewesen* thematisiert. In manchen Fällen gibt es keine „Lösung“ für einen solchen „Theoriekonflikt“. Das heißt, dass durchaus zwei Theorien nebeneinander bestehen und sich ergänzen können, insofern manche experimentelle Ergebnisse von der einen Theorie, andere Befunde dagegen von der konkurrierenden Theorie erklärt werden. Der Welle-Teilchen-Dualismus des Lichtes ist hierfür ein bekanntes Beispiel (das von uns allerdings als zu schwierig für die Grundschule angesehen wird).

5. Gegenstand unseres Projektes ist, wie detailliert und elaboriert Wissenschaftsverständnis Viertklässlern bereits vermittelt werden kann. Ziel des Unterrichts ist natürlich nicht, bei SchülerInnen perfekte Definitionen abrufen zu können, die inhaltslos wiedergegeben werden. Vielmehr geht es um *Bedeutungszusammenhänge* zwischen den Begriffen, wie sie oben beschrieben wurden. Die SchülerInnen erfahren außerdem „nebenbei“, dass (arbeits-teilige) Gruppenarbeit der Arbeitserleichterung und der gegenseitigen Wissensvermittlung dienen kann – vergleichbar den Wissenschaftlern, die auf die Ergebnisse ihrer Kollegen zurückgreifen und darauf aufbauen. Sie bemerken, dass Unterrichtsnotizen nicht nur aus Texten bestehen müssen, die abgeschrieben werden, um bei Bedarf auswendig gelernt zu werden. Sie können den eigenen Arbeits- und Erkenntnisprozess in Form von Zeichnungen, symbolischen Darstellungen und Tabellen dokumentieren – Produkte, die sie gleichzeitig als Erinnerungs- und Lernhilfen nutzen können.

5. Ergebnisse und Ausblick

Die Studie hat gezeigt, dass die entwickelten Curriculummaterialien („Wie zuverlässig ist unsere Wahrnehmung?“ und „Warum geht der Brotteig auf?“) in der Grundschule erfolgreich eingesetzt werden können. In einigen Teilen des Interviews konnten die Schülerantworten des Nachtests höheren Ebenen des Wissenschaftsverständnisses zugeordnet werden als im Vortest (Näheres s. Sodian u.a. 2002). Deutliche Fortschritte erzielten die SchülerInnen vor allem in der Logik des Testens, was sich in der Flugzeugaufgabe zeigte.

In Fortführung der Studie 1 wurden inzwischen die beiden Unterrichtseinheiten („Wie zuverlässig ist unsere Wahrnehmung?“ und „Warum geht der Brotteig auf? – Wir forschen wie Wissenschaftler“) integriert, um ihre positiven Effekte zu bündeln. Wenn die z.Zt. noch nicht ausgewerteten Interviews ergeben, dass dadurch das Wissenschaftsverständnis bei den Kindern in noch stärkerem Maße gefördert wird, folgt eine Transferstudie (Schülerstudie 2). Diese wird zeigen, ob die Klasse, die den Unterricht über Wissenschaftsverständnis erfahren hat, daraus Vorteile für das Lernen anderer naturwissenschaftlicher Inhaltsbereiche („Dichte“ bzw. „elektrischer Strom“) ziehen kann. Dann wäre auch die Entwicklung weiterer Unterrichtseinheiten im Kontext der Wissenschaftsphilosophie ein wünschenswerter, notwendiger Schritt sowie die Berücksichtigung dieser Thematik in der Lehrerbildung.

Literatur

- American Association for the Advancement of Science (1993): Benchmarks for science literacy: Project 2061. New York: Oxford University Press.
- Baumert, J.; W. Bos & R. Lehmann (2000): TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Opladen: Leske + Budrich.
- Bullock, M. & A. Ziegler (1999): Scientific reasoning: Developmental and individual differences. In: F. E. Weinert & W. Schneider (Eds): Individual development from 3 to 12. Findings from the Munich Longitudinal Study. Cambridge: University Press.
- Carey, S.; R. Evans, M. Honda, E. Jay & C. Unger (1989): An experiment is when you try it and see if it works. *International Journal of Science Education*, 11, pp. 514-529.
- Collins, S.; J. Osborne, M. Ratcliffe, R. Millar & R. Duschl (2001): What ideas-about-science should be taught in school science? A Delphi study of expert community. Paper presented at the Annual Conference of the NARST. St Louis.
- Dewey, J. (1916/ 1964): Demokratie und Erziehung. Braunschweig.
- Driver, R. et al. (1996): Young peoples images of science. Bristol: Open University Press.
- Engert, V. (2002): Welches Bild der Naturwissenschaften vermitteln Sachkundebücher der Grundschule im deutschsprachigen Raum? Zulassungsarbeit zum 1. Staatsexamen an der Universität Würzburg.
- Grygier, P. & E. Kircher (1999): Wie zuverlässig ist unsere Wahrnehmung? In: H. Schreier (Hrsg.): Nachdenken mit Kindern. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 142–157.
- Jonen, A. & K. Möller (2000): Wie kommt es, dass ein Schiff schwimmt? Unv. Manuskript, Universität Münster.
- Jung, W. (1979): Aufsätze zur Didaktik der Physik und Wissenschaftstheorie. Frankfurt: Diesterweg.
- Kircher, E. (1977): Der Modellbegriff und seine Bedeutung für die Physikdidaktik. Unv. Dissertation Universität Kiel.
- Kircher, E. (1995): Studien zur Physikdidaktik – Erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Grundlagen. Kiel: IPN.

- Kircher, E.; R. Girwidz & P. Häußler (2001): Physikdidaktik – Eine Einführung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Kuhn, D. (1989): Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Rev.*, 96, pp. 674-689.
- Kuhn, T. S. (1976²): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt: Suhrkamp.
- Kuhn, W. (1991): Die wissenschaftstheoretische Dimension des Physikunterrichts. In: H. Wiesner (Hrsg.): Aufsätze zur Didaktik der Physik II. Salzdethfurt: Franzbecker, S. 125-144.
- Leach, J. (1999): Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science. *International Journal of Science Education*, 21, pp. 789-806.
- Litt, T. (1959): Naturwissenschaft und Menschenbildung. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Mantel, P. (2001): Welches Bild der Naturwissenschaften vermittelt Kinder- und Jugendbuchliteratur im deutschsprachigen Raum? Zulassungsarbeit zum 1. Staatsexamen an der Universität Würzburg.
- Mc Comas, W. F.; M. Mc Clough & H. Almazroa (1998): The role and character of the nature of science. In: W. F. Mc Comas (Ed.): *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 3-39.
- Möller, K.; A. Jonen, I. Hardy & E. Stern (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. *Zeitschrift für Pädagogik*, S 176-191.
- Niedderer, H. & H. Schecker (1982): Ziele und Methodik eines wissenschaftstheoretisch orientierten Physikunterrichts. *Der Physikunterricht*, 15, Heft 2, S. 58-71.
- Samarapungavan, A. (1992): Children's judgments in theory choice tasks: Scientific rationality in childhood. *Cognition*, 45, pp. 1-32.
- Schreier, H. (1998). Das Philosophieren mit Kindern und der Sachunterricht. In: B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.): *Grundlegende Bildung im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*, 8. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schrempf, I. & B. Sodian (1999): Wissenschaftliches Denken im Grundschulalter. Die Fähigkeit zur Hypothesenprüfung und Evidenzevaluation im Kontext der Attribution von Leistungsergebnissen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31, S. 67-77.
- Smith, C.; D. Maclin, C. Houghton & M. G. Hennessey (2000): Sixth grade students' epistemologies of science: the impact of school science experiences on epistemological development. *Cognition and Instruction*, 18, pp. 349-422.
- Sodian, B.; D. Zaitchik & S. Carey (1991): Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, pp. 753-766.
- Sodian, B. & C. Thoermer (2002): Naturwissenschaftliches Denken im Grundschulalter. Die Koordination von Theorie und Evidenz. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 5. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 105-117.
- Sodian, B.; C. Thoermer, E. Kircher, P. Grygier & J. Günther (2002): Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. *Zeitschrift für Pädagogik*, S. 192-206.
- Wagenschein, M. (1976⁴): Die pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig: Westermann.

*Eva Blumberg, Kornelia Möller,
Angela Jonen, Ilonca Hardy*

Multikriteriale Zielerreichung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule

1. Einleitung

Seit den Veröffentlichungen von TIMSS und PISA ist es nicht mehr von der Hand zu weisen, dass dem naturwissenschaftlichen Lernen in der Schule größere Beachtung und verstärkte Förderung zuteil werden muss. Obwohl sich diese Studien nicht direkt auf den Primarstufenbereich beziehen, wirken sie sich auch auf den Sachunterricht aus, der ein Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften beinhalten und dabei den Grundschulern hinsichtlich ihres weiteren Lernens positive Lernerfahrungen bei naturwissenschaftsbezogenen Themen ermöglichen sollte. Im Hinblick darauf dürfen nicht nur kognitive Komponenten fokussiert werden, sondern es müssen – insbesondere in der Grundschule – auch nichtkognitive Elemente wie der Aufbau von Interesse, Motivation, positiven selbstbezogenen Kognitionen und Lernfreude berücksichtigt werden. Dabei stellt sich die Frage, wie eine solche Vereinbarkeit sowohl leistungs- als auch nichtleistungsbezogener¹ Zielsetzungen bzw. eine multikriteriale Zielerreichung bei naturwissenschaftsbezogenen Themen im Sachunterricht der Grundschule ermöglicht werden kann. Diese Frage bildet einen Untersuchungsschwerpunkt in einem DFG-Projekt zu den „Auswirkungen von Unterricht zum ‚Schwimmen und Sinken‘ auf das Verständnis physikalischer Basiskonzepte und den Erwerb inhaltsübergreifender graphisch-visueller Kompetenzen bei Grundschulkindern“, das im DFG-Schwerpunktprogramm BIQUA („Bildungsqualität von Schule: Fachliches und fä-

¹ Den Begriff „nichtleistungsbezogen“, synonym auch vielfach als nichtkognitiv bezeichnet, verwenden wir in unserer Untersuchung in Abgrenzung zu leistungsbezogenen bzw. kognitiven Zielsetzungen und definieren damit Skalen zu Interesse, Motivation, selbstbezogenen Kognitionen, empfundener Kompetenz und empfundenem Engagement sowie empfundener konstruktivistischer Orientierung des Unterrichts und Lernzufriedenheit.

cherübergreifendes Lernen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Abhängigkeit von schulischen und außerschulischen Kontexten“) angesiedelt ist und in dem die Arbeitsgruppen Münster (Prof in Dr. Kornelia Möller, Angela Jonen, Eva Blumberg) und Berlin (Prof in Dr. Elsbeth Stern, Dr. Ilonca Hardy) kooperieren.

2. Zur multikriterialen Zielerreichung

Wenn von multikriterialer Zielerreichung die Rede ist, geht es immer um die simultane Erreichung verschiedener Zielkriterien beim schulischen Lernen, wobei neben dem Kriterium der Leistungssteigerung nichtleistungsbezogene Zielkriterien wie Interesse, Motivation, Selbstkonzept und Lernfreude oder der Ausgleich von Leistungsunterschieden berücksichtigt werden.

Die Notwendigkeit einer multikriterialen Zielerreichung ist unumstritten. Schon 1982 bezeichneten Treiber & Weinert die Frage nach der multikriterialen Wirksamkeit des Unterrichts als eine der theoretisch interessantesten und zugleich praktisch bedeutsamsten Fragen (vgl. Treiber & Weinert 1982). Weinert bezeichnet multikriteriale Zielerreichung für die Schule ausdrücklich als unverzichtbar (vgl. Weinert 2001, S. 28).

Verbunden mit den eindringlichen Forderungen nach einer Berücksichtigung multikriterialer Zielerreichung sind Forderungen nach differenzierten empirischen Untersuchungen hinsichtlich multikriterialer Zielerreichung (vgl. Schrader, Helmke & Dotzler 1997, Baumert 1997), auch für den Grundschulbereich und für den Sachunterricht (vgl. Einsiedler 2001, Möller 2001b).

Für die Grundschulpädagogik wurde in den letzten Jahren diskutiert, ob nicht gerade durch offenen Unterricht eine multikriteriale Zielerreichung, d.h., gute Leistungen in den Lernbereichen und eine Förderung von Zielen im Persönlichkeits- und motivationalen Bereich, erreichbar ist (vgl. Einsiedler 2001).

Wenngleich die Forschungslage zum offenen Unterricht immer noch unbefriedigend und nicht kohärent ist², so kann aber doch mit Rückgriff auf die amerikanischen Meta-Analysen beispielsweise von Giaconia & Hedges 1982 tendenziell festgehalten werden, dass offener Unterricht, in dem die Kinder

² Um die Datenlage und die Forschung zu den verschiedenen Facetten eines geöffneten Unterrichts transparenter und für die Praxis zugänglich zu machen, sollten „die jeweiligen Aspekte der Öffnung präzise dargelegt werden“ (Hartinger 2002, S. 175), so wie es in einigen neueren Untersuchungen bereits realisiert worden ist (vgl. z.B. Lipowsky 1999), und „die systematische Variation genau einer Variablen“ (Hartinger 2002, S. 175) untersucht werden.

ihr Lernen weitestgehend selbst steuern müssen, im kognitiven Bereich zu geringfügig negativen, im Persönlichkeitsbereich eher zu positiven Auswirkungen führt (vgl. Hanke 2001, Einsiedler 2001). Lipowsky (1999) und Einsiedler (1989, 2001) weisen zudem darauf hin, dass leistungsschwächere Kinder eher von strukturierten als von offenen Unterrichtsbedingungen profitieren.

Im Bereich der Forschungen zur Unterrichtsqualität haben insbesondere Weinert und seine Mitarbeiter bereits seit Anfang der 80er Jahre immer wieder die Frage nach einer multikriterialen Zielerreichung beim schulischen Lernen in verschiedenen Varianten in ihren Untersuchungen berücksichtigt (vgl. Treiber & Weinert 1982, 1985, Helmke 1988, Helmke & Schrader 1990, Weinert & Helmke 1996, Schrader, Helmke & Dotzler 1997). Besonders hinzuweisen ist hier auf die Veröffentlichung von Helmke & Schrader (1990), die als eine der ersten Studien zu dem Hauptergebnis gelangt, dass kognitive und affektiv-motivationale Zielkriterien nicht notwendigerweise inkompatibel sind, sondern eine multikriteriale Zielerreichung durchaus möglich ist.

Von besonderer Bedeutung gerade für die Grundschule sind zudem die beiden von Weinert und seiner Arbeitsgruppe im Rahmen des SCHOLASTIK-Projekts angelegten Untersuchungen (Weinert & Helmke 1996, Schrader, Helmke & Dotzler 1997), die auch für den Grundschulbereich die Möglichkeit multikriterialer Zielerreichung beim schulischen Lernen aufzeigen.

Gruehn kommt in ihrer 1995 veröffentlichten Untersuchung ebenfalls zu dem Ergebnis, „dass sich kognitive und nichtkognitive Ziele im Unterricht vereinbaren lassen – ein leistungssteigernder Unterricht muss nicht zwangsläufig eine negative Entwicklung im affektiv-motivationalen Bereich nach sich ziehen.“ (Gruehn 1995, S. 548) In einem weiterführenden Schritt leitet sie aus ihrer Untersuchung auch schon einige unterrichtspraktische Hinweise ab: „Wenn es den Lehrern gelingt, in ausgewogener Form Elemente direkten und offenen Unterrichts miteinander zu verbinden und ein emotional warmes Klima zu schaffen, sind wesentliche Bedingungen für eine multikriteriale Zielerreichung erfüllt.“ (Gruehn 1995, S. 551-552)

Auch im Rahmen der TIMSS/III-Studie wurde eine multiple Zielerreichung in der gymnasialen Oberstufe untersucht, wobei Baumert & Köller innerhalb von institutionell definierten Domänen eine Kopplung von kognitiven und motivationalen Zielkriterien und offensichtlich kein grundlegendes strukturelles Kompatibilitätsproblem bei mehrdimensionaler Zielerreichung feststellen konnten (vgl. Baumert & Köller 2000).

In den angeführten Studien finden sich eindeutige Hinweise auf die positive Beeinflussung multikriterialer Zielerreichung durch Strukturierungsmaßnahmen. Diese werden auch in der konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernforschung bestätigt, so z. B. bei Renkl, Gruber & Mandl (1999). In ihrem Beitrag zur „Situating-learning“-Bewegung mit dem treffenden Titel „From euphoria to feasibility“ (Renkl, Gruber & Mandl 1999) stellt die Arbeitsgruppe um Mandl die Notwendigkeit passender Unterstützung in komplexen Lehr-Lernumgebungen heraus. Ohne den Einsatz unterstützender Strukturierungsmaßnahmen kann es leicht zu motivationalen und kognitiven Passungsproblemen in komplexen Lehr-Lernumgebungen kommen (vgl. Stark, Gruber & Mandl 1998). Die Arbeitsgruppe um Mandl spricht instruktionaler Unterstützung in Lernbedingungen mit hoher Komplexität eine kompensatorische Wirkung im kognitiven Bereich zu (vor allem bei Lernenden mit geringem Vorwissen) und nimmt an, dass sich derartige Kompensationseffekte auch auf motivationale Aspekte auswirken. Positive Auswirkungen auf selbstbezogene Kognitionen beispielsweise können komplexe Aufgaben nur dann haben, „wenn die Lernenden von der Komplexität nicht überfordert werden und somit die Chance haben, sich beim Lernen bzw. Problemlösen als kompetent zu erleben.“ (Stark, Gruber & Mandl 1998, S. 207)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich zu stark selbstgesteuertes Lernen negativ auf eine multikriteriale Zielerreichung auswirkt und zu einem „antagonism between achievement and enjoyment“ (Clark 1982) bzw. zu kognitiver Überforderung und affektiv-motivationalen Problemen führen kann. Die Durchsicht der einschlägigen Untersuchungen erbrachte Hinweise auf eine positive Beeinflussung multikriterialer Zielerreichung durch Strukturierung, was auch Weinert herausstellt, wenn er unter anderem einen anspruchsvollen, wohlstrukturierten, lehrergesteuerten und zugleich schülerorientierten Unterricht als wichtigste Grundlage und sichersten Garant multikriterialer Zielerreichung benennt (vgl. Weinert 2001, S. 28).

3. Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften

Die Forderung, bereits im Sachunterricht der Grundschule ein Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften zu ermöglichen, dabei naturwissenschaftliche Denkweisen zu fördern, nicht belastbare Konzepte abzubauen und ein Vorverständnis für naturwissenschaftliche Konzepte aufzubauen, trifft inzwischen auf breiten Konsens. Schon mit Blick auf die naturwissenschaftlichen Curricula in den 70er Jahren, die durch eine Vernachlässigung nichtleistungsbezogener Ziele gekennzeichnet waren, wird allerdings deutlich, dass

die Forderung nach einem Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften mit einer Förderung von Interesse, Motivation, positiven selbstbezogenen Kognitionen und Lernfreude bezüglich Naturwissenschaften verknüpft werden muss (vgl. Möller 2001b).

Eine theoretische Grundlage für ein anspruchsvolles Lernen, das gleichzeitig auf den Aufbau kognitiver Konzepte und auf das Erreichen nichtleistungsbezogener Zielsetzungen gerichtet ist und der Selbststeuerung im Lernprozess eine hohe Bedeutung zumisst, ist in den heute breit diskutierten konstruktivistisch orientierten Ansätzen zur Unterrichtsgestaltung zu finden. Die Arbeitsgruppe um Mandl, die sich mit ihren lerntheoretischen Überlegungen vom radikalen, erkenntnistheoretisch fundierten Konstruktivismus distanziert und auf der Basis eines moderat-konstruktivistischen Ansatzes Ideen sozial-konstruktivistischer Theorien und der Situierten Kognition mit einbezieht (vgl. Gerstenmaier & Mandl 1995), definiert „Wissenserwerb [...] als einen aktiven, selbstgesteuerten, konstruktiven, situativen und sozialen Prozess“. (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998, S. 459)

Derart gestaltete Lehr-Lernumgebungen, in denen die Lernenden ihr Wissen auf der Basis von Vorerfahrungen aktiv in sozialen Kontexten und unter Einbeziehung authentischer Aufgaben, bedeutungsvoller Kontexte und multipler Perspektiven weitgehend eigenständig konstruieren, haben sich als geeignet erwiesen, bereits bei Grundschulern ein qualitatives physikalisches Verständnis aufzubauen und im Hinblick auf eine multikriteriale Zielerreichung positive Lernerfahrungen bei physikalischen Fragestellungen zu ermöglichen (vgl. Möller 1999, 2001a). Forschungsbefunde (vgl. Renkl, Gruber & Mandl 1996, Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999b) deuten jedoch darauf hin, dass konstruktivistische Lehr-Lernumgebungen, die sehr komplex gestaltet sind, d.h., die nur minimal durch die Lehrperson strukturiert sind und in denen die Lernenden ihren Lernprozess fast ausschließlich selbst steuern müssen, oft zu kognitiver Überforderung und negativen Auswirkungen im motivationalen Bereich führen, insbesondere bei leistungsschwächeren Schülern.

Die daraus resultierende Notwendigkeit einer theoretisch differenzierten und modifizierten Gestaltung konstruktivistischer Lehr-Lernumgebungen wurde bereits in verschiedenen Varianten von Bliss (1996), Dubs (1995, 1997) und Reinmann-Rothmeier & Mandl (1999a) aufgegriffen. In ihren Ausführungen ist trotz unterschiedlicher Begrifflichkeiten ein gemeinsamer Konsens zur Abschwächung bzw. Modifizierung des ursprünglichen Ansatzes zu erkennen, der bei Beibehaltung des Primats der Wissenskonstruktion unterstützende Maßnahmen der Lehrperson vorsieht. Gemäß Möller (2001a)

kann diese Modifizierung zusammenfassend als „*inklusive, moderat konstruktivistischer Ansatz mit instruktiven Anteilen*“ (S. 25) bezeichnet werden.

Einsiedler (2001) sieht in diesem Zusammenhang einen möglichen Lösungsweg in einer „pragmatische[n] Kombination von selbstgesteuertem Lernen und Instruktion“ (S. 27). Friedrich & Mandl (1997) weisen zudem darauf hin, dass es gerade bei anspruchsvollen und hochstrukturierten Inhaltsbereichen, so wie es auch in unserer Untersuchung der Fall ist, nicht ganz unproblematisch, aber notwendig ist, eine angemessene Balance zwischen Selbststeuerungsmöglichkeiten und Komplexitätsreduktion zu finden.

4. Die empirische Untersuchung

4.1 Fragestellung, Design

Auf diesem Forschungshintergrund stellte sich uns die Frage, welchen Einfluss eine Variation der Strukturierung in konstruktivistisch-orientierten Lehr-Lernumgebungen auf eine multikriteriale Zielerreichung hinsichtlich einer Vereinbarkeit leistungs- und nichtleistungsbezogener Zielsetzungen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule hat. Im Rahmen eines DFG-Projekts entwickelten wir zum Thema „Schwimmen und Sinken“ eine Unterrichtsvariation, in der wir in Form eines Messwiederholungsdesigns mit zwei Gruppen zwei konstruktivistisch orientierte Unterrichtsformen mit stärkerer Strukturierung und geringerer Strukturierung – kurz MIT und OHNE genannt – miteinander vergleichen. Der Unterricht und die Erhebungen zu dem für Grundschulkindern anspruchsvollen physikalischen Thema „Wie kommt es, dass ein großes Schiff aus Eisen im Wasser nicht untergeht?“ wurden in MIT und OHNE bei Konstanzhaltung der Lehrperson, der Materialien und der Zeitdauer (acht Doppelstunden pro Unterrichtseinheit) jeweils in drei vergleichbaren dritten Klassen mit insgesamt 149 Kindern (65 Mädchen, 84 Jungen) durchgeführt. Die Vergleichbarkeit der insgesamt sechs Untersuchungsklassen aus drei Schulen wurde vor Untersuchungsbeginn durch die Zusammenarbeit mit den zuständigen Bezirksregierungen und den Schulleitungen, durch Lehrerbefragungen und Unterrichtshospitationen sichergestellt.

4.2 Zum Unterricht

In beiden Unterrichtsdesigns, die basierend auf den Grundzügen konstruktivistisch orientierter Lerntheorien konzipiert wurden (siehe 3.), sind die Merk-

male aktives, kooperatives und konstruktives Lernen konstant gehalten, d.h., dass die Lehrperson in beiden Unterrichtsformen die kognitiven Konzepte durch die Kinder möglichst eigenständig entwickeln, gemeinsam überprüfen, reflektieren und integrieren lässt. In der Unterrichtsreihe MIT ist jedoch das selbstgesteuerte Lernen durch strukturierende Lehreraktivitäten und das situative Lernen durch eine Strukturierung der Lerninhalte modifiziert. In der Bedingung OHNE ist das Ausmaß der Strukturierung beim selbstgesteuerten und situativen Lernen vergleichsweise gering.

Das unterschiedliche Maß der Strukturierung wurde folgendermaßen konkretisiert: Im OHNE-Unterricht, der in seinem Aufbau einem Werkstattangebot ähnelt, steht zur Beantwortung der komplexen Frage, wie ein Schiff schwimmt, von der ersten bis zur letzten Stunde eine komplexe Lernumgebung mit einem offenen Material- und Stationenangebot zur Verfügung, wodurch den Kindern individuelle Lernwege ermöglicht werden. Demgegenüber ist die komplexe „Schiffsfrage“ im MIT-Unterricht von vornherein in verschiedene Teilfragen sequenziert, die nacheinander mit dem entsprechenden Material- und Stationenangebot in Partner- oder Gruppenarbeit von den Kindern erforscht werden. Im OHNE-Unterricht gibt die Lehrkraft während der Stationenarbeit vornehmlich individuelle prozessbezogene Hilfen und lässt die Klassengespräche weitestgehend von den Kindern lenken. In MIT sind die häufigeren und längeren Klassengespräche stärker durch die Lehrkraft gesteuert, wobei die Lehrkraft vermehrt allgemeine kognitiv strukturierende Gesprächshilfen einsetzt.

Der Unterricht in allen sechs Untersuchungsklassen wurde komplett videographiert und zur anschließenden Auswertung digitalisiert.

4.3 Screening des Unterrichts

Um die Einhaltung der Unterschiede zwischen den beiden Unterrichtsdesigns zu überprüfen, wurden die digitalen Unterrichtsdokumentationen zwei Screeningverfahren unterzogen. Zum einen wurden die 48 Unterrichtsstunden von zwölf unabhängigen Beobachtern in einem Blind-Verfahren anhand eines Kriterienkatalogs den Gruppen MIT und OHNE zugeteilt. Zum anderen wurden zur Überprüfung der Gesprächsführung durch die Lehrperson mit Hilfe eines Kategoriensystems 30 % aller Klassengespräche analysiert. Die Ergebnisse beider Screenings zeigen eine eindeutige Unterscheidbarkeit zwischen den beiden Unterrichtsvariationen und weisen damit auf eine Einhaltung der Unterschiede zwischen MIT und OHNE hin. (Ausführlicher zum Unterricht und zum Screening des Unterrichts berichten Jonen, Möller & Hardy in diesem Band.)

4.4 Zu den Erhebungsinstrumenten

Zur Untersuchung einer multikriterialen Zielerreichung in unserem Design nahmen wir vor und nach dem Unterricht Datenerhebungen zur Erfassung des kognitiven Lernfortschritts sowie zur Erfassung nichtleistungsbezogener Dimensionen vor.³ Zur Erfassung der nichtleistungsbezogenen Dimensionen führten wir sowohl quantitativ als auch qualitativ angelegte Erhebungen durch. Vor und nach dem Unterricht wurde bei allen Kindern der sechs Untersuchungsklassen ein Fragebogen mit geschlossenen Antwortformaten eingesetzt; des Weiteren wurde ein leitfadengesteuertes Einzelinterview mit jeweils acht ausgewählten Kindern pro Klasse (gleichmäßig verteilt nach Geschlecht und niedrigem, mittlerem und hohem Leistungsniveau) ca. 17 Wochen nach Beendigung der unterrichtlichen Intervention durchgeführt.

Der Fragebogen zur Erfassung nichtleistungsbezogener Dimensionen wurde auf der Basis verschiedener Vortestungen entwickelt. Die Endversion umfasst im Prätest bereichsspezifisch (zum Sachunterricht allgemein) und im Posttest themenspezifisch (zu unserem Unterricht) die Skalen *Interesse, außerschulisches Sachinteresse, selbst- und fremdbestimmte Motivation und selbstbezogene Kognitionen*. Im Posttest wurden ergänzend zu diesen Skalen noch die *Erfolgszuversicht* (zu unserem Unterricht und zu einem ähnlichen Thema), das *Empfinden von Engagement und Kompetenz* sowie die *empfundene konstruktivistische Orientierung des Unterrichts* (hinsichtlich der Merkmale selbstgesteuertes, konstruktives, aktives, kooperatives und situatives Lernen) und die *Lernzufriedenheit* bezüglich unseres Unterrichts bei den Kindern erfragt. Eine faktorenanalytische Überprüfung der in der Vor- und Nacherhebung eingesetzten Skalen hatte eine Zusammenfassung des Fach-, Sachinteresses und der Abneigung (umgepolt) zur Skala Interesse sowie eine Zusammenfassung des Fähigkeitsselbstkonzeptes absolut/ komparativ und der Selbstwirksamkeit zur Skala selbstbezogene Kognitionen ergeben. Ebenfalls faktorenanalytisch zusammengefasst wurden die empfundene Kompetenz und das empfundene Engagement. Diese gemeinsamen Abbildungen einzelner verwandter Skalen werden vermutlich darauf zurückzuführen sein, dass Grundschul Kinder bei solchen Variablen zumindest bei geschlossenen Antwortformaten noch nicht hinreichend differenzieren können. Alle anderen Skalen wurden wie angenommen faktorenanalytisch bestätigt

³ Dieser Beitrag fokussiert die nichtleistungsbezogenen Erhebungen, zur Erfassung des kognitiven Lernfortschritts berichten Jönel, Möller & Hardy in diesem Band.

Beispiel-Items für die eingesetzten Skalen sowie die Reliabilitäten, die mit internen Konsistenzen (Cronbach's Alpha) zwischen $\alpha = .78$ bis $\alpha = .91$ äußerst zufriedenstellend ausfallen, sind Tabelle 1 zu entnehmen. Bis auf die Lernzufriedenheit, die auf einer fünfstufigen Skala (3=größte Zufriedenheit) erfragt wurde, wurden alle Items der aufgeführten Skalen durchgängig auf einer vierstufigen Likert-Skala (1=geringste Zustimmung; 4=höchste Zustimmung) erhoben.⁴

Skala (Items)	α	Beispiel-Items
PRÄ/ POST		
Interesse (15)	.91	Ich freute mich immer auf das Thema „Schiff“.
Außerschulisches Sachinteresse (6)	.83	Hast du nach der Schule etwas ausprobiert, das mit dem Thema „Schiff“ zu tun hat?
Selbstbestimmte Motivation (5)	.78	(Warum hast du dich im Unterricht zum Schiff angestrengt?) Um mehr davon zu verstehen, was wir im Unterricht zum Schiff gemacht haben.
Fremdbestimmte Motivation (6)	.81	(Warum hast du dich im Unterricht zum Schiff angestrengt?) Weil es sich so gehört, dass ich mich im Unterricht anstrenge.
Selbstbezogene Kognitionen (12)	.87	(Wie warst du im Unterricht zum Schiff?) Der Unterricht zum Schiff fiel mir schwer. Wenn ich mich angestrengt habe, konnte ich auch beim Thema „Schiff“ viel lernen.
Nur POST		
Erfolgszuversicht (12)	.87	Ich schaffe es jetzt, meine Ideen zu dem Thema selbst zu überprüfen.
Empfundene konstruktivistische Orientierung (21)	.89	Im Unterricht zum Schiff hatte ich die Möglichkeit,... ...oft selbst zu entscheiden, welche Ideen ich überprüfen wollte.
Empfundene Kompetenz/ Engagement (8)	.79	Im Unterricht zum Schiff habe ich... ...sehr viel allein herausgefunden.
Lernzufriedenheit (10)	---	Ich möchte im Unterricht mehr/ nicht so viel selbst herausfinden.

Tab. 1: Skalen, Itemanzahl, Reliabilitäten und Beispiel-Items des eingesetzten nichtleistungsbezogenen Post-Fragebogens

⁴ Aus Platzgründen soll hier nur der Post-Fragebogen dargestellt werden. Die im Prätest erhobenen Skalen Interesse, außerschulisches Sachinteresse, selbst-, fremdbestimmte Motivation und selbstbezogene Kognitionen sind analog konstruiert, mit Bezug auf den vorangegangenen Sachunterricht. Die internen Konsistenzen (Cronbach's alpha) der Prä-Skalen sind mit Werten zwischen $\alpha = .70$ und $\alpha = .89$ ebenfalls sehr zufriedenstellend.

Im nichtleistungsbezogenen Post-Einzelinterview wurden zur Ergänzung der Fragebogenerhebungen die Dimensionen des Post-Fragebogens im Gespräch abgefragt. Gemäß unserer Erfahrungen im kognitiven Bereich sind mündliche teilstandardisierte Einzelinterviews auch ein geeignetes Erhebungsinstrument für nichtleistungsbezogene Dimensionen, da die Kinder im Einzelgespräch mit dem Interviewer die Möglichkeit haben, ihre häufig erstaunlich differenzierten Wahrnehmungen zu reflektieren und präzise zu äußern. Zudem kann in mündlichen Befragungen das Problem einer begrenzten Lese- und Schreibfähigkeit umgangen werden.

Da die Auswertungen zu den Erhebungen der nichtleistungsbezogenen Interviews derzeit noch nicht abgeschlossen sind, werden in diesem Beitrag zunächst die bisherigen Auswertungen zum nichtleistungsbezogenen Fragebogen berichtet.

4.5 Hypothesen

Im Hinblick auf die im Prä-Post-Fragebogen erhobenen nichtleistungsbezogenen Dimensionen wird insgesamt erwartet, dass sich beide Unterrichtsformen, sowohl MIT als auch OHNE, aufgrund ihrer konstruktivistischen Orientierung grundsätzlich positiv auf nichtleistungsbezogene Zielsetzungen auswirken.

Bei differenzierter Betrachtung der nichtleistungsbezogenen Dimensionen geht damit zum einen die Vermutung einher, dass trotz der höheren Selbststeuerungsmöglichkeiten in der Bedingung OHNE keine signifikanten Unterschiede beim Interesse, bei der Motivation und bei der Lernzufriedenheit in MIT und OHNE auftreten, weil die in beiden Bedingungen gegebene konstruktivistische Orientierung den Kindern auch in MIT eine motivationsfördernde Lernumgebung bietet. Zum anderen ist allerdings zu vermuten, dass die Kinder in MIT positivere selbstbezogene Kognitionen aufbauen, da der MIT-Unterricht aufgrund seines höheren Strukturierungsanteils ein stärkeres Kompetenzerleben ermöglicht.

Bezüglich der im Rahmen des DFG-Projekts vorgenommenen kognitiven Erhebungen wird erwartet, dass beide Gruppen hinsichtlich kognitiver Lernerfolge vom Unterricht profitieren, dass die MIT-Gruppe aber durch die unterstützende Wirkung der Strukturierung stärker im kognitiven Bereich profitiert als die OHNE-Gruppe.

Im Hinblick auf unsere Fragestellung zur multikriterialen Zielerreichung bzw. zur simultanen Erreichung leistungs- und nichtleistungsbezogener Zielsetzungen erwarten wir somit auf dem Hintergrund der bisherigen empiri-

schen Befunde insgesamt eine bessere Vereinbarkeit leistungs- und nichtleistungsbezogener Zielsetzungen in einem konstruktivistisch orientierten Unterricht *mit* stärkerer Strukturierung.

4.6 Bisherige Ergebnisse

Bisher können folgende Auswertungen und Ergebnisse zum *nichtleistungsbezogenen* Fragebogen berichtet werden:

Generelle Unterrichtseffekte: Unter Berücksichtigung der Eingangsvoraussetzungen, die jeweils als allgemeine Einschätzungen zum vorausgegangenen Sachunterricht erhoben wurden, ergaben sich für die auf unseren Unterricht bezogenen nichtleistungsbezogenen Variablen folgende Ergebnisse: Bei den Skalen zum Interesse, dem außerschulischen Sachinteresse, der fremdbestimmten Motivation und den selbstbezogenen Kognitionen zeigten sich in univariaten Varianzanalysen mit als Kovariate einbezogenen Ausgangswerten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Unterrichtsgruppen. Bei der Skala zur selbstbestimmten Motivation zeigte sich in der Unterrichtsgruppe MIT sogar, entgegen der Erwartung, ein signifikant höherer Mittelwert als in der Unterrichtsgruppe OHNE. Auch bei der nur im Post-Test erhobenen Erfolgszuversicht lag der Mittelwert in der Unterrichtsgruppe MIT signifikant höher als in der Unterrichtsgruppe OHNE.

Bei den ausschließlich im Posttest erhobenen Schülereinschätzungen zu unserem Unterricht ergab sich bei der empfundenen konstruktivistischen Orientierung kein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der beiden Unterrichtsgruppen. Bei der empfundenen Kompetenz und beim empfundenen Engagement lagen die Mittelwerte jedoch in der Unterrichtsgruppe MIT signifikant höher als in der Unterrichtsgruppe OHNE. Mittelwerte, Standardabweichungen und Teststatistiken der berichteten Skalen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Zudem wurde die im Posttest mit zehn Einzelitems erhobene Lernzufriedenheit der Kinder mit unserem Unterricht anhand einer multivariaten Varianzanalyse ausgewertet. Dabei zeigte sich wie zuvor angenommen kein Effekt zwischen den Gruppen. Erwartungsgemäß wiesen beide Gruppen mit Durchschnittswerten von 3,29 in MIT und 3,24 in OHNE (über alle Items) hohe Zufriedenheitswerte auf. (Die maximale Zufriedenheit wurde auf einer fünfstufigen Ratingskala durch die Mitte mit dem Wert drei repräsentiert.)

Zu den *kognitiven* Erhebungen können folgende Ergebnisse berichtet werden: Anhand von 2 (Zeit) X 2 (Gruppe) Messwiederholungsanalysen mit den Summenwerten des kognitiven Prä-Post-Tests zum Schwimmen und Sinken wurde ein deutlicher Lerngewinn der Kinder beider Gruppen festgestellt, wobei die

Gruppe MIT einen signifikant höheren Lernzuwachs zeigte als die Gruppe OHNE. Des weiteren ergaben auch die Auswertungen der Transferaufgaben und der offenen Antworten eine Überlegenheit der MIT-Gruppe. (Ausführlichere Darstellungen zu den Ergebnissen der kognitiven Erhebungen finden sich bei Möller et al. 2002 und bei Jonen u. a. in diesem Band.)

Skala	MIT M (SD)	OHNE M (SD)	Haupteffekt U-Typ	Effekt Kovariate Eingangswert
Interesse	3.62 (.41)	3.51(.59)	F(1,146)=1,08	F(1,146)=19,98 ***
Außersch. Sachinteresse	2.36 (.63)	2.41 (.83)	F(1,146)<1	F(1,146)=58,34 ***
Selbstbest. Motivation	3.76 (.37)	3.56 (.49)	F(1,146)=3,92 *	F(1,146)=22,33 ***
Fremdbest. Motivation	2.96 (.74)	2.83 (.89)	F(1,146)=1,51	F(1,146)=160,34 ***
Selbstbez. Kognitionen	3.53 (.36)	3.35 (.55)	F(1,146)=1,73	F(1,146)=36,9 ***
Erfolgszuer- sicht	3.59 (.36)	3.45 (.49)	F(1,147)=4,08 *	---
Empf. konstr. Orientierung	3.41 (.43)	3.35 (.53)	F(1,147)<1	---
Empf. Kompetenz/ Engagement	3.65 (.31)	3.44 (.49)	F(1,147)=9,81 **	---

* $p \leq .05$; ** $p \leq .01$; *** $p \leq .001$

Antwortskala bei allen Items:

4-stufige Likert-Skala (1=geringste Zustimmung; 4=höchste Zustimmung)

Tab. 2: Mittelwerte, Standardabweichungen und Teststatistik der Skalen zu Interesse, Motivation, selbstbezogenen Kognitionen und Schülereinschätzungen des Unterrichts

5. Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion

Zusammenfassend kann zunächst festgehalten werden, dass sich erwartungsgemäß beide Unterrichtsbedingungen mit durchschnittlich hohen Werten sowohl in MIT als auch in OHNE generell positiv auf die erhobenen nichtleistungsbezogenen Zielsetzungen ausgewirkt haben, was vermutlich auf die grundsätzlich konstruktivistisch orientierte Gestaltung der Lehr-Lernumgebungen zurückzuführen ist, die nachweislich von beiden Gruppen gleichermaßen stark wahrgenommen wurde. In diesem Zusammenhang lässt sich auch erklären, dass sich wie erwartet

bei den Skalen zum Interesse, zur fremdbestimmten Motivation⁵ und entgegen unserer Annahme auch zu den selbstbezogenen Kognitionen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ergeben haben: Es ist anzunehmen, dass sich die in beiden Unterrichtsformen umgesetzten konstruktivistisch orientierten Gestaltungsprinzipien, wonach beiden Gruppen ein aktives, konstruktives und kooperatives Lernen möglich war, in MIT und OHNE gleichermaßen förderlich auf diese Dimensionen ausgewirkt haben. Im Einklang damit steht auch die von beiden Gruppen gleichermaßen geäußerte Lernzufriedenheit mit unserem Unterricht.

Signifikante Unterschiede zugunsten der MIT-Gruppe zeigten sich hingegen erwartungsgemäß bei der Erfolgszuversicht und, sogar entgegen unserer Annahme, bei der selbstbestimmten Motivation⁵. Dies könnte mit dem in der MIT-Gruppe signifikant stärkeren Empfinden von Engagement und Kompetenz zusammenhängen, da durch den höheren Strukturierungsanteil in MIT die empfundene Kompetenz unterstützt und somit intrinsische Lernmotivation gefördert wird.

Betrachtet man die vorliegenden Fragebogen-Ergebnisse zu den nicht-leistungsbezogenen Dimensionen zusammen mit den im DFG-Projekt ermittelten kognitiven Fragebogen-Ergebnissen, die erwartungsgemäß eine bessere kognitive Zielerreichung in MIT ergaben, so lässt sich im Hinblick auf eine multikriteriale Zielerreichung resümierend festhalten:

Die von uns untersuchte konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernumgebung *mit einem höheren Grad der Strukturierung* erfüllte gemäß der Erwartung das Kriterium einer multikriterialen Zielerreichung hinsichtlich einer Vereinbarkeit leistungs- und nichtleistungsbezogener Zielsetzungen besser als die konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernumgebung mit einem geringeren Grad der Strukturierung.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein naturwissenschaftsbezogenes Lernen bei komplexen physikalischen Fragestellungen in konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebungen bereits im Sachunterricht der Grundschule möglich ist und sowohl der Aufbau eines physikalischen Basisverständnisses als auch positive Auswirkungen auf nichtleistungsbezogene Faktoren erreicht werden können. Dabei unterstützen die Ergebnisse unsere Annahme, dass in Lehr-Lernumgebungen, die grundsätzlich nach konstruktivistisch orientierten Ge-

⁵ Es sei darauf hingewiesen, dass die Skalen selbst- und fremdbestimmte Motivation nicht signifikant negativ korrelieren. Vermutlich kann hier eher die Stärke der Motivation insgesamt und weniger präzise Formen selbst- und fremdbestimmter Motivation nachgewiesen werden. Ähnliche Befunde zeigen sich in Untersuchungen von Hartinger (im Druck) und Wild & Remy 2002.

staltungsprinzipien aufgebaut sind, zusätzliche gezielt eingesetzte Strukturierungsmaßnahmen eine multikriteriale Zielerreichung und damit sowohl leistungsbezogen den Konzeptaufbau als auch nichtleistungsbezogen den Aufbau von Motivation und Erfolgsoversicht und das Erleben von Kompetenz und Engagement bei Grundschulern begünstigen.

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 Sachunterricht 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 weiterführenden Schulen auswirken dürfte.

Die bisherigen empirischen Befunde und unsere eigenen Untersuchungsergebnisse⁶ lassen Konsequenzen erkennen, die sicherlich ein Überdenken der verschiedenen Facetten des sogenannten offenen, selbstgesteuerten Unterrichts erfordern, wobei bei hochstrukturierten und inhaltlich anspruchsvollen Themen eine Balance zwischen Strukturierung und Komplexität gefunden werden sollte, ohne dabei komplexe alltagsnahe Fragestellungen zu vernachlässigen.

Literatur

- Baumert, J. (1997): Kommentar – Zielkonflikte in der Grundschule. In: F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.): *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim, S. 317-321.
- Baumert, J. & O. Köller (2000): Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In: J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.): *TIMSS/III – Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn*, Band 2, Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen, S. 271-315.
- Bliss, J. (1996): Piaget und Vygotsky: Ihre Bedeutung für das Lehren und Lernen der Naturwissenschaften. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Biologie, Chemie, Physik, Jg. 2, Heft 3, S. 3-16.
- Clark, R. E. (1982): Antagonism between achievement and enjoyment in ATI-Studies. In: *Educational Psychologist*, Vol. 17, No. 2, pp. 92-101.

⁶ Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass unsere Unterrichtsvarianten MIT und OHNE beide auf den Merkmalen einer konstruktivistisch orientierten Unterrichtsgestaltung basieren und *nicht* einen Vergleich offenen und direkt instruierenden Unterrichts darstellen.

- Dubs, R. (1995): Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. In: Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 41, Heft 6, S. 889-903.
- Dubs, R. (1997): Der Konstruktivismus im Unterricht. In: Schweizer Schule, Jg. 84, Heft 6, S. 26-36.
- Einsiedler, W. (1989): Innere Differenzierung und offener Unterricht. In: H. Kasper (Hrsg.): Laßt die Kinder lernen. Offene Lernsituationen. Braunschweig, S. 48-54.
- Einsiedler, W. (2001): Neuere Entwicklungen und Forschungsergebnisse im Grundschulbereich. Berichte und Arbeiten aus dem Institut für Grundschulforschung der Universität Erlangen-Nürnberg Nr. 94.
- Friedrich, H. F. & H. Mandl (1997): Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: F. E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.): Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie, Bd. 4. Göttingen, S. 237-293.
- Gerstenmaier, J. & H. Mandl (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 41, Heft 6, S. 867-887.
- Giaconia, R. M. & R. V. Hedges (1982): Identifying features of effective open education. In: Review of Educational Research, Vol. 52, No. 4, pp. 579-602.
- Gruehn, S. (1995): Vereinbarkeit kognitiver und nichtkognitiver Ziele im Unterricht. In: Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 41, Heft 4, S. 531-553.
- Hanke, P. (2001): Forschungen zur inneren Reform der Grundschule am Beispiel der Öffnung des Unterrichts. In: H.-G. Roßbach, K. Nölle & K. Czerwenka (Hrsg.): Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule. Jahrbuch Grundschulforschung, 4. Opladen, S. 46-62.
- Hartinger, A. (2002): Selbstbestimmungsempfinden in offenen Lernsituationen. Eine Pilotstudie zum Sachunterricht. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 5. Bad Heilbrunn, S. 174-184.
- Hartinger, A. (im Druck): Beeinflussen unterschiedliche Übertrittsregelungen an weiterführenden Schulen die Leistungsgänglichkeit und die Qualität der Lernmotivation von Grundschüler/innen? Eine vergleichende Studie zwischen Niedersachsen und Bayern. Manuskript zum Vortrag auf der Tagung „Grundschulpädagogik meets Kindheitsforschung“ der Kommission „Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe“ in der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft im Oktober 2002 in Siegen.
- Helmke, A. (1988): Leistungssteigerung und Ausgleich von Leistungsunterschieden in Schulklassen: unvereinbare Ziele? In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, Jg. 20, Heft 10, S. 45-76.
- Helmke, A. & F.-W. Schrader (1990): Zur Kompatibilität kognitiver, affektiver und motivationaler Zielkriterien des Schulunterrichts – Clusteranalytische Studien. In: M. Knopf & W. Schneider (Hrsg.): Entwicklung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Franz Emanuel Weinert. Göttingen, S. 180-200.
- Lipowsky, F. (1999): Offene Lernsituationen im Grundschulunterricht. Eine empirische Studie zur Lernzeitnutzung von Grundschulern mit unterschiedlicher Konzentrationsfähigkeit. Frankfurt am Main.
- Möller, K. (1999): Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.): Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 3. Bad Heilbrunn, S. 125-191.

- Möller, K. (2001a): Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In: K. Czerwenka, K. Nölle & H.-G. Roßbach (Hrsg.): Jahrbuch Grundschulforschung, 4. Opladen, S. 16-31.
- Möller, K. (2001b): Wissenserwerb und Wissensqualität im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht. In: J. Kahlert & E. Inckemann (Hrsg.): Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 11. Bad Heilbrunn, S. 115-126.
- Möller, K.; A. Jonen, I. Hardy & E. Stern (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule: Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft, S. 176-191.
- Reinmann-Rothmeier, G. & H. Mandl (1998): Wissensvermittlung. Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: N. Birbaumer et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie; Themenbereich C, Theorie und Forschung. Ser. II, Kognition, Bd. 6. Wissen. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, S. 457-500.
- Reinmann-Rothmeier, G. & H. Mandl (1999a): Instruktion. In: C. Perleth & A. Ziegler (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Grundlagen und Anwendungsfelder. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, S. 207-215.
- Reinmann-Rothmeier, G. & H. Mandl (1999b): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Weinheim, S. 601-646.
- Renkl, A.; H. Gruber & H. Mandl (1999): Situated Learning in instructional settings: From euphoria to feasibility. In: J. Bliss, P. Light & R. Säljö (Eds): Learning sites: Social and technological context for learning. Amsterdam, pp. 101-109.
- Schrader, F.-W.; A. Helmke & H. Dotzler (1997): Ergebnisse aus dem Scholastik-Projekt. In: F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.): Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim, S. 299-316.
- Stark, R.; H. Gruber & H. Mandl (1998): Motivationale und kognitive Passungsprobleme beim komplexen situierten Lernen. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht, Jg. 44, Heft 3, S. 202-215.
- Treiber, B. & F. E. Weinert (1982): Gibt es theoretische Fortschritte in der Lehr-Lern-Forschung? In: B. Treiber & F. E. Weinert (Hrsg.): Lehr-Lern-Forschung. München, S. 242-290.
- Treiber, B. & F. E. Weinert (1985): Gute Schulleistungen für alle? Psychologische Studien zu einer pädagogischen Hoffnung. Münster.
- Weinert, F. E. (2001): Disparate Unterrichtsziele: Empirische Befunde und theoretische Probleme multikriterieller Zielerreichung. In: Bayerische Schule 2/ 2001, S. 25-28.
- Weinert, F. E. & A. Helmke (1996): Der gute Lehrer: Person, Funktion oder Fiktion? In: Zeitschrift für Pädagogik, 34. Beiheft, S. 223-243.
- Wild, E. & K. Remy (2002): Affektive und motivationale Folgen der Lernhilfen und lernbezogenen Einstellungen von Eltern. In: Unterrichtswissenschaft, Jg. 30, Heft 1, S. 27-51.

Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule

Einleitung

In der Untersuchung, von der hier berichtet wird, geht es um das Lernen im naturwissenschaftlichen Bereich des Sachunterrichts. Diesem wird z.B. im Perspektivrahmen der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts und im Rahmen jüngster Lehrplanentwicklungen wieder eine größere Bedeutung beigemessen. Bei entsprechenden Implementationen sollten allerdings Fehlentwicklungen, wie sie im Rahmen des ‚Booms‘ naturwissenschaftlicher Themen in der Grundschule in den 70er Jahren auftraten, möglichst nicht wiederholt werden. Auch die Probleme, die in der Sekundarstufe speziell in den harten Naturwissenschaften Chemie und Physik auftauchen, sollten nicht in die Grundschule vorverlegt werden. Um Überforderungen zu vermeiden, Interessen zu fördern und die Entwicklung von Basiskonzepten bereits in der Grundschule anzuregen, ist eine intensive Erforschung des Lernens von Grundschulkindern bei naturwissenschaftlichen Themen notwendig.

In einem Forschungsprojekt¹ untersuchten wir die Entwicklung physikalischer Basiskonzepte in Abhängigkeit von der Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen. Im vorliegenden Beitrag wird der Schwerpunkt auf die Beschreibung kognitiver Lernfortschritte im Sinne von Konzeptwechseln und auf die Erläuterung der Variation der Strukturierung im Unterricht gelegt. Über die Methoden und die Ergebnisse des Projektes wurde bereits an ande-

¹ Das Projekt „Auswirkungen von Unterricht zum ‚Schwimmen und Sinken‘ auf das Verständnis physikalischer Basiskonzepte und den Erwerb inhaltsübergreifender graphisch-visueller Kompetenzen bei Grundschulkindern“ wird in Kooperation zwischen der Universität Münster und dem Max-Planck-Institut für Bildungsforschung Berlin durchgeführt und ist Teil des Schwerpunktprogramms BIQUA (Bildungsqualität von Schule: Fachliches und fächerübergreifendes Lernen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Abhängigkeit von schulischen und außerschulischen Kontexten), das von der DFG gefördert wird.

rer Stelle berichtet (Möller et al. 2002). Eva Blumberg berichtet in diesem Band über die multikriteriale Zielerreichung in dem Projekt.

1. Naturwissenschaftliches Lernen aus entwicklungs- und lernpsychologischer Sicht

In der entwicklungspsychologischen Forschung gibt es zunehmend Befunde, welche die Inhaltsspezifität der geistigen Entwicklung belegen (Sodian 1995, Stern 2002). Demnach können Kinder bereits anspruchsvolle Inhaltsbereiche verstehen und abstrakte Denkleistungen vollbringen, wenn sie genügend Zeit und Gelegenheit zum Wissenserwerb und zum Sammeln und Strukturieren von Erfahrungen haben. Eine frühe schulische Konfrontation mit anspruchsvollen Inhaltsgebieten kann, so konnten Staub & Stern (2002) für mathematische Inhalte zeigen, einen langfristigen Entwicklungsvorsprung verschaffen (Stern 2002). Die Forderung nach einer anspruchsvollen Gestaltung der Lernumgebung von Grundschulkindern ist allerdings nur vor dem Hintergrund einer konstruktiv-genetischen Vorstellung vom Lernen und Denken sinnvoll. So sollte von Seiten der Lehrperson zwar ein vielfältiges Angebot hinsichtlich der Darstellung und Kommunikation von Wissen gemacht werden, ihre Nutzung sollte aber nicht erzwungen werden. Werden Kinder zu Vorgehensweisen gezwungen, die sie nicht verstanden haben, können fundamentale Misskonzepte und Oberflächenstrategien entstehen (Stern 2002).

In Theorien des Wissenserwerbs (z.B. Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998) werden Lernprozesse als aktive Konstruktionsprozesse beschrieben. Diese Prozesse werden vom Lernenden selbst gesteuert, können aber durch kooperative Prozesse sowie durch Reflexionsprozesse und Interaktionen mit der Umwelt angeregt werden. Sie werden als situative Prozesse verstanden, was bedeutet, dass Strukturen, die in einer bestimmten Situation aufgebaut wurden, nicht ohne weiteres auch in anderen Situationen angewendet werden können.

Im Bereich der Naturwissenschaften verfügen Schülerinnen und Schüler bereits über teilweise tief in Alltagserfahrungen verankerte Vorstellungen von Phänomenen und Begriffen, mit denen sie in den Unterricht hineinkommen. „In der Regel stimmen diese vorunterrichtlichen Vorstellungen mit den zu lernenden naturwissenschaftlichen zumindest in zentralen Aspekten nicht überein.“ (Duit & Häußler 1997, S. 428) Daher sind Lernprozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht überwiegend als tiefgreifende Konzeptwechsel

(conceptual change) zu beschreiben², d.h., die Lernenden müssen die vorhandene Wissensstruktur grundlegend revidieren und neue Strukturen aufbauen, neue Aspekte integrieren oder Strukturen ausdifferenzieren. Dabei muss Konzeptwechsel nicht heißen, dass eine vorhandene Vorstellung aufgegeben wird und durch eine neue ersetzt wird. Es können auch verschiedene Vorstellungen nebeneinander existieren, wobei diesen entweder ein unterschiedlicher Status zugeschrieben wird (Hewson & Hewson 1992) oder die verschiedenen Vorstellungen situationsabhängig aufgerufen werden (Tytler 1994).

Umstrukturierungsprozesse sind anstrengend, mühsam und vielschichtig. Damit Lernende tatsächlich vorhandene Strukturen verändern, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Posner et al. formulieren einige kognitive Bedingungen:

- „a) Unzufriedenheit der Schüler mit ihren bisherigen Vorstellungen;
- b) die neue Vorstellung muss den Schülern verständlich,
- c) sie muss ihnen von Anfang an plausibel und
- d) sie muss in ihrer Anwendung fruchtbar sein.“

(Duit & Häußler 1997, S. 432)

Aber auch emotionale und soziale Gesichtspunkte spielen bei Konzeptwechseln eine Rolle. So kann es von Bedeutung sein, wer eine neue Idee einbringt oder erklärt, oder ob der Lernende daran interessiert ist und so motiviert ist, dass er die nötige Anstrengungsbereitschaft aufbringt. Auch sogenannte Rahmenkonzepte (frameworks) können Einfluss auf Konzeptwechsel haben, z.B. beeinflusst das Bild von Naturwissenschaften, von naturwissenschaftlichen Erklärungen und von Experimenten die Lernprozesse. Tytler (1994) untersuchte Konzeptwechsel bei Grundschulkindern und beschreibt diese als multidimensional. Konzeptwechsel beinhalten Veränderungen konzeptueller Strukturen, die oft komplex und vielfältig sind, aber auch Veränderungen der Beziehungen von Konzepten zu Situationen. Beeinflusst werden Konzeptwechselprozesse durch das Alltagswissen und durch die Möglichkeiten der praktischen Anwendung der Konzepte in unterschiedlichen Situationen.

In der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur werden verschiedene Methoden diskutiert: neue Konzepte neben vorhandenen aufbauen, vorhandene Konzepte als Brücken aufnehmen oder kognitive Konflikte auslösen (Häußler et al. 1998). Gemeinsam ist ihnen, dass die Präkonzepte eine we-

² Die hier gemeinten Konzeptwechsel werden in der Literatur auch als harte oder radikale Konzeptwechsel bezeichnet, bei denen der Lernende vorhandene Schemata umstrukturieren muss. Weiche Konzeptwechsel knüpfen an vorhandenen Vorstellungen an und erweitern oder differenzieren diese. In jedem Lernprozess gibt es in der Regel ein subtiles Wechselspiel beider Prozesse (Möller 1999).

sentliche Rolle spielen und die Lernumgebung so gestaltet sein muss, dass die Schülerinnen und Schüler selbst angemessene Konzepte entwickeln und anwenden können, um sich von der Fruchtbarkeit der Erklärungen überzeugen zu können, aber auch um die Grenzen von Konzepten erfahren zu können. Die häufigste im Unterricht angewandte Strategie ist wohl die Konfliktstrategie. Darunter wird verstanden, dass Lernende zuerst in einer Situation die Grenzen vorhandener Vorstellungen erkennen, wenn sie z.B. eine Situation nicht mit vorhandenen Ideen erklären können³. Hier zeigt sich eine besondere Sichtweise von Fehlern. Nur durch ‚Fehleinschätzungen‘ einer Situation, durch ‚Fehldeutungen‘, die auch offensichtlich werden, können Konzepte erkannt und deren Grenzen festgestellt werden. Das heißt, die Strategie, Fehler zu vermeiden, hilft nicht weiter, sondern Fehler sollten ermöglicht, aufgespürt und ihre Ursachen verstanden werden. Aufgabe des Pädagogen scheint zu sein, „die Schüler zu aktivieren, zu eigenen Denkanstrengungen zu ermutigen, sie bei der produktiven Überwindung von Schwierigkeiten und Fehlern zu unterstützen, ihnen beim Aufbau einer wohlorganisierten Wissensbasis behilflich zu sein und ihnen notwendige remediale Unterstützung zukommen zu lassen“ (Helmke & Weinert 1997, S. 130-131).

Aus den Theorien zum Konzeptwechsel wurden Anregungen für die Gestaltung von Lernumgebungen abgeleitet, die Konzeptwechsel begünstigen (Duit 1996, Duit & Häußler 1997, Dubs 1997):

- Ein Unterricht, der aktive Umstrukturierungsprozesse im intendierten Sinn anregt, sollte erfahrungsorientiert sein und die Vorerfahrungen, Vorkenntnisse und Erklärungen der Lernenden aufgreifen.
- Die Kinder müssen selbst explorierend mit Materialien umgehen und experimentieren.⁴
- Zeiten und Räume (ggf. ritualisiert) für den intensiven Austausch und die Diskussion sollten das gemeinsame Aushandeln von Erklärungen ermöglichen und anregen.

³ Es ist nicht einfach Lernumgebungen so zu gestalten, dass alle Lernenden kognitive Konflikte erfahren, da die Präkonzepte, mit denen die Lernenden die Situation deuten, unterschiedlich sind und entsprechend die Situation auch ganz verschieden verstanden wird bzw. sehr unterschiedliche Situationen an Grenzen führen können.

⁴ Schwierigkeiten tauchen bei herkömmlichen Schüler- oder Demonstrationsexperimenten auf, weil die Versuche von den Kindern vor dem Hintergrund der vorhandenen Vorstellungen zu ganz anderen Deutungsmustern führen können oder eben die vorgesehenen Phänomene gar nicht erkannt werden. Daher erscheinen offene Experimente sinnvoller als vorgegebene Versuche (Reinhold 1996).

- Materialien und Impulse sollten so gewählt sein, dass ggf. kognitive Konflikte erfahren werden können und dass entwickelte Erklärungen immer wieder in neuen Kontexten angewendet werden, die möglichst lebensweltnah sind.
- Die Schülerinnen/ Schüler sollten immer wieder zum Begründen, Weiterdenken, Vergleichen, Anwenden und Zusammenfassen angeregt werden.
- Metakognitive Prozesse spielen eine wichtige Rolle und müssen gerade im Grundschulbereich gefördert werden.⁵
- Ein hoher Grad der Selbststeuerung begünstigt motivationale Faktoren und ermöglicht individuelle, für die verschiedenen Vorerfahrungen angemessene Lernwege.
- Die Lernenden müssen für sie bedeutsame Fragen bearbeiten, Kompetenz erleben können und immer wieder ermutigt werden, wenn sie aufwendige und anstrengende Lernprozesse selbst in Angriff nehmen und über einen längeren Zeitraum verfolgen sollen.

2. Konzeptwechsel beim Themenbereich „Schwimmen und Sinken“

Das Phänomen des Schwimmens lässt sich über verschiedene Ansätze erklären, wobei die Größen Kraft, Gewicht und Volumen eine Rolle spielen und in komplexe Zusammenhänge gebracht werden müssen:

- Die beiden entgegengesetzten Kräfte, Gewichtskraft und Auftriebskraft, müssen ausbalanciert sein, damit ein Gegenstand schwimmt.
- Wenn ein Gegenstand schwimmt, dann wiegt das Wasser, das er verdrängt, genauso viel wie der Gegenstand selbst, wobei das verdrängte Wasser das gleiche Volumen wie der eingetauchte Teil des Gegenstandes hat.
- Ist die Dichte des Gegenstandes kleiner als die des Wassers, dann schwimmt der Gegenstand.

Grundschul Kinder haben bereits vielfältige Erfahrungen mit dem Phänomen Schwimmen und Sinken beim Spielen, Schwimmen, Spülen usw. gemacht, und sie haben Erklärungen aufgebaut, die die beobachteten Phänomene erklären. Sehr häufig sind Konzepte wie: „Alles was schwer ist, geht unter, alles was leicht ist schwimmt“ (Gewichtskonzept) oder „Alles, was Löcher hat, geht unter, alles, was flach ist, schwimmt“ (Formkonzept). Auch der Luft

⁵ Diesen Aspekt stellt besonders das Projekt von Grygier, Günther, Kircher, Sodian & Thoerner in diesem Band heraus im Hinblick auf das wissenschaftsverständige Denken.

wird eine wichtige Rolle zugeschrieben: „Alle Sachen, in denen Luft ist, schwimmen, weil Wasser und Luft sich nicht vertragen“ oder „Weil Luft immer nach oben will und die Sachen dann mit hochzieht“ oder „Sachen, in denen Luft ist, schwimmen, weil Luft ganz leicht ist und leichte Sachen schwimmen“ (Luftkonzept).

In Tabelle 1 sind einige Beispiele zusammengestellt, wie Drittklässler vor bzw. nach dem Unterricht erklären, warum ein Schiff nicht untergeht. Diese Beispiele verdeutlichen, dass einige Kinder ihre vorhandenen Vorstellungen im Verlauf des Lernprozesses als falsch erkannt haben, wie Kind A, und neue Erklärungen entwickelt haben. Andere Kinder (Kind F) haben ihre Erklärungen beibehalten und einen oder mehrere Aspekte zusätzlich aufgegriffen. Bei den meisten Kindern wird aus diesen Antworten nicht deutlich, ob sie ihre Vorstellungen, die sie vor dem Unterricht hatten, ganz aufgegeben haben oder den neuen Konzepten zumindest für die Fragebogensituation nur einen höheren Status beimessen. Dazu erhält man Hinweise in Fragen mit geschlossenem Antwortformat, wo Kinder Erklärungen, die sie vor dem Unterricht selbst formuliert haben, nach dem Unterricht ablehnen. Die Kontextabhängigkeit der Erklärungen wird deutlich, wenn ein Kind das Schwimmen eines Schiffes z.B. über den Dichtevergleich erklärt, aber auch nach dem Unterricht meint, dass ein Holzbrett mit Löchern untergeht, weil es Löcher hat (Jonen et al. im Druck).

Auch inhaltlich werden notwendige Umstrukturierungsprozesse der Kinder deutlich. Ein wesentlicher Aspekt, der auch in vorherigen Untersuchungen schon beschrieben wurde (Haru 2000, Klewitz 1989), ist die Bedeutung des Wassers für das Schwimmverhalten von Gegenständen. Das Wasser wird in den wenigsten Erklärungen der Kinder vor dem Unterricht berücksichtigt. Die Rolle des Wassers muss also ganz neu erkannt und ggf. in vorhandene Vorstellungen integriert werden. Hingegen muss das sehr stabile Luftkonzept verworfen werden, soweit damit eine aktive Rolle der Luft gemeint ist. Hier ist ein Konzeptwechsel von der Vorstellung „Luft steigt immer nach oben“ und „Luft saugt“ notwendig hin zu der Vorstellung „Luft hat Gewicht“. Die Erklärung „Ein Schiff schwimmt, weil es hohl ist oder weil Luft im Schiff ist“, muss ausdifferenziert werden: Luft ist ein sehr leichtes Material und somit ist das Schiff leichter, wenn es mit Luft gefüllt ist, als wenn es ganz aus Metall wäre oder wenn es z.B. mit Wasser gefüllt wäre. Das Schiff ist also wegen der Luft so leicht wie das Wasser, das es verdrängt. Die Kinder können die Schwimmfähigkeit auch über ein Gegenspiel der Kräfte erklären: „Das Schiff ist so leicht, dass es vom Wasser nach oben gedrückt werden kann. Das Wasser gewinnt gegen das Gewicht.“ (vgl. Antwort von Kind H).

Kind	Vor dem Unterricht	Nach dem Unterricht
A	Vär leich wegen den Luft	Das ligt Nicht an der luft das ligt auch Nicht an das glachgewicht es ligt an den Wasser
B	Weil unter dem Schiff Kugeln mit Luft ist	Weil die Gleiche menge Wasser schwerer ist als das Schiff und weil das Schiff so groß und so viel Platz wegnimmt. Das Wasser will den Platz zurück haben und drückt das Schiff nach oben.
C	Wal die Luft das Schiff hebt. Wal das Schf aus bestimmten metal gebaut ist. Wal das Schif Luft ab lest.	Weil die gleiche mänge Wasser schwerer ist als das Schiff und weil das Wasser das Schiff hoch drückt.
D	An der Seite rechts, lings sind grose Löcher wo das Wasser herauslaufen kann. Darum geht es nicht unter dencke ich!	Das Schiff ist leichter als das Wasser als es verdrängt!!!!!!!!!!!!!!
E	Auf dem Schiff ist ein Kapiten. Das Schiff tragt schwere sache. Zum beischbil Fische, Öl und Kole	Das Wasser will auf sein alten Platz zurück, und das Wasser drückt ihn nach oben.
F	Es wird betrieben	Es wird betriben und weil es innen hol ist
G	Es ist flach. Und es hält gleichgewicht.	Das Schiff hat Vulumen. Es ist schwer. Um so größer das Schiff um so mehr Wasser kann es weg-drängen. Das Wasser will wieder an seinen alten Platz zurück.
H	Weil der Schifsbau ein bischen gebogen ist.	Die Erdanziehungskraft zieht das Bott nach untern. Das Wasser drückt es nach oben, aber das Wasser gewint

Tab. 1: Erklärungen von Drittklässlern

3. Zum Unterricht

Uns stellte sich die Frage, wie die Lehrperson solche komplexen Lernprozesse unterstützen kann. Die Problemstellung: „Wie kommt es, dass ein Schiff schwimmt?“ kann auf sehr unterschiedlichen Wegen bearbeitet werden. Dabei müssen verschiedene Teilaspekte berücksichtigt werden, die in unterschiedlicher Reihenfolge bearbeitet werden können. Zudem haben Kinder im dritten Schuljahr häufig noch sehr wenig Vorerfahrungen mit wissenschaftlichen Arbeitsweisen und physikalischen Deutungen.

In mehreren Pilotstudien, anfangs mit kleinen Kindergruppen, später mit ganzen Schulklassen (Möller 1999, Engelen et al. 2002), untersuchten wir, welche Materialien und Versuche geeignet sind, um die Grenzen von vor-

handenen Erklärungen deutlich zu machen (Es gibt auch leichte, flache, hohle Gegenstände oder Holzsorten, die untergehen, und es gibt schwere Dinge, Gegenstände mit Löchern oder Hohlkörper, die keine Schiffsform haben, die schwimmen.) und welche sprachlichen Formulierungen Kinder wählen, bzw. welche Formulierungen ihnen helfen, die Zusammenhänge zu verstehen. Diese sind oft anthropomorph (vgl. Wagenschein 1992).

Als tragende Strategie des Unterrichts sollte die Konfliktstrategie berücksichtigt werden. Die bei den meisten Kindern bereits bekannte Beobachtung „das Wasser steigt, wenn man einen Gegenstand eintaucht“, kann als Anknüpfungspunkt genutzt werden, um die Aufmerksamkeit auf die Rolle des Wassers zu lenken. Um die Auftriebskraft im Wasser kennen zu lernen, waren überzeugende Erfahrungen am eigenen Körper im Schwimmbad hilfreich.⁶ Die Entdeckung, dass alle Sachen vom Wasser nach oben gedrückt werden, auch die, die untergehen, weil das Wasser an seinen Platz zurück will, ist für Kinder plausibel, logisch und sehr fruchtbar.

4. Strukturierung als Mittel der Optimierung in konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebungen

Methodisch sollte der Unterricht den oben beschriebenen Merkmalen gerecht werden, um Konzeptwechsel zu unterstützen. Forschungsbefunde haben allerdings gezeigt, dass eine zu große Komplexität von Lernsituationen wie auch ein zu großes Ausmaß an Selbststeuerung unter Umständen zu Problemen führen kann (vgl. Weinert 1996, Stark et al. 1998, Möller et al. 2002). Deshalb wird eine Balance von Selbststeuerung und Komplexitätsreduktion gefordert (Friedrich & Mandl 1997).

Auch Untersuchungen zur Unterrichtsqualität weisen auf einen optimalen Grad der Strukturierung als wichtiges Indiz für Unterrichtsqualität hin (Gruehn 1995). Der Grad der erforderlichen Strukturierung hängt von den Lernvoraussetzungen der Schüler und dem zu lernenden Inhalt ab. Einsiedler (1996) und Lipowsky (2002) weisen im Grundschulbereich auf die Notwendigkeit von Strukturierungshilfen hin, die eine zu große Komplexität der Lernsituation vermeiden helfen. In stark selbstgesteuerten und wenig strukturierten Lernumgebungen ist häufig das Niveau der kognitiven Verarbeitung

⁶ Viele Kinder meinen, Wasser würde Gegenstände nach unten ziehen oder saugen oder runterdrücken und nur, indem die Dinge schnell bewegt werden (durch Motoren, Strömungen, Wind, Muskelkraft etc.), kann verhindert werden, dass sie untergehen. Daraus resultiert nicht selten Angst vor dem Wasser und dem Schwimmen.

gering. Auch die Fokussierung relevanter Merkmale scheint einer Hilfe zu bedürfen. Dies gilt insbesondere für Lernende mit geringem, wenig strukturiertem und intuitivem Vorwissen in einem Inhaltsbereich, für den nur wenige Lernstrategien bereit stehen.

5. Design, Fragestellung und Hypothesen

Ausgehend von einer konstruktivistischen Lehr-Lernumgebung variierten wir das Maß der Strukturierung. In einem Messwiederholungsdesign mit zwei Experimentalgruppen wurde untersucht, welchen Einfluss ein höherer Grad der Strukturierung in konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebungen auf den Erwerb eines Basisverständnisses physikalischer Konzepte hat. Wir erwarteten, dass ein konstruktivistisch orientierter Unterricht mit höherem Grad der Strukturierung (im Folgenden kurz: MIT) den Aufbau physikalischer Basiskonzepte eher begünstigt als ein konstruktivistisch orientierter Unterricht mit geringerer Strukturierung (OHNE), da ein strukturierterer Unterricht eher die Aufgabe von Konzepten begünstigt und die Integration verschiedener Konzepte gezielter unterstützen kann. Die Effekte dieser Variationen auf das physikalische Verständnis wurden in Abhängigkeit von den kognitiven Eingangsvoraussetzungen untersucht. Wir erwarteten, dass insbesondere Schüler mit ungünstigen Eingangsvoraussetzungen von einem höheren Maß an Strukturierung profitieren.

Zur Variation:

Es wurden zwei Unterrichtsformen entwickelt, die jeweils acht Doppelstunden umfassen. In beiden Reihen wurden dieselben Materialien bereitgestellt sowie weitestgehend die gleichen Arbeitsblätter und Arbeitsaufträge. Die Unterrichtsformen unterschieden sich allerdings im Grad der Strukturierung. Die Gruppe, die einen strukturierteren Unterricht erhielt (MIT), erarbeitete das Konzept sequenziert in Teilfragen, die zwar nicht kleinschrittig und losgelöst von dem komplexen Problem erarbeitet werden sollten, aber orientiert an den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler und ihren Lernschwierigkeiten Teilaspekte des komplexen Konzeptes herausgriffen. Nach einer gemeinsamen Diskussion der Frage: „Wie kommt es, dass ein riesiges schweres Schiff aus Eisen im Wasser nicht untergeht?“ erfolgte die Untersuchung der Frage: „Was schwimmt und was sinkt“, wobei die Kinder zuerst die Grenzen ihrer eigenen Konzepte entdecken konnten und dann nach allgemeingültigeren Erklärungen suchten (Material- und Dichtekonzept). Daran schloss sich die Frage an, was eigentlich mit dem Wasser passiert, wenn man

einen Gegenstand hineintaucht, um dann im Schwimmbad die Rolle des Wassers eindrücklich am eigenen Körper zu erfahren und anschließend die verschiedenen neu aufgebauten Konzepte auszudifferenzieren (die auftreibende Kraft ist abhängig vom Volumen des verdrängten Wassers und von der Dichte der Flüssigkeit) und zu möglichst logischen, tragfähigen und widerspruchsfreien Erklärungen zu integrieren. Zu allen Teilaspekten gab es sowohl stark strukturierte Aufgabenstellungen und vorgegebene Versuche als auch ein offenes Materialangebot. Das Lernangebot konnte in Gruppenarbeit oder an Stationen bearbeitet werden.

Den Kindern der anderen Gruppe, die einen Unterricht mit einem geringeren Grad der Strukturierung erhielten (OHNE), standen während der gesamten Zeit die Materialien und Versuche zu allen Teilaspekten zur Verfügung. Im inhaltlichen Bereich war hier die Wahlmöglichkeit größer. Die Kinder konnten Teilaspekte entsprechend ihrer eigenen Fragen in unterschiedlicher Reihenfolge bearbeiten. Die Problemstellung sowie die Methode forschenden Lernens waren vorgegeben, wozu aber das offene Materialangebot sowie die Stationen und Gruppenarbeitsaufträge des MIT-Unterrichts in beliebiger Reihenfolge, allerdings mit dem Angebot einer Struktur, genutzt werden konnten. In der vierten Doppelstunde besuchten auch diese Klassen das Schwimmbad. Die Selbstkontrolle war in beiden Gruppen anhand der Anwendung neuer Konzepte in vielfältigen Situationen sowie in der Diskussion möglich. Die Wahl der Partner (Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit) sowie die Wahl der Arbeitszeit an den Stationen und dem offenen Materialangebot waren in beiden Gruppen frei.

Neben der Sequenzierung wurde der Grad der Strukturierung durch die Lehrperson in den Klassengesprächen variiert, die in der Gruppe MIT anteilmäßig länger waren. Die Lehrerin achtete in der Gruppe MIT während der Klassengespräche stärker als in der OHNE Gruppe darauf, dass das Gespräch nicht zwischen unterschiedlichsten Aspekten hin und her sprang, um die Sequenzierung auch hier einzuhalten. Sie gab häufiger als in OHNE Rückmeldungen an die gesamte Klasse zu den entwickelten Erklärungen und stellte häufiger Widersprüche heraus, forderte immer wieder Begründungen und Zusammenfassungen ein und half bei der Fokussierung der Aufmerksamkeit durch Hilfen bei Präsentationen, Tafelskizzen und Verschriftlichungen.

In der OHNE Gruppe bestimmten die Kinder die Reihenfolge der zu besprechenden Aspekte. Die Lehrperson half hier bei der Organisation, der Einhaltung der Gesprächsregeln und dem Ablauf, beschränkte sich ansonsten auf Tipps für die Strukturierung, forderte Vergleiche, Begründungen, Präsentationen und das Hinterfragen heraus und fasste wesentlich seltener als in

MIT den Stand der Schülerforschungen zusammen. Die Kinder erhielten individuelle Rückmeldungen von der Lehrperson in ihren Forschermappen. Beide Gruppen wurden von derselben Lehrperson unterrichtet.

Zum Design:

Die beiden Unterrichtsreihen wurden in jeweils drei dritten Klassen mit insgesamt 149 Kindern (65 Mädchen, 84 Jungen) durchgeführt. Zwei dritte Klassen aus zwei weiteren Schulen mit 41 Kindern (27 Mädchen, 14 Jungen) dienten als Vergleichsgruppe ohne Unterricht (Basisgruppe). Die Klassen wurden hinsichtlich vergleichbarer Einzugsgebiete, vergleichbarer Klassengrößen und vergleichbarer Vorerfahrungen sowohl mit offenen als auch mit geschlossenen Lernformen ausgewählt. Alle Klassen hatten wenig schulische Vorerfahrungen mit physikalischen Themen. Die Auswahl erfolgte in Zusammenarbeit mit der Bezirksregierung, den Schulleitungen und Klassenlehrern. Vor und nach dem Unterricht füllten alle Kinder einen Fragebogen aus, der in 14 Multiple-Choice-Items und drei Fragen mit offenem Antwortformat die Erklärungen zum Schwimmen und Sinken in unterschiedlichen Situationen erhob. Nach dem Unterricht wurde zusätzlich ein Transferfragebogen gestellt. Die Fragen dieses Tests beziehen sich auf die Anwendung des Dichtekonzepts und des Auftriebskonzepts in neuen, nicht im Unterricht behandelten Kontexten mit drei Items offenen Antwortformats und 12 Multiple-Choice-Items. Der gesamte Unterricht wurde videografiert.

Screening des Unterrichts:

Um die Einhaltung der Variation (Grad der Strukturierung) zu prüfen, wurden zwei Verfahren durchgeführt. Zum einen ordneten 12 unabhängige Beobachter nach einer Beschreibung der Unterschiede die Videoaufnahmen der Stunden den Gruppen MIT und OHNE zu. Dies gelang in 45 von 48 Stunden, lediglich drei Stunden der Gruppe OHNE wurden für MIT-Stunden gehalten.

Außerdem wurden in 30% aller Klassengespräche Zeitintervalle von zehn Sekunden hinsichtlich der Art der Schüler- und Lehreräußerungen von mehreren Kodierern kodiert. Die Intercoderreliabilität betrug 80%, die Klassengespräche wurden zufällig ausgewählt, wobei alle Klassen und alle Stunden (1.-8. Doppelstunde außer der Schwimmbadstunden) berücksichtigt wurden. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse dargestellt, die signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Anteile strukturierender Lehreräußerungen zeigen, die in MIT mit 41% im Vergleich zu OHNE mit 20% häufiger vorkommen. Strukturierende Lehreräußerungen sind Zusammenfassungen der Lehrperson oder Aussagen wie: „Suse hat das gesagt, Peter das,

was stimmt denn nun?“ Oder: „Ihr habt jetzt verschiedene Ideen genannt. Es könnte an der Größe liegen oder am Gewicht oder an der Luft. Wie kann man überprüfen, ob es an der Größe liegt?“

Unterschiedlich ist auch der Anteil der organisatorischen Lehreräußerungen, z.B. der Äußerungen, die das Gespräch in Gang halten („Möchte noch jemand etwas vorstellen?“ „Nehmt euch gegenseitig dran.“), die die räumliche Organisation betreffen („Stell das doch hier her.“) bzw. die auf die Einhaltung von Regeln abzielen. Diese Äußerungen kommen in OHNE signifikant häufiger vor als in MIT (Lehrer sonstige: OHNE 20%, MIT 9%).

Auch die Art der Schüleräußerungen ist signifikant unterschiedlich; so reagieren die Kinder im MIT-Unterricht häufiger auf Impulse oder Fragen der Lehrperson (Schüler reagiert auf Lehrer: OHNE 23%, MIT 31%), während im OHNE-Unterricht häufiger eigene Beiträge eingebracht (Schüler aktiv: 10% OHNE, 4% MIT) oder Reaktionen auf Beiträge von Mitschülern geäußert werden (Schüler reagiert auf Schüler: OHNE 14%, MIT 4%). Die Kodierungen zeigen, dass auch in den Unterrichtsgesprächen die Variation eingehalten wurde.

Kategorie	MIT	OHNE
Lehrer strukturiert	41	20
Lehrer passiv	8	6
Lehrer sonstige	9	20
Schüler aktiv	4	10
Schüler reagiert auf Schüler	4	14
Schüler reagiert auf Lehrer	31	23
Schüler sonstige	3	4
Akustisch unverständlich	1	2

Tab. 2: Anteil der Art der Lehrer- und Schüleräußerungen an den Unterrichtsgesprächen in 30% der Stunden (in Prozent, Werte gerundet)

6. Ergebnisse

Zur Erfassung des Lerngewinns in den Unterrichtsformen MIT und OHNE wurden 2 (Zeit) x 2 (Gruppe) Messwiederholungsanalysen mit den Summenwerten des Tests zum Schwimmen und Sinken durchgeführt. Um einer Erhebung der Konzeptwechsel gerecht zu werden, ging in den Summenwert sowohl eine Bepunktung der korrekt abgelehnten, nicht belastbaren Konzepte

wie auch der korrekt angenommenen physikalischen Erklärungen bzgl. Dichte und Auftrieb ein.

Die Ergebnisse zeigten einen deutlichen Lerngewinn der Kinder beider Gruppen. Die Gruppe MIT wies einen höheren Lernzuwachs auf als die Gruppe OHNE. Auch die Basisgruppe verbesserte sich leicht, aber signifikant von Prä- zu Posttest, was vor allem auf die Zunahme richtiger Antworten beim Materialkonzept zurückzuführen ist und durch Alltagserfahrungen erklärt werden kann, deren Reflexion durch den Test angeregt wurden. Um zu erheben, wie die Konzeptwechsel gestaltet sind, ob also die Kinder zwar neue Konzepte aufgebaut haben, aber die alten weiterhin anwenden, untersuchten wir speziell die Ablehnung der Fehlkonzepte. Es zeigte sich wie erwartet eine signifikante Abnahme der Fehlkonzepte für beide Experimentalgruppen, nicht aber für die Basisgruppe, wobei die Gruppe MIT signifikant mehr Fehlkonzepte abbaute als die Gruppe OHNE (Möller et al. 2002).

Auch bei der Bearbeitung der Transferaufgaben erreichen die Kinder der Gruppe MIT einen signifikant höheren Gesamtsummenwert als die Gruppe OHNE. Beide Unterrichtsgruppen unterscheiden sich zudem signifikant von der Basisgruppe.

Vor dem Unterricht ließen wir die Schülerinnen und Schüler durch die Klassenlehrerinnen und -lehrer hinsichtlich des problemlösenden Denkens auf einer Skala von 1-16 einschätzen. Ausgehend von der Verteilung des Lehrerurteils bildeten wir zwei Extremgruppen besonders leistungsschwacher und besonders leistungsstarker Mädchen und Jungen. Hier zeigt sich, dass sowohl die leistungsstarken als auch die leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler signifikant dazulernten. Die Kinder mit ungünstigen Voraussetzungen lernten allerdings in der Gruppe MIT deutlich mehr dazu als in der Gruppe OHNE. Für die Kinder mit günstigen Voraussetzungen gab es keinen Leistungsunterschied zwischen den beiden Gruppen. Gemäß unseren Erwartungen profitierten also Kinder mit guten Lernvoraussetzungen gleichermaßen von beiden Unterrichtsformen, während der Unterricht MIT insbesondere für leistungsschwächere Kinder von Vorteil war.

Vergleicht man die im Prä- und Posttest gegebenen schriftlichen, offenen Antworten zu der Frage: „Wie kommt es, dass ein großes, schweres Schiff aus Eisen nicht untergeht?“, so zeigt sich, dass nicht belastbare Konzepte wie „Motor“, „Kapitän“, aber auch das Alltagskonzept „Luft“ die Erklärungen in der Präbefragung dominierten. In der Nachbefragung wird dagegen die entscheidende Rolle des Wassers für die Auftriebskraft betont. Dabei werden Zusammenhänge zwischen der Verdrängung, der Auftriebskraft und dem Schwimmen und Sinken von Gegenständen hergestellt. Auch in der Aus-

wertung der offenen Fragen ergibt sich eine Überlegenheit der Gruppe MIT hinsichtlich der Nennung ausbaufähiger physikalischer Vorkonzepte, während die Kinder der Gruppe OHNE eher ausbaufähige Konzepte wie das Materialkonzept oder das Hohlkörperkonzept zur Begründung anführen. Für beide Gruppen gilt aber, dass die Kinder nicht belastbare Konzepte aufgegeben und neue belastbare oder sogar ausbaufähige vorphysikalische Konzepte erworben oder ausgebaut haben, die sie in verschiedenen Situationen anwenden können (Jonen et al. im Druck).

7. Fazit

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass beträchtliche Lernerfolge im Hinblick auf die Aufgabe nicht belastbarer und den Aufbau angemessener Konzepte im naturwissenschaftlichen Bereich des Sachunterrichts möglich sind. Bei einem sehr komplexen und hochstrukturierten Thema, zu dem die Kinder oft intuitives, wenig strukturiertes Vorwissen haben, erwies sich ein höherer Anteil von Strukturierungsanteilen in konstruktivistisch orientierten Lehr-Lernumgebungen für Konzeptwechsel förderlich. So wurden insbesondere Kinder mit ungünstigen Lernvoraussetzungen in dem Unterricht mit einem höheren Grad der Strukturierung besser unterstützt.

Die Auswertungen des Screenings zu den Äußerungen in den Klassengesprächen im Unterricht zeigen, dass der Anteil der Äußerungen, in denen sich Kinder von sich aus in den Unterricht einbringen und eigene Fragen stellen, in dem Unterricht, in dem sich die Lehrperson stärker zurücknimmt, größer ist. Da das eigenständige Denken und selbstständige Erarbeiten von Zusammenhängen eines der wichtigsten Ziele im Grundschulunterricht ist, sollte die Gestaltung der Lernumgebung dies fördern. Allerdings zeigen die Ergebnisse, dass bei einem solchen komplexen Thema die Lernprozesse, die hier sowohl die Aufgabe bestehender Vorstellungen als auch den Aufbau und die Integration neuer Vorstellungen beinhalten, durch einen höheren Grad der Strukturierung besser gefördert werden können. Dies gilt insbesondere für Kinder mit ungünstigen Lernvoraussetzungen. Die Strukturierung wurde in diesem Projekt durch eine Verminderung der Komplexität und eine stärker strukturierende, aber kognitiv aktivierende Gesprächsführung in einer offenen Unterrichtsform erreicht. Die Entscheidung für die Vorgehensweise im Unterricht sollte auch hinsichtlich des Grades der Strukturierung von den Voraussetzungen der Lernenden und dem Lerngegenstand abhängig gemacht werden. Dazu muss die Lehrperson die Vorkenntnisse der Schüler kennen

und verstehen und einen guten fachlichen Überblick haben, um die notwendigen Lernprozesse einschätzen zu können.

Literatur

- Dubs, R. (1997): Der Konstruktivismus im Unterricht. In: Schweizer Schule 84, S. 26-36.
- Duit, R. (1996): Lernen als Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: R. Duit & C. v. Rhöneck (Hrsg.): Lernen in den Naturwissenschaften. Beiträge zu einem Workshop an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Kiel: IPN, S. 145-162.
- Duit, R. & P. Häußler (1997): Physik und andere naturwissenschaftliche Lernbereiche. In: F. E. Weinert (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule. Göttingen: Hogrefe, S. 427-460.
- Einsiedler, W. (1996): Wissensstrukturierung im Unterricht. Neuere Forschung zur Wissensrepräsentation und ihre Anwendung in der Didaktik. In: Zeitschrift für Pädagogik 42, S. 167-192.
- Engelen, A.; A. Jonen & K. Möller (2002): Lernfortschrittsdiagnosen durch Interviews – Ergebnisse einer Pilotstudie zum „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht der Grundschule. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 5. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 155-173.
- Friedrich, H. F. & H. Mandl (1997): Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: F. E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.): Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie, 4. Göttingen: Hogrefe, S. 237-293.
- Gruehn, S. (1995): Vereinbarkeit kognitiver und nicht-kognitiver Ziele im Unterricht. In: Zeitschrift für Pädagogik 41, S. 531-553.
- Häußler, P.; W. Bünder, R. Duit & J. Mayer (1998): Naturwissenschaftsdidaktische Forschung - Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN.
- Haru, S. (2000): Changes in Childrens' Conceptions through Social Interaction in Preschool Science Education. Publications in Education No 60. Joensuu: University of Joensuu.
- Helmke, A. & F. E. Weinert (1997): Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In: F. E. Weinert (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule. Göttingen: Hogrefe, S. 71-176.
- Hewson, P. & M. Hewson (1992): The status of students' conceptions. In: R. Duit, F. Goldberg & H. Niederer (Eds): Research in physics learning – theoretical issues and empirical studies. Kiel: IPN, pp. 59-73.
- Jonen, A.; I. Hardy & K. Möller (im Druck): Schwimmt ein Holzbrett mit Löchern? – Erklärungen von Kindern zum Schwimmen und Sinken verschiedener Gegenstände vor und nach dem Unterricht. Erscheint in: Jahrbuch Grundschule 2003.
- Klewitz, E. (1989): Zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Eine Untersuchung von Unterrichtsmodellen am Beispiel von "Schwimmen und Sinken" vor dem Hintergrund der genetischen Erkenntnistheorie Piagets. Naturwissenschaften und Unterricht, 3. Mülheim/Ruhr: Westarp.
- Lipowsky, F. (2002): Zur Qualität offener Lernsituationen im Spiegel empirischer Forschung – Auf die Mikroebene kommt es an. In: U. Drews & W. Wallrabenstein (Hrsg.): Freiarbeit in der Grundschule. Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis. Frankfurt: Grundschulverband, S. 126-159.

- Möller, K. (1999): Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In: W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.): *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts*, 3. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 125–191.
- Möller, K.; A. Jonen, I. Hardy & E. Stern (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.): 45. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik. *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. Weinheim, Basel: Beltz, S. 176-191.
- Reinhold, P. (1996): *Offenes Experimentieren und Physiklernen*. Kiel: IPN.
- Reinmann-Rothmeier, G. & H. Mandl (1998): Wissensvermittlung. Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: N. Birbaumer et al. (Hrsg.): *Wissen*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe, S. 457-500.
- Sodian, B. (1995): Entwicklung bereichsspezifischen Wissens. In: R. Oerter & L. Montada (Hrsg.): *Entwicklungspsychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union, S. 622-653.
- Stark, R.; H. Gruber & H. Mandl (1998): Motivationale und kognitive Passungsprobleme beim komplexen situierten Lernen. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 45, S. 202-215.
- Staub, F. & E. Stern (2002): The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains. Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. In: *The Journal of Educational Psychology* 93, pp. 144-155.
- Stern, E. (2002): Wie abstrakt lernt das Grundschulkind? Neuere Ergebnisse der entwicklungspsychologischen Forschung. In: H. Petillon (Hrsg.): *Individuelles und soziales Lernen in der Grundschule – Kindperspektive und pädagogische Konzepte*. Jahrbuch Grundschulforschung 5. Opladen: Leske + Budrich, S. 27-42.
- Tytler, R. W. (1994): *Childrens' explanations in science: A study of conceptual change*. Melbourne. University of Melbourne.
- Wagenschein, M. (1990): *Kinder auf dem Wege zur Physik*. Weinheim: Beltz.
- Weinert, F. E. (1996): Für und Wider die „neuen Lerntheorien“ als Grundlagen pädagogisch-psychologischer Forschung. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 10, S. 1-12.

Claudia Tenberge

Zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht

*„Die Menschen stärken, die Sachen klären.“
Hartmut von Hentig (1985)*

1. Problemstellung

Die umfassende Förderung der Kinder gilt als unbestrittene Aufgabe des Sachunterrichts. Umfassend in diesem Sinne meint die gleichrangige Förderung der personalen, kognitiven und sozialen Entwicklung der Kinder. Persönlichkeitsförderung wird also nicht als bloßes Mittel zur Erreichung anderer Zwecke, sondern als gleichrangiges Erziehungs- und Bildungsziel betrachtet (vgl. Köhnlein 1991, Möller 1994). Zwar besteht in der normativ geführten Diskussion kein Dissens in Bezug auf die Bedeutung der Förderung der Persönlichkeitsentwicklung durch Sachunterricht; für diesen Bereich liegen jedoch kaum empirische Arbeiten vor. Die schwierige Messbarkeit entsprechender Variablen – insbesondere im Grundschulalter – ist hierfür sicherlich als ein Grund anzuführen. Es stellt sich die Frage, ob und wie der Sachunterricht der Grundschule die Persönlichkeit von Grundschulkindern fördern könnte. In diesem Beitrag sollen ausgewählte Ergebnisse einer Untersuchung vorgestellt und diskutiert werden, die dieser Frage nachgeht.

Mit dem Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartungen wurden Teilbereiche abgeleitet, die einer empirischen Prüfung zugänglicher sein dürften als das komplexe Konstrukt der Persönlichkeit (vgl. Hauber 1995, Martschinke 2001). Das sachunterrichtliche Fähigkeitsselbstkonzept meint die kognitive Komponente als eine Generalisierung von Selbstwahrnehmungen der eigenen Fähigkeiten in Bezug auf den Inhaltsbereich Sachunterricht. Der Fähigkeitsaspekt des Selbstkonzeptes wird durch Abgrenzung von der Gefühlswelt des Selbstwertgefühls weiter präzisiert. Einem realistischen, sogar einem leicht überhöhten Fähigkeitsselbstkonzept wird aufgrund eines komplexen Wirkmechanismus zwischen Selbstkonzept und Leistung eine wichtige Bedeutung beigemessen (vgl. Martschinke 2001, S. 23). Mit Selbstwirksamkeitserwartungen sind Überzeugungen gemeint,

über die notwendigen personalen Ressourcen zur Bewältigung schwieriger Aufgaben zu verfügen. „Die optimistische Überzeugung, Fertigkeiten sinnvoll einsetzen zu können, bildet neben den Fertigkeiten selbst die Voraussetzung für die erfolgreiche Bewältigung komplexer Anforderungen.“ (Satow 2000, S. 12) Aufgrund der handlungsregulierenden Wirkung kommt der Förderung der Selbstwirksamkeitserwartungen besondere Bedeutung zu.

Als hinreichend gesichert kann gelten, dass sich Persönlichkeitsmerkmale bereichsspezifisch entwickeln (vgl. Helmke 1992, Faber 1992). Eine Fokussierung der vorliegenden Untersuchung auf einen spezifischen Inhaltsbereich erscheint daher sinnvoll. Gewählt wird der naturwissenschaftlich-technische Bereich des Sachunterrichts, da vorausgegangene Studien zu der Vermutung geführt haben, dass frühe positive Erfahrungen in diesem Lernfeld des Sachunterrichts nicht nur zu positiven Einflüssen auf Selbsteinschätzungen führen können – insbesondere bei Mädchen –, sondern dass sie auch empirisch nachgewiesenen Barrieren oder Abneigungen im Hinblick auf späteres Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich entgegenwirken können (vgl. Conrads 1992, Hannover & Bettge 1992, Hoffmann, Häußler & Peters-Haft 1997, Mammes 2001).

Zwar können aus dem derzeitigen Forschungsstand nur begrenzt handlungswirksame Maßnahmen zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung abgeleitet werden (vgl. Martschinke 2001, S. 232). Dennoch lässt sich vermuten, dass dem Erleben von eigener Kompetenz und Autonomie in sozialer Eingebundenheit eine besondere Bedeutung für die Stärkung der Persönlichkeit zukommt (vgl. Kotthoff 1996, Lewalter, Krapp, Schreyer & Wild 1998, Wild, Hofer & Pekrun 2001, S. 233). In besonderer Weise scheinen handlungsintensive Lernformen diesen für die Persönlichkeitsentwicklung basalen Bedürfnissen entgegenzukommen (vgl. Möller 1991, Möller & Tenberge 1997). Unklar ist die Frage nach dem wünschenswerten Ausmaß an Selbststeuerung, um einerseits Überforderungen zu vermeiden und andererseits so viel Freiraum zu geben, dass die Kinder Kompetenzerlebnisse auf die eigene Wirksamkeit zurückführen können. Eine angemessene Balance zwischen Selbst- und Fremdsteuerung in handlungsintensiven Lernformen könnte eine wichtige Voraussetzung darstellen.

In der empirischen Lehr-Lernforschung wird die Selbststeuerung auf folgende Bereiche bezogen: auf die Lernorganisation, die Lernkoordination, die Lernzielbestimmung, die Lernerfolgskontrolle, die subjektive Interpretation der Lernsituation und auf das Lernen im engeren Sinne (vgl. Kraft 1999, Weinert 1982). Im Hinblick auf die oben gestellte Frage nach dem wünschenswerten Ausmaß an Selbststeuerung wird im Weiteren der Komplex der

Lernorganisation in den Blick genommen: Die Schülerinnen und Schüler erhalten bei vorgegebenen Unterrichtszielen und -inhalten die Möglichkeit, beispielsweise über Bearbeitungsformen, Materialnutzung und Sozialformen, selbst zu entscheiden.

Im Rahmen der Unterrichtsqualitätsforschung wird in jüngerer Zeit die multikriteriale Zielerreichung, also ein simultanes Erreichen von Zielsetzungen im kognitiven, motivationalen wie auch im Persönlichkeitsbereich, diskutiert. Diesem Anspruch muss sich auch ein persönlichkeitsfördernder Sachunterricht stellen; er muss neben persönlichkeitsbezogenen Zielen immer auch Ziele wie Wissenserwerb und die Förderung von Interesse und Motivation verfolgen. Angesichts aktueller Befunde aus der Lehr-Lernforschung sind Polarisierungen, die eine simultane Verfolgung leistungs- und persönlichkeitsbezogener Ziele ausschließen, nicht mehr haltbar (vgl. Einsiedler 2000, Weinert & Helmke 1997). Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass eine multikriteriale Zielerreichung durchaus möglich ist (vgl. Helmke & Schrader 1990). In Bezug auf das wünschenswerte Ausmaß an Steuerung oder Instruktion durch die Lehrkraft bzw. Selbststeuerung der Schüler für das Erreichen verschiedener Zielbereiche liegen allerdings kontroverse Einschätzungen vor (vgl. Giacconia & Hedges 1982). Während Gruehn (1995) aus ihren Untersuchungen eine ausgewogene Verbindung von Elementen offenen und direkten Unterrichts und ein sozial warmes Klima für eine multikriteriale Zielerreichung ableitet, finden sich in den Studien von Weinert & Helmke (1996) und Schrader, Helmke & Dotzler (1997) Hinweise auf die Bedeutung der Unterstützung, der Steuerung und der Instruktion durch die Lehrkraft.

2. Eine Untersuchung zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung

Empirisch ist noch nicht hinreichend geklärt, wie sich eine stärkere Selbststeuerung auf das Erreichen verschiedener Zielbereiche auswirkt. Auch handlungsintensive Lernformen lassen sich nach dem Grad der Selbststeuerung unterscheiden; sie können stärker instruktiv bzw. stärker selbstgesteuert gestaltet werden. Formen nachahmenden Tuns finden sich beispielsweise ebenso wie selbstständiges, handelndes Problemlösen (vgl. Möller & Tenberge 1997). Darüber hinaus liegen im Hinblick auf die Wirksamkeit handlungsbezogener Ansätze empirische Belege bereits für den Erwerb anschlussfähigen Wissens (Möller 1991) wie auch für die Förderung des Interesses (Harteringer 1997) vor. Es scheint daher lohnenswert, die Potenz handlungsintensive

tensiver Lernformen für eine Förderung der Persönlichkeit und unter der Perspektive multikriterialer Zielerreichung zu prüfen. Für die vorliegende Untersuchung ergeben sich diese Fragen:

- Gehen handlungsintensive Lernformen im Sachunterricht mit einer Förderung der Persönlichkeit einher?
- Ist im Hinblick auf eine Förderung der Persönlichkeit ein stärker selbstgesteuerter handlungsintensiver Sachunterricht einem stärker instruktiven handlungsintensiven Sachunterricht überlegen?
- Ist ein stärker instruktiver handlungsintensiver Sachunterricht unter Umständen in multikriterialer Hinsicht einem stärker selbstgesteuerten handlungsintensiven Sachunterricht überlegen?

Dabei werden als abhängige Variablen die Persönlichkeitsbereiche „sachunterrichtliches Fähigkeitsselbstkonzept“ sowie „Selbstwirksamkeitserwartungen“ und im Hinblick auf multikriteriale Zielerreichung das Interesse, der Wissenserwerb und der empfundene motivationale Regulationsstil betrachtet. Die unabhängige Variable ist das Ausmaß an Selbststeuerung im Bereich der Lernorganisation.

Zum Design

Für die Untersuchung wurde ein experimentelles Vor-Nachtest-Design konzipiert. Zugunsten der Realitätsnähe wurde auf ein strenges experimentelles Design verzichtet, da nur „gewachsene“ Grundschulklassen einbezogen wurden. Der Unterricht wurde unter annähernd normalen Bedingungen im Rahmen des Schulvormittages von der Verfasserin und einer ausgewiesenen Grundschullehrerin durchgeführt. Alternativ zum klassischen Kontrollgruppendesign wurden in dieser Untersuchung die Veränderungen einer Experimentalgruppe, die stärker selbstgesteuerten handlungsintensiven Sachunterricht erfuh, mit denen einer Vergleichsgruppe, die stärker instruktiv handlungsintensiv unterrichtet wurde, verglichen (vgl. Rost 2002). In beiden Treatments wurde genau eine Variable variiert (vgl. Hartinger 2002, S. 175); in dieser Studie war es das Ausmaß an Selbststeuerungsmöglichkeiten im Bereich der Lernorganisation.

Die Stichprobe umfasste fünf Grundschulklassen (n=119) aus Regelschulen, die sich zu Beginn der Untersuchung im zweiten Halbjahr des dritten Schuljahres befanden. Vier Klassen aus Münster bildeten die Experimentalgruppe; eine Klasse aus Ostbevern stellte die Vergleichsgruppe dar.

Zur Treatmentvariation

Sowohl die Experimental- als auch die Vergleichsgruppe wurden je einem der beiden handlungsintensiven Treatments ausgesetzt, die sich im Ausmaß

an Selbststeuerungsmöglichkeiten bei der Lernorganisation unterschieden. Die Inhalte und die Ziele des Unterrichts waren in beiden Gruppen identisch. In der Experimentalgruppe waren in der Problemlösephase die Bearbeitungswege, die Auswahl von Material, die Wahl der Sozialpartner, die Einteilung des Arbeitsplatzes und die Beschaffung von Informationen frei gestellt. In der Vergleichsgruppe erfolgte durchgängig instruktiver Sachunterricht mit genau festgelegter Bearbeitungsreihenfolge und festgelegtem Material. Formen kooperativen Arbeitens waren allenfalls mit dem unmittelbaren Nachbarn möglich. In beiden Gruppen erfolgte die Lernerfolgskontrolle am konkreten Handlungsprodukt, beispielsweise daran, ob nach dem Herstellen eines Elektrospiels die Glühlampen tatsächlich leuchten. Als Inhaltsdomäne wurde der naturwissenschaftlich-technische Sachunterricht ausgewählt. Die fünf Grundschulklassen erhielten Sachunterricht zu den drei Themen „Holz und Holzwerkzeuge“, „Der elektrische Strom“ und „Maschinen erleichtern die Arbeit“ über jeweils vier Doppelstunden.

Beispielhaft wird im Folgenden der durchgeführte Unterricht zum Themenkreis „Der elektrische Strom“ skizziert. In beiden Treatments wurden die vielfältigen Erscheinungsformen und Gefahren des elektrischen Stroms in unserer technisierten Welt thematisiert und ihr Einfluss auf das tägliche Leben bewusst gemacht. Mit Hilfe einer Flachbatterie sollten die Kinder der Experimental- als auch die Kinder der Vergleichsgruppe eine Glühlampe zum Leuchten bringen. Anschließend wurden Aufbau, Bezeichnungen und Funktionsweise einer Glühlampe und einer Flachbatterie besprochen und im Schülerheft „Mein Stromheft“ notiert. Für die Dokumentation der Ergebnisse wurde dieses Schülerheft fortlaufend in beiden Gruppen eingesetzt. Nun sollte eine Glühlampe zum Leuchten gebracht werden, die ein Stück weit von der Batterie entfernt ist. In der Experimentalgruppe stand ein Tisch mit vielfältigem Material bereit. Die Kinder holten sich (vermutlich) geeignete Materialien und stellten einen selbsterdachten Stromkreis her. Es war ihnen frei gestellt, ob sie individuell oder in Partner-/ Gruppenarbeit arbeiteten. Dagegen erhielten die Kinder der Vergleichsgruppe für den Bau des Stromkreises vorbereitetes Material und eine detaillierte Anleitung zur Erstellung des Stromkreises am Arbeitsplatz. In der nächsten Sequenz ging es um den Einbau eines Schalters und die Prüfung verschiedener Materialien hinsichtlich ihrer elektrischen Leitfähigkeit. Während in der Experimentalgruppe die Kinder selber einen Schalter erfinden und selbst ausgewähltes Material prüfen sollten, sollten die Kinder der Vergleichsgruppe nach Anleitung einen Schalter anfertigen und vorgegebene Materialien prüfen. Abschließend sollte in der dritten Sequenz das Geschicklichkeitselektrospiel „Der heiße Draht“

gebaut werden.¹ Der Experimentalgruppe wurde dazu ein Black-Box-Modell präsentiert; die Kinder sollten nun ihren eigenen heißen Draht mit Materialien des „Buffet-Tisches“ nacherfinden. Die andere Gruppe erhielt vorbereitetes Material und eine konkrete Bauanleitung mit Lösung.

Manipulation Check

Zur Prüfung der Einhaltung der Unterschiede zwischen den beiden Unterrichtsformen wurde ein „Blind screening“ eingesetzt. Der gesamte Unterricht war auf Video aufgezeichnet worden. Zwei unabhängige Rater ordneten per Zufall gezogene Unterrichtsvideos, insgesamt ca. 25% der gesamten Unterrichtszeit, anhand von Kriterien den beiden Unterrichtsformen „mit Selbststeuerungsmöglichkeiten“ oder „eher instruktiv“ zu. Für alle ausgewählten Videos gelang die korrekte Zuordnung. Die Übereinstimmung beider Rater lag bei 100%. Es kann abgeleitet werden, dass die Treatmentvariation eingehalten wurde.

Instrumente und Auswertungsverfahren

Für die Untersuchung wurde ein Fragebogen mit geschlossenen Antwortformaten² entwickelt, der kindgemäß die persönlichkeitsbezogenen Dimensionen sowie Interesse und Faktenwissen für das naturwissenschaftlich-technische Lernfeld des Sachunterrichts erfasst. Für die Einschätzung des während des Unterrichts empfundenen motivationalen Regulationsstils wurde eine adaptierte Fassung des Self-Regulation-Questionnaires (vgl. Hartinger 1997) zusätzlich in der Nacherhebung eingesetzt. Die Auswertung des Fragebogens erfolgte mit Hilfe deskriptiv- und inferenzstatistischer Verfahren. Im Anschluss an das Treatment reflektierten die Kinder schriftlich den erlebten Unterricht anhand zweier Leitfragen; die Auswertung der ergänzenden qualitativen Daten erfolgte über eine Globalauswertung. (vgl. Bortz & Döring 1995, S. 306f.)³

¹ Vgl. ausführlich Möller 1997, S. 12-16.

² Die Kinder sollten Statements, beispielsweise „Ich bin so gut im Sachunterricht, wie ich sein möchte.“ auf einer vierstufigen Skala raten. Den Merkmalsausprägungen der vierstufigen Skala wurden die Werte 1 bis 4 zugeordnet. Je näher ein Wert an 4 heran kommt, desto größer ist die Zustimmung bzw. desto positiver ist die Ausprägung. Der theoretische Skalenmittelwert von 2.5 wird als Bezugsgröße für eine eher positive oder hohe bzw. eher negative oder niedrige Ausprägung verwendet.

³ Ergebnisse der qualitativen Schüler/innenäußerungen werden hier nicht dargelegt; es werden vielmehr ausgewählte Aspekte in die Diskussion der Ergebnisse einbezogen (vgl. Tenberge 2002).

Hypothesen der Untersuchung

Der Untersuchung lagen folgende Hypothesen zu Grunde⁴:

Es wird erwartet,

- dass handlungsintensive Lernformen mit einer Steigerung des sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzeptes sowie der bereichs- und themenspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen⁵ einhergehen,
- dass positive Veränderungen in den persönlichkeitsbezogenen Dimensionen stärker mit einem stärker selbstgesteuerten handlungsintensiven Sachunterricht als mit einem stärker instruktiven einhergehen,
- dass die Förderung des Interesses an Themen des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts besser in einem Unterricht mit mehr Selbststeuerungsmöglichkeiten gelingt,
- dass ein Sachunterricht mit mehr Selbststeuerungsmöglichkeiten hinsichtlich des motivationalen Regulationsstils günstiger eingeschätzt wird als ein eher instruktiver Sachunterricht,
- dass bezüglich des Erwerbs von Faktenwissen im naturwissenschaftlich-technischen Lernfeld ein stärker instruktiver Sachunterricht einem Unterricht mit mehr Selbststeuerungsmöglichkeiten überlegen ist.

3. Darstellung der Ergebnisse

Die Vergleichbarkeit der Experimental- und Vergleichsgruppe wurde mittels der Vorerhebung geprüft; beide Gruppen können in fast allen Dimensionen als vergleichbar betrachtet werden. Es gibt jedoch eine Ausnahme: Beim Interesse am naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht weist die Vergleichsgruppe mit einem Mittelwert von 3.28 (SD=0.47) einen signifikant höheren Wert auf als die Experimentalgruppe mit 3.00 (SD=0.55) ($t(109) = -2.24; p \leq .05$).

Im Folgenden werden Ergebnisse präsentiert, die sich aus dem Vorher-Nachher-Vergleich ergeben. Es zeigt sich, dass für die Gesamtgruppe der Kinder die Mittelwerte des *sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzeptes* von 3.17 (SD=0.46) auf 3.26 (SD=0.40) angestiegen sind. Die statistische

⁴ Die Fragestellung der Untersuchung umfasst auch eine geschlechtsspezifische Betrachtung. Auf die Darstellung der Befunde muss jedoch im Rahmen dieses Beitrags verzichtet werden (vgl. Tenberge 2002).

⁵ Als Inhaltsdomäne wurde der naturwissenschaftlich-technische Sachunterricht gewählt. Mit dem Begriff „bereichsspezifisch“ ist dieses Lernfeld angesprochen, während mit dem Begriff „themenspezifisch“ explizit auf ein konkretes Thema dieses Lernfeldes des Sachunterrichts Bezug genommen wird. Als ein Beispiel ist das Thema „Der elektrische Strom“ zu nennen.

Prüfung mit dem Wilcoxon-Test ergab einen signifikanten Unterschied ($Z = -2.32$; $p \leq .05$).

Es ergab sich ebenso bezüglich der *bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen* für die Gesamtgruppe der Kinder nach dem Treatment ein signifikanter Anstieg. Der Mittelwert der Gesamtgruppe aller Kinder stieg signifikant von 2.94 ($SD=0.60$) auf 3.29 ($SD=0.50$) ($t(96) = -7.00$; $p \leq .001$) an. Auch die drei *themenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen* schätzte die Gesamtgruppe der Kinder in der Nacherhebung signifikant höher ein: Beim Thema „Holz und Holzwerkzeuge“ stieg der Mittelwert um 0.11 Indexpunkte signifikant von 3.16 ($SD=0.64$) auf 3.27 ($SD=0.53$) ($Z = -2.09$; $p \leq .05$)⁶. Vergleicht man den Mittelwert aller Kinder beim Thema „Der elektrische Strom“ aus der Vor- mit dem in der Nacherhebung, so zeigt sich ein signifikanter Anstieg um 0.54 Indexpunkte von 2.98 ($SD=0.62$) auf 3.52 ($SD=0.52$) ($Z = -7.25$; $p \leq .001$)⁷. Beim Thema „Maschinen erleichtern die Arbeit“ lag der Wert der Nacherhebung mit 3.07 ($SD=0.82$) um 0.36 Indexpunkte signifikant höher als in der Vorbefragung mit 2.71 ($SD=0.94$) ($Z = -3.93$, $p \leq .001$)⁸.

Nach Prüfung durch Paardifferenztests konnte allerdings insgesamt für keine dieser Variablen eine Überlegenheit eines Treatments abgeleitet werden. Betrachtet man jedoch *gruppenintern* die Veränderungen zwischen Vor- und Nacherhebung, so ergab sich innerhalb der Experimentalgruppe beim sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzept, bei der bereichsbezogenen und bei allen themenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen ein signifikanter Anstieg. In der Vergleichsgruppe stiegen die Mittelwerte des sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzepts und der themenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen „Holz und Holzwerkzeuge“ sowie „Maschinen erleichtern die Arbeit“ lediglich graduell, die der bereichsbezogenen und die der themenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen „Der elektrische Strom“ dagegen signifikant an.

Beim *Interesse* an Themen des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts ergaben sich in der Gesamtgruppe keine signifikanten Veränderungen zwischen Vor- und Nacherhebung. Auffällig ist die gegenläufige Entwicklung hinsichtlich des Interesses bei beiden Gruppen. Die Vergleichsgruppe hatte mit 3.27 ($SD=0.47$) zwar vor der Intervention einen um 0.28 Indexpunkte signifikant höheren Mittelwert als die Experimentalgruppe mit 2.97 ($SD=0.55$). Während aber in der Experimentalgruppe das Interesse nach

⁶ Wilcoxon-Test

⁷ Wilcoxon-Test

⁸ Wilcoxon-Test

dem Treatment um 0.23 Indexpunkte von 2.99 (SD=0.55) auf 3.22 (SD=0.38) angestiegen ist, muss in der Vergleichsgruppe ein Sinken um 0.10 Indexpunkte von 3.27 (SD=0.47) auf 3.17 (SD=0.61) festgestellt werden. Es ergab sich kein signifikanter Zeiteffekt ($F(1,95) = .82$; n.s.), aber eine signifikante Interaktion Zeit X Gruppe ($F(1,95) = 5.77$; $p \leq .05$).

Es wurde zudem geprüft, ob sich objektiv feststellbare Unterschiede bei den Selbststeuerungsmöglichkeiten in beiden Unterrichtsformen auch in unterschiedlich empfundenen *motivationalen Regulationsstilen* niederschlagen. Die Befunde zum naturwissenschaftlich-technischen Bereich und jeweils zu den drei konkreten Themen deuten darauf hin, dass sich beide Gruppen im Unterricht vergleichbar internal reguliert empfunden haben. Es zeigte sich, dass die beiden eher selbstbestimmten Regulationsstile „identifiziert“ und „intrinsisch“ für die SchülerInnen wichtiger waren als die heteronomen „introjiziert“ und „extrinsisch“.

Die Gesamtgruppe der SchülerInnen weist nach dem Treatment bezüglich des *Erwerbs von Faktenwissen* einen signifikanten Wissenszuwachs auf. Der Median zum Faktenwissen für alle Kinder ist von 22 (P25=18; P75=26) auf 34,5 (P25=30; P75=39) um 12.5 Indexpunkte gestiegen.⁹ Ein Wilcoxon-Test ergab, dass dieser Unterschied zwischen dem Faktenwissen in der Vor- und Nacherhebung signifikant ist ($Z = -5.51$, $p \leq .001$). Beide Untersuchungsgruppen hatten im Vortest einen Median von 22. Im Nachtest liegen die Mediane bei 34 (P25=30; P75=39) in der Experimentalgruppe und bei 35.5 (P25=31.5; P75=43.5) in der Vergleichsgruppe; das bedeutet jeweils einen signifikanten Anstieg (Experimentalgruppe: $Z = -4.78$; $p \leq .00$ und Vergleichsgruppe: $Z = -2.80$; $p \leq .01$)¹⁰. Der Paardifferenzentest ergab keinen signifikanten Unterschied ($U = 149.5$; $Z = -.016$; n.s.)¹¹.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Betrachtet man die Gesamtgruppe der Kinder, so gehen handlungsintensive Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht erwartungsgemäß mit einer Steigerung des *sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzeptes* und der *themen- bzw. bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen* einher.

⁹ Maximal waren 57 Punkte erreichbar.

¹⁰ Wilcoxon-Test

¹¹ Mann-Whitney-U-Test

Die Erwartung, dass eine Steigerung der geprüften Teilbereiche der Persönlichkeit „sachunterrichtliches Fähigkeitsselbstkonzept“ und „themen- bzw. bereichsspezifische Selbstwirksamkeitserwartungen“ eher mit einem stärker selbstgesteuerten Unterricht als mit einem stärker instruktiven Unterricht einher geht, kann mit der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden. Allenfalls deuten die gruppeninternen Veränderungen beim sachunterrichtlichen Fähigkeitsselbstkonzept und bei den themenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen „Holz und Holzwerkzeuge“ sowie „Maschinen erleichtern die Arbeit“ auf einen hypothesenkonformen Trend im Sinne einer Überlegenheit des stärker selbstgesteuerten Unterrichts hin.

Hinsichtlich der Förderung des *Interesses* lässt sich aus den Befunden folgern, dass der Sachunterricht mit mehr Selbststeuerungsmöglichkeiten zur Förderung des Interesses am naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht dem stärker instruktiven Unterricht überlegen ist.

Erwartungswidrig deuten die Befunde zum *empfundene(n) motivationalen Regulationsstil* im naturwissenschaftlich-technischen Bereich und jeweils bei den drei konkreten Themen darauf hin, dass sich beide Gruppen im Unterricht vergleichbar internal reguliert empfunden haben. Obwohl die Experimentalgruppe objektiv mehr Möglichkeiten hatte als die Vergleichsgruppe, selbstgesteuert zu arbeiten, schlägt sich diese Unterrichtsvariation nicht in signifikant höheren Werten der eher selbstbestimmten Regulationsstile „identifiziert“ oder „intrinsisch“ nieder. Es wurde aber insgesamt deutlich, dass die beiden eher selbstbestimmten Regulationsstile „identifiziert“ und „intrinsisch“ für die Kinder wichtiger waren als die heteronomen „introjiert“ und „extrinsisch“.

Eine weitere Untersuchungsfrage bezog sich auf den Erwerb von *Faktenwissen* im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. Erwartungswidrig war der stärker instruktive Unterricht dem stärker selbstgesteuerten Unterricht nicht überlegen. Die Kinder lernten in beiden Treatments gleichermaßen dazu.

Betrachtet man die Befunde unter der Perspektive einer *multikriterialen Zielerreichung*, zeichnet sich ein Vorteil des stärker selbstgesteuerten handlungsintensiven Treatments gegenüber einem stärker instruktiven Unterricht nur im Hinblick auf die Interessensförderung ab. In den persönlichkeitsbezogenen, motivationalen und kognitiven Zielen ergab sich keine deutliche Überlegenheit eines Treatments. Ein Trend für eine Überlegenheit des stärker selbstgesteuerten Unterrichts zeigt sich allenfalls noch in Bezug auf das sachunterrichtliche Fähigkeitsselbstkonzept und in Bezug auf die Selbstwirksamkeitserwartung beim Thema „Holz und Holzwerkzeuge“ sowie „Maschi-

nen erleichtern die Arbeit“, da sich hier in der Experimentalgruppe signifikante Veränderungen zwischen Vor- und Nacherhebung ergaben, während die Vergleichsgruppe in diesen Skalen lediglich nicht-signifikante Steigerungen erkennen ließ.

6. Diskussion der Ergebnisse

Ähnlich wie in anderen Studien kann auch für die Inhaltsdomäne des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts eine Generalität positiver Selbsteinschätzungen bestätigt werden (vgl. Baldering 1993, Helmke 1991, 1997). Die Kinder wiesen bereits in der Eingangserhebung hohe Werte auf. Dieser Befund könnte im Sinne einer selbstwertdienlichen Einschätzung oder in Richtung einer Tendenz zur Überschätzung interpretiert werden (vgl. Helmke 1997, S. 65). Eine weitere Steigerung der ohnehin hohen Eingangswerte wäre dann nicht Ausdruck einer möglichen Förderung, sondern Ausdruck einer ungerechtfertigten Selbstüberschätzung. Es ist jedoch festzuhalten, dass die Kinder während des gesamten Unterrichts unmittelbar die Erfolgskontrolle am konkreten Handlungsprodukt durchführen konnten. Die Wirksamkeit eigenen Handelns war direkt am Produkt überprüfbar. Die Kinder konnten ihre Selbsteinschätzungen auf konkret erlebte Kompetenz gründen. Eine positivere Einschätzung z.B. der Selbstwirksamkeitserwartungen im Themenfeld „Der elektrische Strom“ in der Nacherhebung erfolgte auf der Basis der gemachten Kompetenzerlebnisse im handlungsintensiven Sachunterricht. Es lässt sich also vermuten, dass höhere Werte in der Nacherhebung Ausdruck einer Förderung sind.

Bei verschiedenen Variablen zeigte sich ein signifikanter Anstieg von der Vor- zur Nacherhebung. Aufgrund des Fehlens einer „echten“ Kontrollgruppe – also einer Klasse, in der kein Unterricht zu diesen Themen stattfand – ist es nicht möglich, statistisch zuverlässig zu sagen, ob diese Anstiege auf den Unterricht zurückzuführen sind und damit die These zu erhärten ist, dass handlungsintensiver Sachunterricht zu einer Steigerung z.B. des Selbstkonzeptes führt. Die Forschungslage zu anderen Inhaltsbereichen des Unterrichts unterstützt jedoch die These, dass der Unterricht tatsächlich positive Effekte zeitigte (Helmke 1991, S. 87, 1997, S. 63, Martschinke 2001, S. 231, Satow 2000, S. 24, Preiser 1998, S. 266). So scheint die Interpretation der vorliegenden Daten, dass handlungsintensiver Unterricht tatsächlich positive Effekte z.B. auf die Selbstwirksamkeitserwartungen bezüglich des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts hat, naheliegend.

Die signifikanten Mittelwertszuwächse beim sachunterrichtlichen Fähigkeits selbstkonzept sowie bei bereichsspezifischen und themenspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen deuten in der vorliegenden Untersuchung also darauf hin, dass handlungsintensive Lernformen mit einer positiven Veränderung von Teilbereichen der Persönlichkeit von Grundschulkindern einhergehen. So lässt sich vermuten, dass dieser Unterrichtsmethode für die Persönlichkeitsentwicklung eine wichtige Bedeutung zukommt.

Für eine Förderung in diesen Dimensionen lässt sich hinsichtlich des wünschenswerten Ausmaßes an Selbststeuerungsmöglichkeiten im Bereich der Lernorganisation weder eine Überlegenheit des stärker selbstgesteuerten noch des stärker instruktiven Treatments ableiten. Eine Möglichkeit zur Erklärung lediglich gradueller Unterschiede zwischen den Gruppen könnte darin liegen, dass sich die Kinder in beiden Unterrichtsformen als kompetent erlebt haben. Für Kinder könnte das Erleben von Kompetenz für eine Förderung der Persönlichkeit bereits hinreichend sein. Eine weitere Möglichkeit könnte darin liegen, dass sich beide Gruppen trotz unterschiedlicher Ausmaße an Selbststeuerungsmöglichkeiten während des Treatments gleichermaßen internal reguliert erlebt haben.

Die während des Unterrichts empfundene Motivation wurde im Nachtest über eine modifizierte Fassung des Self-Regulation-Questionnaires (vgl. Hartinger 1997) erhoben. Hintergrund war die Überlegung, dass das Empfinden von Autonomie Voraussetzung für Motivation sei. Erwartungswidrig schätzten sich beide Treatmentgruppen ähnlich intern reguliert ein, obwohl objektiv das Ausmaß an Selbststeuerungsmöglichkeiten variiert wurde. Es scheint widersprüchlich zu sein, wenn hohe Werte eher internaler Regulation parallel mit mittelhohen Werten eher externaler Regulation einher gehen – und wenn dieser Trend in beiden Untersuchungsgruppen ähnlich auftritt. Es ist jedoch auch denkbar, dass extrinsische und intrinsische Motivation nicht zwei Pole eines Kontinuums darstellen, sondern auch gleichzeitig empfunden werden können. So ist es beispielsweise vorstellbar, dass ein Kind zum einen aus Spaß an der Sache mitarbeitet (intrinsisch) und es ihm gleichzeitig wichtig ist, dass die Lehrkraft, die es sehr schätzt, nicht mit ihm schimpft; der letztgenannte Aspekt wird üblicherweise als extrinsischer Grund betrachtet. Darüber hinaus ist es plausibel, dass die Kinder in beiden Gruppen bereits aufgrund des Tätigseins im Unterricht motiviert waren. In beiden Gruppen wurden Probleme bearbeitet und es wurde intensiv gehandelt, einerseits direkt instruktiv und andererseits mit mehr Selbststeuerung. Schließlich fand in der Vergleichsgruppe kein reiner „Paper-and-Pencil-Unterricht“ statt. In einer

qualitativen Befragung im Anschluss an den Unterricht¹² wurde von den Kindern gerade das Tätigsein als wichtig eingeschätzt. Neben den Tätigkeiten scheinen die gewählten Kontexte motivierend zu sein. Den Kindern haben diese Themen „Spaß gemacht“. Insgesamt zeichnet sich jedoch ab, dass gerade das Thema „Der elektrische Strom“ im Vergleich zu den beiden anderen Themen „Holz und Holzwerkzeuge“ und „Maschinen erleichtern die Arbeit“ für beide Gruppen im Kontext einer Persönlichkeitsförderung durch handlungsintensive Lernformen besonders geeignet zu sein scheint.

In der Untersuchung ergab sich erwartungsgemäß, dass die Förderung des Interesses an Themen des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts in einem stärker selbstbestimmten Sachunterricht besser gelingt als in einem stärker instruktiven Unterricht. Dieses Ergebnis unterstreicht die Potenz eines handlungsbezogenen und autonomiestützenden Unterrichts für die Interessensförderung und deckt sich mit vorliegenden Befunden (vgl. Hartinger 1997, 2002, Mammes 2001).

Bezüglich des Wissenserwerbs wurde der Erwerb von Faktenwissen durch handlungsintensive Lernformen erhoben. Erwartungswidrig war kein Treatment überlegen: In beiden Gruppen ergab sich ein signifikanter Lernzuwachs. Ältere Studien weisen zwar auf eine vermeintliche Überlegenheit direkt instruktiver Lernformen für den Wissenserwerb in komplexen Inhaltsbereichen hin. Allerdings gibt es noch zu wenig präzise Hinweise darüber, welche Form von Instruktion für welche Kinder bei welchen Unterrichtsstoffen genau förderlich ist.

Unter der Perspektive einer simultanen Verfolgung persönlichkeitsbezogener, kognitiver, motivationaler und interessenbezogener Ziele erwies sich der stärker selbstgesteuerte Sachunterricht nur für die Förderung des Interesses überlegen. In den persönlichkeitsbezogenen, motivationalen und kognitiven Zielen bildete sich zwar keine Überlegenheit eines Treatments ab. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung deuten insgesamt aber darauf hin, dass eine simultane Erreichung persönlichkeitsbezogener und weiterer Zielbereiche in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht möglich ist. Möglicherweise ist dabei weniger der gewählte Grad der Selbststeuerung, sondern eine individuell variierende, angemessene Balance zwischen Selbst- und Fremdsteuerung wichtig.

¹² Der erlebte Unterricht wurde im Anschluss an das Treatment von den Kindern bewertet. Anhand zweier offener Fragen reflektierten sie schriftlich die Qualität des Unterrichts und schätzten seine Wirkung zur Förderung der Selbstwirksamkeitserwartungen in den drei Themenfeldern „Holz und Holzwerkzeuge“, „Der elektrische Strom“ und „Maschinen erleichtern die Arbeit“ ein.

Hinweise für die Notwendigkeit einer variierenden Kombination stärker instruktiver und stärker selbstgesteuerter Lernformen lassen sich aus den ebenfalls erhobenen, schriftlichen Schüleräußerungen ableiten. Für eine Förderung der Selbstwirksamkeitserwartungen von Grundschulkindern scheint nicht entweder ein stärker selbstgesteuerter *oder* ein stärker instruktiver Sachunterricht wünschenswert zu sein. Ebenso scheinen durch die simple Kombination zweier kontrastiver Lehr-Lernmethoden nicht alle Kinder aus ihrer Sicht angemessen gefördert zu werden. In der Nachbefragung zeichneten sich verschiedene Gruppen von Kindern ab, die sich hinsichtlich des gewünschten Ausmaßes an Selbststeuerungsmöglichkeiten bei der Lernorganisation unterschieden: Für einige Kinder der (stärker instruktiven) Vergleichsgruppe war gerade die Reduktion der Selbststeuerungsmöglichkeiten während des Problemlöseprozesses förderlich; vielleicht benötigen diese Kinder eine instruktionale Unterstützung der Lehrkraft, um sich kompetent erleben zu können. Andere Kinder der Vergleichsgruppe wünschten sich mehr Freiräume. In der (stärker selbstgesteuerten) Experimentalgruppe gab es Kinder, die mit dem dort angebotenen Ausmaß an Selbststeuerungsmöglichkeiten zufrieden waren und andere, die sich noch mehr Selbststeuerung wünschten. Diese Schüleräußerungen deuten darauf hin, dass Kompetenzerfahrungen vermutlich auch durch „dosierte Fremdanforderungen“ vermittelt werden (vgl. Sacher 2001, S. 223). Auch beim Modelllernen können sich die Kinder als Verursacher einer Wirkung erleben, insbesondere in einem noch unbekanntem Lernfeld. Auf der anderen Seite ist nicht für alle Kinder das gleichschrittige Lernen geeignet, um Lernerfolg auf die eigene Anstrengung und Fähigkeit zurückbeziehen zu können. Ein erhebliches Ausmaß an Individualisierung scheint für das Erleben von Kompetenz erforderlich zu sein (vgl. Einsiedler 2000). Die Frage nach dem wünschenswerten Ausmaß an Selbststeuerung scheint sich weniger auf der Makroebene des Unterrichts, als vielmehr auf der Mikroebene eines jeden Schülers beantworten zu lassen.

Die Befunde der vorliegenden Untersuchung lassen vermuten, dass handlungsintensiver Sachunterricht mit einem breiten Spektrum an Handlungsformen und einem angemessenen, individuellen Maß an Selbststeuerung im Bereich der Lernorganisation geeignet ist, die Persönlichkeit der Kinder zu fördern – aber auch die Motivation, das Interesse und den Wissenserwerb. Und so bleibt der Anspruch an den Sachunterricht:

Die Kinder stärken und die Sachen klären.

Literatur

- Baldering, D. (1993): Selbstkonzepte im Grundschulalter. Ein Vergleich zwischen psychisch auffälligen Kindern und Kindern der Normalpopulation. Frankfurt a.M. u.a.
- Bortz, J. & N. Döring (1995²): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin u.a.
- Conrads, H. (Hrsg.) (1992): Mädchen in Naturwissenschaften und Technik (MINT). Grundlagen und Ergebnisse. Frankfurt a.M.
- Einsiedler, W. (2000): Bildung grundlegen und Leisten lernen in der Grundschule. In: J. Kahlert, E. Inckemann & A. Speck-Hamdan (Hrsg.): Grundschule: Sich Lernen leisten. Theorie und Praxis. Neuwied: Kriftel, S. 37-49.
- Faber, G. (1992): Bereichsspezifische Beziehungen zwischen leistungsthematischen Schüler-selbstkonzepten und Schulleistungen. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie. Band XXIV, 1, S. 66-82.
- Giaconia, R. M. & L. V. Hedges (1982): Identifying Features of Effective Open Education. In: Review of Educational Research, 52/ 4, pp. 579-602.
- Gruchn, S. (1995): Vereinbarkeit kognitiver und nichtkognitiver Ziele im Unterricht. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41/ 4, S. 531-553.
- Hannover, B. & S. Bettge (1992): Mädchen und Technik. Göttingen u.a.
- Hartinger, A. (1997): Interessenförderung. Eine Studie zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 2. Bad Heilbrunn.
- Hartinger, A. (2002): Selbstbestimmungsempfinden in offenen Lernsituationen. Eine Pilotstudie zum Sachunterricht. In: K Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 2. Bad Heilbrunn, S. 174-184.
- Haußer, K. (1995): Identitätspsychologie. Berlin u.a.
- Helmke, A. (1991): Entwicklung des Fähigkeitsselbstbildes vom Kindergarten bis zur dritten Klasse. In: R. Pekrun & H. Fend (Hrsg.): Schule und Persönlichkeitsentwicklung. Stuttgart, S. 83-99.
- Helmke, A. (1992): Selbstvertrauen und schulische Leistungen. Göttingen u.a.
- Helmke, A. (1997): Entwicklung lern- und leistungsbezogener Motive und Einstellungen. Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt. In: F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.): Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim, S. 59-76.
- Helmke, A. & F.-W. Schrader (1990): Zur Kompatibilität kognitiver, affektiver und motivationaler Zielkriterien des Schulunterrichts – clusteranalytische Studien. In: M. Knopf & W. Schneider (Hrsg.): Entwicklung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Franz Emmanuel Weinert. Göttingen, S. 180-200.
- Hoffmann, L.; P. Häußler & S. Peters-Haft (1997): An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht. Kiel.
- Köhnlein, W. (1991²): Grundlegende Bildung und Curriculum des Sachunterrichts. In: W. Wittenbruch & P. Sorger (Hrsg.): Allgemeinbildung und Grundschule. Münster, S. 107-125.
- Kotthoff, L. (1996): Selbstkonzeptentwicklung und Bedeutung des Selbstwertgefühls. In: T. Bartmann & H. Ulonska (Hrsg.): Kinder in der Grundschule. Anthropologische Grundlagenforschung. Bad Heilbrunn, S. 75-103.
- Kraft, S. (1999): Selbstgesteuertes Lernen. Problembereiche in Theorie und Praxis. In: Zeitschrift für Pädagogik, 45/ 6, S. 833-845.

- Lewalter, D.; A. Krapp, I. Schreyer & K.-P. Wild (1998): Die Bedeutsamkeit des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. In: K. Beck & R. Dubs (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung. Kognitive, motivationale und moralische Dimensionen kaufmännischer Qualifizierungsprozesse. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Beiheft 14. Stuttgart, S. 143-168.
- Mammes, I. (2001): Förderung des Interesses an Technik durch technischen Sachunterricht. Eine Untersuchung zum Einfluss technischen Sachunterrichts auf die Verringerung von Geschlechterdifferenzen im technischen Interesse. Frankfurt a.M. u.a.
- Martschinke, S. (2001): Identitätsentwicklung und Selbstkonzept. In: W. Einsiedler, M. Götz, H. Hacker, J. Kahlert, R. W. Keck & U. Sandfuchs (Hrsg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Bad Heilbrunn, S. 229-233.
- Möller, K. (1991): Handeln, Denken und Verstehen. Untersuchungen zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht in der Grundschule. Essen.
- Möller, K. (1994): Technische Bildung im Sachunterricht. In: L. Duncker & W. Popp (Hrsg.): Kind und Sache. Weinheim, S. 225-242.
- Möller, K. (1997): „Geht dir ein Licht auf?“ In: Die Grundschulzeitschrift, 11/ 108, S. 12-16.
- Möller, K. & C. Tenberge (1997): Handlungsintensives Lernen und Aufbau von Selbstvertrauen im Sachunterricht. In: B. Marquardt-Mau, W. Köhnlein & R. Lauterbach (Hrsg.): Forschung zum Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 7. Bad Heilbrunn, S. 134-153.
- Preiser, S. (1998): Kontrollüberzeugungen. In: D. H. Rost (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Weinheim, S. 263-267.
- Rost, J. (2002): Qualitative und quantitative Methoden in der fachdidaktischen Forschung. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 5. Bad Heilbrunn, S. 71-90.
- Sacher, W. (2001): Leistung und Leistungserziehung. In: W. Einsiedler, M. Götz, H. Hacker, J. Kahlert, R. W. Keck & U. Sandfuchs (Hrsg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Bad Heilbrunn, S. 218-229.
- Satow, L. (2000): Klassenklima und Selbstwirksamkeitsentwicklung. Eine Längsschnittstudie in der Sekundarstufe I. <http://www.diss.fu-berlin.de/2000/9/index.html>, Ausdruck vom 10.10.2001.
- Schrader F.-W.; A. Helmke & H. Dotzler (1997): Zielkonflikte in der Grundschule. Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt. In: F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.): Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim, S. 299-316.
- Tenberge, C. (2002): Persönlichkeitsentwicklung und Sachunterricht. Eine empirische Untersuchung zur Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule. Inaugural-Dissertation. Münster.
- Weinert, F. E. (1982): Selbstgesteuertes Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts. In: Unterrichtswissenschaft, 10/ 7, S. 99-110.
- Weinert, F. E. & A. Helmke (1996): Der gute Lehrer: Person, Funktion oder Fiktion? In: Zeitschrift für Pädagogik, 34 (Beiheft), S. 223-243.
- Weinert, F. E. & A. Helmke (Hrsg.) (1997): Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim.
- Wild, E.; M. Hofer & R. Pekrun (2001): Psychologie des Lerners. In: A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Weinheim, S. 207-270.

Zur Förderung des Problemlöseverhaltens im technikbezogenen Sachunterricht

Auch wenn die Förderung des Problemlösens seit den 70er Jahren zu den Zielen des Sachunterrichts gehört, existieren diesbezüglich kaum empirische Untersuchungen. Ein besonderes Defizit liegt hier im Bereich des technischen Lernens.

Mit diesem Beitrag wird eine empirische Untersuchung vorgestellt, die der Fragestellung nachgeht, inwiefern das Ausmaß an Selbststeuerung im Unterricht die Förderung des Problemlösens beeinflusst. Dabei wird ein Unterricht, in dem die SchülerInnen die Möglichkeit für individuelle Lernwege haben, einem Unterricht gegenübergestellt, in dem die SchülerInnen durch eine Lehrperson stärker gelenkt werden.

1. Theoretische Grundlagen und Fragestellung

1.1 Förderung des Problemlösens im Sachunterricht

Es liegt auf der Hand, dass die Förderung des Problemlösens besonders einem *problemorientierten* Sachunterricht zugeschrieben wird. Dabei können zwei Ansätze besonders herausgestellt werden. Aus grundschulpädagogischen Überlegungen heraus hat Einsiedler (1985, 1994) einen Ansatz für beide Lernbereiche des Sachunterrichts entwickelt. Für den naturwissenschaftlich-technischen Lernbereich liegt zudem ein Ansatz von Soostmeyer (1978, 1992) vor. In beiden Ansätzen wird die Förderung des Problemlösens auf zwei Ebenen betrachtet: auf einer kognitiven und einer emotional-motivationalen Ebene.

Nach Einsiedler (1985) können zwei Zielbereiche für einen problemorientierten Sachunterricht formuliert werden: Erstens „... die grundlegende Fähigkeit zur methodischen Bewältigung von Sachproblemen ...“ (Einsiedler 1985, S. 126), die er als ‚Problemlösefähigkeit‘ bezeichnet und die zwei Teilfähigkeiten umfasst: die flexible statt mechanische Auseinandersetzung mit Problemen sowie der Erwerb von routinemäßig einsetzbaren Strategien. Der

zweite Zielbereich bezieht sich auf die „... motivationale Komponente dieser Zielsetzung ...“ (S. 126), die er als ‚Problemlösehaltung‘ bezeichnet. Dies umfasst die Bereitschaft, „... sich auf Probleme in der sozialen, natürlichen und Sachumwelt überhaupt einzulassen ...“ (S. 140).

Eine vergleichbare Einteilung nimmt Soostmeyer (1978) vor. Danach liegen die Ziele eines problemorientierten Sachunterrichts auf der Ebene der „Sicherung des Erwerbs grundlegenden Wissens und elementarer Verfahren“ (Soostmeyer 1992, S. 250) sowie auf der Ebene der „Erziehung zu Sachlichkeit und Mitmenschlichkeit“ (S. 248). Letztere zielt darauf, dass „... die Bereitschaft zur konstruktiven Sachauseinandersetzung, intrinsische Lernmotive und positive Einstellungen naturwissenschaftlichen und technischen Problemen gegenüber *mitgelernt* werden.“ (Soostmeyer 1978, S. 160)

Fragen oder Probleme der Kinder bilden in beiden Ansätzen den Ausgangspunkt von Unterricht. Darüber hinaus zeichnet sich problemorientiertes Lernen bei Einsiedler und Soostmeyer dadurch aus, dass auch dem Problemlöseprozess im Unterricht eine Bedeutung zugeschrieben wird. Dabei sollte den SchülerInnen die Möglichkeit zu einer selbstständigen und handelnden Auseinandersetzung durch geeignetes Material gegeben werden.

Während Soostmeyer aus einer naturwissenschaftlich-technischen Perspektive heraus besonders Verfahren des Experimentierens analysiert, wird dieses bei Einsiedler (1985) um Verfahren für den gesellschaftswissenschaftlichen Lernbereich des Sachunterrichts ergänzt, wie z.B. um „...die Fähigkeit, Befragungen durchzuführen und auszuwerten [...], aus Texten und anderen Quellen Informationen zu entnehmen und zu strukturieren, einfache Karten, Tabellen, Graphiken zu verstehen usw.“ (Einsiedler 1985, S. 139)

Beide Autoren heben die Bedeutung von Hilfen durch die Lehrperson hervor. Einsiedler hält besonders problemorientierte Lernhilfen für geeignet, da sie prozessorientierte Hinweise geben. Als mögliche Beispiele führt er Duncers Fragen zur Ziel- und Mittelanalyse auf (z.B. ‚was will ich eigentlich?’).

Aus der Analyse von Problemlöseprozessen heraus empfiehlt Soostmeyer (1978) verschiedene problem- und ergebnisorientierte Lernhilfen. Als problemorientierte Lernhilfen können nach Soostmeyer Fragen charakterisiert werden, die auf der Phase der Versuchsplanung im Algorithmus des Experimentierens basieren, wie z.B. Fragen nach dem Ergebnis des Versuchs (‚Was will ich mit dem Versuch erreichen?’) oder nach den Materialien (‚Was brauche ich für den Versuch?’). Er konnte in seinen Analysen aber auch zeigen, wo die Grenzen problemorientierter Lernhilfen liegen. Besonders dann, wenn SchülerInnen die Kreativität für neue Antizipationen fehlt bzw. „...keine Steigerung der ‚Einfallflüssigkeit‘ ...“ (Soostmeyer 1978, S. 233) erreicht

werden kann, sei der Einsatz von ergebnisorientierten Lernhilfen erforderlich, um Langeweile oder Entmutigung zu vermeiden.

Die hier nur kurz skizzierten Merkmale zeigen, dass beide Ansätze zwischen den Polen eines lehrergelenkten Unterrichts und eines Unterrichts, in dem die SchülerInnen „...sich völlig selbst überlassen sind“ (Einsiedler 1985, S. 142) zu verorten sind.

Neben den Ansätzen, die sich explizit als problemorientiert bezeichnen, finden sich auch Hinweise zu einer Förderung des Problemlösens in anderen sachunterrichtsdidaktischen Prinzipien wie beispielsweise in Ansätzen zum entdeckenden sowie handlungs- und erfahrungsbezogenen Lernen.

Insbesondere Ansätze zum entdeckenden Lernen zielen auf eine Förderung des Problemlösens. Die Konkretisierung dieser Ansätze im Sachunterricht erfolgte überwiegend für den naturwissenschaftlich-technischen Lernbereich. Wie beim problemlösenden Lernen wird dabei häufig das Ziel verfolgt, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen und Methoden, die sich am Modell des Experimentierens orientieren, zu vermitteln (vgl. Soostmeyer 1978, Kaiser 1979).

Auch in Ansätzen zum erfahrungs- und handlungsbezogenen Lernen ist die Förderung des Problemlösens implizit enthalten, da auf Theorien zurückgegriffen wird, in denen das Lösen von Problemen eine zentrale Rolle spielt (vgl. Schreier 1992).

Das Lösen von Problemen erhält auch in einem technikbezogenen Sachunterricht einen zentralen Stellenwert. Dies erfolgt unabhängig davon, ob die einzelnen Ansätze eher eine Perspektive der Technikdidaktik einnehmen (z.B. Wiesenfarth 1993) oder aber sich aus sachunterrichtsdidaktischen Zielen ableiten (z.B. Möller 1999, Zolg 1997).

1.2 Ergebnisse der empirischen Unterrichts- und Lehr-Lern-Forschung

Da in der Sachunterrichtsdidaktik kaum Untersuchungen zur Förderung des Problemlösens durchgeführt wurden, sollen empirische Ergebnisse der allgemeinen Unterrichtsforschung sowie der Lehr-Lern-Forschung herangezogen werden. Dabei sind insbesondere zwei Fragen von Interesse: Erstens: Was kann gefördert werden? Und zweitens: Wie soll die Förderung erfolgen?

Was kann gefördert werden?

Die Frage danach, was gefördert werden kann, um die Problemlösefähigkeit von Personen zu verbessern, d.h., die Frage nach dem Gegenstand der Förderung, wurde im Laufe der letzten Jahrzehnte unterschiedlich beantwortet.

Aus den 60er- und 70er-Jahren liegen Ansätze vor, die auf die Förderung von allgemeinen Problemlösefertigkeiten zielen. Diese Förderansätze basieren auf der Annahme, dass das Training auf den Erwerb weniger, allgemeiner Strategien und Verfahren begrenzt werden kann, die dann in unterschiedlichen Problemsituationen einsetzbar sind. Dem Transfer von Problemlösestrategien und -verfahren kommt damit ein zentraler Stellenwert zu. Als Beispiel für derartige Förderansätze kann das Fragetraining von Suchman (1973) aufgeführt werden, in dessen Mittelpunkt das Problemlösen mittels Fragen steht.

Trotz des Nachweises von erfolgreichen Ansätzen zur Förderung allgemeiner Strategien wurde zunehmend dieser Ansatz für die Förderung des Problemlösens hinterfragt. Als besonders problematisch erwies sich, dass Transferleistungen von allgemeinen Problemlösestrategien auf andere Bereiche häufig ausblieben (vgl. Friedrich 1995). Aktuelle Ansätze legen daher ihren Schwerpunkt nicht mehr auf die Förderung allgemeiner Problemlösefertigkeiten, sondern auf die Förderung bereichsspezifischer Fertigkeiten und Strategien sowie auf den Aufbau von Wissensstrukturen.

So hebt Klauer (1992) beispielsweise die Bedeutung von bereichsspezifischen Strategien hervor. Aus der Strategieforschung werden wiederum grundsätzliche Bedenken geäußert. So konnten in verschiedenen Studien lernhemmende Effekte beobachtet werden. Derartige Effekte wurden insbesondere bei den Versuchspersonen beobachtet, die bereits vor der Intervention über geeignete bzw. zum Ziel führende Strategien verfügten (vgl. z.B. Krapp 1993, S. 304f).

Andere Ansätze sehen in dem Aufbau von Wissensstrukturen und einem damit verbundenen Erwerb von Expertise eine Möglichkeit, das Problemlöseverhalten von SchülerInnen zu fördern (vgl. z.B. Plötzner & Spada 1998, S. 98). Aus grundschulpädagogischer Perspektive sind diese Ansätze dahingehend zu hinterfragen, ob weniger das Expertentum in spezifischen Inhaltsbereichen als vielmehr die Vermittlung einer grundlegenden Bildung im Vordergrund schulischen Lernens stehen sollte.

Wie soll die Förderung erfolgen?

Vor dem Hintergrund pädagogischer Überlegungen stellt sich nicht nur die Frage danach, was vermittelt werden soll, sondern auch, wie die Förderung des Problemlösens erfolgen soll. In verschiedenen Studien der Lehr-Lernforschung wurde deutlich, dass Lernprozesse zwar einerseits auf Selbststeuerungsprozessen der SchülerInnen basieren, andererseits aber auch unterstützenden Maßnahmen der Lehrperson eine wichtige Rolle beigemessen werden

muss. Bereits in den 70er-Jahren konnte Einsiedler (1976) mit einer eigenen Studie zeigen, dass die Methode ohne Lernhilfe – die ‚entdeckenlassende‘ Methode – weniger wirkungsvoll hinsichtlich der Transferleistung war als Methoden, die auf einem System an Lernhilfen beruhten. Eine Studie von Bartmann (1988) im zweiten bis vierten Schuljahr unterstützt dieses Ergebnis. Auch er kommt zu dem Schluss, dass sich das Problemlöseverhalten der SchülerInnen unter der Bedingung der strukturellen Hilfeleistung signifikant stärker verbessert hat im Vergleich zu der Bedingung ‚Selberfindenlassen‘.

Neben dem Einsatz von gezielten Lehr- und Lernhilfen lassen andere Studien vermuten, dass auch im Rahmen von Klassendiskussionen eine Förderung des Problemlösens erfolgen kann. Dabei übernimmt die Lehrperson eine Modellfunktion, indem sie sich aktiv an den Problemlöseprozessen beteiligt oder diese demonstriert. Das gemeinsame Entwickeln und Reflektieren möglicher Problemlösungen steht dabei im Vordergrund (z.B. Lampert 1990).

Aktuelle Ansätze zum situierten Lernen heben besonders die Bedeutung des selbstgesteuerten Lernens hervor. Sie basieren auf konstruktivistischen Annahmen zum Lehren und Lernen und plädieren für eine problemorientierte Unterrichtsgestaltung (vgl. Gerstenmaier & Mandl 1995). Dabei wird aber auch auf die Gefahr der Überforderung durch ein zu großes Ausmaß an Selbststeuerung hingewiesen. Verschiedene Studien aus der Instruktionspsychologie zeigen, „... dass ziellos explorierende oder sich verirrende Lernende in solchen Lernumgebungen keine Seltenheit sind.“ (Stark, Gruber & Mandl 1998, S. 207)

Untersuchungsergebnisse aus der Unterrichtsqualitätsforschung weisen darauf hin, dass selbstgesteuerte Lernformen tendenziell zu positiven Effekten im Bereich der Persönlichkeitsvariablen führen, aber Schwächen im Bereich der Kulturtechniken aufweisen. Studien zur multikriterialen Zielerreichung zeigen, dass in sogenannten ‚Positiv-Klassen‘, d.h., Klassen, in denen eine multikriteriale Zielerreichung erreicht wurde, auch Unterrichtsmerkmale der sogenannten direkten Instruktion und der lehrergelenkten effektiven Zeitnutzung zu beobachten waren (vgl. z.B. Einsiedler 1997).

Zusammenfassend sind für eine Förderung des Problemlösens im Sachunterricht besonders zwei Gedanken zu berücksichtigen: Erstens sollte eine Förderung bereichsspezifisch erfolgen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde hierfür der Bereich des technikbezogenen Sachunterrichts gewählt. Zweitens gilt es unterstützende Maßnahmen der Lehrperson in Formen der Selbststeuerung zu integrieren. Dieses Spannungsfeld wird für die Fragestellung der empirischen Untersuchung aufgegriffen. Die Fragestellung lautet: *Welchen Einfluss hat das Ausmaß an Selbststeuerung beim Problemlösen auf*

die Förderung des Problemlöseverhaltens in einem technikbezogenen Sachunterricht?

Da eine alleinige Förderung des Problemlösens unter Umständen zu negativen Effekten im Bereich von weiteren Unterrichtszielen führt, soll eine multikriteriale Zielerreichung berücksichtigt werden. Folgender Fragestellung wird diesbezüglich nachgegangen: *Welchen Einfluss hat das Ausmaß an Selbststeuerung beim Problemlösen auf eine multikriteriale Zielerreichung?*

2. Methodische Anlage der Untersuchung

2.1 Hypothesen

Konstruktivistische Ansätze zum Lehren und Lernen weisen auf die grundlegende Bedeutung selbstgesteuerter Lern- und Problemlöseprozesse für den Wissenserwerb hin. Obwohl besonders in der Grundschule auf unterstützende Maßnahmen durch die Lehrperson nicht verzichtet werden kann, wird erwartet, dass *in einem problemlösend aufgebauten technikbezogenen Sachunterricht die Gruppe mit mehr Selbststeuerung der Gruppe mit weniger Selbststeuerung in der Nacherhebung in Bezug auf die Anwendung des erworbenen Wissens beim Lösen vergleichbarer, bereichsspezifischer Probleme überlegen ist.*

Verschiedene Einzelstudien sowie Meta-Analysen haben gezeigt, dass selbstgesteuerte Lernformen beispielsweise zu einer Förderung des Interesses und des Selbstkonzepts führen können. An diese Ergebnisse anknüpfend wird erwartet, dass *die SchülerInnen, die mit einem größeren Ausmaß an Selbststeuerung beim Problemlösen unterrichtet werden, den SchülerInnen, die mit einem niedrigeren Ausmaß an Selbststeuerung unterrichtet werden, in Bezug auf das Interesse, die Selbstwirksamkeitserwartung und die motivationale Orientierung in der Nacherhebung überlegen sind.*

Keine eindeutigen Ergebnisse liegen in Bezug auf den Erwerb von Faktenwissen vor. Einerseits scheinen besonders lenkende und strukturierende Unterrichtsformen den Erwerb von Faktenwissen zu unterstützen. Andererseits haben verschiedene Einzelstudien keine signifikanten Unterschiede zwischen eher offenen und eher geschlossenen Unterrichtsformen gefunden. Im Rahmen dieser Studie wird erwartet, dass *bezüglich des Faktenwissens keine Unterschiede zwischen den Treatmentgruppen in der Nacherhebung auftreten.*

2.2 Untersuchungsaufbau

Die Studie war als Vergleichsstudie mit Vor- und Nacherhebung angelegt. Als Stichprobe dienten zwei Schulklassen mit je 25 SchülerInnen des dritten Schuljahres aus dem Stadtgebiet von Münster. Im Rahmen einer Unterrichtsreihe zum technischen Lernen wurde das Maß an Selbststeuerung beim Problemlösen in den beiden Schulklassen variiert. Die SchülerInnen der einen Gruppe erhielten die Möglichkeit für individuelle Lern- und Problemlösewege. In der zweiten Gruppe wurde der Lernweg stärker durch die Lehrkraft gelenkt. In der Vor- und Nacherhebung wurde jeweils das Problemlöseverhalten der SchülerInnen mit Videoaufzeichnungen dokumentiert. Vor dem Hintergrund einer multikriterialen Zielerreichung wurde zudem das Faktenwissen, das Interesse sowie die bereichsspezifische Selbstwirksamkeitserwartung der SchülerInnen erfasst. Die Untersuchung lief insgesamt über einen Zeitraum von fünf Monaten im zweiten Schulhalbjahr 1998/99. Für den Unterricht wurden zwei Lehrerinnen eingesetzt – eine führte den Unterricht in der Experimentalgruppe, die andere in der Vergleichsgruppe durch.

2.3 Treatment

Für das Treatment wurde eine Unterrichtsreihe zum Thema ‚Maschinen erleichtern die Arbeit‘ entwickelt und in zwölf Doppelstunden durchgeführt. Dabei sollten die SchülerInnen verschiedene Maschinen bauen, die jeweils zu Beginn der Stunde mit verdecktem Getriebe (Blackbox-Modell) vorgestellt wurden. Hierfür wurden insgesamt neun Maschinen ausgewählt, zu denen viele Kinder bereits Umgangswissen besitzen wie beispielsweise eine Brotschneidemaschine und der Fahrradtrieb.

Die Artikulation des Stundenverlaufs war in beiden Gruppen weitgehend gleich (vgl. Tabelle 1). So verliefen die Unterrichtsstunden in den Unterrichtsphasen Einstieg, Problemstellung und Vertiefung identisch. Auch in Bezug auf die Anzahl der Unterrichtsstunden unterschieden sich die Gruppen nicht.

Der wesentliche Unterschied zwischen den Gruppen erfolgte in der Problemlösungsphase. Hier konnten die SchülerInnen der Experimentalgruppe weitgehend selbstgesteuert arbeiten, während das Vorgehen in der Vergleichsgruppe stärker fremdgesteuert war (vgl. Tabelle 1). Bedingt durch die unterschiedliche Problemlösungsphase unterschieden sich die Gruppen auch in der Reflexionsphase. Ergänzend zum Vorstellen der Problemlösungen wurde in der Experimentalgruppe auch die Lösungsfindung thematisiert.

	Experimentalgruppe	Vergleichsgruppe
Einstieg	Eigentätigkeit durch Sch.; Maschine mit verdeckten Übertragungselementen (Blackbox-Modell)	
Problemstellung	Problemstellung am Blackbox-Modell Bau eines funktionsfähigen Modells	
Problemlösung	Individuelles Problemlösen und Bauen Hilfestationen	Bauen der Trägerelemente (nach Anleitung) Sammeln von Lösungsideen (Skizzen an der Tafel) Bauen der Ideen
Reflexion	Vorstellen der Lösungen und Lösungsfindung	Vorstellen der Lösungen
[Vertiefung]	div. Formen	

Tab. 1: Unterrichtsverlauf in Experimental- und Vergleichsgruppe

2.4 Erhebungsmethoden und -instrumente

Zur Operationalisierung der abhängigen Variablen wurde für die zentrale Variable ‚Aspekte des Problemlöseverhaltens‘ vor und nach dem Treatment eine teilnehmende Beobachtung durchgeführt. Dabei wurde per Video von jedem Schüler einzeln das Problemlöseverhalten aufgezeichnet. Das zu lösende Problem wurde den SchülerInnen anhand eines Modells aus Fischertechnik, bei dem die Übertragungselemente verdeckt waren, veranschaulicht (Blackbox-Modell).¹ Die SchülerInnen sollten anschließend ein funktionierendes Modell der Maschine nachbauen.

Die teilnehmende Beobachtung war so angelegt, dass die Versuchsleiterin in den ersten 20 Minuten möglichst keine Hilfen gab. Diese Zeit bildete die Grundlage für die Auswertung des Problemlöseverhaltens. Im Anschluss sollte jedes Kind mit einem abgestuften Hilfesystem die Lösung erreichen. Insgesamt dauerte jede Problemlösesitzung nicht länger als 45 Minuten.

Für eine ergebnisorientierte Auswertung wurde in Anlehnung an Baumert (1996) und Möller (1990) ein gestuftes System für das Niveau der angebauten Problemlösung entwickelt. Die SchülerInnen konnten hier 0 bis 3 Punkte erhalten.

Im Rahmen einer prozessorientierten Auswertung wurde zunächst inhaltsanalytisch ein Kategoriensystem entwickelt. Dies wurde sowohl deduktiv aus

¹ In der Vorerhebung sollten die SchülerInnen eine wasserradgetriebene Bohrmaschine, in der Nacherhebung ein wasserradgetriebenes Hammerwerk bauen.

der Theorie abgeleitet als auch induktiv aus dem Beobachtungsmaterial (weiter-)entwickelt. Ein Überblick über die verschiedenen Kategorien ist Tabelle 2 zu entnehmen. Dieses Kategoriensystem bildete die Grundlage für die Kodierung der Videobänder, die anhand eines Kodierleitfadens erfolgte (vgl. Mayring 1997)².

	Strategisches Verhalten	Sachbezogenes Verhalten
deduktiv	Kreativität/ Flexibilität <ul style="list-style-type: none"> • Neue Lösungsidee (erwünschtes Verhalten) • Variationen anbauen (ansatzweise erwünschtes Verhalten) • Wiederholung (unerwünschtes Verhalten) 	Herstellen einer Verbindung zwischen Antriebs- und Arbeitselement <ul style="list-style-type: none"> • Verbindung wird gebaut (erwünschtes Verhalten) • Verbindung wird angedeutet (ansatzweise erwünschtes Verhalten) • Ohne Verbindung (unerwünschtes Verhalten)
	Durchführung bewertender Probebehandlungen (erwünschtes Verhalten)	
induktiv	Durchführung auf den Endzustand bezogener Probebehandlungen (erwünschtes Verhalten)	Falsche Analogiebildung (unerwünschtes Verhalten)
	Selbstständiger Einsatz von Hilfsmitteln (erwünschtes Verhalten)	

Tab. 2: Inhaltsanalytisch entwickeltes Kategoriensystem

Darüber hinaus wurden verschiedene Fragebögen in der Vor- und Nacherhebung eingesetzt. Vor dem Unterricht wurden mit einem selbst entwickelten Fragebogen die Vorerfahrungen der SchülerInnen im Bereich Technik erhoben. Der Fragebogen zum Faktenwissen über Rädergetriebe bestand aus zwei Teilen und wurde in der Vor- und Nacherhebung eingesetzt. Im ersten Teil wurde das Faktenwissen über die Anzahl korrekter Antworten von Wissensfragen erfasst. Dieser Teil war selbst entwickelt. Im zweiten Teil des Fragebogens wurde das Faktenwissen über die ikonische Darstellung eines Rädergetriebes erhoben. Hierfür wurde auf eine von Baumert (1996) im Rahmen der CROSSTEL-Studie eingesetzte Vorlage eines sog. ‚mystery-box‘ Problems zurückgegriffen. Dabei ist ein Zahnradgetriebe zeichnerisch darzu-

² Um eine möglichst objektive Kodierung zu gewährleisten, wurden einzelne Videobänder durch einen Zweitkodierer kodiert: Die Übereinstimmung der Analyseeinheiten lag bei 75%; die Zuordnung der Kategorien bei 74%.

stellen, das „ ... ein langsames Drehen einer außen am Kasten sichtbaren Kurbel in eine schnelle Rotation eines auf der Oberseite des Kastens angebrachten Propellers ...“ (Baumert 1996, S. 194) übersetzt.

Ebenfalls in der Vor- und Nacherhebung wurden in modifizierter Form ein Fragebogen von Tenberge (2002) zur bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung eingesetzt, ein Fragebogen zum Interesse von Baumert (1996) sowie der Fragebogen zur motivationalen Orientierung von Ryan & Connell (1989). Letzterer musste für den Einsatz in der Nacherhebung umformuliert werden, so dass nur Gruppenunterschiede, nicht aber Veränderungen zwischen Vor- und Nacherhebung erfasst werden konnten.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse sollen im Folgenden getrennt für die erhobenen Aspekte des Problemlöseverhaltens sowie für die Fragebögen dargestellt werden. Die Ergebnisse der Vorerhebung werden nicht einzeln aufgeführt. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass die Gruppen in der Vorerhebung vergleichbar waren.

3.1 Aspekte des Problemlöseverhaltens

a) Niveau der angebauten Problemlösung

Nur geringe Gruppenunterschiede liegen in der Nacherhebung bei dem Niveau der angebauten Problemlösung vor. In beiden Gruppen liegt der Median bei dem Punktwert 1.00. Unterschiede sind bezüglich des 75. Perzentils zu erkennen, welches in der Experimentalgruppe (EG) mit dem Wert 3.00 über dem der Vergleichsgruppe (VG) mit dem Wert 2.00 liegt. Vergleicht man die Treatmentgruppen statistisch (Mann-Whitney), so ergeben sich keine signifikanten Unterschiede ($U = 224$; $z = -.190$; n.s.).

b) Strategisches und sachbezogenes Problemlöseverhalten

Strategisches Verhalten

In Bezug auf die Kategorie ‚Kreativität/ Flexibilität‘ wurde bei jedem Anbau, den die Versuchspersonen durchführten, kodiert, inwiefern sie eine neue Lösungsidee anbauen, eine bereits angebaute Lösungsidee variierten oder aber eine Lösungsidee anbauen, die sie bereits zuvor angebaut hatten.

Ein Mittelwertvergleich zeigt, dass in der Experimentalgruppe häufiger das erwünschte Verhalten (Anbau einer neuen Lösungsidee) kodiert wurde (EG: $M = 3.14$; $SD = 1.56$; VG: $M = 2.45$; $SD = 1.44$; vgl. dazu Abbildung

1a). Die Differenzen sind signifikant (T-Test; $T_{(2; 43)} = 1.506$; $p < .05$)³. Bei der Kategorie ‚Variation‘, der als ansatzweise erwünscht bewerteten Kategorie, liegen keine offensichtlichen Unterschiede vor (EG: $M = 2.86$; $SD = 2.74$; VG: $M = 2.91$; $SD = 2.41$). Eine statistische Überprüfung bestätigt diesen Eindruck (T-Test; $T_{(2; 43)} = -.066$; n.s.).

Die Mittelwerte der Kategorie ‚Wiederholung‘ deuten darauf hin, dass in der Experimentalgruppe häufiger dieses unerwünschte Verhalten beobachtet wurde (EG: $M = 1.00$; $SD = 2.59$; VG: $M = .77$; $SD = .75$). Ein statistisch signifikanter Unterschied liegt nicht vor (T-Test; $T_{(2; 43)} = .395$; n.s.). Abbildung 1b zeigt jedoch, dass dieser höhere Mittelwert auf eine einzelne Versuchsperson zurückzuführen ist.

Ein nur geringfügig höherer Mittelwert ist bei der Kategorie ‚Bewertende Probehaltung‘ (EG: $M = 5.00$; $SD = 3.74$; VG: $M = 4.27$; $SD = 2.33$) in der Experimentalgruppe zu verzeichnen. Dieser Unterschied erweist sich als nicht signifikant (T-Test; $T_{(2; 43)} = .761$; n.s.). Bei der Kategorie ‚Selbstständiger Einsatz von Hilfsmitteln‘ liegt ein offensichtlicher Unterschied zugunsten der Experimentalgruppe vor (EG: $M = 1.52$; $SD = 1.89$; VG: $M = .86$; $SD = 1.58$; vgl. dazu Abbildung 1c). Eine statistische Überprüfung ergab, dass dieser Unterschied signifikant ist (T-Test; $T_{(2; 43)} = 1.245$; $p < .10$).

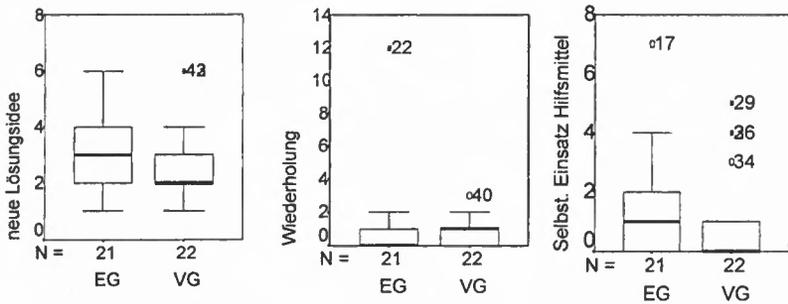


Abb. 1: Strategisches Verhalten: Anbau einer neuen Lösungsidee (a), Wiederholung (b), selbstständiger Einsatz von Hilfsmitteln (c) (Boxplot Nacherhebung)

³ Aufgrund der gerichteten Hypothesen, dass die Versuchspersonen der Experimentalgruppe häufiger das erwünschte Verhalten bzw. seltener das unerwünschte Verhalten zeigen als die der Vergleichsgruppe, wurde bei den Kategorien der prozessorientierten Auswertung eine einseitige Signifikanzprüfung durchgeführt.

Nur geringe Mittelwertunterschiede liegen bei der Kategorie ‚Auf den Endzustand bezogene Probehandlung‘ vor (EG: $M = 2.09$; $SD = 1.89$; VG: $M = 2.27$; $SD = 3.48$). Die Unterschiede erwiesen sich als nicht signifikant (T-Test; $T_{(2, 43)} = -.209$; n.s.).

Sachbezogenes Verhalten

Zur Bewertung des sachbezogenen Verhaltens wurde kodiert, inwiefern die Versuchspersonen eine Verbindung zwischen Antriebs- und Arbeitselement herstellen. Vergleichbare Mittelwerte liegen bei der erwünschten Kategorie ‚Anbau einer Verbindung‘ vor (EG: $M = 2.95$; $SD = 2.11$; VG: $M = 2.91$; $SD = 1.77$; vgl. dazu Abbildung 2a). Es besteht kein signifikanter Gruppenunterschied (T-Test; $T_{(2, 43)} = .073$; n.s.). In Bezug auf die Kategorie ‚Angedeutete Verbindung‘ zeigt sich, dass diese bei den Versuchspersonen der Experimentalgruppe ($M = 1.86$; $SD = 1.68$) seltener kodiert wurde als bei den Versuchspersonen der Vergleichsgruppe ($M = 2.36$; $SD = 2.32$). Die statistische Überprüfung zeigt diesbezüglich jedoch keinen signifikanten Unterschied (T-Test; $T_{(2, 43)} = -.816$; n.s.).

Ein deutlich höherer Mittelwert liegt bei der als unerwünscht bewerteten Kategorie ‚Ohne Verbindung‘ in der Experimentalgruppe vor (EG: $M = 1.52$, $SD = 1.54$; VG: $M = .86$; $SD = .83$). Aufgrund fehlender Voraussetzungen wurde zur statistischen Überprüfung dieses Unterschieds ein voraussetzungs-freies Verfahren eingesetzt (Mann-Whitney). Der Unterschied erweist sich als statistisch nicht signifikant ($U = 184.00$; $z = -1.210$; n.s.).

Im Rahmen der Auswertung des sachbezogenen Verhaltens fiel auf, dass ein als erwünscht bewertetes Verhalten (‚Anbau einer Verbindung‘) aus inhaltlicher Perspektive auch als unerwünscht bewertet werden konnte. Dies

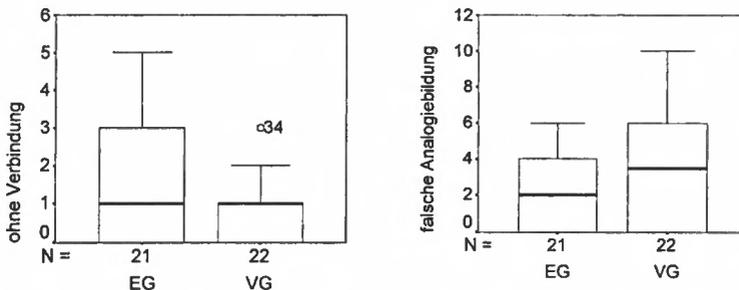


Abb. 2: Sachbezogenes Verhalten: Ohne Verbindung (2a), falsche Analogiebildung (2b) (Boxplot Nacherhebung)

war dann der Fall, wenn aus dem Unterricht bekannte Problemlösungen direkt auf das neue Problem angewendet wurden.

Aus diesem Grund wurde die Kategorie ‚falsche Analogiebildung‘ ergänzend hinzugezogen. Mit einem Mittelwert von $M = 2.33$ ($SD = 2.11$) wurde in der Experimentalgruppe seltener die Kategorie kodiert als in der Vergleichsgruppe ($M = 3.32$; $SD = 2.95$; vgl. Abbildung 2b). Die statistische Überprüfung ergab, dass dieser Unterschied zwischen den Gruppen signifikant ist (T-Test; $T_{(2; 43)} = -1.255$; $p < .10$).

3.2 Fragebögen

Bei allen eingesetzten Fragebögen liegen keine bemerkenswerten Differenzen zwischen den Treatmentgruppen vor. In Bezug auf das *Faktenwissen* ist in beiden Gruppen und in beiden Teilen des Fragebogens ein Mittelwertanstieg zu verzeichnen (vgl. Abbildungen 3 und 4). Bei der Auswertung des ersten Teils des Fragebogens fällt auf, dass in der Vor- und Nacherhebung die Mittelwerte der Vergleichsgruppe über denen der Experimentalgruppe liegen. Ein varianzanalytisches Verfahren ermöglicht, dass bei einer statistischen Überprüfung sowohl der Anstieg der Mittelwerte (Faktor Zeit) als auch die Gruppenunterschiede berücksichtigt werden. Der Mittelwertanstieg erweist sich als statistisch signifikant ($F_{(1; 44)} = 21.958$; $p = .000$), demnach scheinen alle SchülerInnen über mehr Faktenwissen in der Nacherhebung zu verfügen. Ein signifikanter Gruppeneffekt liegt hingegen nicht vor ($F_{(1; 44)} = .878$; n.s.).

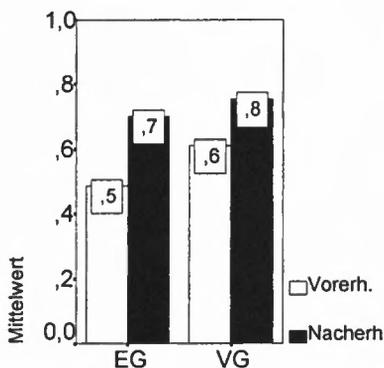


Abb. 3: Faktenwissen (Teil 1) in Vor- und Nacherhebung (Vergleich EG – VG; N = 44)

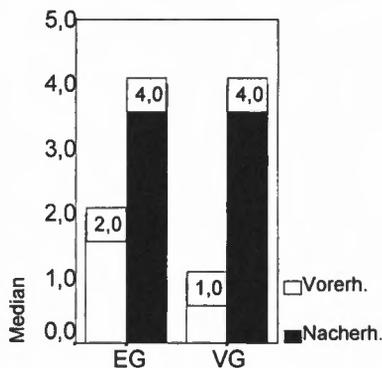


Abb. 4: Faktenwissen (Teil 2) in Vor- und Nacherhebung (Vergleich EG – VG; N = 47)

Auch im zweiten Teil ist in beiden Gruppen ein Anstieg des Medians zu verzeichnen (vgl. Abbildung 4). Die Versuchspersonen haben demnach in der Nacherhebung häufiger höhere Punktwerte erhalten als in der Vorerhebung. Inwiefern dieser Anstieg zufallsbedingt ist, wurde aufgrund des ordinalen Datenniveaus über ein nichtparametrisches Verfahren (Wilcoxon-Test) ermittelt. Die Differenzen sind statistisch signifikant ($z = -5.207$; $p = .000$). Zur Berechnung der Interaktion von Gruppen- und Zeiteffekten wurde der U-Test für Paardifferenzen verwendet (vgl. Bortz, Lienert & Boehnke 2000, S. 279-281). Hier lagen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen vor ($U = 261.00$; $z = -1.020$; n.s.).

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in beiden Gruppen ein Zuwachs an Faktenwissen erfolgt ist.

Bei der Auswertung der weiteren Fragebögen zur bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung, dem Interesse sowie der motivationalen Orientierung ergaben sich weder signifikante Gruppen- noch Zeitunterschiede.

4. Diskussion und Ausblick

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zunächst darauf hinzuweisen, dass die geringe Stichprobengröße die Repräsentativität der vorhandenen statistisch überprüften Ergebnisse einschränkt. Darüber hinaus musste bei der Analyse des Problemlöseverhaltens auf einen Vergleich zwischen Vor- und Nacherhebung verzichtet werden, da unterschiedliche Probleme eingesetzt wurden. Mögliche Veränderungen konnten damit nicht erfasst werden.

Betrachtet man die vorliegenden Ergebnisse zur Analyse des Problemlöseverhaltens, so zeigen sich keine Gruppenunterschiede bei der ergebnisorientierten Auswertung. Die unterschiedlichen Treatments scheinen demnach nicht mit einem unterschiedlichen Niveau der angebauten Problemlösungen einherzugehen.

Bei der prozessorientierten Auswertung deuten sich mögliche Treatmentwirkungen an. So konnte bei der Bewertung des strategischen Verhaltens bei insgesamt zwei der sechs Kategorien die Hypothese bestätigt werden.

Die Versuchspersonen der Experimentalgruppe zeigen signifikant häufiger den Anbau von neuen Lösungsideen. Bei den Kategorien ‚Variation‘ und ‚Wiederholung‘ liegen keine signifikanten Gruppenunterschiede vor. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Versuchspersonen der Experimentalgruppe mehr Flexibilität und Kreativität beim Lösen der Probleme zu zeigen scheinen.

In der Experimentalgruppe wurde darüber hinaus häufiger der selbstständige Einsatz von Hilfsmitteln beobachtet. Das im Unterricht der Experimentalgruppe angebotene Hilfesystem könnte damit möglicherweise den selbstständigen Einsatz von Hilfsmitteln unterstützen.

Bei der Auswertung des sachbezogenen Verhaltens liegen keine signifikanten Unterschiede bezüglich des ‚Herstellens einer Verbindung‘ zwischen den Gruppen vor. Allerdings wurde bei der Vergleichsgruppe signifikant häufiger das unerwünschte Verhalten ‚falsche Analogiebildung‘ beobachtet. Der Unterricht in der Vergleichsgruppe mit weniger Selbststeuerung scheint demnach eher dazu zu führen, dass die SchülerInnen bereits bekannte Problemlösungen schematisch auf neue Probleme anwenden.

Die Auswertung des Faktenwissens lässt erkennen, dass nach der Durchführung der Unterrichtsreihe in beiden Gruppen ein signifikanter Lernzuwachs zu verzeichnen ist. Entgegen den Ergebnissen von Meta-Analysen zu offenen Lernformen (vgl. Giaconia & Hedges 1982) scheinen SchülerInnen, die einen individuellen Lernweg gehen, in Bezug auf den Erwerb von Faktenwissen nicht benachteiligt zu sein. Ungeklärt ist dabei jedoch, ob dieser Zuwachs auf einzelne Schülergruppen (lernschwache/ lernstarke SchülerInnen) zurückzuführen ist, oder ob tatsächlich bei allen SchülerInnen ein Lernzuwachs erfolgt. Auch die Auswertungen der Fragebögen zur bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartung, zum Interesse sowie zur motivationalen Orientierung liefern keine zusätzlichen Hinweise für mögliche Gruppenunterschiede. Verschiedene Erklärungen sind denkbar, warum hier keine offensichtlichen Gruppenunterschiede vorliegen. Zum einen wurde die unabhängige Variable nur sehr gering variiert. So wurden keine extremen Formen (ganz offen vs. ganz geschlossen) miteinander verglichen, sondern beide Treatments bewegen sich in einem mittleren Bereich. Möglicherweise waren die eingesetzten Erhebungsinstrumente nicht ausreichend sensibel, um diese geringen Unterschiede zu erfassen. Zum anderen haben verschiedene Studien gezeigt, dass Selbststeuerung nur eine von verschiedenen Variablen ist, die Lehr-Lernprozesse beeinflussen. In dieser Studie wurden aber, möglicherweise für die SchülerInnen bedeutsamere, Variablen (z.B. die Möglichkeit zum handelnden Umgang mit Material) in den Gruppen konstant gehalten. Darüber hinaus ist es möglich, dass weniger das von den Lehrpersonen eingeräumte Ausmaß an Selbststeuerung als vielmehr die von den SchülerInnen empfundene Selbstbestimmung entscheidend ist (vgl. Hartinger 2002).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Entwicklung eines prozessorientierten Verfahrens für eine Bewertung des Problemlöseverhaltens deutlich sensibler zu sein scheint als eine rein ergebnisorientierte Auswertung. Be-

züglich der Förderung des Problemlöseverhaltens deuten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass ein Unterricht, der den SchülerInnen mehr Raum für individuelle Lern- und Problemlösewege lässt, besonders im Bereich des strategischen Problemlöseverhaltens zu erwünschten Verhaltensweisen zu führen scheint. So zeigen die Versuchspersonen der Experimentalgruppe eine größere Flexibilität und Kreativität beim Problemlösen sowie einen häufigeren Einsatz von Hilfsmitteln. Darüber hinaus scheint ein stärker lenkender Unterricht eher dazu zu führen, dass SchülerInnen häufiger unreflektiert bereits bekannte Problemlösungen bei der Lösung neuer Probleme anwenden. Die von Einsiedler (1985) formulierte Fähigkeit der flexiblen statt mechanischen Auseinandersetzung mit Problemen könnte damit eher in einem Unterricht mit einem größeren Ausmaß an Selbststeuerung erreicht werden. Weitere Studien mit größeren Stichproben müssten diese Ergebnisse jedoch überprüfen. Die Ergebnisse zur multikriterialen Zielerreichung lassen keine unterschiedlichen Treatmentwirkungen erkennen. Dabei ist aber festzuhalten, dass beide Unterrichtsformen für den Erwerb von Faktenwissen geeignet zu sein scheinen.

Literatur

- Bartmann, T. (1988): Informationsverarbeitung und Problemlöseverhalten von Grundschulkindern. In: *Gestalt Theory*, 10, 1, S. 71-84.
- Baumert, J. (1996): Technisches Problemlösen im Grundschulalter: Zum Verhältnis von Alltags- und Schulwissen – Eine kulturvergleichende Studie. In: A. Leschinsky (Hrsg.): *Die Institutionalisierung von Lehren und Lernen: Beiträge zu einer Theorie der Schule*. Weinheim, S. 187-209.
- Bortz, J.; G. A. Lienert & K. Boehnke (2000²): *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik*. Berlin.
- Einsiedler, W. (1976): *Lehrstrategie und Lernerfolg. Eine Untersuchung zur lehrziel- und schülerorientierten Unterrichtsforschung*. Weinheim, Basel.
- Einsiedler, W. (1985): Problemlösen als Ziel und Methode des Sachunterrichts in der Grundschule. In: W. Einsiedler & R. Rabenstein (Hrsg.): *Grundlegendes Lernen im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, S. 126-146.
- Einsiedler, W. (1994): Aufgreifen von Problemen – Gespräche über Probleme – problemorientierter Sachunterricht in der Grundschule. In: L. Duncker & W. Popp (Hrsg.): *Kind und Sache*. Weinheim, S. 199-212.
- Einsiedler, W. (1997): Unterrichtsqualität in der Grundschule. Empirische Grundlagen und Programmatik. In: E. Glumpler & S. Luchtenberg (Hrsg.): *Jahrbuch Grundschulforschung*, 1. Weinheim, S. 11-33.
- Friedrich, H. F. (1995): Analyse und Förderung kognitiver Lernstrategien. In: *Empirische Pädagogik*, 9, 2, S. 115-153.
- Gerstenmaier, J. & H. Mandl (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 6, S. 867-888.

- Giaconia, R. M. & L. V. Hedges (1982): Identifying Features of Effective Open Education. In: Review of Educational Research 52, 4, pp. 579-602.
- Hartinger, A. (2002): Selbstbestimmungsempfinden in offenen Lernsituationen. Eine Pilotstudie zum Sachunterricht. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 5. Bad Heilbrunn, S. 174-184.
- Kaiser, H. (1979): Das forschend-entdeckende Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 10, S. 374-380.
- Klauer, K. J. (1992): Problemlösestrategien im experimentellen Vergleich: Effekte einer allgemeinen und einer bereichsspezifischen Strategie. In: H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.): Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention. Göttingen, Toronto, Zürich, S. 57-78.
- Krapp, A. (1993): Lernstrategien: Konzepte, Methoden und Befunde. In: Unterrichtswissenschaft, 21, 4, S. 291-311.
- Lampert, M. (1990): When the Problem Is Not the Question and the Solution Is Not the Answer: Mathematical Knowing and Teaching. In: American Educational research Journal, 27, 1, pp. 29-63.
- Mayingr, P. (1997⁶): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim.
- Möller, K. (1990): Handeln, Denken und Verstehen. Untersuchungen zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht in der Grundschule. Essen.
- Möller, K. (1999): Kinder auf dem Wege zum Verstehen von Technik. Zur Förderung technikbezogenen Denkens im Sachunterricht. In: W. Hinrichs & H. F. Bauer (Hrsg.): Zur Konzeption des Sachunterrichts. Donauwörth, S. 328-348.
- Möller, K. (2001): Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In: K. Czerwenka, K. Nölle & H.-G. Roßbach (Hrsg.): Jahrbuch Grundschulforschung, 4. Opladen, S. 16-31.
- Plötzner, R. & H. Spada (1998): Inhalt, Struktur und Anwendung von Physikwissen: Eine psychologische Perspektive. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 4, 2, S. 81-100.
- Ryan, R. M. & J. P. Connell (1989): Self-Regulation Questionnaire. o.O.
- Schreiber, H. (1992): Sachunterricht und Erfahrung. In: R. Lauterbach, W. Köhnlein, K. Spreckelsen & E. Klewitz (Hrsg.): Brennpunkte des Sachunterrichts. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 3. Kiel, S. 47-65.
- Soostmeyer, M. (1978): Problemorientiertes Lernen im Sachunterricht. Paderborn.
- Soostmeyer, M. (1992³): Zur Sache Sachunterricht. Begründung eines situations-, handlungs- und sachorientierten Unterrichts in der Grundschule. Frankfurt a.M., Bern, New York, Paris.
- Stark, R.; H. Gruber & H. Mandl (1998): Motivationale und kognitive Passungsprobleme beim komplexen situierten Lernen. In: Psychologie Erziehung Unterricht, 44, S. 202-215.
- Suchman, J. R. (1973): Fragetraining: Aufbau von Fertigkeiten zur Selbständigen Entdeckung. In: H. Neber (Hrsg.): Entdeckendes Lernen. Weinheim, Basel, S. 247-272.
- Tenberge, C. (2002): Persönlichkeitsentwicklung und Sachunterricht. Eine empirische Untersuchung zur Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule. Dissertation. WWU Münster.
- Wiesenfarth, G. (1993): Anfänge technischer Bildung: Zum Verhältnis von Wissen und Handeln – ein Unterrichtsbeispiel. In: tu Zeitschrift für Technik im Unterricht, 70, 4, S. 26-33.
- Zolg, M. (1997): Zur Notwendigkeit einer technischen Elementarbildung. In: Die Grundschulzeitschrift, 108, S. 6-11.

Aneignung und Entwicklung von Begriffen im Sachunterricht

1. Pädagogische Problemstellung

Im Zentrum schulischer Grundbildung hat stets die Entwicklung der gesamten Persönlichkeit des Kindes zu stehen. Sie darf auch nach PISA in der Grundschule nicht auf den Erwerb der sogenannten Kulturtechniken, noch den der kognitiven Fähigkeiten reduziert werden. Dennoch spielen die kognitive Entwicklung, die Ontogenese von Wissens- und Denkstrukturen, In-sonderheit der Begriffe und des begrifflichen Denkens sowie ihre pädagogische Förderung eine besondere Rolle für die Persönlichkeitsentwicklung des Kindes. Erinnert sei auch daran, dass deklaratives und prozedurales Wissen für die Kompetenzentwicklung von besonderer Bedeutung sind, wenngleich sich Kompetenz nicht auf Wissen reduzieren lässt. Ferner sei daran erinnert, dass das (vor allem auch begriffliche) Vorwissen ein entscheidender Prädiktor für den Lernerfolg darstellt (Weinert & Helmke 1997, Giest 2002).

Die Diskussion um curriculare Reformen ist gekennzeichnet einerseits durch Bemühungen, Mindestanforderungen an die Bildung zu bestimmen und in Kerncurricula aufzunehmen (vgl. Hameyer & Schreier 2002), und andererseits durch das Schaffen von Freiräumen für die Ausgestaltung schulinterner Curricula. Damit verbunden wachsen die Anforderungen an das Bestimmen eines *entwicklungsgerechten* Niveaus und Anspruches an die Vermittlung und Aneignung der in den jeweiligen Curricula festzuschreibenden Inhalte. Diese Aufgabe ist nicht einfacher geworden, seit die Annahme alterskorrelierter, generalisierter, kontextunabhängiger Entwicklungsphasen, wie sie Piaget beschrieben hat, und wie sie teilweise auch bei Wygotsky anklingen, obsolet geworden ist (vgl. Weinert & Helmke 1997). Gesicherte Erkenntnisse über die Bedingungen und Gesetzmäßigkeiten der domänenspezifischen und kontextabhängigen kognitiven Entwicklung der Kinder sind erforderlich. Beispielsweise genügt es nicht, angesichts unterschiedlicher Aneignungseffekte bei unterschiedlichen Inhalten (z.B. Ritter, Wetter, Vulkane vs. Mondfinsternis – vgl. Borsch, Jürgen-Lohmann & Giesen 2002) diese nur auf die Abstraktheit des Unterrichtsmaterials zurück zu führen. Vielmehr ist

es erforderlich, die objektiven Lern- und Denkanforderungen als auch die Lern- und Denkvoraussetzungen der Kinder domänenspezifisch differenziert zu analysieren. Davon ausgehend ist dann die Zone der nächsten Entwicklung der Kinder ebenso domänenspezifisch zu bestimmen. Schließlich sind bei Berücksichtigung der Entwicklungsgesetzmäßigkeiten entwicklungsfördernde Lernbedingungen im konkret Unterricht zu gestalten. Dies bedeutet vor allem zu gewährleisten, dass die Lernenden auf der Basis der Lernvoraussetzungen die den objektiven Lernanforderungen entsprechenden subjektiven Konstruktionsleistungen realisieren können (vgl. Giest & Lompscher im Druck). Die Voraussetzung dafür sind jedoch gesicherte Erkenntnisse über die entsprechenden Entwicklungsgesetzmäßigkeiten. Dazu beizutragen diese zu erhellen, ist Ziel unseres Forschungsansatzes.

Da die Frage nach Gesetzmäßigkeiten der kindlichen Entwicklung, besonders auch die Frage nach der Entwicklung kindlichen Denkens und der Begriffsbildung nicht neu ist, muss knapp darauf eingegangen werden, wie unsere Forschungsarbeit die vorliegenden Forschungsergebnisse aufgreift und sich in den aktuellen Stand entwicklungspsychologischer Forschung einordnet, bevor Fragestellung, Hypothesen, Methoden sowie ausgewählte Ergebnisse der empirischen Untersuchungen vorgestellt sowie Schlussfolgerungen für die Arbeit an der gekennzeichneten pädagogischen Problemstellung gezogen werden können.

2. Entwicklungspsychologische Problemstellung

Im Zusammenhang mit intensiven Forschungen zur Weiterentwicklung und Modifizierung des strukturgenetischen Konstruktivismus (Edelstein & Hoppe-Graff 1993, einen Überblick findet man bei Schnotz 2001) hat sich eine relativ neue Orientierung innerhalb der kognitiven Entwicklungspsychologie herausgebildet, die gekennzeichnet ist durch

1. die Annahme modularer, domänenspezifischer statt allgemein, inhaltsübergreifender Denk- und Wissensstrukturen,
2. die Berücksichtigung des sozio-kulturellen Kontexts und
3. die Betrachtung der Entwicklung als Einheit kontinuierlicher und diskontinuierlicher Prozesskomponenten (Reusser 1998, vgl. auch Weinert & Schneider 1996).

Eine solche Perspektive erscheint geeignet, Antworten auf Fragestellungen nach einer wirksamen Entwicklungsförderung in Schule und Unterricht im Rahmen entwicklungspsychologischer Forschung zu finden. Denn die Abkehr von Auffassungen einer alterskorrelierten (und daher eher reifungsbe-

dingten) Entwicklung hat die Bedeutung pädagogisch beeinflussbarer Entwicklungsbedingungen stärker in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit rücken lassen, womit eine Erhöhung des pädagogischen Optimismus verbunden ist.¹

Die Untersuchung domänenspezifischer Kenntnissysteme hat in den 80er und 90er Jahren eine besondere Aufmerksamkeit erfahren. Kennzeichnend für diese Untersuchungen waren die Bemühungen, möglichst differenzierte Aussagen über kindliche Vorstellungen, Begriffe und Theorien innerhalb unterschiedlicher Domänen zu erlangen (vgl. etwa die Jahrgänge 1989 und 1990 der Zeitschrift *Human Development*). Diese Forschungsarbeiten waren vorrangig deskriptiv und querschnittlich angelegt, darauf orientiert, unterschiedliche Phasen der kindlichen Entwicklung gegenüber Erwachsenen (z.B. Studenten – vgl. Ochiai 1989) sowie die Wirkung unterschiedlicher kultureller Bedingungen (Einfluss religiöser Anschauungen und der Muttersprache – vgl. Richards 1989, Stavy & Wax 1989) abzubilden. Defizite dieser Forschungsarbeiten wurden vor allem in der Theorieabstinez und im Fehlen des Vergleichs begrifflicher Entwicklungen zwischen verschiedenen Domänen gesehen (Sugarman 1989, Siegler 1989). Nach wie vor bestehen Defizite bei der Erforschung der Entwicklungsbesonderheiten begrifflicher Entwicklung und des Einflusses kultureller und sozialer Faktoren (Waldmann 1996, Hasselhorn & Mähler 1998) als auch den differentiellen Aspekt entwicklungspsychologischer Forschung betreffend (Hasselhorn 2002). Dies gilt insbesondere für den Einfluss von Unterricht und Schule (Reusser 1998), weshalb Pädagogen in entwicklungspsychologischen Arbeiten bislang wenig Anregungen für die Lösung von Problemen der Begriffsbildung im Unterricht finden (Gzesik 1992).

Die Kinder müssen im Verlauf ihrer Schulzeit einen Perspektivwechsel, Paradigmenwechsel im Denken vollziehen und ihr Denken auf die verschiedenen Domänen der höheren Kultur (vs. Alltag) richten (vgl. Schnotz 2001). Dieser Paradigmenwechsel kann durch den Übergang vom Alltagsdenken zum wissenschaftlichen Denken, vom Alltagsbegriff zur Bildung wissenschaftlicher Begriffe im Sinne des Aufbaus einer neuen begrifflichen Ebene, gekennzeichnet werden. Bis heute ist allerdings empirisch weitgehend ungeklärt, welche Mechanismen den bereichsspezifischen Theoriewandel im kind-

¹ Gleichzeitig sollte aber auch betont werden, dass, als Kehrseite dieser Auffassung, nun auch das Unterbleiben pädagogischer Entwicklungsförderung als negative Entwicklungsbedingung in das Zentrum der Aufmerksamkeit rücken muss. Bildungssystem, Schule und Unterricht werden daher „Unterlassungsünden“ deutlicher anzukreiden sein.

lichen Denken hervorrufen (Hasselhorn & Mähler 1998). Ferner ist der *Prozess* der Veränderung wenig oder kaum untersucht, wodurch die Veränderungen begrifflichen Denkens häufig durch Statusanalysen eher beschrieben als erklärt werden können (Claar 1993, Hoppe-Graff 1993). Insbesondere fehlt die Analyse der die begriffliche Entwicklung bedingenden Faktoren. Während in kognitionspsychologischen Arbeiten wissenschaftliche Begriffe vs. Alltagsbegriffe kaum eine Rolle spielen, ja oftmals eine diesbezügliche begriffliche Differenzierung fehlt, rücken jene Arbeiten zum „conceptual change“ - Ansatz (Schnotz 2001, Markman 1989 u.a.) diesen Aspekt des begrifflichen Wandels in das Zentrum des wissenschaftlichen Interesses, wobei dann aber vor allem die Einbettung der Begriffe in Rahmentheorien (Vosniadou 1994), ontologische Sichtweisen (Chi et al. 1994) und deren Auswirkungen auf inhaltspezifische Theorien interessieren oder man Wissen als kontextgebundenes Werkzeug betrachtet (Caravita & Hallden 1994, vgl. auch Wygotski 1985, 1987), welches im Rahmen von Tätigkeitszusammenhängen angeeignet und eingesetzt wird.

Wissenschaftliche Begriffe zeichnen sich gegenüber den Alltagsbegriffen aus durch (Merten 1999):

- Normierung (Intention, Extension festgelegt - Definition)
- Einbettung in einen theoretischen Zusammenhang und die
- Begründungspflicht (Behauptung, Erklärung, Rechtfertigung).

Wygotski (1987) unterscheidet vier Phasen in der Entwicklung von Begriffen: Synkretie, Komplex, Pseudobegriff und Begriff (wobei diese Stufe nicht notwendig erreicht werden muss). Synkretie, Komplex und Pseudobegriff werden durch Verallgemeinerung äußerer, sinnlich konkreter Merkmale (Erscheinungen) gebildet und unterscheiden sich durch die Abstraktionshöhe, Schärfe, Prägnanz sowie Stabilität jener der Klassenbildung zu Grunde gelegten Merkmale bzw. Merkmalssätze untereinander. Leider hat Wygotski diese Phasen nur beschrieben und z.T. empirisch belegt, nicht aber den Übergang vom Vorbegriff (Synkretie, Komplex, Pseudobegriff) zum Begriff detailliert untersuchen können.²

An diesen Ansatz von Wygotski anknüpfend und unter Bezugnahme auf das von ihm formulierte Gesetz der Verschiebung (vgl. 1985, 1987) nehmen wir an, dass hinter aufeinander folgenden Entwicklungsphasen eine allgemeinere Gesetzmäßigkeit steht. So vermuten wir, dass diese Phasen nicht nur

² Bestimmte wesentliche Aspekte dieser Arbeit Wygotskis sind jedoch von Elkonin & Dawydow (vgl. 1993, 1999) vor allem bezogen auf den Aspekt des theoretischen vs. empirischen Denkens und der entsprechenden Begriffsbildung aufgegriffen worden.

bei der Bildung der Alltagsbegriffe, sondern auch bei der Bildung wissenschaftlicher Begriffe auftreten werden (vgl. auch Hasselhorn & Grube 1996, Waldmann 1996). Analoge Hinweise auf Entwicklungsphasen, die den Übergang zwischen naiven zu wissenschaftlichen Theorien markieren, wurden u.a. von Vosniadou (1994) gefunden. Dieser Wechsel zeigt zwar individuelle Ausprägungen, ist jedoch für alle Individuen verpflichtend und betrifft insofern einen generellen Paradigmenwechsel, der etwa in den Klassen drei, vier vollzogen wird (vgl. Schrempf & Sodian 1999).

3. Fragestellung, Hypothesen und Methoden der Untersuchung

Fragestellung: Auf dem Hintergrund der gekennzeichneten theoretischen Positionen fragten wir danach, welche Besonderheiten der begrifflichen Entwicklung hinsichtlich der begrifflichen Identifikation und Klassifikation bei für den Sachunterricht prototypischen Begriffen (*Pflanze* - Domäne Naturwissenschaften/ Biologie und *Arbeit* - Domäne Gesellschaftswissenschaften/ politische Bildung, Ökonomie) bei Schülerinnen und Schülern in den Klassen 1 bis 4 festzustellen, ob die oben gekennzeichneten Phasen begrifflicher Entwicklung empirisch nachzuweisen sind und wie die begriffliche Entwicklung durch die Kontextvariablen gesellschaftliche Umwelt und Unterrichtsstrategie beeinflusst wird.

Hypothesen: Wir gehen davon aus, dass, der Befundlage in der Literatur (Seiler & Claar 1993, Reusser 1998) entsprechend, sich die Begriffsbildung an die Konvention, Insonderheit an die Konventionen wissenschaftlichen (schulischen) Wissens bezüglich der Merkmale Generalisierung, Differenzierung, Integration, Abstraktion und Typikalität annähert. Schließlich dürfte auch ein höherer Grad an Bewusstheit und metakognitiver Kontrolle zu erwarten sein. Daher dürften sich in den Ergebnissen Tendenzen zur wissenschaftlichen Begriffsbildung, allerdings in Abhängigkeit von der Wirkung des Unterrichts (Unterrichtsstrategie) und dem bereichsspezifischen Vorwissen, niederschlagen. Mit diesen wechselwirken dann wohl eher generelle, bereichsübergreifende Tendenzen der Zunahme an metakognitiver Kontrolle und Bewusstheit.

Wir erwarten ferner, dass sich die o.g. Phasen der begrifflichen Entwicklung in den Daten identifizieren lassen, aber domänenspezifisch unterschiedlich ausfallen werden. Bei Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an die Begriffsbildung, das Vorwissen und der üblichen Orientierung des Unterrichts dürfte der Begriff „Pflanze“ deutlichere Entwicklungstendenzen

in Richtung auf einen wissenschaftlichen Begriff aufweisen als der Begriff „Arbeit“ (vgl. Seiler 1988).

Es bleibt mit Blick auf die gekennzeichneten Phasen anzumerken, dass real bestenfalls nur Vorformen der wissenschaftlichen Begriffe in den Klassen der Grundschule anzutreffen sein werden, da sie stets fachwissenschaftliche Abstraktionen voraussetzen, die erst im Fachunterricht erworben werden. Andererseits handelt es sich bei den Phasen um abstrakte Klassen, in die reale Begriffe nicht immer eindeutig eingeordnet werden können. Im Falle des biologischen Begriffs „Pflanze“ gehen beispielsweise innerer und äußerer Bau der Lebewesen, einschließlich der durch diesen Bau gestifteten Funktionsmerkmale, in das natürliche System der Lebewesen ein. Im Falle des Begriffs Arbeit dürfte auf Grund der Komplexität dieses gesellschaftswissenschaftlichen Begriffs, der wenn nicht ein philosophisches, so wenigstens ein politisch-ökonomisches Reflexionsniveau erfordert, nicht damit gerechnet werden, dass in der Grundschule überhaupt das wissenschaftliche Niveau erreicht wird. Es können hier nur synthetische Begriffe erwartet werden, die eine Analogie zu den synthetischen Modellen der Wirklichkeit aufweisen, bei denen Initialmodell (durch den natürlichen Realismus der Kinder gestiftet) und wissenschaftliche Vorstellung eine Symbiose eingehen (Vosniadou 1994). Der Vorteil einer solchen Analyse besteht jedoch zweifellos darin, dass ein anderes Licht als jenes des Fehlers (oder des Markierens von Defiziten) bei der Begriffsbildung und Begriffsverwendung auf die Entwicklung des kindlichen Denkens geworfen wird.

Bedingt durch den Transformationsprozess in den neuen Bundesländern haben sich a) der gesellschaftliche Alltag (Alltagshandeln) sowie b) die Unterrichtsstrategie (Merkmale des Lehrens und der Lerntätigkeit, vgl. Giest 2001) als für die Begriffsbildung bedeutsam angenommene Faktoren (unabhängige Variablen) verändert.

Gestützt auf eine Reihe von Voruntersuchungen (Giest 2002) gehen wir davon aus, dass Veränderungen im gesellschaftlichen Alltag stärkeren Einfluss auf das bereichsspezifische Vorwissen zum Themenbereich „Gesellschaft“ im Vergleich zum Themenbereich „Natur“ haben. In ihm verankerte, aber weniger im Grundschulunterricht explizit behandelte Begriffe (z.B. Begriff „Arbeit“) werden daher stärker durch den Transformationsprozess beeinflusst werden als jene Begriffe (z.B. Begriff „Pflanze“), die zwar auch im Alltag verankert, aber weitgehend mit der invariant gebliebenen Natur verknüpft sind, zudem expliziter im Unterricht behandelt werden. Diese werden wohl eher durch die Variable Unterrichtsstrategie beeinflusst. Da die Variablen gesellschaftliche Umwelt und Unterrichtsstrategie sich gleichzeitig ver-

ändert haben, können wir nicht prüfen, welchen Einfluss die Variation des gesellschaftlichen Alltages bei gleichbleibender Unterrichtstrategie bzw. die Variation der Unterrichtsstrategie bei gleichbleibendem gesellschaftlichen Alltag auf die Begriffsbildung der beiden Begriffe haben.

Methoden: Die Prüfung des Aspekts der Besonderheiten der Begriffsbildung erfolgte mit der Methode der Bildwahl und anschließender Begründung (vgl. hierzu Mähler 1999, Kluwe 1988). Den Kindern wurden u.a. jeweils 10 Bilder³ mit Pflanzen und Arbeitstätigkeiten präsentiert. Sie wurden gebeten, diese zu identifizieren, über ihre Zugehörigkeit zu den Begriffsklassen „Pflanze“ und „Arbeit“ zu entscheiden sowie ihre Entscheidung zu begründen. Anschließend wurde die Klassifikation wiederholt, um den Effekt des durch die Begründung erfolgten Bewusstmachens des Merkmalsatzes (Klassifikationsregel) auf die Klassifikationsleistung zu prüfen.

Entwicklungsprozesse sind nur im Rahmen von Längsschnittuntersuchungen abzubilden, die Untersuchung des Einflusses der Kontextvariablen gesellschaftliche Umwelt bzw. Unterrichtsstrategie erfordert eine Bedingungsvariation und kann daher nur experimentell untersucht werden.

Der Transformationsprozess in den neuen Bundesländern, der Veränderungen

a) des gesellschaftlichen Alltages (Alltagshandeln) sowie
b) der Unterrichtskonzeption (Merkmale des Lehrens und der Lerntätigkeit) nach sich zog, kann als ein natürliches Experiment aufgefasst werden. Wir verknüpften zwei Längsschnittuntersuchungen zur Begriffsbildung mit einer (kultur-) vergleichenden Studie (DDR 1988-91 = LS 1 und Land Brandenburg 1997-00 = LS 2). Hierzu konnten Daten einer 1988 in der ehemaligen DDR begonnenen Erhebung (strukturierte Interviews in den Klassen 1 bis 4 - 1988-91 - Einzeluntersuchungen, n= 30 Kinder x 4 Jahre) genutzt werden. In den Jahren 1997-00 wurde eine analoge Untersuchung (n= 60 x 4 Jahre)⁴ im Land Brandenburg durchgeführt (eine detaillierte Beschreibung der Methodik und der Hypothesen der Untersuchung findet man in Giest im Druck).

³ Moos, Farn, Gras, Kraut, Strauch, Baum, Kaktus, Pilz, Vase, Ziege und Leser, Gärtner, Kindergärtnerin, Fernsehzuschauer, Verkäuferin an der Kasse, Schlosser, Fußballspieler, Bauarbeiter, Viehzüchter, Kellner

⁴ Leider zeigte sich im Verlaufe der Untersuchung, dass mit einem Schwund von ca. 1/3 der Stichprobe von Klasse 1 bis zur Klasse 4 zu rechnen war, so dass bei einer Startzahl von 68 (Begriff „Pflanze“) und 73 (Begriff „Arbeit“) noch 48 bzw. 44 Probanden in Klasse 4 an den Untersuchungen teilnahmen.

4. Ergebnisse

4.1 Begriffliche Identifikation und Klassifikation

Begriff „Pflanze“: Bei der begrifflichen Identifikation konnte ein Entwicklungseffekt im Sinne einer exakteren begrifflichen Identifikation (Artenkenntnisse) wahrscheinlich gemacht werden - signifikante Unterschiede bei: Kaktus $p = .025$; Kraut (Narzisse) $p < .001$; Farn $p < .001$; Gras (Getreide) $p = .001$; Strauch (Forsythie) $p < .001$; Moos $p = .004$. Gleiches gilt auch für die Entscheidung, welche auf den Bildern präsentierten Objekte Pflanzen sind (begriffliche Klassifikation). Hier ergaben sich insgesamt hochsignifikante Entwicklungseffekte ($p < .001$), die vor allem für Farn ($p = .019$), Baum ($p = .035$), Pilz ($p < .001$) sehr deutlich ausfielen. Ferner zeigte sich, dass die Begründung der Klassifikation, also das Bewusstmachen des zu Grunde gelegten Merkmalsatzes (Klassifikationsregel), die Klassifikationsleistung positiv beeinflusst (vgl. Abbildung 1).

Begriff „Arbeit“: Auch hier war ein Entwicklungstrend von Klasse 1 bis 4 nachzuweisen: Bei der Bildidentifikation wächst die Bedeutung des Konzepts „Beruf“ hochsignifikant ($p < .001$). Bezogen auf den Vergleich zwischen Beschreibung der „Tätigkeit“ vs. Benennen des entsprechenden „Berufs“ konnten innerhalb der einzelnen Klassenstufen für die Klassen 1 und 2 statistisch

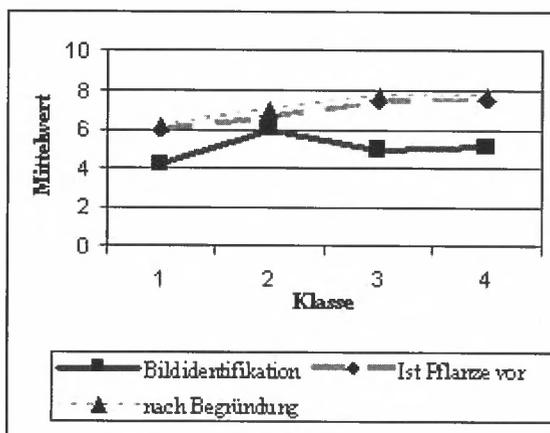


Abb. 1: Entwicklung des Begriffs „Pflanze“ bezüglich Identifikations- und Klassifikationsleistungen in den Klassen 1 bis 4

	Klasse			
	1	2	3	4
Tätigkeit	7,15	5,48	4,44	3,75
Beruf	2,36	4,08	5,02	5,41

Tab. 1: Mittelwerte der Identifikation abgebildeter Tätigkeiten als Beruf oder durch Tätigkeitsbeschreibung

relevante Unterschiede – $p < .001$ und $p = .046$ – errechnet werden. Varianz-analytisch zeigten sich hier vor allem Effekte hinsichtlich der Leistungsgruppe ($p < .001$ – Kinder mit höherer schulischer Leistung identifizierten die abgebildeten Tätigkeiten eher als Berufe – vgl. Tabelle 1).

Bei der Klassifikation der auf den Bildern dargestellten Tätigkeiten als Arbeit zeigte sich insgesamt kein statistisch relevanter Unterschied zwischen den Klassenstufen. Unterscheidet man bei den präsentierten Tätigkeiten typische bzw. atypische Arbeitstätigkeiten (letztere wären Lesen, Fernsehen, Fußballspielen), so ändert sich jeweils für die nun zu errechnenden Untergruppen an diesem Ergebnis nichts. Betrachtet man jedoch einzelne Tätigkeiten, so sind z.T. deutliche Entwicklungseffekte in Abhängigkeit davon festzustellen, ob diese Tätigkeiten prototypische Merkmale (z.B. Lokation – Werkstatt, Supermarkt, Baustelle u.ä.) für das Konzept Arbeit enthalten oder nicht. Beispielsweise wird die „mit einer Handpuppe vor einer Kindergruppe spielende Erzieherin“ nach Klasse 4 hin deutlicher als Arbeit klassifiziert, während mehrdeutig zu interpretierende Tätigkeiten (Gärtner, Kleintierzüchter) differenzierter (auch als Freizeittätigkeit, in diesem Fall nicht als Arbeit!!) klassifiziert werden. Fernsehen unterscheidet sich hochsignifikant von den atypischen Arbeiten Fußballspielen und Lesen, was in der DDR-Vergleichsstudie so nicht gefunden wurde. Offenbar hat sich der Arbeitsbegriff geändert und schließt gegenwärtig auch Lesen und Fußballspielen ein. Insgesamt scheint die Vorstellung von Arbeitstätigkeiten bzw. Berufen zugleich schärfer und differenzierter zu werden. Weiter unten wird gezeigt werden, dass sich als dominantes Merkmal des Arbeitsbegriffs das Merkmal des „Verdienens von Geld“ erweist, was die o.g. Effekte zu erklären gestattet.

Anders als beim Begriff „Pflanze“ erhöhte sich die Klassifikationsleistung hier nach der Begründung nicht, was im Einklang mit in der Literatur zu findenden Aussagen steht (Stavy & Wax 1989) und durch das Fehlen des begrifflichen Stadiums beim Begriff „Arbeit“ zu erklären ist (siehe unten).

4.2 Begriffliche Entwicklungsphasen

Nach Wygotski (1987) unterscheiden wir vorbegriffliche und begriffliche Stadien bei der Begriffsentwicklung.

Als *vorbegriffliche Stadien* der Begriffsbildung haben wir klassifiziert:

- *Synkretie* – gekennzeichnet durch situativ zufällige Begründungen (situativ zufällige, visuell wahrnehmbare Merkmale werden genannt) oder auch fehlende explizit zu nennende Merkmale (In die Begründungen geht die Ähnlichkeit zum Primärbegriff – „weil es so aussieht“ und die Objektklassifikation – Tautologie – „weil es eine Pflanze, ein Baum...ist“ bzw. „weil es so ist oder nicht so ist“ ein.);
- *Komplex* – gekennzeichnet durch weniger zufällige dem Objekt zugeordnete oft anschauliche Merkmale (grün, in der Erde, rot, gelb, für Mutti, duften, in der Natur - Lokation) bzw. „macht was oder nichts“, Ausdruck konkreter Nützlichkeit – „Blumen vertrocknen; Tiere verhungern“, „man lernt was“ u.a.);
- *Pseudobegriff* – gekennzeichnet durch einseitige Hervorhebung – oft im konkreten Zusammenhang unwesentlicher – allgemeiner, abstrakter Merkmale („weil es Lebewesen sind“, „weil sie kein Gegenstand sind“, Nennung abstrakter Materialeigenschaften) bzw. „anstrengend, nützlich, Geld verdienen“⁵ u.a.);

Begriffliche Stadien der Begriffsbildung sind:

- *„empirischer“ Begriff* – kennzeichnend sind morphologische Merkmale: Blüte, Blätter, Stiel (Sprossachse), Wurzel bzw. „produzieren - Produkte herstellen“, „Dienst leisten“, unter gewissen Einschränkungen „Geld verdienen“ u.a.;
- *„theoretischer“ Begriff* – kennzeichnend sind physiologische Merkmale des Lebens: Wachstum, Bewegung, Fortpflanzung, Ernährung - Stoffwechsel im Falle der Pflanzen die Photosynthese bzw. die intentionale, bewusste Gestaltung/ Veränderung von Natur und Gesellschaft mit Blick auf gesellschaftlichen Nutzen (Gebrauchswert) für den Menschen.

Die Analyse der gekennzeichneten Kategorien lässt für den *Begriff „Pflanze“* eine deutliche Entwicklung erkennen: Vorbegriffliche Stadien nehmen ab

⁵ Das Merkmal „Geld“ spielt mit Blick auf den Begriff „Arbeit“ eine besondere Rolle. Arbeit ist ihrem Wesen nach nicht an das Merkmal Geld gebunden. Andererseits ist die Realität, dass Arbeit mit Erwerbsarbeit häufig gleichgesetzt wird und den Zweck hat, Geld zum Lebensunterhalt zu verdienen, nicht zu übersehen. Von daher ist es mit gewissen Einschränkungen auch möglich, dieses Merkmal der theoretischen Stufe des Begriffs (empirischer Begriff) zuzuordnen. Wir werden daher in den Auswertungen das Merkmal „Geld“ besonders beachten.

und begriffliche Stadien zu (vorbegriffliche Stufe - $p < .001$; begriffliche Stufe $p < .001$). Dies gilt auch, vergleicht man die einzelnen Kategorien gesondert (vgl. Abbildung 2).

Auch bezüglich des Begriffes „Arbeit“ war ein deutlicher Entwicklungseffekt festzustellen (vgl. Abbildung 3), der sich vor allem auf die gekennzeichneten Kategorien Synkretie und Komplex bezieht ($p = .049$; $p < .001$). Beim

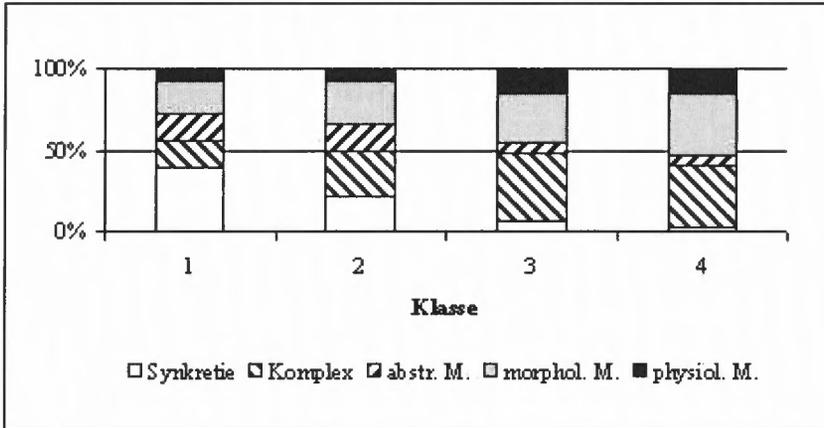


Abb. 2: Begriffsentwicklung „Pflanze“ nach Kategorien in LS 2⁶

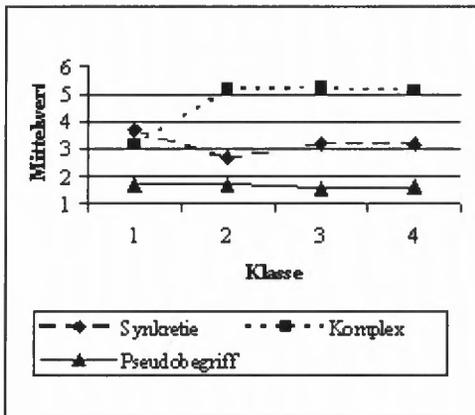


Abb. 3: Begriffsentwicklung „Arbeit“ nach Kategorien

⁶ Dargestellt sind die Prozentsätze über die Kategorie der Begründung: Für jedes Kind wurde die Anzahl der synkretischen, komplexen usw. Antworten bestimmt und gemittelt.

Pseudobegriff war kein statistisch zu erhärtender Entwicklungseffekt festzustellen. Beide erstgenannten Kategorien unterscheiden sich hochsignifikant zur letztgenannten ($p < .001$). Bezogen auf die vier Klassenstufen zeigte der Vergleich der drei Kategorien jeweils hochsignifikante Unterschiede ($p < .001$). Dennoch ist dieser Effekt vor allem auf die Entwicklungen bei den Niveaus Synkretie (Klassen 1 bis 3, $p < .001$) und Komplex (Klasse 1 nach Klasse 2 $p = .001$) zurückzuführen. Dies konnte anhand der Varianzanalyse zumindest im Falle der Synkretie (Haupteffekt $p = .002$, zurückzuführen auf den Faktor Klasse $p = .041$) bestätigt werden. Die begriffliche Stufe wurde hier nicht erreicht.

4.3 Bedeutung der Kontextvariablen

Die Prüfung der Wirkungen der Kontextvariablen gesellschaftliche Umwelt und Unterrichtsstrategie auf die Begriffsentwicklung erfolgte durch den Vergleich der beiden Stichproben. Aus Platzgründen gehen wir lediglich auf Unterschiede zwischen den beiden Längsschnitten ein.

Begriff „Pflanze“: Bezüglich der begrifflichen Klassifikation zeigten sich nur in den 3. Klassen Unterschiede: Strauch, Baum, aber auch Pilz wurden in LS 2 häufiger als Pflanze klassifiziert ($p = .020$; $p = .001$; $p < .001$). Die Prüfung der Unterschiede zwischen beiden Stichproben bei den zur Begründung der Klassifikation herangezogenen Merkmalen (Stadien der Begriffsbildung) erbrachte hochsignifikante Unterschiede ($p < .001$) bei der vorbegrifflichen wie auch der begrifflichen Stufe, welche als Entwicklungsvorteil der Stichprobe (LS 1) gegenüber (LS 2) zu deuten sind (vgl. Abbildung 4).

Bezüglich des *Begriffs „Arbeit“* waren wir auf Grund des Fehlens des begrifflichen Stadiums der Begriffsbildung auf den detaillierten Vergleich der vorbegrifflichen Phasen angewiesen (vgl. Abbildung 5). Unterschiede zwischen beiden Stichproben zeigten sich vor allem bei den Niveaus Synkretie und beim Pseudobegriff. Anders als beim Begriff Pflanze könnten hier die Daten in Richtung auf Entwicklungsvorteile der Stichprobe (LS 2) hindeuten (der Komplex ist in den Klassen 1 und 2 – jeweils $p < .001$ – weniger häufig anzutreffen als in LS 1 und der Pseudobegriff in den Klassen 1, 2, 3 – jeweils $p = .001$ – häufiger).

Die Ursache für den geschilderten Effekt ist vor allem im Merkmal Geld zu suchen. Beide Stichproben unterscheiden sich insgesamt signifikant ($p = .021$) voneinander, was vor allem auf die Unterschiede zwischen den Klassen 1 und 2 ($p = .028$; $p = .050$) zurückzuführen ist. Die Entwicklung scheint ge-

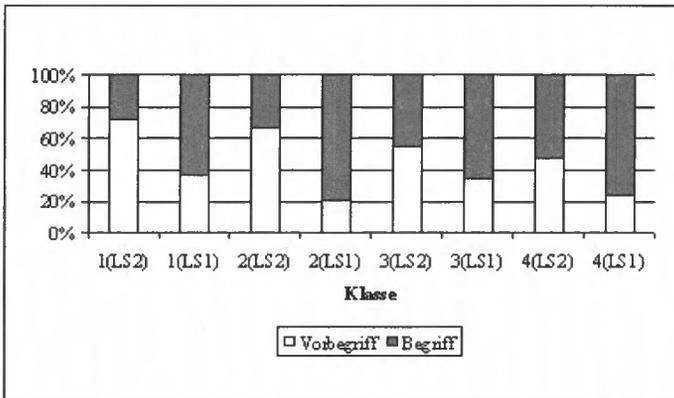


Abb. 4: Begriffliche Klassifizierung „Pflanze“ in LS 1 und SL 2 nach Vorbegriff und Begriff

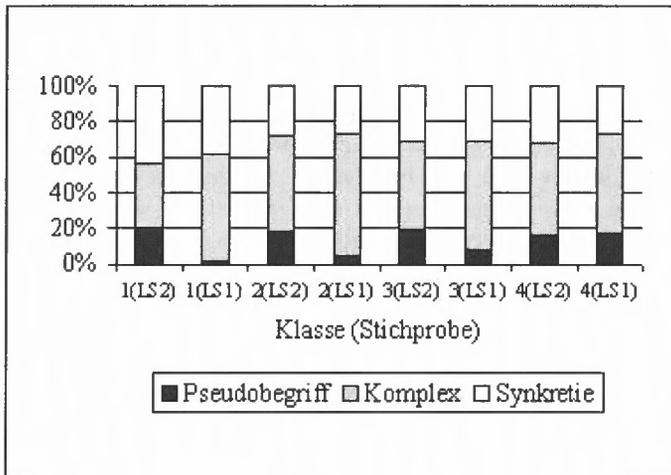


Abb. 5: Begriffliche Klassifizierung „Arbeit“ in LS 2 und LS 1 nach Kategorien

genläufig zu sein: In der Stichprobe (LS 1) nimmt das Merkmal Geld an Bedeutung mit der Klassenstufe zu, in der Stichprobe (LS 2) ab, wobei nach Klasse 4 hin eine Annäherung zwischen beiden Stichproben bezüglich des geprüften Merkmals erfolgt (vgl. Tabelle 2). Dieser Effekt dürfte allerdings weniger auf den Unterricht, sondern vor allem auf die Zunahme der Bedeu-

tung des Geldes und des Merkmals „Geld verdienen“ im täglichen Leben nach der Wende in Ostdeutschland zurückzuführen sein. Wie insgesamt die Daten zur Entwicklung des Begriffes Arbeit die Hypothese einer weitgehend vom Unterricht wenig beeinflussten Entwicklung stützen. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch ein Vergleich mit einer Stichprobe (Voruntersuchungen im Kindergarten – älteste Gruppe – und Klasse 1), bei der das Merkmal „arbeitslos“ in Verbindung mit dem Fernsehen, Fußballspielen, Lesen auftrat, welches zu unserer Überraschung hier verschwunden ist. Es darf vermutet werden, dass dies im Merkmal „Geld“ aufgehoben ist.

	1(LS2)	2(LS2)	3(LS2)	4(LS2)	1(LS1)	2(LS1)	3(LS1)	4(LS1)
Geld	3,2	2,6	2,0	1,7	1	1,3	1,7	2,5

Tab. 2: Mittelwerte der Nennung des Merkmals Geld bei der Begründung der Klassifikation „Arbeit“ in beiden Stichproben

5. Zusammenfassung und Folgerungen

Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigen einen Trend der Entwicklung beider untersuchter Begriffe in Richtung auf einen wissenschaftlichen Begriff, ohne allerdings diese Niveaustufe voll ausgeprägt zu erreichen. Bestätigt werden konnte auch die Hypothese einer Phasenfolge der begrifflichen Entwicklung, wobei domänenspezifisch klare Unterschiede zwischen beiden geprüften Begriffen festzustellen waren. Insbesondere zeigten sich deutliche Wirkungen der Unterrichtsstrategie mit Blick auf die Entwicklung von Komponenten wissenschaftlicher Begriffe beim Begriff „Pflanze“, wohingegen der Begriff „Arbeit“ das Niveau des (wissenschaftlichen) Begriffs nicht erreicht, auf dem Niveau des Alltagsdenkens verbleibt und stark von ihm bzw. von der gesellschaftlichen Umwelt beeinflusst wird. Während der Unterricht kaum eine Wirkung auf die Entwicklung des wissenschaftlichen Begriffs „Arbeit“ zu haben scheint, sind dessen Wirkungen auf die Entwicklung des Begriffes „Pflanze“ verschieden – je nach praktizierter Unterrichtsstrategie. Dennoch verbleiben viele Kinder wohl unter dem ihnen möglichen Entwicklungsniveau begrifflichen Denkens. Dieser Trend ist in der aktuellen Studie (d.h. im gegenwärtigen Unterricht) deutlich stärker ausgeprägt als in der Vergleichsstudie von 1988-91 (Unterricht in der DDR). Beide Studien belegen, dass die Unterrichtseffekte, was Begriffsbildung und begriffliches Denken betrifft, unbefriedigend bleiben. Dies hat uns seinerzeit veranlasst, ein Modell des entwicklungsfördernden Unterrichts (Giest 2001) zu entwickeln und auch

mit Blick auf die pädagogische Förderung des begrifflichen Denkens und Problemlösens (erfolgreich) im Heimatkundeunterricht (1991) zu erproben (vgl. Giest 2002). Die gesamte Untersuchung unterstreicht nachdrücklich die Notwendigkeit, dem Aspekt der Förderung der Begriffsbildung und des begrifflichen Denkens mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Dies könnte vor allem dadurch geschehen, dass Entwicklungsbesonderheiten der Begriffsbildung und der begrifflichen Entwicklung stärker im Unterricht beachtet werden. In die Diskussion um Kerncurricula (vgl. Hameyer & Schreier 2002) sollte auch das Problem der Begriffsbildung und seiner entwicklungsgerechten Förderung im Sachunterricht Eingang finden.

Literatur

- Borsch, F.; J. Jürgen-Lohmann & H. Giesen (2002): Kooperatives Lernen in Grundschulen: Leistungssteigerungen durch den Einsatz des Gruppenpuzzles im Sachunterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 49, S. 172-183.
- Caravita, S. & O. Haldén (1994): Re-Framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction* 4, 1. pp. 89-112.
- Chi, M. T. H.; J. D. Slotta & N. de Leeuw (1994): From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 1. pp. 27-44.
- Claar, A. (1993): Detailanalyse der Begriffskonstruktion: Die Integration von Teilbegriffen am Beispiel der Bank. In: W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.): *Die Konstruktion kognitiver Strukturen*. Bern u.a.: Huber. S. 156-177.
- Davydov, V. V. (1993): The perspectives of activity theory. *Multidisciplinary newsletter for activity theory* 13/14. pp. 50-53.
- Davydov, V. V. (1999): The content and unsolved problems of activity theory. In: Y. Engeström, R. Miettinen & R.-L. Punamäki (Eds.): *Perspectives on activity theory*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 39-52.
- Edelstein, W. & S. Hoppe-Graff (Hrsg.) (1993): *Die Konstruktion kognitiver Strukturen*. Bern u.a.: Huber.
- Giest, H. & J. Lompscher (im Druck): Formation of learning activity and theoretical thinking in science teaching. In: A. Kozulin, B. Gindis, V. Ageyev & S. Miller: *Vygotsky's Educational Theory and Practice in Cultural Context*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Giest, H. (2001): Lernen und Lehren im entwicklungsfördernden Unterricht. In: H.-G. Rossbach, K. Nölle & K. Czerwenka (Hrsg.): *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule. Jahrbuch Grundschulforschung*, 4. Opladen: Leske + Budrich, S. 86-92.
- Giest, H. (2002): Entwicklungsfaktor Unterricht. Landau: Verlag Empirische Pädagogik e.V.
- Giest, H. (im Druck): Zur Entwicklung des begrifflichen Denkens im Grundschulalter. Erscheint in *Psychologie in Erziehung und Unterricht*.
- Grzesik, J. (1992): *Begriffe lernen und lehren*. Stuttgart: Klett.
- Hameyer, U. & H. Schreier (2002): Die Lage des Sachunterrichts. *Grundschule*, 2, S. 30-32.
- Hasselhorn, M. & D. Grube (1996): Entwicklung der Intelligenz und des Denkens – Literaturüberblick. In F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.): *Entwicklung im Grundschulalter*, Weinheim: Beltz, S.15-26.

- Hasselhorn, M. & Mähler, C. (1998): Wissen, auf das Wissen baut: Entwicklungspsychologische Erkenntnisse zum Wissenserwerb und zum Erschließen von Wirklichkeit im Grundschulalter. In: J. Kahlert (Hrsg.): Wissenserwerb in der Grundschule. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 73-90.
- Hasselhorn, M. (2002): Aufgaben und Perspektiven einer differentiellen Entwicklungspsychologie. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 49, S. 161-171.
- Hoppe-Graff, S. (1993): Sind Konstruktionsprozesse beobachtbar? In: W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.): Die Konstruktion kognitiver Strukturen. Bern u.a.: Huber, S. 260-275.
- Kluwe, R. (1988): Methoden der Psychologie zur Gewinnung von Daten über menschliches Wissen. In: H. Mandl & H. Spada: Wissenspsychologie. München, Weinheim: Psychologie Verlags Union, S. 359-385.
- Mähler, C. (1999): Naive Theorien im kindlichen Denken. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31, 2, S. 55-65.
- Markman, E. M. (1989): Categorization and naming in children. *Problems of induction*. Cambridge, Mass. (MIT).
- Merten, R. (1999): Verständigungsprobleme. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 2, S. 195-208.
- Ochiai, M. (1989): The Role of Knowledge in the Development of the Life Concept. *Human Development*, 32, S. 72-78.
- Reusser, K. (1998): Denkstrukturen und Wissenserwerb. *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C, Praxisgebiete, Serie 2, Kognition*, Bd. 6. Göttingen: Hogrefe, S. 115-166.
- Richards, D. D. (1989): The Relationship between the Attributes of Life and Life Judgments. *Human Development*, 32, S. 95-103.
- Schnotz, W. (2001): Conceptual change. In: D. Rost (Hrsg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz. S. 75-81.
- Schrempf, I. & B. Sodrian (1999): Wissenschaftliches Denken im Grundschulalter. Die Fähigkeit zur Hypothesenprüfung und Evidenzevaluation im Kontext der Attribution von Leistungsergebnissen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 3, 2, S. 67-77.
- Seiler, Th. & A. Claar (1993): Begriffsentwicklung aus strukturgenetisch-konstruktivistischer Perspektive. In: W. Edelstein & S. Hoppe-Graff (Hrsg.): Die Konstruktion kognitiver Strukturen. Bern u.a.: Huber, S. 107-115
- Seiler, Th. (1988): Thesen und Befunde zur Entwicklung des Arbeitsbegriffs. In: I. Oomen-Welke & Ch. v. Rhöneck (Hrsg.): *Schüler: Persönlichkeit und Lernverhalten*. Tübingen: Narr, S. 109-128.
- Siegler, R. S. (1989): Commentary. *Human Development*, 32, pp. 104-109.
- Stavy, R. & N. Wax (1989): Children's Conceptions of Plants as Living Things. *Human Development* 32, pp. 88-94.
- Sugarman, S. (1989): Commentary. *Human Development*, 32, pp. 110-112.
- Vosniadou, S. (1994): Capturing and Modeling the Process of Conceptual Change. *Learning and Instruction*, 4, 1, pp. 45-70.
- Waldmann, M.R. (1996): Wissensgeleitetes Lernen. *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C, Theorie und Forschung, Serie 2, Kognition*, Bd. 7. Göttingen: Hogrefe. S. 321-354.
- Weinert, F. E. & A. Helmke (Hrsg.) (1997): *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim: Beltz.
- Weinert, F. E. & Schneider, W. (1996): Entwicklung des Gedächtnisses. *Methoden der Gedächtnispsychologie. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C, Theorie und Forschung, Serie 2, Kognition*, Bd. 4. Göttingen: Hogrefe. S. 433-488.
- Wygotzki, L. S. (1985, 1987): *Ausgewählte Schriften, I und 2*. Berlin: Volk und Wissen.

Lernwege im Sachunterricht aus der Sicht von Kindern

*„Wir würden viele Experimente machen
und die Schüler dürften aussuchen,
welches Thema wir als nächstes machen!“*

1. Zur Selbst- und Mitbestimmung der Kinder im Sachunterricht

Dieser Beitrag wendet sich der Frage zu, wie im Sachunterricht die Selbst- und Mitbestimmung der Mädchen und Jungen ermöglicht wird und wie dieser Partizipationsprozess von den Lernenden reflektiert wird. Besonders aktuell wird dieses Problem auch durch die jüngsten Ergebnisse der PISA-Studie. Die Schlussfolgerungen der Expertinnen und Experten daraus zeigen, dass selbstgesteuertes Lernen höchste Priorität für die Qualitätsverbesserung des schulischen Lernens hat. Der Zusammenhang von Leistungen, kulturellen Werten und Motivation macht deutlich, dass schulisches Lernen in postmodernen Gesellschaften zunehmend mit Tätigkeiten konkurriert, die den Kindern und Jugendlichen Spaß machen und für die sie Interesse haben. Für die intrinsische Motivation und Interessensbildung ist von zentraler Bedeutung, über viele Aspekte im Rahmen des schulischen Lernens selbst zu bestimmen, das Lernen zunehmend selbst zu organisieren und zu steuern, bei entscheidenden Fragen des schulischen Lebens und des Unterrichts mitbestimmen zu dürfen. Selbst- und Mitbestimmung der Kinder in Schule und Unterricht folgt einem „psychologischen Bedürfnis“ und erweist sich als ein didaktisches Kernproblem subjektorientierten Lernens und Lehrens.

In der didaktischen Literatur finden sich für dieses im didaktischen Diskurs unbestritten bedeutsame Phänomen unterschiedliche Begriffe: „Selbst- und Mitbestimmung“, „Schülermitbeteiligung“, „Schülerpartizipation“. In jedem Fall, und in soweit können die Begriffe synonym gebraucht werden, bezeichnen sie ein Handeln, „durch das die Schülerinnen und Schüler sich selbst einbringen und zugleich als tendenziell gleichberechtigte Partner von den Lehrern in die Planung, Gestaltung und Auswertung des Unterrichts ein-

bezogen werden“ (Meyer & Schmidt 2000, S. 11). Theoretisch ist die Selbst- und Mitbestimmung der Schülerinnen und Schüler im Unterricht seit langem legitimiert und gilt als Kern allgemeiner Bildung (vgl. Klafki 1994). In den einschlägigen Untersuchungen (vgl. Meyer & Schmidt 2000, S. 24f.) wird aber beklagt, dass zwar diese Problematik der Schülermitbeteiligung im Unterricht bekannt ist, dass aber dazu seit den achtziger Jahren nicht mehr geforscht wurde (vgl. Wragge-Lange 1983, Bohnsack u.a. 1984, Hage u.a. 1985, Wenzel 1987). Aktuelle Forschungsergebnisse liegen von Meinert Meyer, Ralf Schmidt u.a. vor. Sie haben die Schülermitbeteiligung im Fachunterricht der gymnasialen Oberstufe untersucht, um fachgebundene Formen der Schülermitbeteiligung für den Unterricht in den Fächern Englisch, Geschichte und Chemie/ Physik in der gymnasialen Oberstufe bestimmen zu können. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass Oberstufenschüler über hohe didaktische Kompetenzen verfügen. Die Schülerinnen und Schüler waren z.B. in der Lage, präzise didaktische Problemsituationen zu beschreiben (vgl. Meyer & Schmidt 2000, S. 213ff.).

Untersuchungen im Rahmen der Grundschule stehen erst am Anfang. Dennoch verweisen Grundschuldidaktiker/innen, Soziologen/innen und Kindheitsforscher/innen seit langem darauf, dass die „modernen Kinder“ zunehmend mit den Patentrezepten traditioneller Formen menschlichen Zusammenlebens brechen und Selbstfindung, Selbstbestimmung und Selbstständigkeit zu einer wichtigen Entwicklungsaufgabe werden, der sich auch der Sachunterricht in der Grundschule stellen muss (vgl. Hempel 1999b, S. 142). Die Ergebnisse der Kindheitsforschung unterstreichen in diesem Kontext nachdrücklich die gewachsene Selbstständigkeit¹ der Kinder in einer „veränderten Kindheit“. Sie zeigen, dass den Kindern in Familie und Gesellschaft ein immer komplexeres Angebot an Aktivitäts- und Beziehungsmöglichkeiten zur Verfügung steht, mit dem ein großer Teil der Mädchen und Jungen auch umgehen kann. Kinder müssen und können heute ihre Entscheidungen aus einem breiteren Spektrum der Möglichkeiten treffen (vgl. du Bois-Reymond 1994, Leu 1996). Eine Lernkultur, die die Lernenden zunehmend aus der fremdbestimmten Position herausführt und zu Subjekten ihres eigenen Lernprozesses macht, unterstützt daher wesentlich die Identitätsentwicklung der Kinder. Kinder wollen und sollen – besonders im Sachunterricht – selbst die Welt erkunden und sie *mit Hilfe* der Lehrenden verstehen

¹ Unter Selbstständigkeit bzw. selbstständigem Handeln können dabei solche Aktivitäten zusammengefasst werden, „die nicht nur Dritten als selbständige Aufgabenbewältigung erscheinen, sondern auch von den Handelnden selbst als eine ihren Interessen und Wertvorstellungen entsprechende Tätigkeit erfahren“ werden. (Leu 1996, S. 176).

lernen. Sich die Welt, in der man lebt, zu erschließen, sie zu erkunden und die Vorgänge in Natur und Gesellschaft zu beobachten sind aktive selbstbestimmte Prozesse. Trotzdem scheint in der Schulpraxis der schon seit einigen Jahren mit Nachdruck geforderte Paradigmenwechsel vom Belehren zum Selbstaneignen durch das lernende Kind noch nicht gelungen zu sein. Untersuchungen zu subjektorientierten Lehr-Lern-Prozessen an Grundschulen bzw. zum offenen Unterricht zeigen, dass die Lehrenden viele Vorstellungen und Ideen zum offenen Unterricht, zum subjektorientierten Lernen und zum Abbau von Lehrerzentriertheit haben, diese aber in der Praxis noch zu wenig realisieren (vgl. zusammenfassend Brügelmann 2000 und Hanke 2001).

Eine Ursache könnte in einer tradierten Lehr-Lern-Kultur liegen, die den Schüler/innen kaum oder wenig Möglichkeiten zur Selbst- und Mitbestimmung im Unterricht und auch im schulischen Kontext einräumt. Gerade der Sachunterricht muss aber vielfältige Formen der Schülermitbeteiligung ermöglichen, um der gewachsenen Selbstständigkeit der Mädchen und Jungen in einer „veränderten Kindheit“ Rechnung zu tragen und dem Bildungs- und Erziehungsanspruch des Sachunterrichts in der Grundschule gerecht werden zu können. Sachunterricht soll Fragen, Interessen und Lernbedürfnisse der Kinder von heute berücksichtigen, d. h., dass die Partizipation der Kinder – vor allem bezogen auf die Mitbestimmung bei Auswahl und Festlegung von Inhalten – fachdidaktisch ein konstitutives Element darstellt. Kinder bewusst teilhaben zu lassen an den Überlegungen zur Unterrichtsgestaltung und Themenwahl ist immer noch ein didaktisch unbefriedigend gelöstes Problem. Untersuchungen zeigen (vgl. Hansen & Klinger 1997, Wegener-Spöhring 2000), dass die lebensweltlichen Zugänge und Interessen der Kinder noch weitgehend ungenutzt bleiben und in ihrem didaktischen Potenzial nicht ausgeschöpft werden. Wenn die Sorgen, Bedürfnisse, Interessen und Erfahrungen der Kinder im Morgenkreis oder zu Beginn der Stunde zwar thematisiert, dann aber nicht für die Unterrichtsplanung und -gestaltung genutzt werden und so nur zum illustrierenden Beiwerk der Intentionen von Lehrern/innen (vgl. Hempel 2000, S. 196) werden, bleiben entscheidende Potenzen für die Partizipation der Schüler/innen an ihrem Unterricht ungenutzt. Dass die Selbst- und Mitbestimmung der Kinder bei der Inhaltswahl entscheidenden Einfluss auf ihr Interesse hat, konnte Hartinger (2002) nachweisen. So zeigten sich sowohl signifikante Unterschiede bezüglich des Selbstbestimmungsempfindens zwischen den Schülern, die ein sachunterrichtliches Thema ausgehend von den Kinderfragen behandelten, und denen, die an vorgegebenen Unterthemen arbeiteten, als auch deutliche Zusammenhänge zwischen dem Selbstbestimmungsempfinden der Schüler/innen und dem Interesse.

Trotz ermutigender Ansätze (vgl. Thurn 1997, Lüpkes 1999, Schwarz 2001) ist für den Sachunterricht die Frage noch nicht befriedigend beantwortet, wie Schülerinnen und Schüler tatsächlich ihre Ansprüche und Vorstellungen bei der Inhaltsauswahl und Unterrichtsgestaltung einbringen können und über welche didaktischen Reflexionskompetenzen die Schülerinnen und Schüler der Grundschule verfügen. Die fachdidaktische Forschung zum Sachunterricht sollte Antwort auf die Frage geben, wie Lehrerinnen und Lehrer Planung und Mitbestimmung im Spannungsfeld von gesellschaftlichen Anforderungen und individueller Lernwegsgestaltung realisieren können.

Uns interessierte daher besonders, welche Wahl- und Entscheidungsmöglichkeiten den Kindern in der Schule zur Verfügung stehen, wie also subjektorientierte Lernprozesse durch angemessene Öffnung des Unterrichts realisiert werden. Wie bedeutsam dieses Problem in Fachkreisen eingeschätzt wird, zeigt ein Blick auf die Beiträge in diesem Band. Aktuell befasst sich eine Reihe von Untersuchungen mit der hier diskutierten Fragestellung. Ob es um die moderat-konstruktivistischen Lernumgebungen oder um die Förderung des Problemlöseverhaltens geht, immer geht es auch um die Frage der Selbst- und Mitbestimmung der Kinder auf ihren Lernwegen.

2. Zu Umfang und Methoden der Untersuchung

Die Frage nach Selbst- und Mitbestimmung im Sachunterricht ist ein Teilproblem meines aktuellen Forschungsprojekts mit dem Titel „Subjektorientiertes Lernen und Lehren im Sachunterricht der Grundschule“ (vgl. Hempel 2001). Gemeinsam mit Studierenden untersuchen wir hier den Zusammenhang zwischen subjektiven fachdidaktischen Theorien von Sachunterrichtslehrerinnen und -lehrern, die bestimmte Modelle kindlichen Lernens und auch lehrstrategische Vorstellungen einschließen, *und* der Gestaltung der Lernprozesse im Sachunterricht. Kurz formuliert fragen wir danach, wie gegenwärtig – in exemplarisch ausgewählten Grundschulen Niedersachsens – subjektorientiertes Lernen im Sachunterricht ermöglicht wird. An der Untersuchung haben sich 10 Lehrerinnen und Lehrer aus 9 Schulen Niedersachsens beteiligt. Insgesamt sind 10 Lehrerinnen und Lehrer befragt, 80 Unterrichtsstunden (davon 64 im Sachunterricht) beobachtet worden. 234 Kinder waren an der Untersuchung beteiligt. In die Durchführung dieser Voruntersuchung waren Studentinnen und Studenten des Faches Sachunterricht aktiv einbezogen. Bei der Anlage und Auswertung der Untersuchung wurden Möglichkeiten einer Perspektiven- und Methodentriangulation genutzt.

Dazu wurden

1. die subjektiven Theorien von Lehrerinnen und Lehrern zu ihrem Verständnis vom Lernen im Grundschulalter und zu ihren eigenen didaktischen Strategien mittels ExpertenInneninterviews (leitfadengestützte offene Interviews mit narrativen Passagen) erfasst;
2. Sachunterrichtsstunden auf der Grundlage von Unterrichtshospitationen kriterienorientiert beobachtet und beschrieben;
3. die Rahmenbedingungen des Lehrer- und Schülerhandelns der jeweiligen Schule erfasst;
4. die Vorstellungen, Wünsche und Erfahrungen der Kinder zu einem Unterricht ermittelt, in dem aus der Sicht der Kinder das Lernen besonderen Spaß macht. Dazu wurden die Kinder zum Schreiben freier Texte veranlasst.

In diesem Beitrag gehe ich vor allem auf die Perspektive der Kinder ein und werde einige Ergebnisse aus der Analyse dieser Texte vorstellen. Damit sollen erste Antworten auf die Frage gefunden werden, ob Kinder ein Bedürfnis danach haben, aktiv den Unterricht mitzugestalten, wie sie ihre Möglichkeiten zur Selbst- und Mitbestimmung im Sachunterricht einschätzen und über welche didaktischen Kompetenzen Kinder im Grundschulalter verfügen.

Es ist sehr problematisch, aus der Sicht von Kindern die Möglichkeiten und Grenzen der eigenen Mitbestimmung im Unterricht zu erfassen. Wir stellten daher diese Ergebnisse in den Kontext der Unterrichtsbeobachtungen, haben aber darauf verzichtet, die Kinder unmittelbar zu diesem Unterricht zu befragen. Um zu ermitteln, wie kompetent Mädchen und Jungen dritter und vierter Klassen bei der Einschätzung von Unterricht sind und um ihre Wünsche und Vorstellungen von einem „guten“ Unterricht zu erfassen, die Rückschlüsse auf den Wunsch nach Selbst- und Mitbestimmung zulassen, wählten wir als Erhebungsmethode die Produktion freier Texte.

Die Methode des freien Schreibens (freie Texte, Erfinden von Geschichten etc.) hat sich bereits vielfach bewährt, um mit Hilfe der Sprache der Kinder kindliche Alltagserlebnisse und Erfahrungen erschließen zu können (vgl. Gansberg 1914, Fatke 1993, Hempel 1997, Röhner 2000). U.a. gehörte Freinet zu den Reformpädagogen, die „die Idee des freien Textes in umfassender Weise kultivierten“ (Röhner 2000, S. 206). So ging Freinet davon aus, dass freie Texte den Kindern erlauben, eigene Gefühle und Gedanken auszudrücken und sich damit nach außen zu wenden (vgl. Freinet 1980, S. 45).

Bei eigenen Untersuchungen zu kindlichen Lebensentwürfen (vgl. Hempel 1997, 2000) wurde deutlich, dass diese Methode sehr gut geeignet ist, die Kinder zu freien ungezwungenen Äußerungen über ihre subjektiven Wün-

sche, Träume, Ideen anzuregen. Um die Kinder zu Meinungen und Wünschen über den von ihnen selbst erlebten und erwünschten Unterricht herauszufordern, wurden die Kinder mit Hilfe einer „Zaubergeschichte“² motiviert und angeregt, sich in die Rolle des Lehrers/ der Lehrerin zu versetzen und darüber nachzudenken, wie Unterricht aussehen müsste, in dem das Lernen allen Kindern Spaß macht. Das ermöglichte einen Rollentausch und einen Perspektivenwechsel, der den Kindern einen unverkrampften reflektierenden Blick auf die eigenen Unterrichtserfahrungen erlaubte.

Phantastisches, Irreales, Fremdes sind legitime Hilfsmittel, die Reflexion der Vergangenheit, des bisher Erlebten zu unterstützen und sich selbst in einer anderen Zeit, einer anderen Rolle zu sehen. Das ermöglicht einen Perspektivenwechsel, durch den Einschätzungen von Alltagssituationen erleichtert werden. Der Mensch ist „...um seiner Existenz willen auf die Vergegenwärtigung von Vergangenenem und Zukünftigem, von Irrealem, Fremdem und Fernem angewiesen. Im Überspringen der räumlichen und zeitlichen Grenzen kann der Mensch erst zum Menschen werden“ (Lahrman 1972, S. 20). Werden Kinder herausgefordert, in freien Texten über Aspekte ihrer Lebenswirklichkeit nachzudenken, werden die sozialen Erfahrungen der Kinder mit Strukturen, Traditionen und Werten sichtbar, die das aktuelle Denken der Kinder prägen. Die Texte erlauben es daher bei aller Übertreibung und Phantasie („dann würden die Kinder im Unterricht Bier trinken“), Erfahrungen und Bedeutungszusammenhänge der Kinder in den von ihnen geschilderten Kontexten inhaltsanalytisch zu erfassen und zu interpretieren. Die in die Lebensentwürfe phantasievoll hineingewobenen Geschichten gleichen somit „Erkundungsfahrten in eine Möglichkeit, die durchaus Wirklichkeit werden kann. Sie sind der Ort, an dem Bedürfnisse, Wünsche, Sehnsüchte, Träume, Ideale wachgehalten werden“ (Fatke 1979, S. 273).

Die von den Kindern der dritten und vierten Klasse produzierten Texte waren vor diesem theoretischen Hintergrund eine gut geeignete Basis, um das von ihren sozialen Erfahrungen geprägte aktuelle Denken kennen zu lernen.

² „Pssst – ihr müsst ganz leise sein, sonst kommt sie nicht. Ich hab sie vorhin gesehen, bevor ich in eure Schule gekommen bin. Ich glaube, sie wollte zu euch, die kleine Hexe, die alles verdrehen kann. Ihr kennt sie nicht? Sie hat struweliges Haar und blitzgrüne Augen und – sie hat Zauberkräfte. Damit kann sie alles vertauschen. Sie kann zaubern, so dass Elefanten klein werden und Mäuse groß. Das fällt ihr nicht schwer! Mit so einer witzigen Zauberkraft kann man eine Menge machen. Stell Dir nur mal vor wie es ist ... wie es ist [grüblerische Geste] wie es wäre, wenn Schülerinnen zu Lehrerinnen werden. Was würde da alles anders werden! Was würdest du als Lehrerin tun, damit der Unterricht den Kindern Spaß macht? Fällt dir noch mehr ein? Was hat dir immer gut gefallen? Was würdest Du verändern? Schreib es doch mal auf!“

Ihre Texte und Zeichnungen stellen somit ein wichtiges ethnographisches Material für unsere Fragestellung dar und ermöglichten es in Ansätzen, die subjektiven Deutungs- und Interpretationsmuster der Kinder zu erfassen.

3. Diskussion erster Ergebnisse

Die Auswertung der ersten Ergebnisse dieser Stichprobe deutet darauf hin, dass die Selbst- und Mitbestimmung der Schülerinnen und Schüler im Sachunterricht gegenwärtig mehr dem Zufallsprinzip denn einer systematischen fachdidaktischen Strategie zu folgen scheint. Die befragten Lehrerinnen und Lehrer verstehen die Selbst- und Mitbestimmung der Schülerinnen und Schüler als ein wesentliches Element eines modernen Sachunterrichts. Auch aus lerntheoretischer Perspektive begründen sie die Notwendigkeit, den Unterricht handlungsorientiert zu gestalten und die Schüler aktiv werden zu lassen. Beim Entwurf der Lehrstrategien werden allerdings von den Lehrerinnen und Lehrern oft „unüberwindliche“ Schwierigkeiten genannt, durch die sie gehindert werden, diese Konzepte umzusetzen. Diese Schwierigkeiten bestehen nach Aussagen der Lehrerinnen und Lehrer vor allem darin, keine ausreichende Zeit zur Verfügung zu haben. Besonders die zu bearbeitenden (vorgegebenen) (Pflicht-)themen würden verhindern, sich den Fragen und Problemen der Kinder intensiver zu widmen. Die Unterrichtsbeobachtungen verweisen auf einen hohen Anteil verbalisierenden lehrerzentrierten Unterrichts. Das Unterrichtsgespräch mit der ganzen Klasse dominierte mehr als die Hälfte der Unterrichtszeit. Die häufigsten Lernwege und Aneignungsformen der Kinder, die in den 80 beobachteten Stunden (im Sachunterricht davon 64) protokolliert wurden, waren Zuhören und Abschreiben. Einen geringen bis sehr geringen Anteil nahmen die für die Selbstaneignung und Selbstbestimmung so wichtigen Lernwege wie Beobachten, Experimentieren, Sammeln, Ordnen, Informieren, Planen, Dokumentieren, Herstellen usw. ein. Bei dem hohen Anteil lehrerzentrierter Lernarrangements war nur in geringem Umfang Selbst- und Mitbestimmung der Kinder möglich. Den Mädchen und Jungen standen kaum Wahlmöglichkeiten im Unterricht (bezogen auf Inhalte, auf Verfahren, auf die Zeiteinteilung, auf die Mittel, auf die Sozialformen usw.) zur Verfügung. Nur in wenigen Unterrichtsstunden hatten die Kinder die Möglichkeit, über ihre Zeiteinteilung, über die Reihenfolge der zu erledigenden Aufgaben, über ihre Sozialpartner, über Inhalte (im Sinne von Pflicht- und Wahlbereichen), über Darstellungsmöglichkeiten und Lernwege mit zu entscheiden. Das aber sind entscheidende Parameter zur Umsetzung offener Lernprozesse.

Die Übersicht (nach einer Anregung von Sigl 1999) macht das deutlich:

Mitbestimmung der Kinder im Sachunterricht (n=64 Stunden)	Ja	Nein
Die Kinder können die Arbeitsreihenfolge wählen.	14	50
Die Kinder wählen zwischen Einzel-/ Partner-/ Gruppenarbeit.	19	45
Die Kinder können Ziel und Mittel wählen/ modifizieren.	6	58
Die Kinder finden Pflicht- und Wahlbereiche vor.	12	52
Die Kinder können aus einem Aufgabenkatalog auswählen.	9	55
Die Kinder können selbst Pausen wählen.	8	56
Die Kinder können den Arbeitsort im Klassenraum frei wählen.	23	41
Die Kinder können wählen, ob sie Hilfe einholen.	48	16
Die Kinder können eigene Themen einbringen und bearbeiten.	12	52
Die Kinder können eigene Darstellungsentscheidungen treffen.	14	50
Die Kinder finden Selbstkontrollmöglichkeiten vor.	18	46

Trotz schulischer Rahmenbedingungen, die den Lehrerinnen und Lehrern schon relativ viel freie Gestaltungsmöglichkeiten einräumen (Zusammenlegung von Stunden, Abschaffung der Reglementierung durch die Pausenklingel), werden didaktisch kaum bewusst Entscheidungsfelder für die Kinder im Aneignungsprozess eingeplant. Trotzdem hatten viele Lehrerinnen und Lehrer das Empfinden, durch ihren Unterricht den Schülerinnen und Schülern ausreichende Partizipationsmöglichkeiten zu bieten (z.B. durch die Einbeziehung der Erfahrungen der Kinder im Morgenkreis). Sehr selbstkritisch reflektierten sie allerdings den Widerspruch zwischen ihrem Anspruch an handlungsorientiertem Unterricht und der Realität vieler Unterrichtsstunden.

Wie schätzen die Kinder vor dem Hintergrund dieser relativ „entscheidungsarmen“ Lernprozesse den Unterricht ein? Zu vermuten ist, dass Kinder die fehlende Selbst- und Mitbestimmung nicht als Defizit betrachten, da sie fast nur Erfahrungen mit instruktivem Unterricht haben.

Die Analyse der Kindertexte sollte daher folgende Fragen beantworten:

- Welche Wünsche und Vorstellungen haben die Kinder von einem Sachunterricht, in dem Lernen allen Kindern Spaß macht und Interesse weckt?
- Inwieweit wird der Wunsch nach Selbstbestimmung sichtbar?
- Über welche didaktischen Kompetenzen verfügen die Mädchen und Jungen bereits im Grundschulalter?

Die vorliegenden Ergebnisse lassen sich so interpretieren, dass Kinder ein großes Bedürfnis nach Selbst- und Mitbestimmung im Sachunterricht haben. Handlungsorientierte Unterrichtsformen und -methoden, die den Schülerin-

nen und Schülern einen hohen Gestaltungsspielraum einräumen, liegen in ihrer Gunst ganz oben (Experimentieren, Erkundungsgänge, Bauen). Ein Viertel aller Kinder fordert Unterrichtsmethoden, die ihnen einen größeren Spielraum an Eigentätigkeiten erlauben. Die Mädchen und Jungen haben auch konkrete Vorstellungen zur Verbesserung des Unterrichts. Interessant ist, dass sie dabei in einer didaktisch kompetenten Art und Weise ihre Wünsche begründen. Dabei können sie allerdings auch nur im Rahmen ihres bisherigen Erfahrungshintergrundes mit innovativen Vorstellungen operieren.

Die Kinder (n = 224) gaben folgende Wünsche zur Verbesserung des Unterrichts an:

Wenn ich Lehrer/in wäre, würden die Kinder

1. häufiger spielen und Sport treiben (66%),
2. die Schule und das Klassenzimmer schön gestalten (43%),
3. längere Pausen und kürzere Unterrichtszeiten haben (42%),
4. keine oder nicht mehr so viel Hausaufgaben bekommen (34%),
5. sich nicht streiten, damit sich alle wohlfühlen können (27%),
6. mit netten, freundlichen Lehrern lernen und spielen (25%),
7. mehr Experimente und Erkundungen machen (18%),
8. mehr Computer an den Schulen zur Verfügung haben (14%),
9. Tiere an der Schule halten, versorgen und pflegen (10%).

Im einzelnen zeigen die Kinderäußerungen³ sehr deutlich den Wunsch, als Kind nicht nur Zuschauer zu sein, sondern selbst bestimmen und gestalten zu können – eben ernst genommen zu werden. Diesen Wunsch nach aktiver Selbst- und Mitbestimmung des Unterrichts äußern die in die Untersuchung einbezogenen Kinder sehr deutlich. Dabei lassen sich drei Kompetenzbereiche erkennen, im Rahmen derer die Mädchen und Jungen ihrem Bedürfnis nach Selbstständigkeit, nach Selbst- und Mitbestimmung Ausdruck geben:

- Die Kinder artikulieren ihre Forderung nach mehr Mitbestimmung und Aktivität direkt und unmissverständlich.
- Die Kinder verfügen über die Fähigkeit, das Unterrichtsgeschehen, insbesondere die Lehrer-Schüler-Beziehungen, zu reflektieren und in Ansätzen kompetent zu bewerten.
- Die Kinder sind in der Lage, neue Ideen zu Unterrichtsinhalten und zur Unterrichtsgestaltung einzubringen.

Die folgenden Beispiele illustrieren das:

- a) Die Kinder wünschen sich einen Unterricht, in dem sie aktiv und selbstbestimmt agieren können!

³ In den hier ausgewählten Sequenzen wurden die orthografischen und grammatikalischen Fehler der Kinder korrigiert, um das Verständnis der Texte nicht unnötig zu erschweren.

- *„Dann würde ich die Schüler frei arbeiten lassen, so dass sie frei wählen können, was sie machen möchten, ohne dass das Lernen anstrengend sein würde!“* (Mädchen 4. Klasse)
- *„Ich würde an einem Tag im Jahr einen Tag machen, da können sich die Kinder aussuchen, was für eine Aufgabe sie machen.“* (Junge 4. Klasse)
- *„Ich würde mehr Sachunterricht einbauen, Werken und Experimente machen. Die Kinder könnten ihre Meinung sagen und mit mir lachen.“* (Junge 4. Klasse)
- *„Wenn der Unterricht anfängt dürfen sich die Kinder hinsetzen wo sie wollen.“* (Mädchen 4. Klasse)
- *„Wir würden viel spielen, fantasieren, auf Abenteuerentdeckung gehen, viel über die Welt lernen, Besichtigungsausflüge machen!“* (Junge 4. Klasse)
- *„Wir würden viele Experimente machen und die Schüler dürften aussuchen, welches Thema wir als nächstes machen!“* (Mädchen 4. Klasse)
- *„Im Sachunterricht können sie bauen was sie wollen.“* (Junge 4. Klasse)
- *„Im Sachunterricht dürfte man sich alle Themen aussuchen, die man sich wünscht!“* (Junge 4. Klasse)
- *„Die Kinder sollen selber AG-Vorschläge nennen dürfen!“* (Junge 4. Klasse)

b) Mädchen und Jungen können kompetent die Lehrer-Schüler-Beziehungen und das Unterrichtsgeschehen reflektieren!

- *„Ich würde Kinder nicht rumkommandieren, keine Hausaufgaben geben!“* (Junge 3. Klasse)
- *„Die Notenverteilung wäre nicht so streng, ich hätte keinen Lieblingsschüler!“* (Mädchen 4. Klasse)
- *„Ich würde draußen mitspielen, wenn die Kinder mich bitten!“* (Junge 4. Klasse)
- *„Ich würde alle gleich behandeln!“* (Mädchen 4. Klasse)
- *„Ich würde immer ja sagen, wenn sie aufs Klo müssen!“* (Mädchen 4. Klasse)

c) Kinder entwerfen Vorstellungen eines ausgewogenen Unterrichtsvormittags (Wechsel von Anspannung und Entspannung) und bringen neue Ideen zur Unterrichtsgestaltung ein!

- „Wir würden Spiele machen und gleichzeitig lernen.“ (Junge 4. Klasse)
- „Ich würde nur Themen nehmen, die die Klasse gut findet. Hier ist der Stundenplan:

Mo	Di	Mi	Do	Fr
Deutsch	Schwimmen	Kunst	Sport	Schwimmen
Mathe	Schwimmen	Mathe	Freiarbeit	Schwimmen
Freiarbeit	Sport	Harry Potter	Harry Potter	
Kunst	Deutsch	Harry Potter		

...Und keine Arbeiten schreiben. Eine (einen) Klassensprecher brauchen wir auch. Der Lehrer(in) muss die Schriften der Kinder lesen können. Wir dürften auch Kuscheltiere mitnehmen. Dass wir keine Hausaufgaben haben, die Lehrerin muss nett sein. Hoffentlich haben wir keinen Lehrer. Die Schule muss schön bunt sein.“ (Mädchen 4. Klasse)

Die Auszüge zeigen, dass Grundschülerinnen und -schüler bereits über eine recht hohe didaktische Kompetenz verfügen, sich über den Erfahrungsbereich Unterricht und Schule zu äußern. Viel zu selten allerdings, scheinen die Kompetenzen dieser „Expertinnen“ und „Experten“ von den Lehrenden zur Qualifizierung des eigenen Unterrichts genutzt zu werden. Viel zu selten scheint der – hier untersuchte – Unterricht auch den gewachsenen Bedürfnissen und Fähigkeiten der heutigen Kinder zu entsprechen.

Abschließend soll der folgende vollständige Text einer Schülerin der vierten Klasse das noch einmal unterstreichen:

„Die Kinder dürfen sich Sachen für den Bastelunterricht aussuchen. Ich würde die fiesen Kinder, die, die die anderen ärgern, bestrafen. Ich würde einen lustigen Klassenraum machen. Alle wären gleichberechtigt. An jedem Feiertag oder nach jedem Feiertag würde ich wichteln. Alle neuen Kinder ... sofort mit den anderen bekannt machen, alle Kinder, die nicht so gut hören/ sehen können, nach vorn setzen, den Kindern helfen, wenn sie das nicht so gut kapieren. Ein toller Lehrer sein.“

Auch wenn Mädchen und Jungen ineffektive Lernarrangements und verbesserungswürdige Lehrer-Schüler-Beziehungen kritisieren, zeigen alle Texte, dass sich die Mädchen und Jungen in ihren Grundschulen sehr wohl fühlen. Ein Mädchen aus der 4. Klasse formuliert das so:

„Ich hätte eigentlich auch die Sachen gemacht, die Frau K. mit uns macht. Aber es gefällt mir auch so.“

4. Fazit

Als ein didaktisches Kernproblem kristallisiert sich in unserer Untersuchung heraus, dass Kinder in ihrem gewachsenen Anspruch, selbstbestimmt agieren zu wollen, noch nicht ernst genug genommen werden. Der hier untersuchte Sachunterricht lässt den Kindern immer noch zu wenig Raum, eigene individuelle Lernwege zu gehen und auf die Unterrichtsgestaltung aktiv Einfluss zu nehmen. Die bisher insgesamt zum geöffneten Unterricht vorliegenden Forschungsbefunde lassen vermuten, dass das keine Einzelfälle sind. Die pädagogischen Kenntnisse und fachdidaktischen Einsichten der Lehrkräfte, die sehr wohl die Bedeutung der Selbst- und Mitbestimmung der Lernenden im Blick haben, spiegeln sich noch wenig in der Unterrichtspraxis wider.

Trotz aller Rhetorik vom Berücksichtigen der Lebenswirklichkeit scheint die Rolle des Kindes in den Unterrichtskonzepten noch nicht den erforderlichen Stellenwert zu haben. Kinder müssen heute in der Grundschule, insbesondere im Sachunterricht, mehr Entscheidungsmöglichkeiten erhalten. Selbst- und Mitbestimmung der Kinder zu ermöglichen, ist offensichtlich ein didaktisches Schlüsselproblem zur Veränderung der oft noch lehrerzentrierten und „behrenden“ Unterrichtspraxis des gegenwärtigen Sachunterrichts.

Kritiker offenen Unterrichts argumentieren, dass die heutige Realität in den Schulen antiautoritär, entgrenzt, entformalisiert und entkanonisiert sei und darin die Ursachen des Leistungsversagens deutscher Schüler lägen. Die hier ermittelten Tendenzen widerlegen das. Vielmehr lässt sich aus den hier vorliegenden Ergebnissen – die allerdings nicht auf einer repräsentativen Untersuchung beruhen und daher nicht ohne weiteres zu verallgemeinern sind – eine ganz andere Lesart formulieren: Die Bildungsreform, über die seit 25 Jahren an den deutschen Grundschulen unter dem Stichwort „offener Unterricht“ diskutiert wird, scheint im Kern erst in Ansätzen realisiert zu sein. Als ein Symptom kann die fehlende Einbeziehung und Mitbestimmung der Schülerinnen und Schüler betrachtet werden. Beim offenen Unterricht geht es nicht schlechthin um Alternativen zu geschlossenen Konzepten, sondern es geht um ein neues theoretisches Grundverständnis von Schule und Unterricht. Selbstständigkeit, Selbstverantwortung, Kooperation, Selbst- und Mitgestaltung sollten die zentralen Größen eines veränderten Schul- und Lehr-Lernverständnisses sein. Eine neue Qualität der pädagogischen Arbeit in der Grundschule kann nur erreicht werden, wenn das Kind als Subjekt seines Lebens und Lernens ernst genommen wird (vgl. Schwarz 1994, Faust-Siehl u.a. 1996, Hempel 1999a). Sachunterricht muss den Selbststeuerungskräften, Gefühlen, Interessen, Erfahrungen, Zugriffsweisen, Fragen und Vorschlägen der

Kinder breiteren Raum einräumen. Das ist u.a. möglich durch demokratische Formen der Selbst- und Mitbestimmung der Mädchen und Jungen in Schule und Unterricht und durch ein partnerschaftliches Umgehen von Lehrerinnen/ Lehrern und Schülerinnen/ Schülern. „Inhalte und Verfahren des Unterrichts müssen deshalb gegenwärtigen und künftigen Bedürfnissen und Anforderungen gerecht werden“, heißt es im Perspektivrahmen Sachunterricht. „Grundschul Kinder werden in Bezug auf ihre Lernfähigkeit häufig unterschätzt. Sachunterricht darf Grundschul Kinder nicht unterfordern. Er muss inhaltlich und methodisch anspruchsvoll gestaltet sein, um Lernfähigkeit und Lernbereitschaft bereits im frühen Alter zu nutzen. Wahrnehmungs-, Denk- und Lernbedingungen von Grundschulkindern sind dabei zu berücksichtigen“ (GDSU: Perspektivrahmen Sachunterricht 2002).

Literatur

- Bohsack, F.; E. Möller & H. Schön u.a. (1984): Schüleraktiver Unterricht. Möglichkeiten und Grenzen der Überwindung von „Schulmüdigkeit“ im Alltagsunterricht. Weinheim, Basel.
- Brügelmann, H. (2000): Wie verbreitet ist offener Unterricht? In: O. Jaumann-Graumann & W. Köhnlein (Hrsg.): Lehrprofessionalität – Lehrprofessionalisierung. Bad Heilbrunn, S. 133-143.
- du Bois-Reymond, M. (1994): Alte Kindheit im Übergang zu neuer Kindheit. Umgangsformen zwischen Kindern und Erwachsenen im Wandel dreier Generationen. In: I. Behnken & O. Jaumann (Hrsg.): Kindheit und Schule. Kinderleben im Blick von Grundschulpädagogik und Kindheitsforschung. Weinheim, S. 145-158.
- Fatke, R. (1993): Kinder erfinden Geschichten. Erkundungsfahrten in die Phantasie. In: L. Dunker, F. Maurer & G. E. Schäfer (Hrsg.): Kindliche Phantasie und ästhetische Erfahrung. Langenau-Ulm, S. 47-62.
- Faust-Siehl, G.; A. Garlichs, J. Ramseger, H. Schwarz & U. Warm (1996): Die Zukunft beginnt in der Grundschule. Empfehlungen zur Neugestaltung der Primarstufe. Hamburg.
- Freinet, C. (1980): Pädagogische Texte. Hamburg.
- Gansberg, F. (1914): Der freie Aufsatz. Seine Grundlagen und seine Möglichkeiten. Berlin.
- Hage, K.; H. Bischoff & H. Dichanz (1985): Das Methodenrepertoire von Lehrern. Opladen.
- Hanke, P. (2001): Forschungen zur inneren Reform der Grundschule am Beispiel der Öffnung des Unterrichts. In: H.-G. Rossbach, K. Nölle & K. Czerwenka (Hrsg.): Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule. Jahrbuch Grundschulforschung, 4. Opladen, S. 46-62.
- Hansen, K.-H. & U. Klinger (1997): Interesse am naturwissenschaftlichen Lernen im Sachunterricht – Ergebnisse einer Schülerbefragung. In: B. Marquardt-Mau, W. Köhnlein & R. Lauterbach (Hrsg.): Forschung zum Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 7. Bad Heilbrunn, S. 101-121.
- Hartertinger, A. (2002): Selbstbestimmungsempfinden in offenen Lernsituationen. Eine Pilotstudie zum Sachunterricht. In: K. Spreckelsen, K. Möller & A. Hartertinger (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 5. Bad Heilbrunn, S. 174-184.

- Hempel, M. (1997): Lebensentwürfe von Grundschulkindern – ein Forschungsthema für den Sachunterricht. In: B. Marquardt-Mau, W. Köhnlein & R. Lauterbach (Hrsg.): Forschung zum Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, 7. Bad Heilbrunn, S. 169-189.
- Hempel, M. (Hrsg.) (1999a): Lernwege der Kinder. Baltmannsweiler.
- Hempel, M. (1999b): Das „eigene Leben“ als Zukunftsthema in der Grundschule. In: I. Frohne (Hrsg.): Sinn- und Wertorientierung in der Grundschule. Bad Heilbrunn, S. 141-158.
- Hempel, M. (2000): Professionalisierung und kindliche Lebenswelt. In: O. Jaumann-Graumann & W. Köhnlein (Hrsg.): Lehrerprofessionalität – Lehrerprofessionalisierung. Jahrbuch Grundschulforschung, 3. Bad Heilbrunn, S. 192-203.
- Hempel, M. (2001): „Forschendes Studieren“ zum subjektorientierten Lernen und Lehren in der Grundschule. In: H.-G. Robbath, K. Nölle & K. Czerwenka (Hrsg.): Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule. Jahrbuch Grundschulforschung, 4. Opladen, S. 108-115.
- Kanzler, E. (1997): Kinderfragen als Ausgangspunkt für Sachunterricht. In: R. Meier, H. Unglaube & G. Faust-Siehl (Hrsg.): Sachunterricht in der Grundschule. Arbeitskreis Grundschule. Der Grundschulverband e.V. Frankfurt a. M., S. 206-211.
- Klafki, W. (1994³): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim/ Basel.
- Lahrman, L. (1972): Phantasie und elementares Lernen. Paderborn.
- Leu, H. R. (1996): Selbständige Kinder – Ein schwieriges Thema für die Sozialisationsforschung. In: M.-S. Honig, H. R. Leu & U Nissen (Hrsg.): Kinder und Kindheit. Soziokulturelle Muster – sozialisationstheoretische Perspektiven. Weinheim, S. 174-198.
- Lüpkes, J. (1999): Lernen durch Planen. In: M. Hempel (Hrsg.): Lernwege der Kinder. Baltmannsweiler, S. 206-217.
- Meyer, M. & A. Reinartz (Hrsg.) (1998): Bildungsgangdidaktik. Opladen.
- Meyer, M. & R. Schmidt (Hrsg.) (2000): Schülermitbeteiligung im Fachunterricht. Reihe Schule und Gesellschaft 22, Opladen.
- Popp, W. (1999): Lernen durch Staunen und Fragen. In: M. Hempel (Hrsg.): Lernwege der Kinder. Baltmannsweiler, S. 94-101.
- Röhner, Ch. (2000): Freie Texte als Selbstzeugnisse des Kinderlebens. In: F. Heinzel (Hrsg.): Methoden der Kindheitsforschung. Weinheim, S. 117-130.
- Sigl, R. (1999): Wege zum Offenen Unterricht in der Grundschule. In: Die Deutsche Schule, 1999/ 3. 340ff.
- Schwarz, H. (1994): Lebens- und Lernort Grundschule: Prinzipien und Formen der Grundschularbeit; Praxisbeispiele. Frankfurt a. M.
- Thurn, B. (1997): Planen und Bilanzieren im Sachunterricht. In: R. Meier, H. Unglaube & G. Faust-Siehl (Hrsg.): Sachunterricht in der Grundschule. Arbeitskreis Grundschule. Der Grundschulverband e.V. Frankfurt a. M, S. 126-138.
- Wegener-Spöhring, G. (2000): Lebensweltliche Kinderinteressen im Sachunterricht – Ein qualitatives Forschungsprojekt. In: O. Jaumann-Graumann & W. Köhnlein (Hrsg.): Lehrerprofessionalität – Lehrerprofessionalisierung. Jahrbuch Grundschulforschung, 3. Bad Heilbrunn, S. 326-336.
- Wenzel, H. (1987): Unterricht und Schüleraktivität. Probleme und Möglichkeiten der Selbststeuerungsmöglichkeiten im Unterricht. Weinheim.
- Wragge-Lange, I. (1983): Interaktionsmuster im Frontalunterricht. 3 Fallanalysen. Weinheim, Basel.

Handelndes Lernen im Sachunterricht – auch für Kinder mit besonderem Förderbedarf?

Die Sachunterrichtsdidaktik hat sich in einem eigentümlichen Widerspruchsverhältnis entwickelt. Es gibt eine exponential anwachsende Zahl an Konzepten, denen Lernrelevanz zugeschrieben wird, aber wenige empirische Untersuchungen, die überprüfen, ob diese erwarteten Lerneffekte in der Praxis auch tatsächlich eintreffen. Dies gilt auch für das Konzept handlungsorientierten Sachunterrichts.

In der Theorie existieren zahlreiche Darstellungen und Konzeptionen für einen handelnden, erfahrungsoffenen und subjektorientierten Unterricht. Im Rahmen des Projektes „Prävention von Lernbehinderung“ wurden Kinder mit besonderem Förderbedarf beim Umgang mit Handlungsmaterialien im Sachunterricht beobachtet. Es galt dabei herauszufinden,

- ob die Kinder dadurch zum Lernen motiviert werden,
- inwieweit ihren Lernbedürfnissen entsprochen wird und
- wo mögliche Probleme liegen.

Dieser Untersuchung lag die Annahme zugrunde, dass handelndes Auseinandersetzen mit konkreten Lernmaterialien motivierend und lernförderlich sei. Dabei wurde der Umgang der Kinder mit konkretem handlungsorientierten Sachunterrichtsmaterial nach folgenden Kriterien untersucht: Attraktion, Motivation, Anforderungsniveau des Materials und Qualifizierung. Die Ergebnisse dieser neuen Studie werden hier vorgestellt.

1. Lerntheoretische Prämissen

1.1 Subjekttheorie

Ehe wir hier das Design der Untersuchung vorstellen, sollen noch kurz einige zentrale lerntheoretische Prämissen skizziert werden.

An erster Stelle sei dabei das zugrunde gelegte Menschenbild erwähnt: Hier wird ein subjektorientierter Ansatz gewählt, bei dem die Individualität des einzelnen lernenden Subjektes, seine besondere Lebenswelt und Autonomie als lernende Person im Vordergrund schulischer Erziehung stehen soll.

Wir setzen dabei voraus, dass ein derartiger Ansatz adäquat für die in einer Risikogesellschaft (Beck 1986) aufbrechenden widersprüchlichen Strukturen und Individualisierungsprozesse (Kaiser 1999) ist.

Schulische Bildung kann bei einem derartigen subjektorientierten Verständnis nicht mehr das „Pauken“ eines von außen gesetzten Wissensstoffes sein und als begriffsloses Lernen ohne jeglichen Bezug zum Leben der Kinder erfolgen. Die Didaktik im Jahr 2000 fordert Erfahrung statt Belehrung, Kommunikation und Kooperation statt Einzelkämpfertum, Lebensweltbezug und zukunftsorientiertes Lernen statt abstrakter Inhalte (vgl. Hempel 1999). Wie weit diese Ziele allerdings bereits heute in Form praktikabler Unterrichtskonzepte erreicht werden können, bleibt hier zu untersuchen.

Vorhandene Theorien für einen handelnden Sachunterricht beziehen hauptsächlich die Grundschule und schließen die Sonderschule höchst selten in ihre Überlegungen ein. Dabei zeichnet sich insbesondere diese Schülerschaft durch ihre Heterogenität und das Bedürfnis nach individuellen Lernmöglichkeiten aus. Es stellt sich folglich die Frage, wie sich derartige Unterrichtskonzepte für den Unterricht mit Schülerinnen und Schülern eignen, die als „lernschwach“ oder „lernbehindert“ bezeichnet werden.

1.2 Dialektisches Lernverständnis

Lernen ist keinesfalls ein rein auf das Individuum bezogener Vorgang, sondern immer eine aktive Auseinandersetzung zwischen Lernsubjekt und Umwelt. Piaget beschreibt den Menschen als aktives Wesen, das sich durch Akkomodations- und Assimilationsvorgänge seine Umwelt zu eigen macht und sich an ihr entwickelt. Intelligentes Verhalten spiegelt sich im Gleichgewicht zwischen Akkomodation und Assimilation wider.

Im Laufe der Entwicklung wird deutlich, wie sich das menschliche Wesen seine Welt als autonomes Selbst erschließt, ohne dabei den entscheidenden Faktor Umwelt außer Acht zu lassen. Der Fokus in dieser Untersuchung liegt bei der Stufe der konkreten Operationen, da diese mit dem Entwicklungsstand eines Grundschulkindes übereinstimmt. Hier zeigt sich, dass das Denken in dieser Altersstufe von konkreten Materialien und sinnlich erfahrbaren Handlungen abhängig ist.

Lernen ist zwar ein individueller Vorgang, aber dialektisch mit den äußeren Bedingungen verknüpft. Die ersten Erfahrungen, die Kinder durch tätige Auseinandersetzung mit den Dingen machen, geschehen in ihrer unmittelbaren Umgebung, die sie sich schrittweise erweitern. Der Lebensraum, den Kinder sich nach und nach erschließen, formt ihre subjektiven Deutungsmu-

ster der Welt. Hier liegen ihre persönlichen Erfahrungen, ihre Interessen und Probleme, die sie veranlassen, sich immer wieder neuen Lernprozessen zu stellen. „Kurzum: die `Umgebung` besteht aus denjenigen Umständen, die die charakteristischen Tätigkeiten eines Lebewesens fördern oder hindern, anregen oder unterdrücken.“ (Dewey 1964, S. 28).

1.3 Lernen als individuell differenzierter Prozess

Auch wenn wir wenig über konkrete Lernprozesse aussagen können, wissen wir doch, dass es verschiedene Lerntypen gibt. „Kein kognitives System gleicht dem anderen, und es gibt auch kaum allgemeine Regeln der Wirklichkeitsaneignung [...]. Jedes Kind organisiert sein Bewusstseinsystem selbst und repräsentiert intern die Wirklichkeit anders“ (Hempel 1999, S. 4). Vester (1996, S. 121) führt aus, „dass es vielleicht vier oder fünf große Lerngruppen von Menschen gibt: den visuellen Sehtyp, den auditiven Hörtyp, den haptischen Fühltyp, vielleicht noch den verbalen Typ und den Gesprächstyp. Sozusagen die wichtigsten Lerntypen, auf die ein Lehrer in seiner Klasse grundsätzlich eingehen und seinen Unterricht entsprechend einrichten sollte.“ Nach dieser Differenzierung individueller Zugangsweisen wäre es für schulisches Lernen unerlässlich, das Lernen über viele Sinne anzuregen, um jedem Kind die jeweilige Lernweise und gleichzeitig allen Anregung für ein breiteres Spektrum an sinnlichen Wahrnehmungskompetenzen zu ermöglichen.

1.4 Motivierung des Lernens

Wenn wir Lernen als eigenaktives Handeln verstehen, bedarf es zur Initiierung der bewegenden Kraft, der Motivation. Eine wichtige Voraussetzung für kindliche Lernaktivität ist ihre anthropologisch gegebene Neugier auf alles, was ihnen fremd und besonders interessant (vgl. Holt 1971, S. 12f) erscheint. Neugier und Interesse sind der Motor für jeden Lernprozess. Dies wird schon beim kindlichen Spielen sichtbar (Leontjew), bei dem das innere Ziel sich in spielerischen Aktivitäten niederschlägt, um daraus in die auch geistige Aneignung von Welt zu führen.

1.5 Prinzipien des Lernprozesses

Hier seien weitere lerntheoretische Bedingungen nur stichpunktartig angeführt:

- eigenaktives Lernen mit Erfahrung als zentraler Kategorie (Dewey 1964, S. 187)
- Lernen als dynamischer Prozess
- förderndes Lernen

Wir gehen davon aus, dass individuell ausgerichteter, handlungsorientierter, lebensnaher, eigenaktiver und bedürfnisorientierter Unterricht diesen Forderungen am ehesten nachkommen kann.

2. Forschungskonzept der empirischen Studie

2.1 Fragestellung und Gegenstand

Ausgehend von der lerntheoretischen Annahme, dass handelndes Auseinandersetzen mit konkreten Lernmaterialien lernfördernd sei und vielfältige subjektive Zugänge zum Lerngegenstand ermögliche, haben wir im Projekt „Prävention von Lernbehinderung“ eine quasi-experimentelle Studie durchgeführt. Der Fokus der Untersuchung lag dabei darin, im experimentellen Aufbau zu beobachten, ob die Bereitstellung eines vielfältigen Lernangebotes für handelndes Lernen auch für Kinder mit besonderem Förderbedarf Lernanregungen schaffen kann, um eventuell „Lernschwächen“ zu beheben und Schulversagen und sogenannte Lernbehinderungen zu verhindern.

Als konkreter Gegenstand wurde Material für einen handlungsorientierten, fördernden Unterricht der Lernwerkstatt RÖSA (regionale ökologische Sachunterrichts-Lernwerkstatt Oldenburg) in Kleingruppen evaluiert, wie es in den Praxisbüchern für handelnden Sachunterricht vorgestellt wird (Kaiser 2000, 2001, 2002, vgl. auch www.roesa.de und www.lesa21.de). Dieses beansprucht, auch den Bedürfnissen „lernschwacher“ Kinder gerecht zu werden. Das Handlungsmaterial enthält mehrperspektivische didaktische Zugänge, spielerisches Üben, Versuche für entdeckendes Lernen und ästhetische Handlungsanregungen.

Konzeptionell kommt es dabei vor allem darauf an, die Materialien im Wechsel zu Gesprächskreisen in differenzierten Arbeitsphasen, sei es ein Arrangement in Stationen oder als Buffet, zu erproben und verschiedene Erfahrungen auszutauschen. Die Materialien selbst sollen für eine Thematik nach verschiedenen Perspektiven konstruiert werden. Diese sind:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| - spielerisches Üben | - Kreativitätsförderung |
| - Informationsvermittlung | - mit allen Sinnen lernen |
| - Veranschaulichung | - Erschließen ästhetischer |

- | | |
|---|--|
| - kooperatives Lernen | Bedeutungsdimensionen |
| - selbstständiges Lernen | - mehrperspektivisches Lernen |
| - entdeckendes Lernen | - veränderndes Handeln im Schulleben |
| - forschendes Lernen | - veränderndes Handeln im Schulumfeld |
| - subjektive Bedeutungen erschließen | - veränderndes Handeln im Ort/ in der Region |
| - verschiedene Sichtweisen kommunikativ austauschen | |

Hier seien beispielhaft drei Handlungsmaterialien aus dem Versuchsarrangement zum Thema Wärme beschrieben:

A Der Heißluftballon

Stülpe eine Teefiltertüte über eine Toilettenpapierrolle! Dann stelle beides auf eine elektrische Wärmplatte und stelle die Platte an. Beobachte, was mit der Teefiltertüte passiert!

B Die fliegende Fahne

Schneide ein kleines Stück aus Seidenpapier oder Chiffonstoff! Lege es auf einen warmen Heizkörper! Schau genau, was passiert!

C Fühlen

(Es liegen Materialien in Kugelform bereit, wie Plastikugel, Styroporkugel, Wollknäuel, rohe Schafswolle, Aluminiumpapier, Holz, Eisen, Glas.)

Nehmt die verschiedenen Materialien in die Hand und reibt sie zwischen den Fingern. Wie fühlen sie sich an? Welche sind warm? Welche sind kalt? Welche Unterschiede könnt ihr feststellen?

Für die Untersuchung wurden die Materialien zu „Ich und die anderen“ sowie „Familie“ als sozialwissenschaftliche, zu „Wasser“ und „Wärme“ als naturwissenschaftliche Themenbereiche ausgewählt. Die o.g. Materialien wurden zum Thema „Wärme“ als Lernbuffet entsprechend dem Konzept der RÖSA (Kaiser 2001) aufgebaut.

Als Beobachtungsschwerpunkte wurden dabei vier Kriteriumsfragen – anknüpfend an die lerntheoretischen Prämissen – ausgewählt:

1. Welche Typen handlungsorientierten Sachunterrichtsmaterials werden von den Kindern ausgewählt? (*Attraktion*)
2. Welche Materialien sind motivierend genug, damit sich „lernschwache“ Kinder anhand der Handlungsanweisung damit länger auseinandersetzen? (*Motivation*)
3. Inwieweit entsprechen die Materialien den Fähigkeiten und Fertigkeiten der Kinder und wo liegen mögliche Probleme? (*Anforderung*)

4. Welche Materialien sind geeignet, dass die Kinder nach der handelnden Auseinandersetzung auch in der Diskussion Lernerfolg dokumentieren können? (*Qualifizierung*)

2.2 Beobachtungskonzept

Beobachtungen sind praktikable Erhebungsinstrumente zum Zweck von Verhaltensbeschreibungen, insbesondere aber zur Hypothesenprüfung (Köck 1993) und auch in der Lehr-Lernforschung (Beck & Scholz 2000). Es wurde nicht der – sehr aufwändige – Ansatz der teilnehmenden Beobachtung im komplexen Feld gewählt, sondern lediglich in Form der teilnehmenden Beobachtung einer für die Fragestellung arrangierten diagnostischen Lernsituation. „Der Hauptvorteil der teilnehmenden Beobachtung [...] liegt darin, daß der Erzieher/Lehrer durch sein Mitleben im Beobachtungsfeld Bedingungs-zusammenhänge, Verhaltensentwicklungen und den zu Beobachtenden in der Gesamtheit seines Verhaltens eher wahrnehmen und würdigen kann als der auf einen bestimmten Beobachtungsaspekt innerhalb einer abgesteckten Situation und bei begrenzter Zeit angesetzte Spezialist“ (Köck 1993, S. 49).

Im Falle unseres besonderen Beobachtungsarrangements waren Situation und Zeit zwar reglementiert, d.h. systematisiert, dennoch befand sich die Beobachterin unmittelbar im Beobachtungsfeld. Dies hat prinzipiell Rückwirkungen. Denn „das methodische Problem der teilnehmenden Beobachtung ist, daß die Untersuchenden und ihre Aktivitäten selbst der Beobachtung durch die Untersuchten zugänglich sind. Die Gegenbeobachtung eröffnet auf der Seite der Untersuchten die Möglichkeit, die Untersuchungssituation durch intelligente Täuschungsmanöver aufzulösen. Das Problem ist nicht lösbar. Die Beobachter können nicht aus dem Gesichtsfeld der Beobachteten entfernt werden. Das vermeintliche Defizit kann freilich in ein produktives Moment, das die Untersuchungssituation neu bestimmt, umgewandelt werden“ (Rusch 1998, S. 9).

Zur Reflexion derartiger Wahrnehmungsverzerrungen wurde – analog der Methode der Postscripta bei Interviewstudien – nach jeder Stunde ein mündliches Feedback durch die teilnehmende Lehrerin bzw. eine weitere externe Beobachterin eingeholt. Insofern gab es bereits im Erhebungsdesign die Möglichkeit der Validierung. Aber trotz alledem: Beobachtungen sind durch die Wahrnehmung der Beobachterin immer selektiv und durch Hypothesen, Vorannahmen und Erfahrungen gelenkt (vgl. Eberwein 1998, S. 195). „Eine totale und vom Individuum unabhängige Beobachtung der Wirklichkeit ist also nicht möglich.“ (ebd., S. 195).

2.3 Sample und Versuchsaufbau

In diese Experimentalsituationen wurden jeweils drei „Testkinder“ aus Grundschulklassen einbezogen, die von ihren Lehrkräften als besonders förderbedürftig eingestuft worden waren.

Die Kinder sollten sich dann von den als „Buffet“ aufgebauten Materialien etwas aussuchen und sich allein oder in Partnerarbeit damit beschäftigen. Die Kinder durften die Materialien frei wählen und sich damit im Klassenraum oder auf dem Schulgelände beschäftigen. Sie konnten das Material wechseln, wann und sooft sie wollten, und waren keinerlei Leistungsdruck oder „Lernzwang“ ausgesetzt. Sie konnten sich auf spielerische Art und Weise mit den Materialien auseinandersetzen.

Es wurde jeweils ein Kind aus dieser Dreiergruppe fokussiert beobachtet. Die Auswahl erfolgte schon vor Beginn der Stunde.

2.4 Erhebungs- und Beobachtungsinstrumente

Vergleichbar mit den Protokollen bei Köck (1993, S. 54ff) und bei Beck & Scholz sollten die Protokolltexte eine möglichst „dichte“, genaue Beschreibung der Szene wiedergeben. „Dabei geht es darum, nicht nur die äußeren Beobachtungen (nimmt einen Bleistift, steht auf und geht zu...) festzuhalten, sondern die Situation so zu beschreiben, dass ihr Sinn entschlüsselt werden kann.“ (Beck & Scholz 2000, S. 164).

Um möglichst ökonomisch arbeiten und den Anforderungen einer detaillierten Beschreibung nachkommen zu können, wurden zur Protokollierung Formblätter entworfen (vgl. Köck 1993, S. 68). „Das Formblatt nennt die Verfahrensregeln ausdrücklich und setzt damit den Leser in die Lage, das beschriebene Geschehen nachvollziehen zu können.“ (ebd., S. 69).

Beispiel des Beobachtungsblattes:

Protokollnummer: Datum:
Name der/des Beobachteten: Ort der Beobachtung:
Thema: Handlungsmaterial:

Zeit	Verhaltensweisen, Tätigkeiten, Ereignisse – Beschreibung des Verlaufs

Zusätzlich zu den Protokollen wurden im Anschluss an die Beobachtung bestimmte Beobachungskriterien systematisierend notiert. Dabei handelt es sich bereits um Ansätze von Interpretationen in Bezug etwa auf Motivation, Fähigkeiten im Lesen, Selbsttätigkeit oder Zusammenarbeit. Diese „Kriterien

der Beobachtung“ dienen dazu, einen quantitativen Vergleich ziehen zu können. „Beobachtungsprotokolle und -ergebnisse im Bereich der pädagogischen Praxis sind Basismaterial, das für den Nachvollzug von Verhaltensabläufen und Verhaltensentwicklungen und für pädagogische Entscheidungen jederzeit übersichtlich geordnet zur Verfügung stehen soll“ (Köck 1993, S. 72).

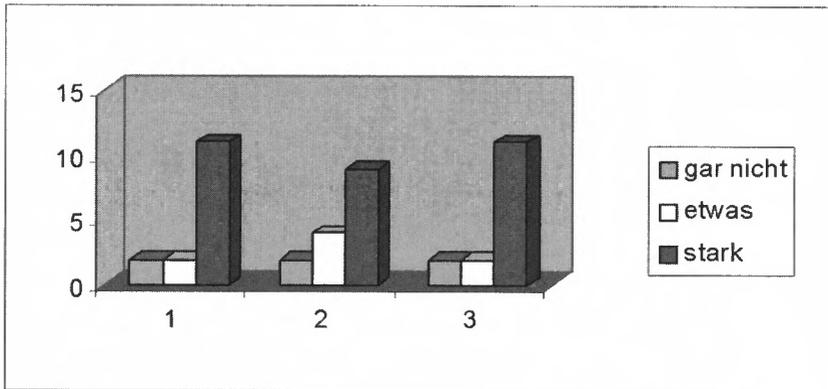
3. Darstellung und Interpretation ausgewählter Ergebnisse

Hier kann nur ein Teil der Ergebnisse als beispielhafte Auswahl vorgestellt werden. Umfassend ist die Untersuchung im Abschlussbericht des Projektes dargestellt (Teiwes 2001).

3.1 Attraktion der Handlungsmaterialien

Die erste Kriteriumsfrage war nach der Attraktion handlungsorientierten Materials und den von den Kindern bevorzugten Materialtypen. Für dieses Kriterium ergaben sich bei den Beobachtungen die in Abbildung 1 dargestellten Werte. Die Grafik zeigt deutlich, dass die Kinder die Handlungsmaterialien mit großer Motivation und starkem Interesse annahmen.

Es ließ sich aber beobachten, dass sie an den Materialien der sozialwissenschaftlichen Themen schneller das Interesse verloren und diese öfter wech-



1 = ist motiviert

2 = lässt sich begeistern

3 = zeigt Interesse

(Die Häufigkeiten der Beobachtung eines Merkmals ist auf der Vertikalen eingetragen.)

Abb. 1: Attraktion

selten. Bei naturwissenschaftlichen Themen gab es kein Kind, das kein Interesse zeigte, bei sozialwissenschaftlichen war dies allerdings zu beobachten.

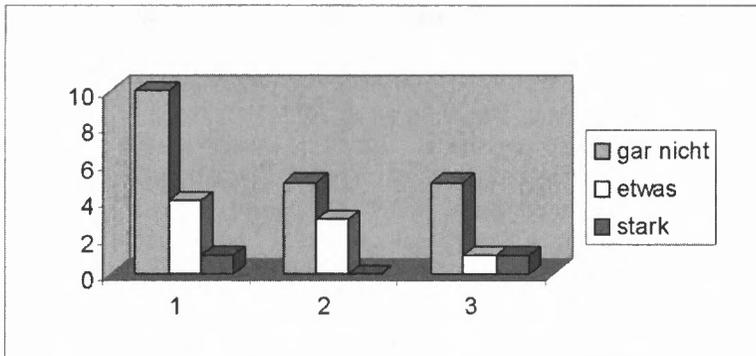
Aus den Protokollen lässt sich deuten, dass die Kinder bei den Themen Wasser und Wärme von Beginn an mehr Vorwissen eingebracht haben und aktiver in ihrem Arbeitsverhalten waren. Insbesondere die naturwissenschaftlichen Experimente scheinen einen hohen Attraktionsgrad für die Kinder zu haben. Zur Interpretation könnte herangezogen werden, dass ein erfolgreich durchgeführtes Experiment, an dessen Ende womöglich ein faszinierendes Ergebnis ablesbar ist, den Kindern vermittelt, dass sie stolz auf sich und ihre Arbeit sein können. Insbesondere bei „lernschwachen“ Kindern, die schon häufig Misserfolgserlebnisse in der Schule erfahren mussten, sind solche Erfolgserlebnisse sehr wichtig.

Die deutlich geringere Attraktion sozialwissenschaftlicher Themen ließe sich einerseits so interpretieren, dass die Themen möglicherweise zu abstrakt sind und die Kinder nicht so schnell Bezugspunkte finden. Andererseits könnte man annehmen, dass den Kindern zu viel Selbstreflexion und Nähe zur eigenen Person abgefordert wird. Sie bringen sich scheinbar eher über Experimente ein, die viel Distanz zur eigenen Persönlichkeit lassen, als über ganz persönliche Themen, die ihr tiefstes emotionales Empfinden betreffen. Ein weiterer Faktor kann allerdings auch darin gesucht werden, dass naturwissenschaftliche Handlungsmaterialien stärker durch das Versuchsmaterial selbst instruierend sind, während sozialwissenschaftliche mehr Anweisungstext enthalten und entsprechend gerade auf Kinder mit Förderbedarf keine so stark ausgeprägte Attraktion ausüben.

3.2 Motivierung der Kinder durch das Material

Das zweite Kriterium der Untersuchung bezog sich auf die motivationalen Aspekte des Materials. Hier stellt sich die Frage, ob das Material anregend genug ist, damit die Kinder sich ausdauernd damit beschäftigen. Zur Überprüfung dieser Frage wurde auch die Ausdauer bei der Bearbeitung beobachtet und – wie aus Abbildung 2 zu ersehen – kategorisiert.

Auch bei dieser Beobachtungsperspektive wurde deutlich, dass Kinder mit besonderem Förderbedarf sich mehrheitlich ausdauernd mit dem zunächst ausgewählten Handlungsmaterial beschäftigen und nicht sofort wieder wechseln. In den Protokollen wird eine interessierte intensive Auseinandersetzung beschrieben und kein sprunghaftes Wechseln. Unter anderem haben anscheinend solche Materialien, die einen kreativen Auftrag beinhalten, den Kindern viel Freude gemacht und sie zu ausdauerndem und aktivem Handeln verleitet.



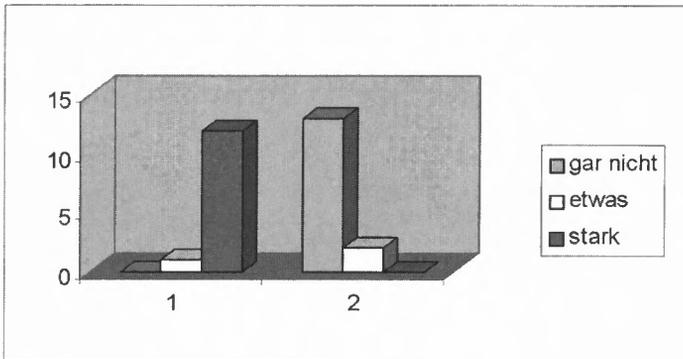
1 = wechselt schnell das Handlungsmaterial, 2 = bezogen auf naturwissenschaftliche Themen, 3 = bezogen auf sozialwissenschaftliche Themen

Abb. 2: Motivationsindikator: Ausdauer

Sehr bemerkenswert war, mit wie viel Vorsicht und Sorgfalt die Kinder die Handlungsmaterialien behandelt haben. Sie haben den Materialien große Wertschätzung entgegengebracht, was sich unserer Ansicht nach auf deren ästhetische und aufwändige Gestaltung zurückführen lässt. Im Bereich Anforderungscharakter der Materialien lässt sich ein eindeutiges Problem ausmachen: die Handlungsanweisungen. Mehrfach erweist es sich als schwierig für die Kinder, die Anweisungen zu erlesen, zu verstehen und in Handlung umzusetzen. Die Probleme beim Erlesen lassen sich dahingehend interpretieren, dass die Texte zu anspruchsvoll sind. Wenn Texte zu lang sind, kann es von vornherein zu einer Entmutigung leseschwacher Kinder führen, überhaupt erst mit dem Lesen zu beginnen.

3.3 Anforderungen des Materials

Kurzfristige Attraktion oder motiviertes Umgehen mit Materialien sagen noch nicht viel über den tatsächlichen Lernerfolg aus, auch wenn diese Dimensionen als mögliche Indikatoren gewertet werden können. Im Folgenden ist es interessant, auf welche Typen von Handlungsmaterial mit welchen Anforderungen die Kinder reagiert haben. Dazu wurden 2 Typen von Handlungsmaterial: 1. konkrete Materialien und 2. Kindersachbücher mit Impulsen zum Nachdenken und Karteien mit Versuchsanregungen, unterschieden und nach den Beobachtungsergebnissen quantitativ zugeordnet (Abbildung 3).



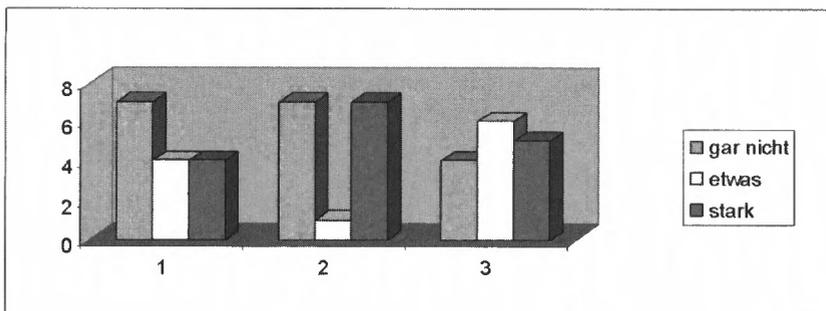
1 = Konkrete Materialien 2 = Bücher, Karteikarten

Abb. 3: Anforderungstypen des Materials

Die Frage nach den Typen von Handlungsmaterialien, die von den Kindern bevorzugt werden, lässt sich eindeutig beantworten: In 12 von 15 Sitzungen haben die Kinder sich für konkrete Materialien entschieden. Nur in wenigen Fällen wurden Bücher und Karteien durchgeblättert oder gelesen. Man könnte folglich die Annahme bestätigen, dass „lernschwache“ Kinder sich selbst eher auf der handelnden Ebene Zugang zu Unterrichtsinhalten suchen als auf der kognitiven Ebene und demzufolge alle Materialien, die sprachliche Anforderungen enthalten wie Bücher – selbst wenn sie noch so motivierend gestaltet sind wie die in unserem Versuchsaufbau (vgl. die Listen an sinnvollen Kinderbüchern zu den Sachunterrichtsthemen in Kaiser 2000, 2001, 2002) – ablehnen.

3.4 Indikatoren für qualitative Lernerfolge

Bei der Überprüfung des Handlungsmaterials muss nicht nur Attraktion und Motivation, sondern auch tatsächlicher Lernerfolg betrachtet werden. Dieses wurde im Rahmen dieser Untersuchung anhand einer Kategorie zu leisten versucht, bei der das Maß an Qualifizierung bewertet wurde, das die Kinder während und nach der Auseinandersetzung mit den Materialien aufgewiesen haben. Hinsichtlich Qualifizierung/ Lernerfolg haben wir drei qualitative Stufen der Entwicklung unterschieden, nämlich Staunen (Stufe des Fragens), Bewertung der eigenen Handlungsschritte (Stufe der Reflexion) und Bewertung des Ergebnisses (Evaluationsstufe).



1 = bewertet eigene Handlungsschritte 2 = staunt über das Ergebnis 3 = bewertet das Ergebnis

Abb. 4: Qualifizierungseffekt

Die Ergebnisse hierbei zeigen (Abbildung 4), dass die Qualifizierung, besonders auf die Evaluationsstufe, nicht im Selbstlauf erfolgt, sondern sich individuell breit gestreut vollzieht. Einige Kinder gelangen anhand des Materials in Bewertungsstufen, andere nicht.

Im Bereich Ergebnissicherung/ Qualifikation zeigt sich bei den Beobachtungen, dass das gemeinsame Gespräch zur Auswertung der Ergebnisse elementar wichtig ist. Viele Kinder bewerten ihre Ergebnisse zwar und sind auch häufig zufrieden und stolz, was sich insbesondere bei den Experimenten beobachten ließ. Dennoch bedurfte es immer wieder des Nachfragens der Lehrerin, damit die Kinder auch einzelne Handlungsschritte erklären und bewerten. Durch die Fragen der Lehrerin und kleine Denkanstöße konnten die Kinder das Beobachtete beschreiben und zum größten Teil auch erklären. Es scheint so, als wären viele interessante Lernergebnisse ohne ein Gespräch nicht möglich gewesen. Dies kann allerdings auch auf die gering ausgebildete Kompetenz der Kinder, selbstständig zu arbeiten, zurückgeführt werden. Wenn sie des Öfteren handlungsorientiert arbeiten würden, würden sie lernen, ihre Handlungen zu reflektieren, zu bewerten und Ergebnisse zu interpretieren. Unsere Schlussfolgerung ist, dass es nicht hinreicht, generell auf den selbstinstruierenden Charakter der Handlungsmaterialien zu vertrauen.

Kinder – vor allem mit besonderem Förderbedarf – bedürfen der fördernden, strukturierenden und orientierenden Interaktion mit ihren Lehrerinnen und Lehrern. Nicht ohne Grund ist in den Praxisbüchern (Kaiser 2000, 2001, 2002) bei den Unterrichtsskizzen immer wieder auf den Wechsel von differenziertem Arbeiten und Gesprächskreisen verwiesen worden.

4. Zusammenfassung

Die Protokolle und die Ergebnisse der Beobachtung nach den gewählten Kriterien zeigen insgesamt ein breites Spektrum möglicher Kinderreaktionen auf das Material. Die individuellen Zugangsweisen sind verschieden. Dennoch lassen sich einige recht deutliche Tendenzen ausmachen. Diese können dahingehend interpretiert werden, dass die Materialien geeignet sind, die Neugier der Kinder und die Lust zur handelnden Auseinandersetzung zu wecken. Dies sind elementar wichtige Lernvoraussetzungen, insbesondere bei „lernschwachen“ oder sogenannten lernbehinderten Kindern, da diese oft aufgrund von Misserfolgserebnissen die Lust an Schule und Unterricht verloren haben. Das Handlungsmaterial der Lernwerkstatt RÖSA übt also eine hohe Attraktivität auch auf die Kinder mit Förderbedarf aus und lässt sie sich motiviert und begeistert mit dem Material auseinandersetzen. Als besonders attraktiv und anregend haben sich die Experimente der naturwissenschaftlichen Themen erwiesen. Die Kinder haben hier deutlich ausdauernder und intensiver gearbeitet als mit den Handlungsmaterialien der sozialwissenschaftlichen Themen. Es ließe sich demzufolge annehmen, dass das handelnde Umgehen mit beobachtbaren Ergebnissen bei den Experimenten den Bedürfnissen der „lernschwachen“ Kinder eher entgegenkommt als die doch mehr kognitiven Zugänge der sozialwissenschaftlichen Materialien. In dem Zusammenhang spricht auch das Ergebnis bezogen auf die Typen von Handlungsmaterialien, die die Kinder gewählt haben, für sich: In 86% (12 von 15) der Fälle entschieden sie sich für konkrete Handlungsmaterialien. Bücher oder Karteien wurden höchst selten zur Hand genommen. Dies korrespondiert mit der Beobachtung, dass sozialwissenschaftliche Themen eine weniger starke Attraktivität auf die Kinder ausüben, was allerdings auch durch die Art der Aufgabenstellung verursacht sein kann.

Reflexionsfähigkeit stellt sich bei Kindern mit besonderem Förderbedarf nicht automatisch durch Handlungsmaterial her, sondern bedarf des fördernden und strukturierenden Gesprächs mit der Lehrperson. Als Konsequenz lässt sich folgern, dass die Ergebnissicherung in Form von Gesprächsrunden wichtig ist, um zu Bewertungsebenen des eigenen Handelns zu gelangen.

Als Problem haben sich in der Erprobung mit „lernschwachen“ Kindern die Handlungsanweisungen zu den Materialien herausgestellt. Die Anforderungen der Texte an die Lesefähigkeiten im Sinn entnehmenden Lesen und das Umsetzen in Handlung sind eindeutig zu hoch, so dass die intendierten einzelnen Handlungsschritte nicht eindeutig für die Kinder erkennbar werden. Das Eingreifen der Lehrerin war häufig unerlässlich. Folglich hatten die

Probleme mit den Handlungsanweisungen Auswirkungen auf die Eigenständigkeit der Kinder. Sie haben zwar versucht, selbst Lösungswege zu finden, benötigten aber des öfteren Tipps und Denkanstöße durch die Lehrerin.

Die Kinder haben fast immer in Gruppen oder mit Partnern zusammengearbeitet, was wir dahingehend deuten, dass sie stets einer Bezugsperson bedürfen. Diese Bezugsperson kann eine Lehrperson, aber auch andere Mitschülerinnen oder Mitschüler sein. Es scheint, als suchten sie damit Sicherheit und Unterstützung für ihre Aufgaben. Das gemeinsame Arbeiten fördert zudem Kommunikationsprozesse und das soziale Miteinander in der Gruppe.

Es lässt sich folglich feststellen, dass die Handlungsmaterialien der RÖSA insgesamt den Bedürfnissen „lernschwacher“ Kinder sehr entgegenkommen. Dennoch bedarf es einiger Veränderungen, damit selbstständiges Arbeiten besser gewährleistet werden kann und den besonderen Bedürfnissen noch stärker Rechnung getragen wird.

Literatur

- Beck, Ulrich (1986): Risikogesellschaft. Frankfurt: Suhrkamp.
- Beck, Gertrud & Gerold Scholz (2000): Teilnehmende Beobachtung von Grundschulkindern. In: Friederike Heinzel (Hrsg.): Methoden der Kindheitsforschung. Weinheim, München: Juventa.
- Dewey, John (1964): Demokratie und Erziehung: Eine Einleitung in die philosophische Pädagogik. Braunschweig: Westermann.
- Eberwein, Hans (1998): Die Beobachtung von Kindern im Unterricht als Methode des Fremdverstehens und zur Unterstützung von Lernprozessen. In: Hans Eberwein & Sabine Knauer: Handbuch Lernprozesse verstehen. Weinheim, Basel: Beltz.
- Hempel, Marlies (Hrsg.) (1999): Lernwege der Kinder: subjektorientiertes Lernen und Lehren in der Grundschule. Baltmannsweiler: Schneider.
- Holt, John (1971): Wie Kinder lernen. Weinheim, Berlin, Basel: Beltz.
- Kaiser, Astrid (1999): Lernen durch Lernen des Lernens. In: Marlies Hempel (Hrsg.): Lernwege der Kinder. Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid (2001⁸): Praxisbuch handelnder Sachunterricht, 1. Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid (2002⁴): Praxisbuch handelnder Sachunterricht, 2. Baltmannsweiler: Schneider.
- Kaiser, Astrid (Hrsg.) (2000²): Praxisbuch handelnder Sachunterricht, 3. Baltmannsweiler: Schneider.
- Köck, Peter (1993³): Praxis der Beobachtung. Donauwörth: Auer.
- Piaget, Jean (1973): Einführung in die genetische Erkenntnistheorie. Frankfurt: Suhrkamp.
- Rusch, Heike (1998): Suchen nach Identität. Baltmannsweiler: Schneider.
- Teiwes, Kirsten (2001): Evaluation des Konzepts der Regional Ökologischen Sachunterrichtssammlung (RÖSA) für Kinder mit Lernbeeinträchtigungen im Grundschulalter. Göttingen: Duehrkohp & Radicke.
- Vester, Frederic (1996): Denken, Lernen, Vergessen. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Anschauung und Symbolisierung – Anmerkungen zu den Grenzen der Handlungsorientierung

1. Problemaufriss

Im Zentrum meiner Überlegungen steht die Frage, wie gedächtniskompatible symbolische Strukturen aus sinnlichen-anschaulichen und konkreten Handlungsvollzügen entwickelt werden können. Allerdings soll die Annäherung an die individuellen Transformations- und Abstraktionswege, die zunächst einmal als ein lernpsychologisches Forschungsfeld erscheint, an dieser Stelle, gleichsam ins Didaktische gewendet, eher von ihrer unterrichtlichen Entsprechungsseite her versucht werden.

Nach terminologischen und problemsezierenden Klärungsversuchen sollen an späterer Stelle drei kurze Unterrichtsbeispiele anskizziert werden, die kaum mehr sein können als flüchtige Momentaufnahmen, aber anhand derer sich vielleicht Berührungspunkte und Hinweise abstrahieren und identifizieren lassen, wie sich Unterrichtsmaßnahmen begleitend, unterstützend, hemmend dem Prozess einer Symbolisierung beigesellen. Eben jene Übergangsphase sei damit in den Blick genommen, an der sich aus Darbietung und handelnder Aneignung eine Überführung in abstrakte und symbolische Repräsentationsmodi konstatieren lässt.

2. Grundannahmen

Jedes einzelne meiner vorausgeschickten Axiome hätte natürlich eine umfassende und tiefgehendere Darstellung verdient, möglicherweise sogar eine hochdifferenzierte Widerlegung. Trotzdem sei in aller Kürze das relevante Gedankenfeld umrissen, um die folgenden Ausführungen präziser verorten zu können.

Ich gehe, erstens, davon aus, dass diese Welt existiert. Verstünde ich mich als konsequent konstruktivistisches Wesen, damit auch Descartes rigoros zu Ende gedacht, müsste ich, in meinem solipsistischen Dasein, die Existenz an-

derer Lebewesen und das Vorhandensein jeglicher Außenwelt entschieden bezweifeln. Dies würde die folgenden Ausführungen in gewisser Weise fraglos erleichtern, sie aber gleichzeitig auch als vollkommen sinnlos erscheinen lassen. Eine Realität außerhalb meines eigenen Selbst sei also angenommen, wenn auch manifestiert in verschiedenen Wirklichkeiten (vgl. v. Glasersfeld 1999).

Dennoch, zweitens, und damit der ersten Grundannahme nur teilweise Rechnung tragend, werden die weiteren Überlegungen dem konstruktivistischen Axiom folgen (vgl. Duncker & Popp 1998, S. 60 f.), welches den Menschen weder als endogen reifendes noch als exogen geformtes, sondern als ein dialogisch und selektiv sich selbst entwickelndes und seine Welt konstruierendes Wesen versteht (vgl. Fölling-Albers 2001, S. 123).

Drittens sei Hans Aebli, ebenso den materialistischen Aneignungstheoretikern unbenommen beigestimmt, wenn sie Denken als verinnerlichte Handlung verstehen und daraus einen permanenten Regelkreis von Interiorisation und Exteriorisation deduzieren; die Abfolge von äußerer und innerer Handlung und ihre Umkehrung in neue, schöpferische Handlungen darf als taugliches Modell genommen werden (vgl. Leontjew 1977, Aebli 1998).

Viertens soll davon ausgegangen werden, dass eine langfristige Speicherung auf symbolisch-abstrakter Ebene erfolgen muss (vgl. Aebli 1980), auch wenn etwa Ben Bachmair nachdrücklich auf die Möglichkeit ikonisch geprägter Behaltens- und Interpretationsmuster hinweist (vgl. Bachmair 1998).

Zum Fünften darf als sicher gelten, dass jede Form einer semantischen Zusammenfassung und Vernetzung bzw. des Einbaus neuer Informationen in bereits vorhandene Systeme – vergleichbar dem begrifflichen Chunking zu größeren Einheiten im Kurzzeitgedächtnis – sich günstig auf die Verstehens- und Behaltensleistung auswirkt (vgl. Einsiedler 2001b, S. 318, ebenso Vester 1991).

3. Anschauung – Handlung – Symbolisierung

Zunächst sei also eine terminologische Klärung und Abgrenzung der zentralen Begriffstrias gewagt:

Handlungen lassen sich durch die Zuschreibung von subjektivem Sinn, Zielgerichtetheit und Bewusstheit, möglicherweise auch Wissenserwerb, das Vorhandensein von Innensteuerung und Verantwortlichkeit, dazu der Reflexion über Handlungsalternativen in einem flexiblen Handlungskonzept von bloßem handgreiflichem Tun abgrenzen (vgl. Edelmann 2000). Demnach zeichnet sich ein handlungsorientierter Unterricht durch Mitverantwortung

und Selbstständigkeit der Lernenden aus, was notwendig mit Zielgerichtetheit verbunden sein muss, zudem durch ein Zusammenwirken mit konkret-praktischem Tun, ganzheitlich-all sinnlicher Durchdringung auf emotionaler, kognitiver und enaktiver Ebene, durch kritische Reflexion und Einordnen in größere Zusammenhänge. Handlungen finden also durchaus auch auf geistiger Ebene statt und ermöglichen damit die Erfahrung von Kompetenz und individueller Bedeutsamkeit (vgl. Popp 1998, S. 74).

Wie häufig bei dergestalt umfassenden Beschreibungen wird sich kaum eine Unterrichtseinheit finden lassen, auf die nicht wenigstens eines dieser Merkmale zutrifft – ihr heuristisches Potenzial erscheint damit ebenso diffus wie begrenzt. Des schärferen Zugriffs wegen sei in Anlehnung an Einsiedler eine Reduktion auf den Begriff des „anschaulichen Handlungswissens“ vorgenommen, als dessen zentrales Moment die Gebundenheit an einen und das Handeln in einem konkreten, sensualistisch zugänglichen Konnex verstanden werden soll (vgl. Einsiedler 2001a, S. 262).

Dem nach- oder gegenübergestellt lässt sich Symbol als etwas Wahrnehmbares deuten, das auf etwas anderes, in diesem situativen Kontext eben nicht Wahrnehmbares verweist. Symbolisierung kann daher als ein Ablösen von Begriffen von ihren konkreten Entstehungs- oder Anwendungszusammenhängen gefasst werden, so dass der Verweischarakter auf das Gemeinte mehrdeutig erscheint oder nur noch durch Konventionalisierung nachvollziehbar wird. Diese Mehrdeutigkeit und Veränderbarkeit ergibt sich daraus, dass wir die Realität eben nicht nur einfach sinnlich aufnehmen und widerspiegeln, sondern entkonkretisieren und symbolisch überformen. In Platons *Höhlengleichnis* wird diese Mittelbarkeit eher defektiv, als ein Mangel interpretiert, während sie bei Ernst Cassirer, und ich folge ihm darin gerne, zum Vorzug gerät. „Die Fähigkeit, Symbole zu setzen, ermöglicht ihm (dem Menschen, J.J.) vielmehr die Gestaltung von Wirklichkeit.“ (Cassirer 1996, S. 18). Die im Prinzip unendlichen Gestaltungs- und Deutungsmöglichkeiten ergeben sich aus dem zwischen Merk- und Wirknetz aufgespannten Symbolnetz, das, als *conditio humana*, das sinnlich Fassbare des Merknetzes reflektierend überformt und reflektiert ins Wirknetz entlässt und damit alle Formen von Kultur ermöglicht.

Vor allem die menschliche Sprache ist von Beginn an symbolisch, repräsentativ, modellhaft und durch diese Entkonkretisierung „fundamentale Objektivierungsfunktion“ (Göller 1986, S. 48), ist eine Grundfunktion des Denkens, nämlich der nicht mehr hintergehbaren Erkenntnis eines universellen Prinzips, dass alles einen Namen hat (vgl. Cassirer 1996). Sprache schafft einen Kosmos von Bedeutsamkeit, man kann sagen, „sie liefere keine Abbil-

dung der Wirklichkeit, sondern erzeuge sie vielmehr erst. Sie ist 'urbildend' statt 'abbildend' (Lembeck 2000, S. 56).

Zusammenfassend und ergänzend sei noch angemerkt, dass Handlungsorientierung und Symbolisierung nicht als Dichotomie oder gar als einander ausschließende Momente begriffen sein sollen – das bereits vorgestellte Zusammenspiel von Merk-, Symbol- und Wirknetz verweist ja darauf. Der mit zeitlichem Minimalversatz simultane Ablauf von Instruktion und Konstruktion lässt sich am besten als ein „integrierendes Kontinuum“ (Einsiedler 2001b, S. 328) verstehen.

4. Problemsezierung

Nach diesen axiomatischen Setzungen und begrifflichen Klärungen sei die Ausgangsfrage nach der Verbindung der gegenständlich und sensualistisch gebundenen Handlungsebene mit der unanschaulichen, abstrakten Ebene einer symbolischen Repräsentation noch einmal aufgegriffen. Es geht also um die „Transformation anschaulichen Handlungswissens in abstrakt-symbolische Tiefenstrukturen“ (Einsiedler 2001a, S. 262), deren Klärung Wolfgang Einsiedler als Desiderat in der sachunterrichtsdidaktischen Diskussion verortet. Innerhalb dieses Transformationsprozesses lassen sich mehrere Subprobleme eher prinzipieller oder eher pragmatischer Natur erkennen.

4.1 Prinzipielle Probleme

Das Erste besteht in der Neben- oder Hintereinanderexistenz von objektiver Realität und subjektiver Wirklichkeit, oder, in Watzlawicks Terminologie, einer Wirklichkeit 1. und 2. Ordnung (vgl. Watzlawick 1985), also dem Auseinanderklaffen von realen Phänomenen und deren Deutung. Dass die Realität einer Leuchterscheinung in einem bestimmten Spektralbereich erst durch die subjektive Deutung des Betrachters zu einer roten Ampel und damit zum Haltesignal wird, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Eine simplizistische In-Einsetzung von sinnlicher Wahrnehmung und gleichsam automatisch resultierenden Sinnggebung erscheint bereits dadurch kaum mehr tragfähig (vgl. Bäuml-Roßnagl 1990).

Damit, als Folgeproblem, zerfällt das Konstrukt „Lebenswelt“ in divergente und individuelle Lebenswelten von subjektiver Wahrnehmung, Deutung und Abgrenzung, so diffus und verschwimmend, in täglich wechselnder Gestalt, dass sich die Monaden verschiedener Individuen meist nur noch randständig zur Deckung bringen lassen.

Als Drittes präsentiert sich diese ausgesprochen komplexe Welt in weiten Teilen grundsätzlich „unbegreifbar“, direktem sinnlichem Zugriff entzogen, oft nur noch symbolisch und unanschaulich, als ferne Abstrakta und als bloße Ideen - vor allem in ihrer sprachlichen Form. Das Fehlen einer unmittelbaren zeitlichen und räumlichen Kontextualisierung erscheint uns allerdings, am Rande angemerkt, oftmals ganz willkommen zu sein; denn neben so alltagsfernen Abstrakta wie *Ewigkeit* und *süßem Vergehen* wären auch *Weinkrampf*, *Todesangst* und *Weltkrieg* denkbar, deren bloße mediale oder sprachliche Repräsentation den meisten Menschen durchaus genügt. Selbst die semantisch eindeutige Lautfolge [bro:t] ist weder wohlriechend noch knusperig und sie macht keinen satt.

4.2 Pragmatische Probleme

Neben diesen kaum auszuräumenden prinzipiellen Schwierigkeiten erscheinen die pragmatischen weniger schicksalhaft und weniger unausweichlich.

Zum Einen bleiben viele Phänomene der unübersichtlichen und versprengten Natur des Kosmos wegen aus schlichten räumlichen und zeitlichen Gründen nicht unmittelbar greifbar, obschon sie bei unbegrenzten Ressourcen durchaus handelnd und sinnlich erfahrbar wären.

Zum Zweiten erfolgt eine symbolische Speicherung und Vernetzung oftmals nur deshalb nicht, weil kein stringenter, kausaler Zusammenhang hergestellt werden kann; diese Atomisierung des Wissens wird vor allem bei der Aufteilung in verschiedene Fächer, Fachbereiche und Disziplinen obsolet und darf als fester Topos pädagogischer Schwanengesänge gelten.

Und zuletzt erscheinen die sinnlichen Erfahrungen derart zufällig und punktuell, dass sich aus der unübersehbaren Menge irreführender, verstreuter und unvollständiger Puzzleteile kaum ein realitätsnahes Bild gewinnen lässt. Den amerikanischen Linguisten Noam Chomsky führte diese Erkenntnis zu der Vermutung, dass das Entstehen eines so komplexen und abstrakten Systems wie der menschlichen Sprache (also der *langue* nach de Saussure) nach Maßgabe ebenso willkürlicher wie defektiver Sprachvorbilder das Vorhandensein eines ordnenden Spracherwerbsmechanismus voraussetzen müsse (vgl. Chomsky 1981).

Da ein Gutteil der aufgezeigten, generellen Schwierigkeiten prinzipiell nicht aufzuheben ist, kann es im Folgenden also nicht um „Problemlösungen“ im eigentlichen Sinne gehen, sondern darum, individuellen und spezifischen Erkenntnisverläufen zu folgen und den lediglich casuistisch angelegten

Schilderungen ihr illustrierendes, erkenntnisförderndes und verdeutlichendes Potenzial abzugewinnen.

5. Drei Unterrichtssituationen

5.1 Ein Lendenschurz ist ein Lendenschurz ist kein Lendenschurz

Eine Ausstellung altägyptischer Plastiken, gemeinsam von der ganzen Schule besucht, hat in einer ersten Klasse die Idee zu einem Projekt „Das Leben in Ägypten zur Zeit der Pharaonen“ geweckt. In verschiedenen arbeitsteiligen und differenzierenden Gruppen haben sich die Kinder mit Schmuck, Totenkult, Ernährung und Kleidung beschäftigt, Anschauungsstücke gebastelt, die Frühleser wälzten Bücher, schlugen Weiterführendes nach und trugen Wissenswertes zusammen, gemeinsam wurden Informationstafeln bemalt, beklebt, beschriftet; es gab viel Abfall, viel Feuereifer, viel Lob.

Beim Projektabschluss tritt ein Junge mit Stock und Lendenschurz, der typischen Arbeitskleidung der einfachen Fellachen, in die Mitte des Gesprächskreises und stellt, in Ich-Form, seinen Tagesablauf und die Kleidungsstücke vor.

Die Lehrerin fasst seinen Auftritt zusammen: „Der Fabian ist heute ein richtiger alter Ägypter!“

Leises Amusement, in der Tendenz zustimmend. Ein anderen Schüler wirkt nachdenklich; schließlich meldet er sich: „Aber eigentlich ist der Fabian doch kein richtiger alter Ägypter, weil der weiß ja, dass es auch andere Kleidung gibt, halt von uns.“

Gelächter, die anwesenden pädagogischen Erwachsenen sind irritiert.

Er versucht zu erläutern: „Also, für den Fabian ist das ja wie eine Verkleidung, und für die früher war das ja normal.“

Jetzt sekundiert ihm ein Mädchen: „Wir spielen das halt, also nicht echt! Wir tun so, also ob das halt so wäre.“

Es folgt ein lebhaftes Gespräch über Spiel und Ernst, Schein und Sein mit der zentralen Fragestellung, wie sich das unterscheidet, ob man etwas spielen kann oder ernst nehmen muss. Ob das nicht etwas ganz Unterschiedliches sei: Sich freiwillig und auf Zeit von außen in eine Situation hineinbegeben oder sich alltäglich, ohne Wahlmöglichkeit und vielleicht gar ohne Wissen um Alternativen in einer Situation befinden.

Die Klasse ist sich schnell einig: Ob man spielt oder im Ernst handelt, sind eigentlich unvergleichbare Situationen, verschiedene Daseinsqualitäten, und

da die Kinder eben keine Ägypter der 18. Dynastie, sondern als Ägypter der 18. Dynastie verkleidete Erstklässler sind, bleiben ihnen deren Befindlichkeiten und Gefühle fremd und fern.

Es ist die Sprache, die einen bewusstseinschärfenden Keil zwischen die unterschiedlichen Welten treibt. Der sprachliche Einwand, der die Idee, die geistige Vorstellung von Als-ob-Handeln, von Verkleidung in Worte fasst, enttarnt die als historische Realität angebotene Kostümierung als die Wirklichkeit des Personenspiels, während die blanke Anschauung nicht über das Stück Stoff hinaus zu gehen vermag, das Fabian um die Hüften geschlungen trug – in Anlehnung an Kants Formulierung bleibt die Anschauung ohne den Begriff „Verkleidung“ blind. Auf der abstrakten, symbolischen Repräsentationsebene gelang, um Herder zu folgen, das Aufdecken und Entdecken der Wahrheit, unter exakt mikroskopischem Blick sogar das Aushandeln und Erzeugen einer neuen Wirklichkeit (vgl. Lembeck 2000, S. 56).

5.2 Der Jahreslauf oder: „Kalender sind rund im Kopf!“

Anfang Januar stehen in der zweiten Klasse die Monate und der Ablauf des Jahres als Unterrichtsthema an. Zuerst werden die Monate benannt, dann in der richtigen Abfolge geordnet, mit inhaltlich relevanten und typischen Merkmalen gefüllt und schließlich den vier Jahreszeiten mit ihren Besonderheiten zugewiesen. Nachdem sich 12 einzelne Kinder, jeweils mit einem Monatsnamen um den Hals, als Erfolgskontrolle in der korrekten Reihenfolge vor der Klasse aufgestellt haben, fragt die unterrichtende Studentin als Abschluss, welcher Monat denn nun nach dem Dezember käme.

Tiefe, kathedralenartige Stille.

Die Studentin hilft: „Dann fasst euch mal an den Händen, damit es einen schönen Kreis gibt! Denn das Jahr ist auch wie ein Kreis!“

Wie ein Kreis? Nachdem die Monate an der Tafel so überzeugend und anschaulich in einer Linie hängen?

Offene Zweifel werden geäußert, die Kinder fassen sich nur zögernd, auf genaue Anweisungen hin an den Händen; vor allem der Januar lässt sich nur widerwillig hinter den Dezember dirigieren. Die betreuende Lehrkraft sucht fieberhaft nach zündenden Impulsen; aber nach einigen Sekunden des ruhigen Dastehens kommen mehrere Schüler gleichzeitig auf die Idee: „Dann fängt’s ja wieder von vorne an, dann kommt wieder der Januar! – Das ist wie bei der Woche, die immer wieder beim Montag neu losgeht. – Das ist echt wie ein Kreis!“

Der Paradigmenwechsel wird nun, unter dem suggestiven Sinnbild des Monatszirkels, rasch akzeptiert, das Modell der Jahresuhr tritt in Liedform als musikalischer Flankenschutz hinzu.

„Das Jahr fängt immer wieder von vorne an!“ so der Konsens, generalisier- und konzentrierbar in der Kurzformel: „Kalender sind rund im Kopf“ (Scheidle 2001).

Eine Schülerin scheint dennoch nicht recht zufrieden: „Das ist doch nicht derselbe Januar, der war ja schon! Der heißt zwar wieder Januar, aber da passiert doch was ganz anderes, da ist ja schon mein neunter Geburtstag!“

Die betreuende Lehrkraft wirft sich in die im geplanten Unterrichtsverlauf zu entstehen drohende Unterbrechung: „Aber das ganze Jahr ist doch wie ein Kreis. Wir singen einfach das Lied noch einmal!“ und beendet damit die Diskussion.

Bei einer Analyse der Unterrichtssituation lassen sich zwei Modellwechsel identifizieren: der erste, erfolgreiche, vom linearen, christlich-jüdischen Zeitmodell zum zirkulären Modell, der zweite, misslungene, nämlich der Weiterführung des Kreis- in ein Spiralmodell, den die einzelne Schülerin vorschlug, also die Vorstellung einer zirkulären Wiederkehr mit Variationen, Höherentwicklungen, Modifizierungen. Unterstützend für den erfolgreichen conceptual change (vgl. Schnotz 2001) wirkte sicherlich die sinnfällige Präsentation durch den Kreis der Monatsnamen in enger Verknüpfung mit intensiver begrifflicher Durcharbeitung; ob eine diskursive Behandlung des mit Sprache konstruierten zweiten Konzeptwechsels hin zum Spiralmodells tatsächlich wirklichkeitsgenerierend gewirkt hätte, muss notgedrungen Vermutung bleiben.

Bemerkenswert erscheint zudem sicherlich die Dichte an Zeitvorstellungen, die in dieser einzelnen Unterrichtseinheit zur Sprache kamen und die sich, in globalem Zusammenhang gedacht, in den Erträgen weltweiter ethnologischer Forschungsfelder zu den kulturspezifischen chronometrischen Modellen wiederfinden lassen (vgl. Barley 2000).

5.3 Kirschkompott

In einer ersten Klasse geht eine Unterrichtseinheit GU (Grundlegender Unterricht, eine Kombination der musischen und der Kernfächer) zum Thema „Die Kirsche“ aus den Bereichen Deutsch und HSU zu Ende. Die Schüler haben einen kleinen Text zu Blüten und Früchten gelesen, Begriffe wie Knospe oder Steinobst geklärt und Bilder zugeordnet, ausgemalt, eingeklebt. Als Ausblick hebt die Lehrerin mit der Bemerkung: „Wenn ich im Winter Kir-

schen essen will, mache ich Kirschkompott“ ein Schraubglas mit ganzen Kirschen aus ihrer Tasche und gibt es der ersten Bankreihe zur genaueren Begutachtung. Während das Gefäß mit den fahl-fleischigen Früchten durch die Klasse wandert, erhebt sich leichte Unruhe, die Studierenden murren ebenfalls halblaut.

Schließlich kann sich ein Schüler nicht mehr zurückhalten: „Bei uns daheim heißt das aber eingemachte Kirschen!“

Beifälliges Gemurmel von allen Seiten, es entspannt sich ein kleiner, halb öffentlicher, halb interner Diskurs mit der Kernfrage, ob denn nun „Kompott“ oder „eingemachte Kirschen“ die richtige Bezeichnung sei, ob Kompott immer zu kleinen Stückchen verkocht sein müsse, oder auch ganze Früchte so bezeichnet werden dürften. Nach wenigen Minuten entscheidet die Lehrerin salomonisch oder ermattet, dass die Kinder dies nennen könnten, wie sie wollten. Immer noch leise murrend oder diskutierend gehen die Schüler in die Pause.

Das Anschauungsmaterial hat zwei gänzlich ungeplante Wirkungen hervorgebracht: Anstatt den Kindern zu veranschaulichen, was Kirschkompott ist, nämlich blässlich, weich und aromaarm im Vergleich zu frischen Kirschen, hat es zum einen eine Diskussion über die unklare Begrifflichkeit ausgelöst, zum andern Einsichten in den Mechanismus von Konventionalisierung provoziert.

Den Schülern wurde zunächst rasch bewusst, dass der Begriff „Kompott“ keineswegs arbiträr, sondern sowohl für die statische Erscheinungsform wie den dynamischen Herstellungsprozess dieses Wirklichkeitsausschnittes konstitutiv ist. Erst durch diesen Begriff werden die tatsächlich fassbaren isolierten Bruchstücke der Alltagsrealität, die „phänomenologischen Prinzipien“ nach Di Sessa (vgl. Schnotz 2001, S. 86), nämlich die glatte, kühle Oberfläche des Glases und der Anblick der dahinter treibenden Früchte, in eine beziehungsmächtige Wirklichkeit eingebunden. Der Begriff, semantisch, nicht bloß grammatikalisch korrekt kontextualisiert, sagt etwas aus über Verarbeitung und Beschaffenheit, er stiftet Beziehungen.

Zum Zweiten wird der konventionelle Charakter von sprachlichen Symbolen evident: Menschen müssen sich auf bestimmte Begrifflichkeiten einigen! Ob das vorliegende Phänomen nun *Kirschkompott* heißt oder *Carpaccio von der gekochten Kirsche* oder *eingemachte Kirschen*, das ist von nachgeordneter Bedeutung. Prinzipiell aber gilt, dass jedes Ding einen Namen bekommen haben muss, damit es kommunizierbar wird und dass dieser nicht so ohne weiteres geändert werden kann, nur mit neuer diskursiver Konventiona-

lisierung. Deshalb bleibt die Lösung der Lehrkraft, das vorgefundene Phänomen einfach nach Belieben zu benennen, auch deutlich unbefriedigend.

6. Schlussfolgerungen

Analysiert man die drei Situationen, findet sich als Gemeinsamkeit rasch eine mehr oder weniger produktive Irritation, die eine offenkundige Diskrepanz aufriss zwischen sinnlich-anschaulicher Realität und gedeuteter Wirklichkeit, zwischen Lendenschurzträger und der Verkleidung als Lendenschurzträger, zwischen Kindern im Jahreskreis und Spiralmodell, zwischen ganzen Früchten im Glas und dem Begriff *Kompott*. Gerade aus dieser Irritation erwuchs eine argumentative Durcharbeitung und sprachlich-symbolische Klärung, eine Verbindung und Vernetzung von Begriffen, allerdings oftmals nicht unbedingt der Begriffe, die in der Unterrichtsplanung vorgesehen waren.

Dreierlei didaktische Folgerungen lassen sich daraus ziehen:

Erstens, wenig überraschend, ist mit alleiniger Anschauung nicht nur wenig gewonnen, sondern in manchen Fällen sogar viel verloren. Die Tendenz zur Verfälschung beim Beispiel des Lendenschurzes vermag dies zu illustrieren.

Zweitens scheinen die fruchtbarsten Situationen primär aus Unstimmigkeiten zu erwachsen; die Forderung nach kognitiver Diskrepanz, nach in konstruktivistischem Sinne möglichst vielfältigen Perturbationen innerhalb einer „sperrigen Didaktik“ mit relativ hohen Reibungswiderständen wäre die unterrichtliche Konsequenz. Dies benötigt einen offenen Zeitrahmen, Toleranz für Fehler und Irrtümer, möglicherweise sogar eine zeitweilige Absage an die Denkkategorie „Fehler“ und an abgerundete Stunden mit klaren, eindimensionalen und finalen Antworten. Bei allen geplanten Irritationen und „wohl-dosierten instruktiven Hilfen“ (Möller 2001, S. 289) steht allerdings möglicherweise zu befürchten, dass sie in minimalen homöopathischen Dosen wirkungslos bleiben oder bei massiv eingesetzter Provokationsmethodik eher Lähmungserscheinungen hervorrufen.

Außerdem darf grundsätzlich in Frage gestellt werden, ob sich in einer so teleophilen, ergebnisverliebten und vertakteten Institution wie der Schule überhaupt etwas anderes als eine mehr oder weniger reibungsoptimierte Stromliniendidaktik etablieren kann.

Demnach schein, als dritte Folgerung, die Ausweitung zu einer oszillierenden „Echolot-Didaktik“ statthaft, die in Umrissen anskizziert sei. Dies meint nichts anderes als ein ständiges diskursives Sich-Vergewissern aller am Unterricht Beteiligten, wo und wann Unklarheiten, Widersprüche, Irritationen auftauchen, ein permanentes Aussenden von Nachfragen und Einholen

von Rückmeldungen wie beispielsweise: „Erkläre mir, was wir klären müssen, - was ein Dritter gemeint haben könnte, - was Du verstanden hast, - was ich selbst gesagt habe!“. Dies bedeutet eine Entgrenzung des prinzipiell dreipolig angelegten sokratischen Lehrgesprächs hin zu einer vielpoligen Kommunikationskultur. Daraus resultiert auch, neben dem unstrittigen Fragerecht des Schülers, ein Fragerecht des Lehrers. Die ernsthafte Nachfrage der Lehrkraft erscheint immer noch als *via regia*, um authentische Problemstellungen der Schüler zu identifizieren. Ziel dieser „Echolot-Didaktik“ ist es demnach nicht, Unklarheiten zu erkennen, um sie möglichst rasch zu beseitigen, sondern darum, im Wissen um die Unabschließbarkeit aller Erkenntnis, sich über diese Schwierigkeiten zu verständigen und Bewältigungsstrategien im gemeinsamen Gespräch zu entwerfen; und dies wiederum wird zu weiten Teilen eben mit Hilfe rein symbolisch-sprachlicher Repräsentationsmodi geleistet werden müssen.

Literatur

- Aebli, H. (1980): Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. I. Stuttgart.
- Aebli, H. (1998¹⁰): Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart.
- Bachmair, B. (1998³): Lernen in individuellen Bilderwelten. In: L. Duncker & W. Popp (Hrsg.): Kind und Sache. Bad Heilbrunn, S. 275-295.
- Barley, N. (2000): Tanz ums Grab. München.
- Bäumli-Roßnagl, M.- A. (1990): Mit den Sinnen auf der Suche nach dem Sinn in der Schule. In: Lehrer Journal Grundschulmagazin 12/90, S. 51-54.
- Cassirer, E. (1996): Versuch über den Menschen. Hamburg. (Original: An Essay on man. New Haven. 1944.)
- Chomsky, N. (1981): Regeln und Repräsentationen. Frankfurt.
- Edelmann, W. (2000⁶): Lernpsychologie. Weinheim.
- Einsiedler, W. (2001a): Begabung, Lernen und Unterrichtsforschung. In: W. Köhnlein & H. Schreier (Hrsg.): Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 4. Bad Heilbrunn, S. 257-274.
- Einsiedler, W. (2001b): Lehr-Lern-Konzepte für die Grundschule. In: W. Einsiedler, M. Götz, H. Hacker, J. Kahlert, R. W. Keck & U. Sandfuchs (Hrsg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Bad Heilbrunn, S. 317-330.
- Fölling-Albers, M. (2001): Soziokulturelle Bedingungen der Kindheit. In: W. Einsiedler, M. Götz, H. Hacker, J. Kahlert, R. W. Keck & U. Sandfuchs (Hrsg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Bad Heilbrunn, S. 123-134.
- Glaserfeld, E. v. (1999): Konstruktivismus und Unterricht. In: ZfE 4/99, S. 499-506.
- Göller, Th. (1986): Ernst Cassirers kritische Sprachphilosophie. Würzburg.
- Lembeck, K.-H. & J. Jonas (2000): Wie der Mensch zur Sprache kommt. In: Th. Berchem, W. Böhm & M. Lindauer (Hrsg.): Weltwunder Sprache. Zehntes Würzburger Symposium der Universität Würzburg. Stuttgart, S. 43-62.
- Leontjew, A. N. (1977): Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit. Stuttgart.

- Möller, K. (2001): Lernen im Vorfeld der Naturwissenschaften – Zielsetzungen und Forschungsergebnisse. In: W. Köhnlein & H. Schreier (Hrsg.): Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 4. Bad Heilbrunn, S. 275-298.
- Popp, W. (1998³): Zur anthropologischen Begründung eines handlungsorientierten Sachunterrichts. In: L. Duncker & W. Popp (Hrsg.): Kind und Sache. Bad Heilbrunn, S. 57-78.
- Scheidle, B. (2001): Kalender sind rund im Kopf. (Vortragsmitschrift vom 11.12.01) Würzburg.
- Schnotz, W. (2001): Conceptual change. In: D. Rost (Hrsg.): Handwörterbuch pädagogische Psychologie. Weinheim, S. 85-89.
- Vester, F. (1991¹⁸): Denken, Lernen, Vergessen. München.
- Watzlawick, P. (Hrsg.) (1985⁷): Die erfundene Wirklichkeit. München.

Wissenserwerb mit neuen Medien: Lernsoftware für den Sachunterricht

Einleitung

Der Computer gehört heute unbestritten zu unserer und damit auch zur Lebenswirklichkeit der Grundschulkinder. Die Möglichkeiten, mit ihm Informationen in großer Menge und Vielgestalt zu speichern, zu organisieren und zu verarbeiten, sind ebenso faszinierend wie die rechnerbasierten Gestaltungs-, Präsentations- und Kommunikationswerkzeuge. Die rasante Entwicklung macht eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit dem Medium für Pädagogik und Didaktik zur Pflicht. Auf den Sachunterricht bezogen erfährt die Frage nach dem didaktischen Ort von Medien im Rahmen handlungsorientierter und erfahrungsbezogener Konzeptionen durch die Eröffnung multimedialer oder gar virtueller Lernräume neue Perspektiven und Brisanz.

Vor dem Hintergrund didaktischer Anforderungen, medienpezifischer Potenziale und Bedingungen aktueller Sachunterrichtspraxis soll hier eine Softwarekonzeption vorgestellt werden, welche im Rahmen forschender Entwicklungsarbeit in enger Verzahnung von Theorie und Praxis gewachsen ist. Kernanliegen der zugrundeliegenden Forschungsarbeit (Gervé 1999-2003) ist die Frage nach Wegen zur multimedialen Unterstützung des Lehrens und Lernens im Sachunterricht bzw. die Prüfung der Umsetzbarkeit theoretischer Entwürfe in Entwicklung und Implementation fachspezifischer Lernsoftware.

1. Sachunterrichtsdidaktischer Rahmen

Die Aufgabe des Sachunterrichts ist darin zu sehen, im Unterricht und durch Unterricht die Kinder aktiv in Beziehung zur (Mit-)Welt treten zu lassen.

<i>Die Kinder</i>	<i>- zu Menschen, Tieren, Pflanzen, Dingen und Ideen;</i>
<i>in Beziehung</i>	<i>- zu sich selbst, zu Raum, Zeit und Geschichte, zur Umwelt;</i>
<i>treten lassen</i>	<i>- zu Gesellschaft, Wissenschaft und Technik.</i>

Diese Beziehungen erst geben der eigentlichen "Sache" eine persönliche und situative Bedeutung und lassen sie so im sozialen Gefüge der Lerngruppe zum Lerngegenstand werden. Unterrichtliches Lernen unterscheidet sich dabei vom Alltagslernen durch die bewusste Organisation und Reflexion von Lehr-Lernprozessen, auch wenn diese gerade im Sachunterricht durch Offenheit bestimmt sein müssen, d.h., durch wiederum bewusste (nicht festgelegte) und reflektierte Partizipation der Lernenden und Bedeutungsorientierung im obigen Sinne.

„Handlungsmöglichkeiten nutzen, schaffen und erweitern“ kann so im Netz zwischen Lerngegenstand, Zielen und Methoden als didaktischer Kern des Sachunterrichts herausgearbeitet werden (Abb.1).

Der *Lerngegenstand* kann unter dem Einfluss konstruktivistischer Modellvorstellungen nicht mehr bloß als feststehender Inhalt oder als objektive, zu vermittelnde Sache angesehen werden, sondern bildet als Konstrukt der beteiligten Personen in der Auseinandersetzung mit den entsprechenden tradierten Wissensbeständen, dem eigenen Vorwissen, individuellen und kulturellen Vorerfahrungen und Mustern ein zu formendes Material unterrichtlicher Lehr-Lernarbeit und Kommunikation.

Die *Methoden* und mit ihnen die Medien und Materialien beziehen sich auf den Unterrichtsgegenstand und die Ziele und dienen direkt dazu, Handlungsmöglichkeiten der Kinder zu nutzen und zu erweitern (Räume und Handlungsrahmen, in denen Vorwissen, Vorerfahrungen, Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Tragen kommen und erweitert werden können).

Die explizite Orientierung an *Zielen* bewahrt das Unterrichtsgeschehen vor Trivialisierung oder Orientierungslosigkeit. Die Ziele sind jedoch als Bildungsziele nicht auf standardisierte Stoffkataloge zu reduzieren, sondern im sozial und inhaltlich immer wieder neu konstruierten Rahmen eingebettet.

Auf der *Handlungsebene* werden mehr oder weniger offene Lehr-Lernsituationen organisiert, die von Impulsen, Struktur- und Arbeitshilfen innerhalb vielperspektivischer Lernumgebungen getragen werden und so Handlungsmöglichkeiten schaffen.

Wissen und Wissenserwerb haben innerhalb dieses Modells spezifische Bedeutungen:

Bezogen auf den *Lerngegenstand* als bedeutungsvoller Konstruktion von Perspektiven auf die Welt ist Wissen zu verstehen gewissermaßen als Bausteinsammlung tradierter und bewährter Begriffe zur Beschreibung solcher Perspektiven und dient damit einerseits der Kommunikation, andererseits als "Material" für individuelle und soziale Konstruktionsprozesse.

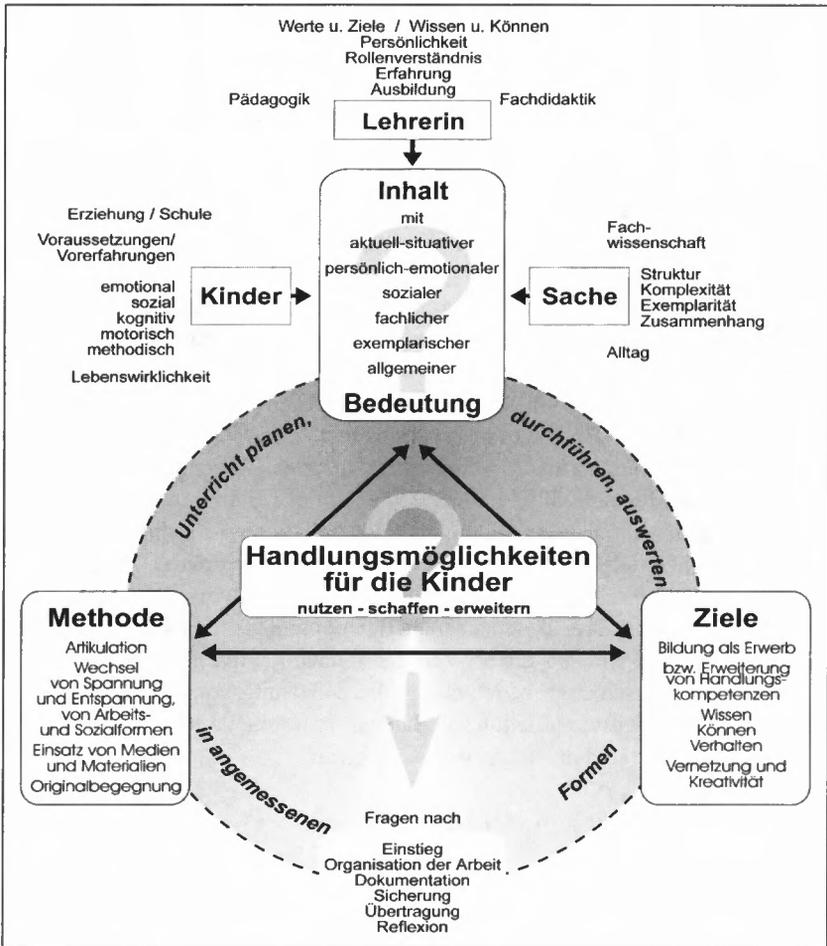


Abb. 1: Handlungsmöglichkeiten nutzen, schaffen und erweitern

Bezogen auf die *Ziele* als umfassende Bildungsziele kann deklaratives Wissen nicht als Endpunkt des Lernens gesehen werden. Der Erwerb solchen Wissens steht vielmehr im Dienst der Erweiterung individueller und sozialer Handlungsmöglichkeiten. Das Verfügbarmachen von tradierten und eigenkonstruierten Wissensbausteinen für Handlung und Neuentwurf bedarf der ergebnisorientierten Übung und des Trainings, jedoch sind damit weder die Ziele noch der eigentliche Akt des Lernens hinreichend beschrieben.

Bezogen auf die *Methoden* des Lehrens und Lernens ist Wissenserwerb zu sehen als ein individuell und sozial aktiver Prozess der Lernenden. Methoden sind daher nicht charakterisiert durch Vermitteln oder Übertragen von Wissen, sondern zu verstehen als Räume mit Werkzeugen für solche individuellen und sozialen Aneignungs- und Konstruktionsprozesse. Medien sind nicht Repräsentanten vermeintlich objektiver Wirklichkeit, sondern repräsentieren in unterschiedlichen Formen und Abstraktionsgraden Perspektiven auf die Welt. Materialien bieten weitere Hilfen zur konstruktiven Welterschließung und für die notwendige Kommunikation über so gewonnene Perspektiven.

Bezogen auf die *Unterrichtsorganisation* sind besonders die beiden Ebenen des Wissenserwerbs im bisher beschriebenen Sinne zu beachten: Individuelle Konstruktionsprozesse erfordern Offenheit in Zeit- und Raumstruktur und eine Angebotskultur im Sinne einer Vielfalt an repräsentierten Perspektiven, Zugangs- und Bearbeitungsmöglichkeiten eines Unterrichtsgegenstandes. Wahlfreiheiten bei inhaltlich klar strukturierten Lernangeboten sowie instruktionale Hilfen und individualisierte persönliche Betreuung bei der selbstständigen Erarbeitung von gewählten Perspektiven sind die inneren Stützen eines differenzierten Unterrichts. Soziale Konstruktionsprozesse im Sinne des Austauschs und der Verständigung über individuell entwickelte Perspektiven erst gewährleisten, dass Wissen zum Allgemeingut werden kann, das heißt, zu einem Wissen, welches die notwendige intersubjektive Bedeutung erlangt. Unterrichtsorganisatorisch bedeutet das die Schaffung von direkten und medialen Kommunikationssituationen, in denen individuelle Konstrukte präsentiert, kommentiert und diskutiert werden können.

2. Medienspezifische Potenziale

Ein erster Zugang soll hier über eine Marktanalyse gesucht werden, die Aufschluss über medienspezifische Potenziale geben kann. Für den Sachunterricht relevante Software lässt sich zunächst in unterschiedliche Kategorien mit je eigenen Zielrichtungen einteilen (Übersicht 1). So lassen sich den Programmtypen auch je eigene Bedeutungen der Begriffe „Lernen“ oder „Wissenserwerb“ zuweisen.

Untersucht man die Programme mit Blick auf die Möglichkeiten für die Schülerinnen und Schüler, den Computer als Werkzeug für ihren aktiven Wissenserwerb im weiter oben beschriebenen Sinne zu nutzen, so finden sich Grundfunktionen, die auch als medienspezifische Potenziale beschrieben werden können.

Kategorie	Beispiele ¹	"Lernen" / "Wissenserwerb"
<i>Edutainment/ Spiel- geschichte</i>	Löwenzahn I-V	Eher zufälliges Aufspüren von Sachinformationen im Rahmen spielerisch anmutender Umgebungen oder Geschichten; Aufnehmen von oft über Sprache, Comic oder Videopräsentationen dargebotenen Informationen; Wissenserwerb als Nebeneffekt von Unterhaltung
	Oskar der Ballonfahrer	
	Die kleine Ritterburg	
	Das Geheimnis der Burg	
	Mit der Kichererbsenbande auf Weltreise	
	Lilli die Waldameise und ...	
	Ollis Welt	
	Sammy's science house	
<i>Lexikon</i>	Trudi entdeckt Ort und Zeit	Multimedial repräsentierte und hypertext-vernetzte Repräsentation von deklarativem Wissen mit verschiedenen Suchfunktionen; Wissenserwerb als interessen-geleitete Suche und Aufnahme von Informationen
	Mein erstes Lexikon	
	Bertelsmann Kinderlexikon	
	Löwenzahn Kinderlexikon	
	Lexikon der Tiere	
<i>Lern- programm/ Lern- umgebung</i>	Lexikon der Erfindungen	Themenbezogene Informations- und Aufgabenangebote z.T. mit Dokumentations- und Gestaltungsmöglichkeiten; Wissenserwerb als gezielt-elaborierte Lernarbeit zwischen Rekonstruktion und Konstruktion
	Meine erste Reise um die Welt	
	Mit Alex auf Reisen ...	
	Platsch	
<i>Simulation</i>	Kids entdecken die Naturwissenschaften	Steuerung von Wechselwirkungssystemen; Wissenserwerb als Experimentieren und Erkennen von Zusammenhängen
	Winnies Welt	
	Winnie ist Feuer und Flamme	
<i>Trainings- programm/ „Quiz“</i>	SimTown	Frage-Antwort-Design, bei dem das Programm Eingaben nach richtig od. falsch bewertet; Wissenserwerb als Reproduktionstraining
	Prof. Tims verrückte Werkstatt	
	Projekt Master	
<i>Werkzeug/ Autoren- system</i>	Was ist Was ...	Nutzung von Gestaltungs-, Dokumentations- und Präsentationshilfen; Wissenserwerb als individuell-kreativer Dokumentations-, Gestaltungs- und Präsentationsprozess
	Kennst du ...	
	Sicher auf der Straße	
	Office-Standardanwendungen/ Malprogramme	
	Toppics (Datenbanken) + Autorenfunktion	
	MMTools	
	Mediator (Standard)	

Übersicht 1: Für den Sachunterricht relevante Software²

¹ Titel und Verlage aller Beispielprogramme sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.

² Speziell für den Sachunterricht konzipierte Programme finden sich bisher so gut wie gar nicht.

Informieren

Medien – so auch der Computer – können im Sachunterricht genutzt werden, um Informationen zu bestimmten Themen oder Fragen zu bekommen. Dabei ist Information in konstruktivistischem Sinne zu verstehen als vereinbarte oder taugliche Repräsentation von Wirklichkeitskonstruktionen oder -perspektiven bzw. tradierten Begriffen und Strukturen, die eine Verständigung über Deutungen von Wirklichkeit und damit gemeinsames Handeln möglich machen. Es geht also nicht um die Vermittlung von objektiven Wahrheiten (starres Wissen über die Welt) durch ein genaues Abbild in Form eines Mediums (hier: Informationsträgers), sondern um die Vermittlung einer Wissensbasis, die helfen soll, die Welt in ihrer Bedingtheit zu verstehen, indem man sich über die Interpretation, Ordnung und Erklärung von Phänomenen verständigen kann. Dieser Verständigungs- und Verstehensprozess kann durch mediale Repräsentation von Wissensbausteinen (Informationen) und den freien, interessen geleiteten Zugriff darauf durch die Nutzung multimedialer Lexika unterstützt werden.

Beispiel: Bertelsmann Kinderlexikon

Über verschiedene Suchfunktionen (Volltext/ Stichwort/ Medienbausteine/ Lesezeichen/ besondere Seiten) kann gezielt auf Seiten mit Informationen zugegriffen werden, die mit Text (kann vorgelesen werden), Abbildungen und zum Teil mit Animationen oder Videos präsentiert werden.

Erarbeiten

Beim Erarbeiten eines Lerngegenstandes geht es nicht nur um das Sammeln von Informationen, sondern auch um die elaborierte Verarbeitung auf ein Ziel hin. Dieses Ziel kann sein, neues Wissen verfügbar zu machen oder Zusammenhänge zu verstehen, also Perspektiven auf die Welt auszudifferenzieren und zu vernetzen. Software kann hierfür Möglichkeiten bieten, unterschiedliche Aufgaben zu einem Lerngegenstand zu bearbeiten und dabei multimedial dargebotene Informationen direkt zu nutzen bzw. weiter zu verarbeiten. Die unterschiedlichen Aufgaben und illustrierten Informationsbausteine erlauben einen eigenständig gezielten und medial unterstützten Wissenserwerb und somit die schrittweise Durchdringung eines Themenbereichs, eben seine "Erarbeitung".

Beispiel: Kids entdecken die Naturwissenschaften

Im Informationsteil gewonnenes Wissen wird im Quiz- und Aufgabenteil abgefragt und im Arbeitsheft in einer Mischung von freien Formulierungen und Auswahlantworten dokumentiert.

Üben/ trainieren/ testen

Beim Üben geht es um die Sicherung im Sinne eines tieferen Einordnens, Anbindens, Verstehens und Verfügbarmachens von Wissensbausteinen. Das Trainieren führt zu einer automatisierten Reproduktionsfertigkeit eben solcher Wissensbausteine und das Testen prüft den Erfolg dieser Prozesse. Computerprogramme können hier sehr hilfreich eingesetzt werden, da sie direkt und wertneutral rückmelden können, ob eine Wissensreproduktion (durch Antworteingabe, Zuordnungshandlung o.ä. am Bildschirm) den vereinbarten Regeln oder Begriffen entspricht. Ein computerbasiertes Übungs- oder Trainingssystem kann entsprechende Kommentare, Hilfen oder Bewertungen zurückgeben und die Bemühungen des Lernenden auch quantitativ auswerten (Test), um evtl. daraufhin ein individualisiertes Aufgabenangebot zu machen. Das Üben und Trainieren als "Programmiertes Lernen" macht allerdings nur Sinn, wenn es eingebettet wird in einen handlungsoffenen Lernprozess, der es erlaubt, eigene Deutungen zu entwerfen und zu verfeinern. Das Training von Reproduktionsfertigkeiten trägt dann sinnvollerweise dazu bei, eine Basis für Konstruktion und Kommunikation als wesentliche Elemente von Weltverstehen zu sichern.

Beispiel: Lexikon der Tiere: Quiz

Mit einfachen multiple-choice Fragen wird das Wissen aus dem Lexikonteil abgefragt. Richtige Antworten werden bestätigt und mit einer inhaltlichen Erläuterung wird das Wissen weiter vertieft.

Spiele/ unterhalten

Im Zusammenhang mit Programmen, die im Sachunterricht zum Weltverstehen beitragen sollen, geht es hier nicht um reine zweckfreie Computerspiele, sondern um Sachprogramme mit einem hohen Unterhaltungswert. Der Spielcharakter und Motivation durch unterhaltsame Gestaltung dominieren, Informationen oder inhaltlich geprägte Lernaufgaben und Aktivitäten treten eher in den Hintergrund.

Beispiel: Oscar der Ballonfahrer

Comicitig liefern die Programme der Oscar-Serie Informationen, lustig eingebettet in animierte Zeichnungen und eine Erzählhandlung. In unterschiedlichen Zuordnungsspielen kommt das so aufgenommene Wissen zur Anwendung.

Dokumentieren

Individuelle oder gemeinsame Wissenskonstruktionen, die dem Weltverstehen dienen sollen, sollten dokumentiert werden, um sie zu sichern. Lerner-

gebnisse werden so verfügbar und durch die Möglichkeit einer allgemeinverständlich codierten (Text / Bild / ...) "Veröffentlichung" auch "verhandelbar". Der Vorteil von computergestützten Medien ist die Möglichkeit, Datenbestände (Text, Bild, Ton, ...) mit entsprechenden Werkzeugen nicht nur präsentieren, sondern auch individuell zusammenfügen und bearbeiten zu können. So können mit Hilfe eines Mediums auf der Grundlage verfügbarer (tradiert) Elemente eigene Dokumente als Ergebnis von Lernprozessen entstehen. Dabei kann die Software den Lernenden tutoriell oder durch entsprechende Vorlagen unterstützen. Dies scheint gerade im Grundschulalter sehr wichtig, wo die freie "symbolische Codierung" von Arbeitsergebnissen oder Lernerfahrungen in allgemeinverständlich systematisierte Texte und Abbildungen noch besonders schwer fällt. Die Möglichkeit, solche Arbeitsdokumente auszudrucken, macht diese auch für andere Lernzusammenhänge verfügbar.

Beispiel: Platsch

Das "Schülerheft" erlaubt die Ablage von Bildern und Texten aus dem Informationsteil des Programms. Texte können bearbeitet oder auch frei eingegeben werden, so können Arbeitsergebnisse dokumentiert und gesichert werden. Die Seiten können ausgedruckt werden.

Gestalten/ konstruieren

Lernen im Sachunterricht kann nicht auf Reproduktion vermeintlich objektiver Perspektiven auf die Welt verkürzt werden. Der aktive Konstruktionsprozess des Wissenserwerbs und Weltverstehens braucht daher Räume und Werkzeuge für den individuellen Ausdruck. Dafür bietet der Computer eine Erweiterung von Gestaltungs- und Konstruktionsmöglichkeiten, die es sowohl erlauben, "klassische" Dokumente für den Ausdruck auf Papier zu gestalten (Layout/ Grafik), als auch multimediale Dokumente zu erstellen (Text, Bild, Ton, Bewegtbild und evtl. interaktive Elemente), die über den Computer wiederum präsentiert werden können. Sowohl bieten Programmelemente, die an Informations- oder Erarbeitungsteile gebunden sind, zum Teil mehr oder weniger vielseitige Gestaltungsmittel, als auch können dafür offene Standardanwendungen und spezielle Autorensysteme genutzt werden.

Beispiele:

Winnies Welt: Individuelle Arbeitsmappen erlauben die Ablage, Eingabe und freie Bearbeitung von Text- und Bildelementen aus bzw. zu den Themendatenbanken.

Toppics: Die Autorenlizenz dieser Multimedia-Datenbank erlaubt die Konstruktion eigener multimedialer Datensätze. So entsteht ein selbst ge-

staltetes Medium, welches zur Präsentation oder wieder als Informationsmedium weiter genutzt werden kann.

Simulieren/ auswerten

Der Computer wird hier benutzt, um bestimmte Vorgänge zu simulieren. Dazu werden vom Programm Eingaben des Lernenden verrechnet und damit entsprechend veränderte Situationen präsentiert oder Vorgänge gezeigt. So kann mit Maßnahmen oder Konstruktionen im virtuellen Raum experimentiert werden. Vorgänge in sozialen oder technischen Bereichen, die für Kinder gar nicht direkt als Handlungsergebnisse erfahrbar sind, oder deren Ursachen schwer oder gar nicht wahrnehmbar sind (weil zu komplex, zu gefährlich oder zu langwierig) lassen sich so direkt auslösen, beobachten, analysieren und korrigieren.

Beispiele:

SimTown: Mit dieser einfachen Stadtsimulation können Wechselwirkungen von Bau- und Entwicklungsmaßnahmen (Straßen, Wohn- u. Geschäftsgebäude, öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Bibliotheken, Polizei usw.) und dem Wohlbefinden der Bevölkerung (Wohnen – Arbeiten – Freizeit – Gesundheit) bzw. dem "Funktionieren" der Stadt (ökonomisch und ökologisch) gesteuert und damit erfahrbar gemacht werden.

Professor Tim's verrückte Werkstatt: Dieser "Experimentierbaukasten" erlaubt, mit Hilfe unterschiedlicher Teile und Maschinen Reaktionsketten zu konstruieren und ihre Abläufe zu simulieren. Informationen über die Funktionsweise der Teile und mögliche Wechselwirkungen mit anderen helfen.

Der Computer kann auch eingesetzt werden, um z.B. Ergebnisse konkreter Versuche oder Beobachtungen auszuwerten.

Beispiel: Samenverbreitung

Das Programm (ein Programmteil) hilft bei der Auswertung eines konkret durchgeführten Experiments und bei der Versprachlichung des Ergebnisses. Dabei dienen die empirisch gewonnenen und eingegebenen Daten, nicht die vermeintliche "Wahrheit" als Grundlage für die Auswertung.

Präsentieren/ kommunizieren

Der Computer wird immer häufiger auch als Präsentations- und Kommunikationsmedium genutzt, wobei die Präsentation von Medienelementen (Text, Bild, Ton, Bewegtbild) auch der Kommunikation und damit der Verständigung über Weltdeutungen dient. Informationen als Repräsentanten von Erfahrungen und Wissen (als individuelle oder gemeinschaftliche Konstruktionen) verfügbar zu machen, zu kommunizieren, zu tradieren, ist auch für den

Sachunterricht als Ort des Austausches, der Diskussion und Vernetzung von Informationen eine wichtige Aufgabe. Dafür steht uns heute auch der Computer zur Verfügung. Mit ihm lassen sich traditionelle Medien vernetzen und im Verbund präsentieren, mit ihm können aber auch digitalisierbare Informationen gespeichert und wieder abgerufen werden, was einen schnellen und einfachen Weg der indirekten Kommunikation eröffnet. Die Einführung in die Nutzung von E-Mail kann mit entsprechender Software themenbezogen erfolgen, so dass die Ernsthaftigkeit und der Nutzen dieses Kommunikationsmittels erfahren werden können.

Beispiele:

Mediator: Dieses Autorensystem eignet sich gut für die Erstellung einfacher Präsentationen. Die Multimediaelemente, Effekte und Funktionen werden direkt am Bildschirm zusammengesetzt. Einfache Präsentationen können so schon von den Kindern weitgehend eigenständig erstellt werden.

PostBox: Das kleine Programm ist ein lokales E-Mail Programm zum Versenden von Textnachrichten. Die Besonderheit ist, dass es auch in Sachprogramme integriert werden kann, so dass der themengebundene Austausch von Fragen und Informationen angeregt wird.

Die Marktanalyse zeigt einen deutlichen Schwerpunkt auf der Darbietung von Informationen, die als Wissensbausteine mehr oder weniger strukturiert und sinnhaft verknüpft multimedial repräsentiert werden und über Spielhandlungen, Tutorials oder offene Suchfunktionen entdeckt, erschlossen und erworben werden können. Nur wenigen Programmen gelingt im Ansatz eine themenbezogene Verknüpfung von Informationsangebot mit Dokumentations-, Konstruktions- bzw. Gestaltungshilfen und Übungsangeboten. Eine solche sinnstiftende und ergebnisorientierte Verknüpfung von Informations- und Instruktionselementen ist aber für den Einsatz im Unterricht unerlässlich. Denn erst die Integration der hier an Beispielen aufgezeigten medienspezifischen Potenziale kann ein Computerprogramm zu einem tatsächlich qualitativ erweiterten Werkzeug für den Wissenserwerb im Sachunterricht machen.

3. Entwicklungslinien einer themenorientiert-integrierenden Software für den Sachunterricht

Die Integration möglichst vieler medienspezifischer Potenziale wurde in der im Folgenden vorgestellten Softwarekonzeption durch eine entsprechende Programmgliederung in vier inhaltlich aufeinander bezogene Bereiche verwirklicht:

- *Info-Bereich* (multimedial vernetztes themengebundenes Lexikon mit Bild, Ton, Video)
- *Übungs-Bereich* (Trainingsmodul mit Aufgaben, die sich auf den Info-Teil beziehen)
- *Arbeits-Bereich* (tutoriel geführte Dokumentation mit teiloffenen Arbeitsanregungen)
- *Werkzeug-Bereich* mit *Notizblock* und *Post-Box* (einfache Text-, Layout- u. E-Mail-Module)

Für die Softwaregestaltung wesentlich war die Orientierung an allgemeinen Gütekriterien für Medien und Materialien im Sachunterricht (Übersicht 2) und Anforderungen an die Gestaltung von multimedialen Lernhilfen bzw. audiovisuellen Medien, die jedoch hier im Einzelnen nicht aufgeführt werden können (vgl. z.B. Klimsa 1997, S. 13ff.).

- Das Medium knüpft mit seinen Inhalten und Nutzungsmöglichkeiten an die Vorerfahrungen und Kompetenzen der Lernenden an und zielt auf die Erweiterung ihrer Handlungsmöglichkeiten. Die Arbeit mit dem Medium erlaubt dem Lernenden Entscheidungen, die seine Lernarbeit inhaltlich, methodisch und in Bezug auf das Ergebnis mitbestimmen. (*Handlungsorientierung*)
- Die Arbeit mit dem Medium ergänzt andere Erfahrungsmöglichkeiten. Sie unterstützt unmittelbare Erfahrungen, bereitet diese vor, intensiviert sie oder macht Unzugängliches über das Medium zugänglich. Bei der Arbeit mit dem Medium werden auch seine Grenzen deutlich. (*Förderung der Medienkompetenz*)
- Die Arbeit mit dem Medium lässt Spielräume für persönlich geprägte Weltdeutung. Sie unterstützt den Lernenden bei der Konstruktion und Vernetzung eigenen Wissens über die Welt und hilft ihm dabei, dieses zu dokumentieren bzw. sich darüber mitzuteilen. (*Förderung der Ich- und Kommunikations-Kompetenz*)
- Als Werkzeug unterstützt das Medium die Verständigung über individuelle Wirklichkeitskonstruktionen und Interpretationen. Es liefert exemplarische Deutungsmuster und für das gegenseitige Verstehen bewährte Ordnungsstrukturen und Darstellungsformen. (*Förderung der Sozialkompetenz*)
- Bei der Arbeit stehen Sachverhalte und die lernende Auseinandersetzung mit ihnen im Vordergrund, nicht das Medium selbst. Die repräsentierten Inhalte sind exemplarisch und für das Leben der Lernenden als relevant anzusehen. (*Förderung der Sachkompetenz*)
- Die Arbeit mit dem Medium fördert allgemeine Kompetenzen der Informationsverarbeitung. (*Förderung der Methodenkompetenz*)

Übersicht 2: Allgemeine Gütekriterien für Medien und Materialien im Sachunterricht

Bezogen auf das didaktische Planungs- und Analysemodell (vgl. Abbildung 1) sollen nun entlang der Entwicklungslinien (A) Theoretische Grundlagen, (B) Softwareanalyse und Softwareentwicklung, (C) Implementation die Wesensmerkmale der Software vorgestellt werden (Abbildungen 2 - 5)³.

Lerngegenstand (Realisierungsbeispiel 1, Abbildung 2)

(A) Inhalte als komplementär bedeutungsvolle Lerngegenstände im Sinne tradierter und individueller Perspektiven auf die Welt bzw. als zu verarbeitende Informationen (Bausteine für die Konstruktion von Wissen)

(B) Exemplarität und Erfahrungsbezug, Themenorientierung (Klarheit der Perspektive), Offenheit (Bausteincharakter), "Medientauglichkeit"

(C) Lehrplanorientierung, Orientierung am Erfahrungs- und Interessensbereich der Kinder, mediale Anschlussfähigkeit

Ziele (Realisierungsbeispiel 2, Abbildung 3)

(A) Ziele als Bildungsziele im Sinne grundlegender Bildung (Erweiterung von Selbst-, Sozial-, Sach- und Methodenkompetenz) bzw. Wissenserwerb

(B) Ergebnisorientierung und Zielklarheit, Info/ Übung/ Aufgaben/ Dokumentation/ Werkzeuge, Orientierung an Standards („Kulturtechnik“)

(C) Operationalisierung, Dokumentation, Anleitung/ Aufgaben

Methoden (Realisierungsbeispiel 3, Abbildung 4)

(A) Methoden für eine handlungsorientierte Erschließung der "Inhalte", d.h., Hilfen für die De-, Re- und Neukonstruktion und Kommunikation von Perspektiven bzw. Unterstützung elaborierter Informationsverarbeitung

(B) Wahlfreie Informationsangebote (multimedial), Konstruktionsmöglichkeiten (interaktiv), Gestaltungs- und Kommunikationswerkzeuge

(C) Einbettung in vielfältige Erfahrungsmöglichkeiten und Lernräume, Methodische Anschlussfähigkeit/ Medienverbund

Unterrichtsorganisation (Realisierungsbeispiel 4, Abbildung 5)

(A) Unterrichtsorganisation als Bereitstellung von Zeit, Raum, Material und Struktur für die Lernarbeit der Schülerinnen und Schüler

(B) Multimedial-interaktive Lernumgebung, "Anschlussfähigkeit" an individuelle Lehrstile, Benutzerfreundlichkeit

(C) Einarbeitung und Unterstützung (Sicherheit), Überlegungen zur Unterrichtsgestaltung, ergänzende Materialien

³ Zur Illustration des Gesamtkonzepts wurden die Beispielseiten bewusst aus verschiedenen Programmen gewählt. Die Bezüge zu den theoretischen Grundlagen werden hier nur noch einmal stichwortartig aufgeführt.

Wachsen im Wasser

Gerade hat dieses
Froschweibchen
seine Eier im Wasser
abgelegt. Froscheier
nennt man Laich.

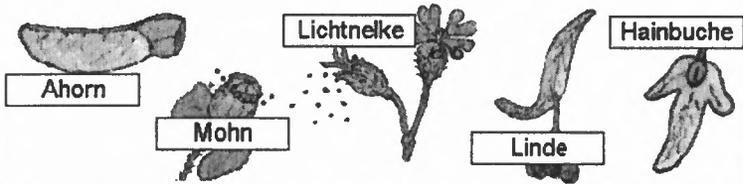
multimediale Infoseite

Das Programm eröffnet erweiterte Perspektiven durch die Kombination von Repräsentationsformen vor allem durch freigestellte Fotografien, Nahaufnahmen, Videos (auch Zeitraffer) und die Gesamtdarstellung eines Entwicklungsprozesses als exemplarischen Kreislauf der Natur, der mit kurzen Texten in seinen wesentlichen Stationen beschrieben wird. Der **Infoteil** erlaubt Zugänge zu einzelnen Wissens-elementen oder ein sequenziell-strukturiertes Durchlaufen der einzelnen Entwicklungsphasen des Frosches (Offenheit, Bausteine). Die bewusste Reduktion des Programmumfangs ist einerseits medienbedingt (z.B. sind längere Texte am Bildschirm kaum zu lesen), andererseits aber auch didaktisch beabsichtigt, um exemplarische Einsichten in die Struktur eines Lebenszyklus nicht durch zu vielschichtige Informationsebenen und Details zu verdecken und die Offenheit des lernenden Zugangs durch eine klare Struktur und einen bewältigbaren Umfang zu unterstützen. Ein Stichwort-**Lexikon** erlaubt die direkte Informationssuche, wobei die Begrenztheit des Mediums (Perspektivität) wiederum in der Möglichkeit und Aufforderung zur Erweiterung dieses "Lexikons" durch eigene Hinweise (situative Adaptionenmöglichkeit) deutlich werden soll.

Abb. 2: Realisierungsbeispiel 1: "Der Grasfrosch" (Gervé 1999-2001)

Samenverbreitung durch den Wind

Viele Samen haben Flügel oder Fallschirme. Dann können sie weit fliegen. Manche Samen werden auch vom Wind verstreut. Der Wind ist wichtig, weil er die Samen wegbläst. So können wo anders Pflanzen wachsen.



fertige Arbeitsseite

Übungs- und Arbeitsteile erlauben eine ergebnisorientierte Lernarbeit. Die immer zugängliche **Übersichtsseite** zeigt die inhaltlich klar aufeinander bezogenen Programmteile, ihre Gliederung und damit Struktur im Infoteil und den "Lernweg". Hier ist eine direkte Verzweigung in jeden Programmteil bzw. ein beliebiger Rückschritt in der History-Liste möglich.

Die überschaubaren Wissensbausteine aus dem wahlfrei zugänglichen Infoteil können im **Übungsteil** systematisch geübt werden, wodurch ihre standardisierte Verfügbarkeit für Kommunikation und neue Wissenskonstruktionen gesichert werden soll. Bei den vom Computer überprüften Eingaben ist eine klar inhaltlich orientierte Fehlertoleranz von besonderer Bedeutung. Der **Arbeitsteil** erlaubt eine Dokumentation der Inhaltsbereiche, wobei die Arbeit hier durch teiloffene Aufgaben tutoriell unterstützt wird und so ergebnisorientiert zu einer druckbaren Seite führt. Dieses Dokument steht beispielhaft für computerbasierte Gestaltungsmöglichkeiten für ein Printergzeugnis und kann z.B. für den Austausch über Ergebnisse genutzt werden. Die Ergebnisse/ Arbeitsschritte werden namentlich gespeichert. So kann die Arbeit dort fortgesetzt werden, wo das Programm verlassen wurde.

Abb. 3: Realisierungsbeispiel 2 "Samenverbreitung" (Gervé / FWU 2001/02)

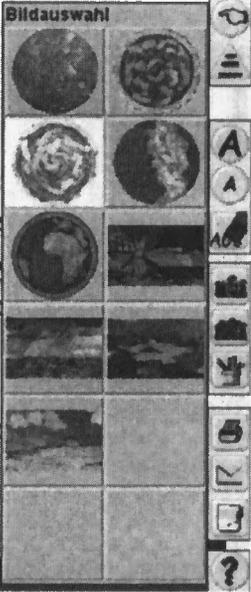
Langsam kühlte die Erdkruste ab und die Erde hüllte sich in eine dicke Wolkenschicht.



Als die Erde da weiter abkühlte den Wolken Regen. Jahrmillionen lang regnete es.

Das Wasser sammelte sich nach und nach an gelegenen Stellen und stieg dort immer

Bildauswahl



individuell gestaltete Seite

Für das Lernen als individuellem und sozialem Konstruktionsprozess tragen die interaktiven und kommunikationsfördernden Elemente der Lernsoftware entscheidend bei.

So erlaubt der individuelle **Notizblock** mit einfachen Layoutfunktionen das Ablegen (aus dem Info-Teil), Bearbeiten, Ergänzen, Neuformulieren und Speichern von Informationsbausteinen in Text und Bild. Auch damit orientiert sich die Software an den Standardanwendungsmöglichkeiten des PCs und fördert damit den Umgang mit dem Medium als "Kulturtechnik".

Mit der **PostBox** steht ein kleines E-Mail-Modul zum Austausch von Textnachrichten zur Verfügung, welches zur inhaltlich orientierten Kommunikation auffordert oder z.B. auch individuelle Aufgabenzustellungen erlaubt.

Mit frei auszugestaltenden Seiten (**Geschichten**), die dann jeweils von den anderen Nutzerinnen und Nutzern aufgerufen werden können, soll das Programm als Präsentationsmedium den Austausch individueller Wissenskonstruktionen fördern und Interesse an den Perspektiven anderer wecken.

Abb. 4: Realisierungsbeispiel 3 "Entstehung der Ozeane" (Gervé 2002)

Anna  **Dein Lernweg heute:**

Tiere im Winter - Arbeitsbericht vom 5.3.2002

Arbeitszeit:	16 min	im INFO-Teil:	7 min
Wissenspunkte gesamt:	138 Punkte		
INFO: allgemein	11 Punkte		
winteraktiv	25 Punkte		
Winterruhe	29 Punkte		
Winterschlaf	15 Punkte		
Winterstarre	24 Punkte		
Vogelzug	14 Punkte		
TEST: höchste Punktzahl	19 Punkte		

ARBEIT:	Lückentext	freier Text
winteraktiv	✓	✓
Winterruhe		
Winterschlaf		
Winterstarre		

Dein Lernweg heute:

- Programmübersicht
- Lückentext winterakt
- Programmübersicht
- TEST: Aufgabenwar
- TEST: Wie überwint
- TEST: Aufgabenwar
- TEST: Spuren
- TEST: Aufgabenwar
- TEST: Was passt zu
- TEST: Aufgabenwar
- TEST: Was passt zu
- TEST: Was passt zu
- TEST: Was passt zu
- Programmübersicht
- INFO: Der Igel
- INFO: Winterschlaf
- Programmübersicht
- INFO: Vogelzug
- Programmübersicht
- INFO: Der Frosch

individuell

Kurze Bearbeitungszeiten, namentliche Speicherung von Ergebnissen und Arbeitsschritten, aufeinander bezogene Programmteile mit Informationsbeständen und Aufgaben und nicht zuletzt die Dokumentationsmöglichkeiten (mit Druckfunktion) und die Rückmeldungen über einen **Arbeitsbericht** sind wesentliche Voraussetzungen für eine selbstständige Lernarbeit der Schülerinnen und Schüler.

Unterrichtsorganisatorisch erscheint diese Orientierung des Mediums an der Möglichkeit eigenständiger und ergebnisorientierter Lernarbeit sowohl für einen strukturiert-gebundenen als auch für offene Formen des Sachunterrichts wesentliche Voraussetzung. In jedem Fall wird eine Differenzierung des Unterrichts nötig, durch die vorliegende Programmkonzeption jedoch gleichfalls unterstützt.

Abb. 5: Realisierungsbeispiel 4 "Tiere im Winter" (Gervé 1999-2001)

4. Implementation

Im Rahmen einer Praxisstudie zur Erprobung der Programme wurden vor allem die Themenorientierung, die ergebnisorientierten Übungs- und Aufgabenangebote und die Anschlussfähigkeit der Programme an unterschiedliche und dadurch auch gängige Unterrichtsformen als wichtige Bedingungen für das Gelingen von Implementationsversuchen des neuen Mediums in den Sachunterricht hervorgehoben. Die Vielfalt der unterrichtlichen Einbindung der Programme reichte von der gebunden-strukturierten Stunde im Computerraum mit klaren, einheitlichen Arbeitsaufträgen für alle Kinder über den Einsatz in arbeitsteiligen Gruppenarbeiten, im Rahmen von Lernstationen oder Wochenplänen im Klassenraum mit wenigen Computern bis hin zum offenen Angebot in der Freien Arbeit an Rechnern, die in Gruppenräumen oder auf dem Flur für mehrere Klassen während solcher Unterrichtsphasen zur Verfügung stehen. Dazwischen wurden viele organisatorische Varianten gefunden, meist mit ergänzenden Medien und einer Anbindung an originale Erfahrungsräume auf Lerngängen o.ä.. Zur Unterstützung von ersten Implementationsschritten war eine Einführung in die Programme und eine eigenständige, aber begleitete Erprobung (inclusiv Installation) ebenso wichtig, wie die Erörterung von methodischen bzw. unterrichtsorganisatorischen Fragen und die Bereitstellung bzw. der Austausch von ergänzenden Materialien für eine differenzierte Unterrichtsgestaltung. Die konstante und überschaubare Programmstruktur und die einfache Bedienung mit klaren Funktionen und kontextbezogener Hilfefunktion waren neben Themen- und Zielorientierung für die Lehrerinnen und Lehrer eine wichtige Voraussetzung für den weiteren Einsatz von Programmen über die erste, begleitete Phase der Praxisstudie hinaus.

Literatur

- Baumgartner, P. & S. Payr (1999²): Lernen mit Software. Innsbruck, Wien, München.
- Dörr, G. & K. L. Jüngst (Hrsg.) (1998): Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen. Weinheim.
- Feld, S. (2000): Der Einsatz des Computers im Vergleich zu traditionellen Medien im Heimat- und Sachunterricht. Wissenschaftliche Hausarbeit PH Freiburg. Freiburg.
- Gervé, F. (1998): Der Computer als Medium im Sachunterricht. In: H. Mitzlaff & A. Speck-Hamdan (Hrsg.): Grundschule und Neue Medien. Frankfurt, S. 195-204.
- Gervé, F.: Materialien zum Computereinsatz im Sachunterricht. <http://www.ph-heidelberg.de/wp/gerve/sucomputer>.
- Gervé, F. (2001): Mit dem Computer lernen im Sachunterricht. In: Computer&Unterricht, 43, S. 44-49.

- Hasebrook, J. (1995): *Multimediapsychologie*. Heidelberg.
- Issing, L. J. & P. Klimsa (Hrsg.) (1997²): *Information und Lernen mit Multimedia*. Weinheim.
- Klein, K. & U. Oettinger (2000): *Konstruktivismus. Die neue Perspektive im (Sach-) Unterricht*. Baltmannsweiler.
- Landesinstitut für Erziehung und Unterricht (Hrsg.) (1999): *Computer in der Grundschule*. Stuttgart.
- Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.) (1994): *Gestaltung von Hypermedia-Arbeitsumgebungen – Lernen in Sinn- und Sachzusammenhängen*. Soest.
- Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.) (1999⁴): *Lernen mit Neuen Medien. Grundlagen und Verfahren der Prüfung*. Soest.
- Mitzlaff, H. & A. Speck-Hamdan. (Hrsg.) (1998): *Grundschule und Neue Medien*. Frankfurt.
- Scholz, G. (1995): *Offen aber nicht beliebig*. In: *Die Grundschulzeitschrift* 88, S. 6-12.
- Schulz-Zander, R. & R. Lauterbach (1997): *Kinder und Computer, Multimedia, Vernetzung und virtuelle Welten*. In: W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.): *Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts*, 1. Bad Heilbrunn, S. 201-232.
- Seel, N. (2000): *Psychologie des Lernens*. München.
- Soostmeyer, M. (1998³): *Zur Sache des Sachunterrichts*. Frankfurt.
- Strittmatter, P. & H. Niegemann (2000): *Lehren und Lernen mit Medien*. Darmstadt.

Softwarebeispiele Gervé, F. 1998 - 2002:

Die Wespe. FWU Grünwald (erscheint 2002)

Der Grasfrosch. Unveröff. 2000/ Videos: FWU; Fotos: Dorling-Kindersley/ Spektra

Samenverbreitung bei Blütenpflanzen. FWU Grünwald 2002

Entstehung der Ozeane. Unveröff. 2002/ Zeichnungen: Ulrika Geiselhardt

Tiere im Winter. Unveröff. 2001/ Videos: FWU

PostBox (jeweils integriert)

Weitere Softwarebeispiele:

Bertelsmann Kinderlexikon. Bertelsmann/ Koch Media Austria 2001

Kids entdecken die Naturwissenschaften. Dorling-Kindersley/ Koch Media Austria 2001

Lexikon der Tiere. Köppen Publishing Berlin 1996

Oscar der Ballonfahrer taucht unter. Tivola Berlin 1997

Platsch. Auer Donauwörth 1997

Winnies Welt. Cornelsen Software Berlin 1997

Toppics. Medienwerkstatt Mühlacker 1997

SimTown. Maxis 1995

Professor Tim's verrückte Werkstatt. Sierra Coktel Dreieich 1996

Mediator. MatchWare Deutschland Hamburg 1993-2000

Das Lernen im Sachunterricht lehren lernen

1. Universitäre Ausbildung und Professionalisierung

1.1 Voraussetzungen

Grundschullehrerinnen und -lehrer sind an Universitäten auszubilden unter Bedingungen, die nicht schlechter sind als die für das Medizinstudium. Wer sich diese Forderung zu eigen macht, akzeptiert, dass zum einen die Grundlagen und Gegenstände des Studiums sich am entwickeltsten Stand des Wissens und Könnens in Forschung und Praxis zu orientieren haben und zum anderen Lehre und Studium die beruflich erforderlichen Bereitschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Absolventen optimal ausbilden müssen und zwar derart, dass diese zukünftig in allen Belangen ihres Berufes kompetent und verantwortlich handeln.

Angeregt von Hilbert Meyers *Leitfaden zur Unterrichtsvorbereitung* (1993¹²), erinnert an die Zusammenarbeit mit Lehrerinnen und Lehrern in curricularen Entwicklungsprojekten (1969-1974, 1975-1980, 1989-1994), gedrängt von eigenen Studien zum Entscheidungshandeln von Lehrern (1979, 1984), gereift während der Ausbildung und Praktikumbetreuung von Studierenden (seit 1994) und überzeugt von der Notwendigkeit reflektierter Routinebildung, übertrug einer der Autoren (R.L.) allgemeindidaktische Theorien und Konzeptionen auf den Sachunterricht und seine Didaktik und entwickelte über mehrere Lehrveranstaltungen unter dem Anspruch der Professionalisierung ein *Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung für Sachunterricht*. Es wurde in mehreren Seminaren erprobt und im WS 2001/2002 einer ersten empirischen Kritik unterzogen. Wir berichten vom Einsatz des Prozessmodells in drei Seminaren mit insgesamt etwa 100 Studierenden.

1.2 Problem und Aufgabe

Hilbert Meyer vertritt die These, dass „in den gängigen Didaktikdefinitionen (...) die empirische Analyse und theoretische Bestimmung der Vorbereitungstätigkeit des Lehrers vernachlässigt“ würde (1993, S. 129). Joachim

Kahlert hält fest: „Unterrichtsvorbereitung und -planung scheint nach wie vor eher ein Gebiet für normative Ansprüche und Ratschläge an die Praxis zu sein als eine Domäne der Erforschung von Praxis. ... Speziell über die Vorbereitung von Sachunterricht mit dem besonderen Anspruch der Vielperspektivität und den damit verbundenen vielfältigen inhaltlichen Anforderungen an Lehrerinnen und Lehrer ist kaum etwas bekannt.“ (1999, S. 193 f.)

Warum ist das ein Problem? Als empirischer Tatbestand darf gelten (Meyer 1993, S. 177 ff. mit Bezug auf empirische Studien von H.-J. Oelschläger 1978 und R. Bromme 1980; J. Kahlert 1999, S. 195 ff. verweist auf E. Terhart 1995 mit A. Haas 1993, S. 46; J. Peters 1983, S. 49; U. Pilz 1985, S. 450; W. Vollstädt 1996, S. 18):

1. Ein geplanter und vorbereiteter Unterricht erhöht und erhält auf Dauer die Qualität des Unterrichts.¹
2. Geringere Vorbereitung geht mit höherer Lehrerzentriertheit und höherer Unzufriedenheit bei Lehrern und Schülern einher (Pilz, Vollstädt).
3. Routinen („praktisches Wissen“, „geübte Geschicklichkeit“, „Erfahrung“) entlasten Planung und Vorbereitung und reduzieren den dafür erforderlichen Zeitaufwand. Zugleich gefährden sie (weil „schematisch“, „gleichförmig“) die Reflexionsbereitschaft und folglich die Qualität des Unterrichts.
4. Routinierte Lehrer berücksichtigen die Eigenheiten und Bedürfnisse von Schülern innerhalb ihres Routinerahmens und der unterrichtsökonomischen Grenzwerte.
5. 61 % der von Oelschläger befragten Lehrerinnen und Lehrer geben an, dass sie sich täglich auf jede Unterrichtsstunde vorbereiten, wobei durchschnittlich 15 Minuten auf eine Unterrichtsstunde entfielen. Sie beklagen, dass dies zu wenig sei.
6. Bei Vollstädt sind es 75 % der Lehrerinnen und Lehrer, die sich auf den Unterricht vorbereiten, 84 % davon hauptsächlich mit Handreichungen und Lehrerbegleitheften zu ihren Schulbüchern und ihren bisherigen Aufzeichnungen. Nur 7,7 % geben an, originäre Fachliteratur zu verwenden.
7. Planungsraster, -schemata und -modelle werden bald nach dem Zweiten Examen nicht mehr benutzt – auch nicht die empfohlenen Kurzformen aus

¹ „Kein routinierter Lehrer könnte ernsthaft und auf Dauer auf mündliche und schriftliche Vorbereitungen verzichten. Routinierte Lehrer haben die Erfahrung gemacht, dass sich eine gute Vorbereitung zwar nicht [notwendig – R.L.] von einen auf den anderen Tag, aber doch mittelfristig in der Verbesserung der Qualität des Unterrichts und seiner Ergebnisse auszahlt.“ (Meyer 1998, S. 177)

der Zweiten Phase. Theoretisch legitimierte Schrittfolgen sind bei den Entscheidungen nicht erkennbar.

8. Inhalts- und Zielbestimmungen und -begründungen treten in den Hintergrund, Voraussetzungen werden kaum noch geprüft. Selbst die Vorklärung, wer wie handeln sollte, unterbleibt.
9. Die Aufmerksamkeit während der Vorbereitung richtet sich vor allem auf den Ablauf („Was soll geschehen, was machen wir als nächstes?“) und die ihn sichernden organisatorischen Maßnahmen! Notiert werden diese in Stichworten auf „Spickzetteln“.

Unsere Beobachtungen in den Schulen und die Hospitationsprotokolle in Praktikumberichten decken sich mit diesen Aussagen. „Praxis“ dequalifiziert, wo sie von Wissenschaft entkoppelt ist (und sich entkoppelt hält) und wenn sie sich auf Routinen und Erfahrung ohne theoretische Problematisierung und Evaluation² reduziert. Zwangsläufig verliert sie dadurch ihre Vorbild- und Leitfunktion für die Ausbildung. Gleichwohl brauchen die Auszubildenden die Einsicht in das berufliche Alltagsgeschehen der Lehrerinnen und Lehrer, um die Möglichkeiten und Perspektiven gelingender Praxis darin zu entdecken und für sich neu zu denken.

1.3 Die Absichten

Um professionelles Planungshandeln für den Sachunterricht wirksam vorzubereiten, anzulegen und absichernd zu begleiten, wurde das Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung entwickelt. Es zielt auf die Ausbildung curricularer Kompetenz, also jener, die die Anforderungen an den Sachunterricht identifiziert und interpretiert, deren Legitimität wie Qualität prüft, die Potenziale für Lernen und Entwicklung der Kinder ermittelt und Vorschläge für Unterricht begründend entwirft.

Zur Klarstellung der Absicht: Mit dem Prozessmodell wird nicht Unterricht entworfen oder konkret vorbereitet, sondern die didaktische Handlungsplanung als eigenständige professionelle Tätigkeit von Lehrerinnen und Lehrern wird modelliert. Als Studienelement soll es

- Studierende für den kritischen wie konstruktiven Umgang mit curricularen Anforderungen an den Sachunterricht qualifizieren.

² Obwohl die Begriffe „Reflexion“ und „Evaluation“ im pädagogischen Diskurs oft gegen einander ausgespielt werden, indem dem ersten philosophische Dignität und dem zweiten technologische Effektivität zugesprochen wird, muss festgehalten werden, dass Professionalität beides fordert und die jeweiligen Qualitätszuschreibungen vorteilhaft verknüpft.

- für und gegen die Routinen des Schulalltags evaluative Reflexionsroutinen ausbilden.
- Studierende (wenigstens im Ansatz) für reflektierte Routinebildung habitualisieren.
- die didaktische Handlungsplanung der Studierenden für den Sachunterricht optimieren.

2. Ein Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung

2.1 Professionelle Eklektik

Joseph Schwab (1965) hat im Zusammenhang mit seinen Überlegungen zur Struktur des Curriculum die professionelle Eklektik, die Suche nach und Selektion von allem, was für den beabsichtigten Unterricht geeignet sein könnte, zum Markenzeichen guten Lehrerhandelns erklärt. Sie gilt in den USA heute noch als Anzeichen von Professionalität (Terhart 1995, S. 230 zit. nach Kahlert 1999, S. 195). Vorausgesetzt, eine Lehrperson hat bei ihrer Suche das verfügbare professionelle Wissen tatsächlich verarbeitet, darf man sich dieser Einschätzung anschließen, weil Lehrer beim Unterrichten den Zustand des Hypothetischen aufzugeben haben (McNamara 1976, Lauterbach 1984): Sie müssen handeln und zwar in voller Verantwortung für das, was sie tun und was daraus folgt. Insofern darf das Hypothetische seine Prüfung nicht im konkreten Unterricht erzwingen. Was im Unterricht tatsächlich geschieht, ist Sache aller an ihm Beteiligten.

Folglich ist für die Ausbildung ein Vorgehen erforderlich, das theoretisch angeleitet Handlungsoptionen entwirft und vorbereitet, ohne jedoch den Vollzug des Entwurfs zu fordern.

Dem gemäß wurden die in der Allgemeinen Didaktik ausgezeichneten Konzepte wie die der bildungstheoretischen, lerntheoretischen, lernzielorientierten, schülerorientierten und dialektischen Didaktik ermittelt und eklektisch ausgewertet. Dabei verblasste zwangsläufig deren theoretische Konsistenz und Stringenz. Dies muss aus dem oben genannten Grunde zunächst in Kauf genommen werden, will man zu einer handlungstheoretischen Strategie für die *optimierende* (nicht theoretisch reine) Unterrichtsplanung gelangen.³

³ Hierin gleicht der Auftrag des Lehrers dem des Arztes. Das, was bei geringster bekannter Schädigung am besten zu helfen scheint, gilt als Mittel der Wahl. Die Besserung der Praxis und der Praxisverhältnisse erfolgt durch iteratives Planungshandeln und im aktuellen Unterricht durch planungsgestützte Spontaneität mit rekursiver Evaluation.

Eine solche lässt sich z.B. in Anlehnung an Ajzens Theorie begründeten Handelns gewinnen (Ajzen & Fishbein 1980). Danach nimmt die Handlungswahrscheinlichkeit zu, wenn die Absichten und ein auf diese abgestimmter Handlungsplan expliziert werden, und die Handlungen werden wirksamer, je konkreter die Ziele und der Handlungsplan sind und je besser Ziele, Handlungsplan und avisierte Realität zueinander passen.

Auf den ersten Blick scheint das hier vorgestellte Prozessmodell vor allem ein „operatives“ Mittel zur Handlungsoptimierung und Qualitätssicherung zu sein. Bei näherer Betrachtung zeigt es sich jedoch auch handlungstheoretisch und didaktisch strukturell nahezu vollständig begründet und daher zur Aufklärung und Theoretisierung des Planungshandelns geeignet.⁴

Sein Einsatz zu Lern- und Übungszwecken benötigt keinen tatsächlichen Unterricht. Studierende planen mit ihm hypothetisch für einen fiktiven idealen Unterricht, der in der Realität des Sachunterrichts kaum vorkommen mag, prinzipiell aber verwirklicht werden können sollte. Sie generieren aus der didaktischen Analyse der Anforderungen, die an den Sachunterricht gestellt werden, Hypothesen für begründete Planungsentscheidungen. Für die Durchführung der routinierten Planungspraxis nach diesem Modell braucht es seine konzeptuell vollständige Anwendung, nicht aber seine detaillierte Ausführung und Ausformulierung. Bei der Übung kommt es vor allem auf die Konsistenz der Entscheidungen an.

Das Prozessmodell erfüllt die Brückenfunktion zwischen den Anforderungen an und die Realisierung von Sachunterricht, wobei eine Anforderungsanalyse zu Beginn und eine antizipierte Unterrichtsvorbereitung am Schluss die mit der Realität koppelnden Brückenköpfe bilden. Die Modellierung führt curriculumtheoretische⁵ und traditionell didaktische Momente für die Pla-

⁴ Den klassischen Didaktiken traut Meyer keine Langzeitwirkung zu. Er nennt sie „Feiertagsdidaktiken“, weil sie im Alltag des Unterrichtens nicht mehr anzutreffen seien. Sie berücksichtigten nicht hinreichend die Arbeitsplatzstruktur des Lehrers, ließen hinsichtlich ihrer theoretischen Qualität und praktischen Wirksamkeit zu viele Fragen offen und beachteten ungenügend den theoretischen Ort und die praktischen Bedürfnisse der Schüler (179 ff.). Meyers Kritik ist zutreffend. Dennoch wird man die bisherigen Positionen nicht verwerfen. Immerhin wurden sie über dreißig Jahre ohne wesentliche Änderungen beibehalten und in der Ausbildung verwendet. Notwendig wird indessen, sie konstruktiv zu überwinden und sie in einem übergeordneten System aufzuheben. Da dies trotz aller Bemühungen ihrer Autoren und deren Kritikern wie Meyer nicht gelungen ist (vgl. S. 396 f.), bleiben uns die Probleme und die Aufgabe, sie zu lösen, erhalten.

⁵ Wie würden Lehrerinnen und Lehrer heute mit curricularen Systemen umgehen? Würden sie sie annehmen oder wieder Gängelung behaupten und sich den Tagesanforderungen zuwenden? (Die Reaktionen auf die Curricula der siebziger Jahre werden in mehreren Beiträgen für den

nung von Sachunterricht zusammen, wobei vor allem die Charakteristik des Curriculumprozesses den Planungs- und Entscheidungsprozess strukturiert, während die jeweils erforderliche Reflexion und Analyse anhand didaktischer Kriterien erfolgt.

2.2 Aufbau des Prozessmodells

Im Sachunterricht muss das Erleben, die Erfahrung und das Wissen von Kindern nach didaktischen Gesichtspunkten zunächst realitätserschließend differenziert und dann wirklichkeitsbildend zusammengeführt wird. Damit das gelingt, werden die Sachverhalte, um die es jeweils geht, zuerst der didaktischen Analyse unterzogen. So erkennt man einerseits deren Eigenheit, Struktur und Bestimmtheit, andererseits die Vielfalt der möglichen Zugänge zu diesen und ermittelt, wie das bisherige Wissen, Können und Wollen der Kinder konstruktiv weiterentwickelt werden kann. Dazu werden jeweils *Hypothesen für begründetes didaktisches Handeln* aufgestellt, die für die Situation der Lehrperson und deren Kinder im Idealfall jeweils die zurzeit beste Entscheidung darstellen und deshalb das weitere Handeln auch leiten sollten.

Das Prozessmodell besteht aus 10 didaktischen Planungselementen, die iterativ, d.h., schrittweise von der Anforderungsanalyse bis zur Unterrichtsvorbereitung durchlaufen werden. Auf die Varianten der Unterrichtsvorbereitung gehen wir hier nicht ein. Wir beschränken uns auf die Darstellung einer linearen Sequenzierung, um zu verdeutlichen, dass jeder Analyseschritt zu einer Entscheidung führen sollte, die nachfolgend wie eine Tatsache behandelt werden kann. Daher wird für jedes Element eine Analyse durchgeführt und entschieden, was als Planungstatsache (Hypothese) zu gelten hat. Das geschieht rekursiv, d.h., in jedem Schritt wird auf die Hypothesen der vorausgegangenen Planungselemente zurückgegriffen. Nach dem Prozessmodell müsste die resultierende Unterrichtsvorbereitung mit den Planungshypothesen übereinstimmen. Der Unterricht indessen sollte von den an ihm Beteiligten im Zusammenspiel von Entwurf (als Möglichkeit) und Situation entwickelt werden. Die Studierenden erhalten folgende Kurzfassung der Modellbeschreibung:

Sachunterricht aus heutiger Sicht bei Köhlein & Schreier 2001 dargestellt.) Tatsächlich wird für den Umgang mit Curricula ein zu diesen komplementäres didaktisches Handeln benötigt (Lauterbach 2001), das die curricularen Anforderungen analytisch durchdringt und sie bzw. die erarbeitete Kritik konstruktiv in die eigene Unterrichtsplanung integriert und so professionelle Planungskompetenz nachhaltig entwickelt.

Strukturelemente didaktischer Handlungsplanung:

Bei der Unterrichtsplanung und im Unterricht haben Sie mehrere Entscheidungen zu treffen: Sie treffen sie bewusst, Sie können sie rechtfertigen und begründen, Sie sind bereit, das, was Sie tun und was daraus folgt, zu verantworten.

• **Anforderungen:**

An den Unterricht werden sehr verschiedene Anforderungen gerichtet. Wir beschränken uns hier auf die hauptsächlichsten Aufgaben des Sachunterrichts. Er soll den Kindern ihre Lebenswelt erschließen, sie beim Aufbau ihrer Lebenswirklichkeit unterstützen und sie befähigen, ihre jetzigen wie zukünftigen Lebenssituationen erkenntnisgeleitet und in der Verantwortung für sich selbst, für andere Menschen und für Natur und Kultur zu bewältigen und zu gestalten und zwar selbstbestimmt, mitbestimmend und solidarisch mit jenen, die sich nicht selbst vertreten können. Welche Anforderungen jeweils vorliegen, lässt sich aus folgenden Quellen ermitteln:

- aus dem *Lehrplan* als gesellschaftlich vereinbartem Grundbestand *gemeinsamen Lernens für gemeinsame Lebensaufgaben*;
- aus den virulenten *Fragen, Problemen* und *individuellen Interessen* einzelner *Kinder*,
- aus den (typischen und relevanten) *Lebenssituationen*, die Kinder zu bewältigen haben,
- aus *akuten* Herausforderungen, die uns (eine Klasse, die Menschen, alle Lebewesen) *insgesamt* betreffen,
- aus den Theorien und Konzepten der *Erziehungswissenschaft* und der *Didaktik des Sachunterrichts*.

• **Themen:**

Ein Thema enthält die Antizipation der Sachbearbeitung, um die es im Unterricht gehen soll, und es erzeugt die Handlungsspannung für die Beteiligten. Themen (wie auch Inhalte, Ziele und Methoden) erscheinen auf verschiedenen Allgemeinstufen: In einer ersten unbestimmten Fassung orientiert bereits jede Anforderung, die Sie für die Unterrichtsplanung ernst nehmen, die didaktische Analyse thematisch. Sie generieren deshalb aus der Anforderungshypothese Themen für potenzielle Unterrichtseinheiten, mit denen sie meinen, möglichst viele der Anforderungen konsistent abdecken zu können. Danach wählen Sie eines dieser Themen als Ihr *Orientierungsthema*; es soll ihre didaktische Analyse begrenzen und konzentrieren. Innerhalb dieses Orientierungsthemas und in der Auseinandersetzung mit ihm treffen Sie dann Ihre weiteren Entscheidungen der Planung.

Eine davon betrifft die verbindliche Festlegung auf das Thema der *Unterrichtseinheit*, genauer: den handlungsleitenden und zielführenden thematischen Kern, um den es gehen soll, und auf die Themen der Unterrichtsstunden.

Letztere formulieren Sie idealtypisch nochmals gemeinsam mit den Kindern in ihrem Unterricht.

- ***Realitätserschließung und Wirklichkeitsbildung:***

Die wechselseitige Erschließung von Kind und Welt (Wolfgang Klafki) an einem lebensweltlich exemplarischen Gegenstand (Inhalt) kennzeichnet das bildungstheoretische Elementarparadigma des Sachunterrichts. Wechselseitig soll heißen, dass ein Kind, das sich die Welt erschließt, auch von dieser erschlossen wird, und die Welt, die sich ein Kind erschließt, von diesem erschlossen wird.

Welt wird in diesem Zusammenhang dreischichtig verstanden a) als die prinzipiell nur hypothetisch, d.h. theoretisch und methodisch deutbare *Realität*, b) als intersubjektiv unterstellte bzw. vereinbarte Sicht einer gemeinsamen *Lebenswelt* und c) als konstruierte und rekonstruierte *Wirklichkeiten* individuellen Erlebens, Erfahrens, Denkens und Handelns. Ein Kind bildet hiernach seine Wirklichkeit im Prozess der Erschließung komplementär zur Realität aus. Das geschieht in der schulischen wie außerschulischen Lebenswelt und wird dem gemäß von den dort geltenden Weltdeutungen und Weltansichten geprägt. Allein von der Schule kann erwartet und gefordert werden, dass in ihr sowohl das postulierte unverzichtbare Gemeinsame (z.B. im Lehrplan) als auch die geltende Wahrheit davon offengelegt wird und Gelegenheiten geschaffen werden, diese kritisch (also in Frage stellend) zu prüfen und mit eigenem Sinn (rekonstruierend) auszustatten.

Da jedwede Deutung und Erklärung nur in und aus Zusammenhängen gelingt, müssen jene Zusammenhänge aufgesucht werden, denen das größte Erschließungspotenzial zukommt. Für die Lebenswelt sind dies deren Strukturen. Ihre Relevanz erweist sich in typischen Lebenssituationen, die von Kindern gegenwärtig oder zukünftig bewältigt werden müssen. Wir ermitteln daher, was wir von, über und zu den Anforderungen wissen und was davon für Kinder zugänglich ist.

Während viele (obwohl nicht alle) der gegenwärtigen lebensweltlichen Anforderungen (auch für die Kinder) erfahrbar sind und einsehbar scheinen, trifft das für die zukünftigen kaum zu. Für sie kann lediglich auf das professionell verfügbare Wissen zurückgegriffen werden (Fachliteratur). Da Sie als Lehrerin bzw. Lehrer verantwortlich entscheiden müssen, sollten Sie für die

ermittelten Anforderungen immer eine *Realitäts- und Wirklichkeitsanalyse* durchführen.

• **Inhalte:**

Die Inhalte des Sachunterrichts sind didaktisierte *Sachverhalte* subjektiver, intersubjektiver und objektiver Lebenswelt, die potenziell Welt erschließen und Lebensanforderungen bewältigen helfen. Als lebensweltlich exemplarische Fälle verbinden (und bilden) sie bildungs- und handlungstypisch wie bildungs- und handlungsrelevant zugleich *Wirklichkeit und Realität*⁶. Aus welchen thematischen Wirklichkeitsbezügen und auf welche Realitätsbezüge hin wären diese Inhalte zu ermitteln, zu rechtfertigen und zu begründen? W. Klafki und C. F. v. Weizsäcker nennen die gegenwärtigen Überlebensfragen der Menschheit (in Freiheit und Verantwortung), wie sie sich gegenwärtig und in absehbarer Zukunft für Erwachsene und Kinder lebensweltlich konkret stellen.

Erschließen die Inhalte die kindliche Lebenswelt *kategorial* in ihren Erscheinungen, Strukturen, Entwicklungen und Neubildungen, bezeichnet man sie als bildungstheoretisch *elementar*, d.h. für die Erschließung, für das *Verständnis* grundlegend.

Entwickeln die Inhalte das Welt- und Selbstverhältnis der Person weiter, bezeichnet man sie als bildungstheoretisch *fundamental*, d.h., für das Welt- und Selbstverhältnis grundlegend. Idealtypisch sollen Bildungsinhalte sowohl elementar als auch fundamental sein. Dann wird von ihnen angenommen, sie seien geeignet, Kind und Welt wechselseitig zu erschließen: Die „Welt“ verwirklicht sich im Kind und das Kind realisiert sich in der Welt. Die Bildungsinhalte werden lebensweltlich *exemplarisch*, wenn das in ihnen Elementare lebensweltlich *typisch* hervortritt und das an ihnen Fundamentale für die Kinder *relevant* wird.

• **Ziele:**

Sie orientieren didaktisches Handeln. Sie sind zu rechtfertigen. Sie kennzeichnen und orientieren:

- als *Lern-, Erkenntnis- und Bildungsziele* der Kinder die Qualität und Quantität
 - * der angestrebten Entwicklung im Wissen, Verstehen, Können, Empfinden, Wollen, Urteilen und Handeln.
 - * der geforderten Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität.

⁶ Ich unterscheide zwischen Realität (hypothetische Annahme der *tatsächlichen* Weltbeschaffenheit) und Wirklichkeit (individuell gedachte Weltvorstellung aufgrund von Erlebnissen, Erfahrungen und Wissen).

- * der zu übernehmenden Verantwortung für sich selbst, für andere Menschen, für Natur und Kultur.
- als *Lehrziele* die Qualität und Quantität der Lehrtätigkeit,
- als *Unterrichtsziele* die Qualität und den Umfang wie die Reichweite des Unterrichtsgeschehens.

- **Methoden:**

Sie sind geeignet, das Thema mit seinen Zielen und Inhalten bildungswirksam zu erschließen:

- *Orientierungs-/ Ordnungsmethoden* begünstigen das Zurechtfinden;
- *Erkenntnismethoden* fordern und fördern individuelle Erkenntnistätigkeit und -entwicklung;
- *Lernmethoden* optimieren das individuelle Lernen;
- *Bearbeitungsmethoden* und *-verfahren* sichern sachangemessene Bearbeitung;
- *Sozialformen* begünstigen die soziale Interaktion und Kommunikation;
- *Lehrmethoden* optimieren die intentionale Vermittlung;
- *Unterrichtsmethoden* organisieren Unterricht;
- *Lehr- und Lernmittel* sind materialisierte Methoden, die Lehren und Lernen verstärken und differenzieren.

Methoden sind didaktisch und mit ihren belegten Wirkungen (und Nebenwirkungen) zu begründen.

- **Kontextbedingungen:**

Sie beeinflussen, wie bildungswirksam ein Thema unterrichtet werden kann. Sie begünstigen bzw. behindern Unterricht als *Kontrollbedingungen*, d.h. als „vorgefundene“ Bedingungen, nach denen sich Lehrer/innen und Kinder (meist unbewusst) richten. Dazu gehören u.a.

- die materielle Umgebung und Ausstattung in der Schule;
- die soziale Herkunft und das soziale Umfeld der Kinder;
- die personalen, sozialen und professionellen Voraussetzungen bei Lehrerinnen und Lehrern;
- die (auferlegten) Raum-Zeit-Strukturen.

Kontrollbedingungen können selten beseitigt, manchmal geändert, aber immer berücksichtigt werden.

- **idealisierte Unterricht:**

Unterricht bezeichnet das zielorientierte Geschehen in einer „Schul“klasse bzw. Lehr-Lerngruppe. Dieses kann weder real vorweg erprobt, noch bindend vorweg abgesichert werden. Die Unterrichtsplanung antizipiert das zielführende *Management* der Unterrichtsprozesse und der Unterrichtsorganisation

im Sinne der gültigen thematisch orientierten didaktischen Entscheidungen. Sie bezieht sich in der Regel auf historisch-konkrete Situationen. Dafür entwirft die Lehrerin bzw. der Lehrer Aktivitäten, in und durch die unter den bestehenden Kontextbedingungen im Einzelnen wie in der Abfolge und Anordnung methodisch optimiert das Thema bearbeitet, die Inhalte erschlossen und die Ziele verfolgt werden können.

Modelltheoretisch wäre ein solcher Entwurf idealtypisch als Unterrichtshypothese vorweg zu entwickeln bzw. systematisch zu erzeugen und stände dann für die Lehrperson (ggf. auch für die Schülerinnen und die Schüler) als gerechtfertigtes und begründetes Organisationsangebot didaktischer Handlungsoptionen für die *tatsächliche* Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts bereit.

- **Evaluation:**

Sie begleitet, überprüft und reflektiert systematisch den tatsächlichen Unterricht hinsichtlich der vorgesehenen *Aktivitäten* und *Methoden (Prozess)* und intendierten *Wirkungen (Ziele)* sowie der möglichen *Nebenwirkungen*. Evaluiert wird aus der Sicht der Lehrperson, der Kinder und anhand „intersubjektiver“ Standards für Unterrichtsqualität.

- **Unterrichtsvorbereitung:**

Sie antizipiert auf der Grundlage der didaktischen Handlungsplanung den Unterricht einer definierten Schulklasse bzw. Lehr-Lerngruppe und bereitet ihn optimal vor.

3. Das Prozessmodell in der Lehrerausbildung der Grundschuldidaktik Sachunterricht

Im Wintersemester 2001/2002 haben wir das Prozessmodell in drei Lehrveranstaltungen zur didaktischen Handlungsplanung im Sachunterricht an der Universität Leipzig eingesetzt. Die Struktur, Organisation und Durchführung der Seminare wurde aufeinander abgestimmt. Während des Semesters fanden mehrmalige Beratungen und nach dem Semester die gemeinsame Auswertung statt.

In der ersten Sitzung erhielt jede Gruppe eine Einführung in die Zielsetzung und die Organisation des Seminars. Die Seminarthemen (zum einen Lehrplanthemen des Sachunterrichts) wurden an Dreiergruppen vergeben.

Die zweite Sitzung erfolgte für alle Seminargruppen gemeinsam als Vorlesung, in der das Prozessmodell in seinem Aufbau und seiner Intention anhand der Kurzbeschreibung (vgl. Abschnitt 2) vorgestellt wurde.

Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung für den Sachunterricht

1. Anforderungsanalyse

⇨ *Anforderungshypothese*

- (a) Welche verbindlichen Anforderungen stellt der *Lehrplan* an den *Sachunterricht*?
- (b) Welche *Fragen* und *individuellen Interessen* haben Kinder?
- (c) Welche (typischen und relevanten) *Lebenssituationen* haben die Kinder (mit welchen Problemen) zu bewältigen?
- (d) Welche *akuten* Herausforderungen an die Lerngruppe könnten auftreten?

Nennen Sie Themen, die den Unterricht so orientieren, dass die verbindlichen und relevanten Anforderungen bildungswirksam bearbeitet werden können. *Planen Sie im Folgenden für ein Orientierungsthema!*

2. Epistemische Realitäts-Analyse und -Reflexion

⇨ *Realitäts- und Wirklichkeitshypothese*

Welche Realitäten (Sachverhalte) erschließt das Orientierungsthema, welche lebensweltlichen Situationen (und Probleme) hilft es bewältigen und welche Wirklichkeiten bildet es bei Kindern bzgl.

- (a) des *menschheitsgeschichtlichen* Herkunftszusammenhanges?
- (b) des *natürlichen* Existenz- und Entstehungszusammenhanges?
- (c) des *sozialen* Kommunikations- und Interaktionszusammenhanges?
- (d) des *gesellschaftlichen* Organisations- und Bestimmungszusammenhanges?
- (e) des *kulturellen* Bedeutungs- und Interpretationszusammenhanges?
- (f) des *technischen* Funktions- und Operationszusammenhanges?
- (g) des *individuellen* Erkenntnis-, Erfahrungszusammenhanges?

3. Inhaltliche Analyse und Reflexion:

⇨ *Inhaltshypothese*

Welche Sachverhalte, Situationen und Probleme, Erlebnisse, Erfahrungen und Erkenntnisse wären prinzipiell als *Unterrichtsinhalte* geeignet, weil sie

- (a) (*exemplarisch*) die Realität, die Lebenswelt und die individuellen Wirklichkeiten *elementar* erschließen (verständlich machen) und das Welt- und Selbstverhältnis der Kinder *fundamental* ausbilden?
- (b) *typische* und *relevante* Lebenssituationen bewältigen helfen?
- (c) für den Sachunterricht praktisch vernünftig und moralisch vertretbar sind?

4. Pädagogisch-intentionale Analyse und Reflexion:

⇨ *Zielhypothese*

Welche *Lern- bzw. Bildungsziele* können pädagogisch *gerechtfertigt* und *begründet* werden, weil sie

- (a) die Entwicklung der Kinder hinsichtlich Erkennen, Wissen, Verstehen, Können, Empfinden, Wollen, Urteilen und Handeln fördern?
- (b) Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität begünstigen?
- (c) die Verantwortung der Kinder für sich selbst, für andere Menschen, für Natur und Kultur stärken?

5. Methodische Analyse und Reflexion:

⇨ *Methodenhypothese*

Wie ist der Unterricht hinsichtlich der verbindlichen Ziele und Inhalte *methodisch* zu *optimieren* mit

- (a) individuellen Orientierungs-, Erkenntnis- und Lernmethoden?
- (b) sachangemessenen Bearbeitungsmethoden und -verfahren?
- (c) sozialen Interaktions- und Kommunikationsformen?
- (d) Lehr- und Unterrichtsmethoden?
- (e) klärenden, verstärkenden und differenzierenden Lehr-Lernmitteln?

<p>6. Kontextuelle Analyse und Reflexion: Welcher Kontext, welche „gegebenen“ <i>Bedingungen</i> (Kontrollen) begünstigen bzw. behindern, dass das Thema bildungswirksam unterrichtet wird, d.h., wie berücksichtigt man für dieses Thema</p> <p>(a) die materielle Umgebung und Ausstattung in der Schule? (b) das soziale Umfeld der Kinder? (c) die personalen, sozialen und professionellen Voraussetzungen der Lehrperson? (d) die Raum-Zeit-Strukturen?</p>	<p>⇒ <i>Kontexthypothese</i></p>
<p>7. Thematische Analyse und Reflexion: Welche <i>Themen</i> lassen sich aus 1. bis 6. begründen</p> <p>(a) für eine Unterrichtseinheit? (b) mit welcher thematischen Entwicklungsstruktur (Abfolge von Teilthemen für die Unterrichtsabschnitte)? (c) mit welchen dazugehörigen Inhalten und Zielen (aus 3. u. 4.)?</p>	<p>⇒ <i>Themenhypothese</i></p>
<p>8. Unterrichtliche Analyse und Reflexion: Welche Unterrichtssituationen (Aktivitäten) mit welchen Themen, Aufgaben (Problemen), Orientierungen, Interpretationen (in lebensweltlicher Schichtung) und Verläufen entwerfen ein Unterrichtsangebot</p> <p>(a) mit welchen geeigneten Methoden und Mitteln (aus 5)? (b) bei Berücksichtigung welcher Kontext- und Kontrollbedingungen?</p>	<p>⇒ <i>Unterrichtshypothese</i></p>
<p>9. Evaluative Analyse und Reflexion: Wie kann überprüft werden, ob intentionsadäquat (im Prozess und im Ergebnis) unterrichtet wurde</p> <p>(a) aus der Sicht der Lehrperson? (b) aus der Sicht der Kinder? (c) anhand „intersubjektiver“ Standards für Unterrichtsqualität?</p>	<p>⇒ <i>Evaluationshypothese</i></p>

Übersicht 1: Prozessmodell

In der dritten Sitzung wurde die modelltypische Arbeitsweise für das Seminar am ersten Modellelement vorgestellt: Jede Gruppe führte die Anforderungsanalyse anhand des Lehrplans für das eigene Thema durch.

Die nachfolgenden Lehrveranstaltungen wurden jeweils von einer Dreiergruppe auf gleiche Weise vorbereitet und durchgeführt. Diese Sitzungen hatten einerseits analytischen Charakter, wobei in jeder Sitzung an einem anderen sachunterrichtlichen Thema ein Planungselement hervorgehoben und in seiner Struktur und Funktion thematisiert wurde. Sie hatten andererseits synthetischen Charakter, weil das Prozessmodell stets in seiner Gesamtheit „durchlaufen“ werden musste, um die didaktischen Abläufe und Entscheidungen in ihren Zusammenhängen zu verstehen und zusammenzufügen. Bei der Zielanalyse „durchläuft“ man beispielsweise alle vorausgehenden Planungsschritte und erörtert dann schwerpunktmäßig das für diese Sitzung vorgesehene didaktische Element.

Die Sitzungen wurden im Team vorbereitet, bestehend aus der jeweiligen Dreiergruppe und dem Seminarleiter. Üblich waren Konsultationen, die erste in der Regel 14 Tage vor der jeweiligen Seminarsitzung. In ihr wurde vor allem inhaltliche ergänzende Literatur angeboten. Die zweite Besprechung erfolgte in der Regel eine Woche vor der Seminarsitzung. In ihr wurden spezifische Probleme, die während der Bearbeitung aufgetreten waren, geklärt und die Seminargestaltung besprochen. Für alle TeilnehmerInnen wurde jeweils ein Arbeitsmaterial vorbereitet, das in das jeweils neue Strukturelement einführte und das Gesamtmodell am jeweiligen Sachthema explizierte.

Die Seminarsitzungen verliefen weitgehend nach folgendem Muster:

- Einstieg in das Sachunterrichtsthema (Sachinformationen/ Sacherfahrung),
- Einordnung des didaktischen Planungselementes in das Handlungsmodell anhand zusätzlicher Hintergrundliteratur,
- Routinemäßiger Durchgang durch das Prozessmodell bis zum neuen didaktischen Schwerpunkt durch kommentiertes Lesen,
- Bearbeitung des neuen didaktischen Schwerpunktes,
- Kommentare, Fragen, Diskussion, Kritik.

Die Seminarleiterin/ der Seminarleiter agierte als Kommentator und Modellexperte. In der Regel moderierte sie/ er auch die abschließende Reflexion und Evaluation.

4. Evaluation und Ergebnisse

Im Folgenden wird die Evaluation anhand der Ergebnisse vorgestellt, die mit einer solchen Lehrveranstaltung und durch die intensive Auseinandersetzung mit oben beschriebenem Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung bei den Studentinnen und Studenten gewonnen werden konnten. Folgende *Datensätze* stehen bzw. standen zur Verfügung:

4.1 Beobachtungs- und Befragungsergebnisse (aus mündlichen Befragungen) während der Durchführung der Lehrveranstaltung

Diese sind nicht systematisch und einheitlich, sondern individuell durch die Lehrkraft erhoben, festgehalten und analysiert worden. Sie flossen im Sinne einer Optimierung des Lehr-Lern-Prozesses in die Folgeseminare ein; ein Eingriff in den Lehr-/ Lerninhalt, also ins didaktische Prozessmodell, erfolgte nicht.

Beispiele:

- Sehr schnell konnte die Beobachtung gemacht werden, dass die Realitätshypothese, d.h., die Sammlung und Wiedergabe vorliegender Erkenntnisse zum jeweiligen Sachunterrichtsthema, sehr tiefgründig und umfangreich angefertigt und im Seminar dargestellt wurde, was sehr viel Zeit in Anspruch nahm. Es gab daraufhin die Verabredung zwischen den Studierenden und der Lehrkraft, nur einen bzw. zwei Punkte der Realitätshypothese ausführlich zu erörtern, alle anderen im Skript gründlich darzulegen.
- Die stete Nachfrage nach den theoretischen Ausführungen zum Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung veranlasste uns, zusätzliche Texte zusammenzustellen und den Studierenden zur Verfügung zu stellen.

4.2 Schriftliche Dokumente in Form von Seminarvorbereitungen und Hausarbeiten

Sowohl in den wöchentlich durch die einzelnen Gruppen zu erstellenden Seminarvorbereitungen als auch in den im Anschluss an die absolvierte Lehrveranstaltung anzufertigen Hausarbeiten zum Erwerb eines Leistungsscheines stand die Planung eines Sachunterrichtsthemas gemäß dem Prozessmodell im Mittelpunkt. Eine detaillierte Unterrichtsvorbereitung für eine Sachunterrichtsstunde kam ergänzend in den Hausarbeiten hinzu. Auf beides wird hier nicht näher eingegangen.

4.3 Ergebnisse aus einer schriftliche Befragung mittels Fragebogen

Zu Beginn der Lehrveranstaltung (in der zweiten Sitzung) wurde von 72 Studierenden ein Fragebogen ausgefüllt, in dem wir die Studierenden baten, ihre Kompetenz bei der Bewältigung von 41 verschiedenen Planungsaufgaben (Übersicht 2) mittels der Bewertung *sehr gut*, *gut*, *mittel*, *wenig*, *schlecht* (ausgewertet mit den Ziffern von 1 bis 5) nach folgendem Muster einzuschätzen:

Sie sollen Unterricht planen und müssen dafür didaktische Entscheidungen treffen. Wie gut können Sie folgende Aufgaben bearbeiten?	sehr gut	gut	mittel	wenig	schlecht
1. Pflichtenforderungen des Lehrplans identifizieren	<input type="checkbox"/>				
2.	<input type="checkbox"/>				

Die einzelnen Planungsaufgaben entsprechen den Teilelementen des Prozessmodells didaktischer Handlungsplanung:

1. Pflichtenforderungen des Lehrplans identifizieren
2. Probleme, Fragen und Interessen der Kinder nennen
3. relevante Lebenssituationen der Kinder angeben
4. Vorschläge aus der didaktischen Literatur ermitteln
5. das Thema für eine Unterrichtseinheit formulieren
6. den menschheitsgeschichtlichen Herkunftszusammenhang eines Sachverhaltes ermitteln
7. den natürlichen Existenz- und Entstehungszusammenhang eines Sachverhaltes ermitteln
8. den gesellschaftlichen Organisations- und Bestimmungszusammenhang eines Sachverhaltes ermitteln
9. den kulturellen Bedeutungs- und Interpretationszusammenhang eines Sachverhaltes ermitteln
10. den technischen Funktions- und Operationszusammenhang eines Sachverhaltes ermitteln
11. den individuellen Erkenntnis-, Erfahrungs- und Handlungszusammenhang eines Sachverhaltes ermitteln
12. Inhalte so auswählen, das sie das Verständnis des Themas grundlegend (*elementar*) erschließen
13. Inhalte so auswählen, dass sie das Welt- und Selbstverhältnis der Kinder grundlegend (*fundamental*) ausbilden
14. Inhalte auswählen, weil sie für die Lebenswelt der Kinder *typisch* und *relevant* sind
15. Inhalte danach bewerten, ob sie für den Unterricht praktisch vernünftig und moralisch vertretbar sind
16. Lernziele formulieren und rechtfertigen
17. Lehrziele formulieren und begründen
18. Unterrichtsziele formulieren und begründen
19. zwischen Lernzielen zum Erkennen, Wissen und Verstehen unterscheiden
20. Lernziele zum Urteilen und Handeln formulieren und rechtfertigen
21. zwischen Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität unterscheiden
22. Lernzielen geeignete Lernmethoden zuordnen
23. Lernzielen Erkenntnismethoden zuordnen
24. Lernzielen geeignete soziale Interaktions- und Kommunikationsformen zuordnen
25. Lehrzielen geeignete Lehrmethoden zuordnen
26. Unterrichtszielen geeignete Unterrichtsmethoden zuordnen
27. sachklärende Lehr-/Lernmittel auswählen
28. differenzierende Lernmittel auswählen
29. die materielle Umgebung und Ausstattung der Schule bei der Planung berücksichtigen
30. das soziale Umfeld bei der Planung berücksichtigen (was beeinflusst den Unterricht?)
31. die eigene curriculare Kompetenz einschätzen
32. die persönliche Befangenheit unterbinden
33. die räumlichen und zeitlichen Strukturen bei der Planung berücksichtigen
34. ein Thema in Übereinstimmung mit Inhalten, Zielen und Methoden formulieren
35. das Thema für eine Unterrichtseinheit in der Sache treffend und für Kinder spannend formulieren
36. eine thematische Entwicklungsstruktur (in der Abfolge von Unterthemen) ermitteln
37. Unterrichtssituationen (mit Aktivitäten) entwerfen

- 38. die Reihenfolge und Gestaltung von Unterrichtssituationen (Aktivitäten) organisieren
- 39. die Wirksamkeit des Unterrichts überprüfen
- 40. die Wirksamkeit des Lernens für Kinder erfahrbar machen
- 41. eine Unterrichtsvorbereitung für eine Stunde ausarbeiten

Übersicht 2: Planungsaufgaben im Fragebogen

Folgt man der Erstbefragung, so sind es insbesondere die Items Nr. 1 und 29, die sich die Studierenden im Durchschnitt am meisten zutrauen:

- die Berücksichtigung der materiellen Umgebung und Ausstattung der Schule bei der Planung (Nr. 29; Mittelwert der Nennungen: 1,9),
- die Identifizierung der Pflichtenforderungen des Lehrplans (Nr.1; Mittelwert der Nennungen: 2,0).

Am wenigsten trauten sie sich folgende Planungsaufgaben zu:

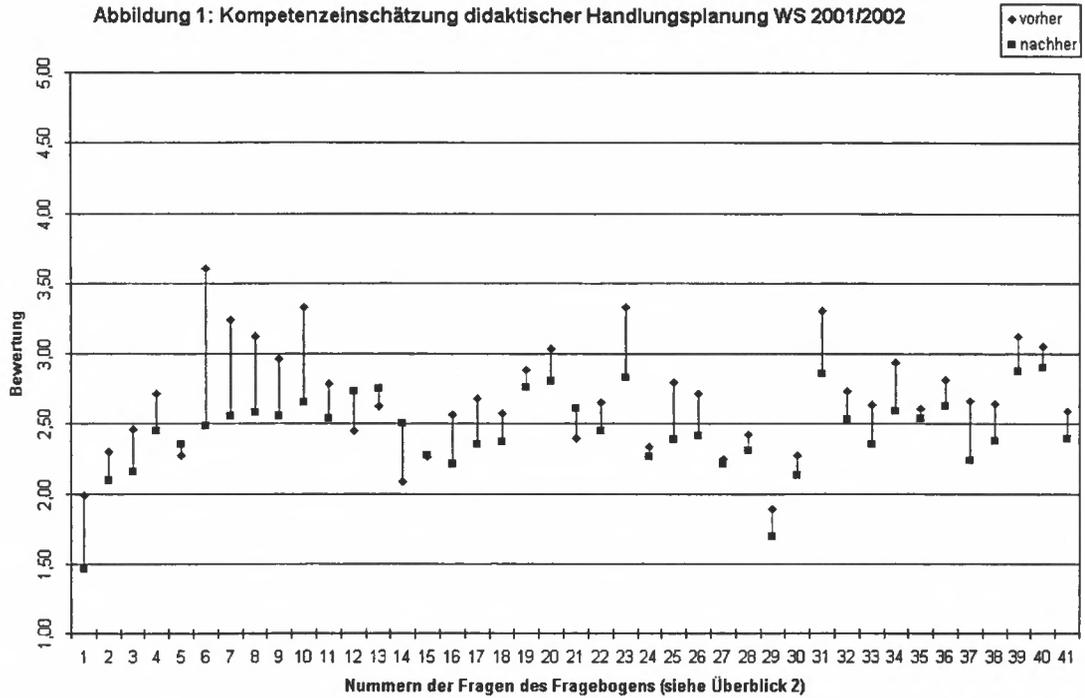
- den menscheitsgeschichtlichen Herkunftszusammenhang eines Sachverhaltes feststellen (Nr.6; Mittelwert der Nennungen: 3,6),
- Erkenntnismethoden zu Lernzielen zuordnen (Nr. 23; Mittelwert der Nennungen: 3,3).

Eine zweite Befragung wurde in der letzten Sitzung dieser Lehrveranstaltung durchgeführt. Die Abbildung 1 zeigt die Veränderungen im Antwortverhalten der Studentinnen und Studenten. Ohne im Einzelnen darauf einzugehen, lässt sich folgendes feststellen:

- 35 von 41 Planungsaufgaben glauben die Studierenden nun besser bewältigen zu können. Dabei zeigt sich eine besonders deutliche Verschiebung im Bereich der Realitätsanalyse.
- Sechs der 41 Planungsaufgaben glauben die Studierenden nach der Auseinandersetzung mit dem Prozessmodell didaktischer Handlungsplanung weniger gut bewältigen zu können, als sie sich dies in der Erstbefragung zutrauen. Besonders auffällig ist das Ergebnis für die Inhaltsanalyse und damit für die Auswahl und Bewertung von Inhalten dahingehend, ob sie
 - für das Verständnis des Themas grundlegend (elementar) sind (Nr. 12),
 - für das Welt- und Selbstverhältnis der Kinder grundlegend (fundamental) sind (Nr. 13),
 - für die Lebenswelt der Kinder typisch und relevant sind (Nr. 14),
 - für Unterricht praktisch vernünftig und moralisch vertretbar sind (Nr. 15).

Dieses Ergebnis lässt durchaus die Frage zu, ob ein Problembewusstsein für die verantwortungsvolle und begründet zu treffende Auswahl von Bildungsinhalten erst durch eine solche Lehrveranstaltung und die eingehende

Abbildung 1: Kompetenzeinschätzung didaktischer Handlungsplanung WS 2001/2002



Beschäftigung mit der im Prozessmodell integrierten Vielzahl von didaktischen Entscheidungen bei der Planung und Durchführung von Sachunterricht entstanden ist, wie nachfolgende Bemerkung einer Studentin vermuten lässt:

„Nach dieser intensiven Beschäftigung mit dem Thema (Planung eines Sachunterrichtsthemas) und dem Ergebnis, mehr zu wissen, kann ich mich selbst nicht mehr so gut in meiner Kompetenz einschätzen ... Man schwankt, was, wann, warum zu tun ist.“

5. Kritik und Folgerungen

Die Ergebnisse der Lehrveranstaltungen sind ermutigend. Die Studierenden haben das Prozessmodell angenommen. Trotz der hohen Arbeitslast und der nach den Aussagen der Studierenden auch fachlich hohen Ansprüche wurde das Seminar als Kernveranstaltung eingestuft.

Notwendige und mögliche Verbesserungen am Prozessmodell und im Seminarverlauf wurden bereits erwähnt. Vor allem wird mehr Zeit gewünscht zum Üben, zum Vertiefen und zum Konkretisieren bis hin zu einer „echten“ Unterrichtsvorbereitung. Systematische Kritik am Prozessmodell kommt selten von den Studierenden. Wir sehen als nächstes folgende Aufgaben:

- Auswahl und Bereitstellung geeigneter Ergänzungsliteratur,
- Sicherungen der inneren Konsistenz zwischen den einzelnen Entscheidungsschritten und zwischen der Handlungsplanung und der Unterrichtsvorbereitung,
- curriculare Einbindung der Lehrveranstaltung, Modellpflege und Verknüpfung des Prozessmodells mit Aufgaben in den Praktika,
- theoretische Komplettierung und evaluativ kontrollierte Weiterentwicklung des Prozessmodells,
- Erprobung von Modellvarianten.

Literatur

- Ajzen, J. & M. Fishbein (1980): Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Dewe, B.; W. Ferchhoff & F.-O. Radtke (Hrsg.) (1992): Erziehen als Profession. Zur Logik professionellen Handelns in pädagogischen Feldern. Opladen.
- Frey, K. & K. Arreger (1975): Ein Modell zur Integration von Theorie und Praxis in Curriculumprojekten: Das Generative Leitsystem. In: H. Haft & U. Hameyer (Hrsg.): Curriculumplanung. Theorie und Praxis. München: Kösel.
- Haas, A. (1993): Lehrern bei der Unterrichtsplanung zugeschaut. In: Pädagogik, 10, S. 43-48.

- Kahlert, J. (1999): Vielperspektivität bewältigen. Eine Studie zum Management von Wissen und Information bei der Vorbereitung von Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Köhnlein, W. & H. Schreier (Hrsg.) (2001): Innovation Sachunterricht – Befragung der Anfänge nach zukunftsfähigen Beständen. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, 5. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Künzli, R. (1975) (Hrsg.): Curriculumentwicklung. Begründung und Legitimation. München: Kösel.
- Lauterbach, R. (1984): Staff Development with regards to science education in primary schools. Educational Research Workshop on Science in Primary Education, Edingburgh, 3.-6. Sept. 1984. Straßbourg: Europarat.
- Lauterbach, R. (2001): "Science – A Process Approach" revisited – Erinnerungen an einen "Weg in die Naturwissenschaft". In: W. Köhnlein & H. Schreier (2001), S. 103-132.
- McNamara, D. (1976): On returning to the chalk face: theory not into practice. In: British Journal of Teacher Education. 2 (1976) 2. pp. 147-160.
- Meyer, H. (1993¹², 1980): Leitfaden zur Unterrichtsvorbereitung. Frankfurt a. M.: Cornelsen/ Scriptor.
- Schulz, W. (1980): Unterrichtsplanung. München: Urban & Schwarzenberg.
- Schwab, J. (1965): Structure of the Disciplines. In: G. W. Ford & L. Pugno: The Structure of Knowledge and the Curriculum. Chicago: Rand McNally.
- Terhart, E. (1992): Lehrberuf und Professionalisierung. In: B. Dewe, W. Ferchhoff & F.-O. Radtke, S. 101-131.
- Terhart, E. (1995): Lehrerprofessionalität. In: H.-G. Rolff (Hrsg.): Zukunftsfelder von Schulforschung. Weinheim: Beltz, S. 225-266.
- Vollstädt, W. (1996): Unterrichtsplanung im Schulalltag. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: Pädagogik, 4, S. 17-22.

Autorinnen und Autoren

Christina Beinbrech, Wiss. Mitarbeiterin

Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-Campus 11, 48149 Münster

Eva Blumberg, Wiss. Mitarbeiterin

Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-Campus 11, 48149 Münster

Diethard Cech, Prof. Dr.

Hochschule Vechta, IFD, Didaktik des Sachunterrichts, Postfach 1553, 49364 Vechta

Friedrich Gervé, Dr.

Pädagogische Hochschule Heidelberg, Institut für Sachunterricht, Im Neuenheimer Feld 561, 69120 Heidelberg

Patricia Grygier, Wiss. Mitarbeiterin

Universität Würzburg, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Am Hubland, 97074 Würzburg

Johannes Günther, Wiss. Mitarbeiter

Universität Würzburg, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Am Hubland, 97074 Würzburg

Hartmut Giest, Prof. Dr.

Universität Potsdam, Institut für Grundschulpädagogik, Postfach 60 15 53, 14415 Potsdam

Ilonca Hardy, Dr., Wiss. Mitarbeiterin

Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Erziehungswissenschaft und Bildungssysteme, Lentzeallee 94, 14195 Berlin

Marlies Hempel, Prof. Dr.

Hochschule Vechta, IFD, Didaktik des Sachunterrichts, Postfach 1553, 49364 Vechta

Angela Jonen, Wiss. Mitarbeiterin

Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-Campus 11, 48149 Münster

- Johannes Jung*, Dr., Wiss. Mitarbeiter
Universität Würzburg, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik,
Wittelsbacherplatz 1, 97074 Würzburg
- Joachim Kahlert*, Prof. Dr.
Universität München, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik,
Leopoldstr. 13, 80802 München
- Astrid Kaiser*, Prof. Dr.
Universität Oldenburg, Fachbereich Pädagogik, Didaktik des Sachunter-
richts, Postfach 2503, 26111 Oldenburg
- Ernst Kircher*, PD Dr.
Universität Würzburg, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Am
Hubland, 97074 Würzburg
- Roland Lauterbach*, Prof. Dr.
Universität Hildesheim, Didaktik des Sachunterrichts, Marienburger Platz
22, 31141 Hildesheim
- Kornelia Möller*, Prof. Dr.
Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-
Campus 11, 48149 Münster
- Jan-Hendrik Olbertz*, Prof. Dr., Kultusminister des Landes Sachsen-Anhalt
Universität Halle-Wittenberg, Institut für Pädagogik, Franckeplatz 1,
06110 Halle/ Saale
- Hans-Joachim Schwier*, Prof. Dr.
Universität Halle-Wittenberg, Institut für Schulpädagogik und Grund-
schuldidaktik, Franckeplatz 1, 06110 Halle/ Saale
- Beate Sodian*, Prof. Dr.
Universität München, Lehrstuhl für Entwicklungspsychologie, Leopoldstr.
13, 80802 München
- Elsbeth Stern*, Prof. Dr.
Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Erziehungswissenschaft und
Bildungssysteme, Lentzeallee 94, 14195 Berlin
- Sandra Tänzer*, Wiss. Mitarbeiterin
Universität Leipzig, Didaktik des Sachunterrichts, Karl-Heine-Str. 22 b,
04229 Leipzig

Kirsten Teiwes, Anwärterin des Lehramts für Sonderpädagogik,
Gustav-Heinemann-Schule, Sonderschule für Lernhilfe, Empelde bei
Hannover

Claudia Tenberge, Dr., Wiss. Mitarbeiterin
Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-
Campus 11, 48149 Münster

Claudia Thoermer, Dipl.-Psych., Wiss. Mitarbeiterin
Universität München, Lehrstuhl für Entwicklungspsychologie, Leopoldstr.
13, 80802 München

Maren Zierfuß, Wiss. Mitarbeiterin
Universität Leipzig, Didaktik des Sachunterrichts, Karl-Heine-Str. 22 b,
04229 Leipzig

Nicht nur TIMSS und PISA haben darauf aufmerksam gemacht, dass an unseren Schulen viel gelehrt und gelernt wird, allerdings häufig ohne nachhaltiges Aneignen neuen Wissens und neuer Fähigkeiten durch die Lernenden. Dieses offenkundig verbreitete Missverhältnis zwischen betriebenem Lernaufwand und tatsächlicher Aneignung unterstreicht die Bedeutung und Tragweite des Themas der in diesem Band dokumentierten zwölften Jahrestagung der GDSU im März 2002 in Halle/Saale: „Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht“. Mit dieser Thematik ist ein deutliches Zeichen dafür gesetzt, im Sachunterricht bei aller Bedeutung der Lernergebnisse auch die Prozesse des Lernens verstärkt zu beachten und Kindern bewusst zu machen.

Die Beiträge geben Einblicke in das Finden von Antworten auf Fragen, wie Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht gestaltet sein müssen, damit sich Kinder ihre Umwelt bildungswirksam aneignen können. Sie bieten Studierenden und Lehrenden des Sachunterrichts in Hochschulen und Schulen Anregungen, die unterrichtliche Praxis durch theoretische Positionen abzusichern und zeigen beispielhaft auf, welche forschungsrelevanten Ansätze und Fragen sich in unserem Fach stellen.

KLINKHARDT

3-7815-1261-4



9 783781 451261 0