

Kornelia Möller / Thilo Kleickmann / Angela Jonen

Zur Veränderung des naturwissenschaftsbezogenen fachspezifisch-pädagogischen Wissens von Grundschullehrkräften durch Lehrerfortbildungen

Auf verschiedenen Ebenen wird eine Intensivierung des naturwissenschaftsbezogenen Unterrichts in der Grundschule gefordert. Diese Forderung gilt insbesondere dem Bereich der sog. „harten Naturwissenschaften“, also der Physik, der Chemie und der Technik. So sehen auch neue Lehrplanentwürfe eine Stärkung dieses Bereichs im Sachunterricht vor (vgl. z.B. Lehrplan-Entwurf NRW 2003). Dabei wird die Bedeutung des Erwerbs von anschlussfähigem naturwissenschaftlichem Wissen und die Schaffung günstiger motivationaler und selbstbezogener Dispositionen seitens der Schüler betont.

Der Implementierung naturwissenschaftlicher Inhalte in der Grundschule stehen jedoch verschiedene Probleme entgegen. Ein anspruchsvoller naturwissenschaftlicher Unterricht stellt hohe Anforderungen an das fachliche und fachdidaktische Wissen von GrundschullehrerInnen. Naturwissenschaftliche Inhalte sind jedoch in der Ausbildung von Grundschullehrkräften i.d.R. nicht verpflichtend; bei Ausbildungsgängen in zwei Lernbereichen teilweise gar nicht vorhanden. Zudem ist die naturwissenschaftliche Lernbiographie von Grundschullehrkräften häufig durch ein deutlich zurückgehendes Interesse an Naturwissenschaften während der eigenen Schulzeit und vielfach durch Erfahrungen mit rezeptivem Lernen gekennzeichnet. Diese Lernerfahrungen könnten aktiv-konstruktiven Vorstellungen zum Lehren und Lernen, wie sie sich in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung als fruchtbar erwiesen haben, entgegen stehen und zu einem Vermeidungsverhalten im Hinblick auf das Unterrichten von naturwissenschaftlichen Themen führen. Auf der Ebene der Schule stellt sich das Problem der materiellen Ausstattung, die für einen handlungsintensiven naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht nötig wäre, aber an vielen Schulen nicht vorhanden ist. Insgesamt wird die naturwissenschaftliche Ausbildung von prospektiven wie von bereits praktizierenden Grundschullehrkräften weltweit als Problem angesehen.

Im Folgenden wird von einer von der DFG im Rahmen des Schwerpunktprogramms BIQUA geförderten Studie berichtet, in der wir insbesondere der

Frage nach der Veränderung bzw. Erweiterung des naturwissenschaftsbezogenen fachspezifisch-pädagogischen Wissens und dort speziell der Frage nach der Veränderung bzw. Erweiterung von Vorstellungen zum Lehren und Lernen von nicht sachunterrichtsspezifisch ausgebildeten Grundschullehrkräften durch Lehrerfortbildungen nachgehen wollen. Da sich die Studie erst im Stadium der Vorbereitung befindet, wird im Folgenden in erster Linie auf den theoretischen Hintergrund der Studie, den Stand der Forschung zum Thema und auf forschungsleitende Fragestellungen eingegangen.

1. Zum theoretischen Hintergrund und zum Stand der Forschung

1.1 Zum fachspezifisch-pädagogischen Wissen von Grundschullehrkräften

Die geplante Fortbildungsstudie ist einzuordnen in die Erforschung des professionellen Lehrerwissens, wie es bei Bromme (1992, 1997) in Anlehnung an Shulman (1987) konzeptionalisiert ist. Es umfasst neben fachlichem Wissen und Wissen über die Philosophie des Schulfaches, curriculares, allgemein-pädagogisches und fachspezifisch-pädagogisches Wissen. Uns geht es um die Erforschung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens im Hinblick auf das Unterrichten naturwissenschaftlicher Themen im Sachunterricht, speziell um Vorstellungen bereits praktizierender Lehrkräfte zum Lehren und Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte in der Grundschule sowie um deren mögliche Veränderung bzw. Erweiterung durch Lehrerfortbildungen. Mit „Wissen“ sind dabei nicht nur rein kognitive Anteile, sondern auch evaluative und bedingt affektive Anteile, wie sie z.B. im „belief“-Begriff zum Ausdruck kommen, gemeint (vgl. z.B. auch Diedrich, Thußbas & Klieme 2002, S.109).

Die Implementierung naturwissenschaftlicher Grundbildung wirft große Probleme auf, da Grundschullehrkräfte in der Regel „Generalisten“ und nicht „subject specialists“ sind. Neben dem fachlich-inhaltlichen Wissen wird dabei insbesondere das naturwissenschaftsbezogene fachspezifisch-pädagogische Wissen von Grundschullehrkräften weltweit als Problembereich identifiziert (Harlen 1992; King, Shumow & Lietz 2001). Als Ansatzpunkt für Interventionen scheint es geeignet, da es Hinweise darauf gibt, dass das professionelle Wissen, insbesondere das fachspezifisch-pädagogische Wissen, einen Einfluss auf das Lehrerhandeln hat (Peterson, Fennema, Carpenter & Loef 1989; Stipek, Givvin, Salmon & MacGyvers 2001; Hashweh 1996; Staub & Stern 2002).

Allerdings ist auch das Auseinanderklaffen von Denken und Handeln unter dem Druck der Praxis bekannt (Wahl 1991, 2002; Simmons, Emory, Carter, Coker & Finnegan 1999), so dass es sinnvoll erscheint, nach dem Modell von Clark und Peterson (1986) „teacher thoughts“ und „teacher actions“ zu unterscheiden und den Zusammenhang dieser Variablen zu untersuchen.

Eine wichtige Frage ist auch, inwieweit das fachspezifisch-pädagogische Wissen einen Einfluss auf Schülerleistungen hat. Für Zusammenhänge zwischen Vorstellungen zum Lehren und Lernen als Teil des fachspezifisch-pädagogischen Wissens und Schülerleistungen gibt es erste Hinweise (Staub & Stern 2002); inwieweit sich fachspezifisch-pädagogisches Wissen insbesondere auf tieferes konzeptuelles Verständnis, den Abbau nicht angemessener Konzepte und auf die Anwendbarkeit der erworbenen Konzepte seitens der Schüler niederschlagen, muss allerdings als offene Frage angesehen werden.

1.2 Vorstellungen zum Lehren und Lernen

In der geplanten Studie wird ein *konstruktivistisch orientiertes Verständnis von Lehren und Lernen als theoretischer Rahmen* für Vorstellungen zum Lehren und Lernen zugrunde gelegt. Ein solches Verständnis hat sich in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung insbesondere für die Diagnose von Lernprozessen und für Hinweise zur Gestaltung von Lehr-/Lernumgebungen als fruchtbar erwiesen (vgl. Möller 2002, Möller, Jonen, Hardy & Stern 2002; Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou & Papademetriou 2001; Duit 1995; Cobb, Wood, Yackel, Nicholls, Wheatley, Trigatti & Perlwitz 1991). Es wird an dieser Stelle nicht näher beschrieben und statt dessen auf Möller et al. (2002) verwiesen.

Die *Forschungslage zu Vorstellungen zum Lehren und Lernen* von Naturwissenschaften bei Grundschullehrkräften ist insgesamt – auch international – eher spärlich. Dies bezieht sich sowohl auf die Erfassung von fachspezifisch-pädagogischem Wissen zum Bereich der „harten“ Naturwissenschaften im Primarbereich als auch auf die Erfassung von Veränderungen von Lehrerkognitionen durch Interventionen, insbesondere bei bereits praktizierenden Lehrkräften. Während ältere Untersuchungen überwiegend traditionelle Vorstellungen zum Lehren und Lernen insbesondere bei bereits praktizierenden Lehrkräften berichten, konstatieren andere Studien bei Grundschullehrkräften in Bezug auf naturwissenschaftsbezogenen Unterricht eine stärkere allgemeine Lernerorientierung als bei Sekundarlehrkräften (Gess-Newsome 1999; Brookhart & Freeman 1992). Unklar ist dabei allerdings, ob sich diese Überzeugungen auf eine eher globale, aber nicht unbedingt handlungswirksame

Schülerorientierung beziehen. Zudem wird für den Primarbereich in der Literatur von der weit verbreiteten Auffassung berichtet, Naturwissenschaften lerne man am besten durch hands-on-activities (Gustafson & Rowell 1995; Prawat 1992). Zu erwarten sind also in Bezug auf Vorstellungen zum Lehren und Lernen von Naturwissenschaften neben eher global schülerorientiert geprägten Vorstellungen (im Sinne einer „open education“) auch traditionelle direkt-instruktive Auffassungen wie auch praktizistische „hands-on“-Auffassungen zum Lehren und Lernen.

1.3 Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens durch Lehrerfortbildungen

Es ist anzunehmen, dass das vorhandene fachspezifisch-pädagogische Wissen von Grundschullehrkräften konstruktivistisch orientierten Vorstellungen zum Lehren und Lernen vielfach entgegensteht. Deshalb muss man davon ausgehen, dass die anzustrebende Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens in Richtung auf einen kognitiv aktivierenden, konzeptwechselfördernden naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht z.T. erhebliche Umstrukturierungsprozesse in Bezug auf vorhandene Vorstellungen zum Lehren und Lernen erforderlich macht. Wir sprechen hier und im Folgenden von Veränderungen des Wissens; Wissenserweiterungen im Sinne von conceptual growth oder Wissendifferenzierungen sind dann stets mitgemeint.

An Konzeptwechseltheorien orientierte Fortbildungen: In der Literatur gibt es Hinweise, wonach insgesamt Vorstellungen, die stark durch Erfahrungen aus der eigenen Schulzeit geprägt sind, sehr resistent gegen Veränderungen sind. Diese Beständigkeit scheint bei bereits praktizierenden Lehrkräften verstärkt aufzutreten (Van Driel, Beijaard & Verloop 2001). Inwieweit sich überhaupt Veränderungen durch Interventionen erzielen lassen und ob diese handlungs- und leistungswirksam sind, ist umstritten und stellt ein zentrales Forschungsanliegen in der geplanten Studie dar.

Einen theoretischen Rahmen für Wissenserwerbsprozesse, die erhebliche Umstrukturierungen beinhalten, bieten Ansätze, die sich an konstruktivistisch orientierten Sichtweisen des Lernens und an Conceptual-Change-Theorien orientieren und

- die Vorerfahrungen der Lehrkräfte berücksichtigen,
- die Veränderung von Vorstellungen als konstruktiven Prozess auffassen,
- motivationale, soziale, materiale und kulturelle Hintergründe berücksichtigen und aufgreifen,

- die Plausibilität und Fruchtbarkeit der „neuen“ Vorstellungen zum Lehren und Lernen erlebbar machen und
- gemeinsames Reflektieren des eigenen Lernverständnisses ermöglichen.

Auch aus empirischen Befunden gibt es Hinweise, dass an Conceptual-Change-Ansätzen orientierte Fortbildungen bei bereits praktizierenden Lehrkräften Erfolge in der Veränderung der Vorstellungen zum Lehren und Lernen haben (Hand & Treagust 1994; Tobin, Tippins & Gallard 1994), allerdings gibt es auch negative Befunde (Fischler 2000; Gustafson & Rowell 1995). De Jong, Korthagen und Wubbels (1998) verlangen auf der Basis vorliegender Ergebnisse auf dem Hintergrund der Conceptual-Change-Theorien, dass erfolgreiche Weiterbildungen die Phasen confrontation, dissatisfaction, application and reflection enthalten müssen. Wahl (2002) spricht vom pädagogischen Doppeldecker, bei dem die Lernenden mit den Methoden unterrichtet werden, die sie später einsetzen sollen. Diese Methode soll den Rollenwechsel von der Lehrenden- zur Lernendenrolle und zurück fördern und Reflexionsprozesse verstärken. Insgesamt scheint die Gestaltung von Fortbildungen auf der Basis von Conceptual-Change-Theorien, unter Berücksichtigung motivationaler, sozialer und selbstbezogener Faktoren, einen vielversprechenden Rahmen für Interventionen zur Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens bei Lehrkräften mit geringem Vorwissen darzustellen.

Zur Rolle der Unterstützung in Wissenserwerbsprozessen: Vor dem Hintergrund geringer Vorerfahrungen von Grundschullehrkräften mit dem Unterrichten „harter“ naturwissenschaftlicher Inhalte scheint es notwendig, erforderliche Hilfen für den Erwerb des fachlich-inhaltlichen und fachspezifisch-pädagogischen Wissens bereit zu stellen. Eine an Conceptual-Change-Theorien und konstruktivistischen Ansätzen orientierte Gestaltung der Fortbildungen sollte deshalb durch unterstützende tutorielle Maßnahmen ergänzt werden. Der an konstruktivistischen Wissenserwerbstheorien orientierte Cognitive-Apprenticeship-Ansatz (Collins, Brown & Newman 1989) bietet ein geeignetes Modell, auf der Basis konstruktivistisch orientierter Grundpositionen über gezielte Anleitungen (modelling) und Unterstützungen der Lernenden (coaching und scaffolding), über einen sozial-kommunikativen Austausch in der Lerngruppe (articulation and reflection) und über ein zunehmendes Zurücknehmen der Unterstützungen (fading) das notwendige fachspezifisch-pädagogische und fachlich-inhaltliche Wissen aufzubauen. Ziel der Intervention ist das schließliche Ausblenden der tutoriellen Unterstützung und die Befähigung der Lehrkräfte zu selbstständigem Explorieren und Problemlösen (exploration). Alternativ ist ein Aneignen von fachspezifisch-pädagogischem Wissen durch ein (ökonomi-

scheres) Selbststudium weitgehend selbstgesteuert (über schriftliche Materialien) denkbar. Dass allein durch schriftliche Materialien, ohne tutorielle Unterstützung, wirksame Veränderungen des fachspezifisch-pädagogischen Wissens zu erreichen sind, wird allerdings angezweifelt.

Situierter Lernforschungsmodul: Besonders erfolgreich im Hinblick auf Veränderungen von Lehrerkognitionen scheinen Fortbildungsprogramme zu sein, die erreichten, „[that teachers] shifted their focus away from themselves as teachers to their students as learners“ (Tabachnik & Zeichner 1999, S. 309; Hewson, Tabachnik, Zeichner & Lemberger 1999; Munby & Russell 1998). Wenn Grundschullehrkräfte die für sie ungewohnte Rolle des Lernforschers in situierten Lernumgebungen, also direkt in der Unterrichtspraxis, einnehmen können, indem sie nicht die Rolle der Lehrkraft, sondern die Rolle eines auf individuelle Lernprozesse fokussierenden Forschers einnehmen, könnte dieser „shift“ besonders erfolgreich verlaufen. Auch wäre zu erwarten, dass das Erleben von Lehr-Lernprozessen aus der diagnostischen Perspektive in authentischen Lehr-Lernsituationen die Plausibilität des erarbeiteten Wissens verstärkt und die Fruchtbarkeit des „neuen“ fachspezifisch-pädagogischen Wissens demonstriert, so dass tiefgreifendere Konzeptveränderungen möglich sind (Wahl 2000). Daher soll die Frage nach der Wirksamkeit von in der Unterrichtspraxis situierten Lernforschungselementen gezielt in der Lehrerfortbildungsstudie untersucht werden.

1.4 Motivationale und selbstbezogene Variablen

Recht gut belegt ist eine verbreitete Distanz von Primarschullehrkräften zu den sog. „harten“ naturwissenschaftlichen Inhalten, so wie relativ geringe Vorerfahrungen und Selbstwirksamkeitserwartungen der Grundschullehrkräfte in Bezug auf das Unterrichten dieser Inhalte (Landwehr 2002). Eine von uns durchgeführte repräsentative Untersuchung an 237 Lehrkräften in NRW ergab, dass der überwiegende Teil der Sachunterrichtslehrkräfte (ca. 75%) bisher im Rahmen von Aus- und Fortbildungsmaßnahmen gar nicht oder kaum mit physikbezogenem Unterricht in Berührung gekommen ist, dass die eigene Selbstwirksamkeit in Bezug auf das Unterrichten physikbezogener Themen im Sachunterricht sehr vorsichtig beurteilt wird, dass die eigene Fähigkeit, physikbezogene Inhalte zu verstehen, als sehr gering eingeschätzt wird und, dass ein sehr geringes Interesse an der Schulphysik vorhanden ist (Möller i.V.). Es ist davon auszugehen, dass insb. im Bereich der sog. „harten“ Naturwissenschaften das unterrichtliche Handeln von Grundschullehrkräften neben

dem professionellen Wissen entscheidend auch durch motivationale und selbstbezogene Variablen beeinflusst wird.

2. Fragestellungen

Vor dem im 1. Kapitel beschriebenen Hintergrund soll in der geplanten Lehrerfortbildungsstudie untersucht werden, inwieweit am Individuum ansetzende Lehrerfortbildungsmaßnahmen ein geeignetes Instrument zur Implementierung physikbezogenen Sachunterrichts in der Grundschule darstellen. Insbesondere soll geprüft werden,

- inwieweit Lehrerfortbildungsmaßnahmen bei nicht speziell vorgebildeten, bereits praktizierenden Grundschullehrkräften zur Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens in Bezug auf das Lehren und Lernen von Naturwissenschaften und zum Erreichen motivationaler und selbstbezogener Zielkriterien in Bezug auf Lehren und Lernen physikbezogener Inhalte im Sachunterricht führen können,
- inwieweit das fachspezifisch-pädagogische Wissen handlungswirksam ist (d.h. im Zusammenhang mit dem unterrichtlichen Handeln der Lehrkräfte steht),
- inwieweit das fachspezifisch-pädagogische Wissen einen Einfluss auf Schülerleistungen hat,
- inwieweit das fachspezifisch-pädagogische Wissen auf nicht in der Fortbildung bearbeitete Unterrichtsinhalte übertragen werden kann,
- welche Rolle tutorielle Unterstützung und situierte Lernforschungsmodule in Lehrerfortbildungsmaßnahmen hierbei spielen und
- ob individuelle Lehrerfortbildungsmaßnahmen mittelfristige Implementierungseffekte auf individueller wie auch auf Schulebene haben.

Insbesondere soll geprüft werden, ob tutorielle Unterstützung beim fachspezifisch-pädagogischen Wissenserwerb einem selbstgesteuerten Wissenserwerb im Selbststudium (bei Konstanthaltung der Inhalte und Materialien der Fortbildungen) im Hinblick auf die erreichten Wirkungen überlegen ist. Aus ökonomischen Gründen scheint die Implementierung über Selbststudiumsmaßnahmen wünschenswert, aus theoretischer Perspektive aber scheint der Ansatz über eine tutorielle Unterstützung i.S. von Cognitive-Apprenticeship wegen der geringen Vorkenntnisse der nicht spezifisch ausgebildeten Grundschullehrkräfte, ihrer festgestellten motivationalen Distanz und ihrer geringen Selbstwirksamkeitserwartungen plausibel. Darüber hinaus soll durch eine weitere Variation in der Experimentalgruppe mit tutorieller Unterstützung untersucht werden, ob

ein zusätzliches in der Praxis situiertes Lernforschungsmodul, in dem die Fortbildungsteilnehmer nicht Unterricht erteilen, sondern als „Lernforscher“ in der Praxis individuelle Lernprozesse analysieren, den erforderlichen „Switch“ vom Lehren zum Lernen zusätzlich unterstützen und zu stärkeren Effekten im Hinblick auf die Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens führen kann. Die Untersuchung etwaiger Wirkungsunterschiede soll eine Abschätzung möglicher Fortbildungsstrategien ermöglichen.

3. Ausblick auf die methodische Anlage und den Stand der Studie

Die Studie ist in einem Vergleichsgruppendesign mit drei unabhängigen Fortbildungsgruppen mit je 18 Lehrkräften angelegt. In allen drei Gruppen werden Materialien, Fortbildungsinhalte und die Dauer der Fortbildung (ca. 5 Monate: März bis Juli 2004) konstant gehalten. Eine Gruppe (Vergleichsgruppe: ohne tutorielle Unterstützung) erhält lediglich schriftliche Handreichungen mit Informationen zum fachspezifisch-pädagogischen Wissen. Die Aneignung des Wissens erfolgt hier selbstgesteuert. Die anderen beiden Gruppen (Experimentalgruppen 1 und 2: mit tutorieller Unterstützung) erhalten eine tutorielle Unterstützung in Anlehnung an die Cognitive-Apprenticeship-Methode mit damit verbundener, schrittweise reduzierter tutorieller Unterstützung bei der Aneignung des erforderlichen Wissens. Zusätzlich wird in einer der beiden Experimentalgruppen mit tutorieller Unterstützung ein in der Schulpraxis situiertes Lernforschungsmodul durchgeführt. Dabei werden individuelle Lernprozesse bei Kindern in einem authentischen Demonstrationsunterricht mit Hilfe von Interviews und Beobachtungen durch die Teilnehmer der Fortbildung selbst erhoben, wobei der Unterricht von der Tutorin durchgeführt wird. Die Tutorin wird in beiden Experimentalgruppen konstant gehalten.

Veränderungen der zentralen abhängigen Variablen (fachspezifisch-pädagogisches Wissen, motivationale und selbstbezogene Zielkriterien, Schülerleistungen) werden über Messwiederholungen mit Hilfe von Fragebögen und Interviews erfasst. Um die Handlungswirksamkeit des erfassten fachspezifisch-pädagogischen Wissens einzuschätzen zu können, wird Unterricht, der von den teilnehmenden Lehrkräften vor und nach der Fortbildung zu vorgegebenen Themen durchgeführt wird, videografiert und analysiert.

Die Gewinnung der Teilnehmer/innen für die Fortbildungen und die Bildung der drei Fortbildungsgruppen erfolgte bereits im Sommer 2003. Die erste Erhebungswelle wurde im September 2003 begonnen und wird im Feb-

ruar 2004 abgeschlossen. Von März bis Juli 2004 werden dann die Fortbildungen stattfinden, die zweite Erhebungswelle im darauf folgenden Schulhalbjahr.

4. Literatur

- Aguirre, J. M. & Haggerty, S. M. (1995). Preservice teachers' meanings of learning. *International Journal of Science Education*, 17, 119-131.
- Brookhart, S. M. & Freeman, D. J. (1992). Characteristics of entering teacher candidates. *Review of Educational Research*, 62, 37-60.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern u.a.: Verlag Hans Huber.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule*. (S.177-212) Göttingen: Hogrefe. (= Enzyklopädie der Psychologie, Bd. 3)
- Clark, C. M. & Peterson P. L. (1986). Teachers thought processes. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp.255-296). New York: Macmillan.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., Nicholls, J., Wheatley, G., Trigatti, B. & Perlwitz, M. (1991). Assessment of a problem-centered second-grade mathematics project. *Journal of Research in Mathematics Education*, 22, 3-29.
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. (1989). Cognitive apprenticeship. Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In L. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction. Essays in honour of Robert Glaser* (pp.453-494). Hillsdale: Erlbaum.
- De Jong, O., Korthagen, F. & Wubbels, T. (1998). Research on Science Teacher Education in Europe. Teacher Thinking and Conceptual Change. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp.745-758). Dordrecht, Boston, London: Kluwer.
- Diedrich, M., Thußbas, C. & Klieme, E. (2002). Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik. In M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* (107-123). Weinheim, Basel: Beltz. (= Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft)
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 905-923.
- Fischler, H. (2000). Über den Einfluss von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik. Teil 1: Stand der Forschung sowie Ziele und Methoden der Untersuchung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 6, 27-36.
- Gess-Newsome, J. (1999). Expanding Questions and Extending Implications: A Response to the Paper Set. *Science Education*, 83, 385-391.
- Gustafson, B. J. & Rowell, P. M. (1995). Elementary preservice teachers. Constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17, 589-605.
- Hand, B. & Treagust, D. (1994). Teachers' Thoughts about Changing to Constructivist Teaching/Learning Approaches within Junior Secondary Science Classrooms. *Journal of Education for Teaching*, 20, 97-112.

- Harlen, W. (1992). Research and the development of science in the primary school. *International Journal of Science Education*, 14, 491-503.
- Hashweh, M. Z. (1996). Effects of Science Teachers` Epistemological Beliefs in Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 47-63.
- Hewson, P. W., Tabachnik, B. R., Zeichner, K. M. & Lemberger, J. (1999). Educating Prospective Teachers of Biology. Findings, Limitations and Recommendations. *Science Education*, 83, 373-384.
- King, K., Shumow, L. & Lietz, S. (2001). Science Education in an Urban Elementary School. Case Studies of Teacher Beliefs and Classroom Practices. *Science Education*, 85, 89-110.
- Landwehr, B. (2002). *Die Distanz von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*. Berlin: Logos.
- Möller, K. (2002). Anspruchsvolles Lernen in der Grundschule – am Beispiel naturwissenschaftlich-technischer Inhalte. *Pädagogische Rundschau*, 56, 411-435.
- Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* (S.176-191). Weinheim, Basel: Beltz. (= Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft)
- Möller, K. (i.V.). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? Vortrag auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften. Lehrerbildung II – IGLU und die Folgen. Berlin. Veröff. in Vorb.
- Munby, H. & Russel, T. (1998). Epistemology and Context in Research on Learning to Teach Science. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp.643-665). Dordrecht, Boston London: Kluwer.
- Peterson, P. L., Fennema, E., Carpenter, T. P. & Loef, M. (1989). Teachers' Pedagogical Content Beliefs in Mathematics. *Cognition and Instruction*, 6, 1-40.
- Prawat, R. S. (1992). Teachers' Beliefs about Teaching and Learning. A Constructivist Perspective. *American Journal of Education*, 100, 354-395.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-21.
- Simmons, P. E., Emory, A., Carter, T., Coker, T. & Finnegan, B. (1999). Beginning Teachers. Beliefs and Classroom Actions. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 930-954.
- Staub, F. & Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains. Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 93, 144-155.
- Stipek, D. J., Givvin, K., Salmon, J. & MacGyvers, V. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education*, 17, 213-226.
- Tabachnik, B. & Zeichner, K. (1999). Idea and Action: Action Research and the Development of Conceptual Change Teaching of Science. *Science Education*, 83, 310-322.
- Tobin, K., Tippins, D. J. & Gallard, A. J. (1994). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp.45-93). New York: Macmillan.
- Van Driel, J. H., Beijaard, D. & Verloop, N. (2001). Professional Development and Reform in Science Education. The Role of Teachers` Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 137-158.

- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 15, 317-419.
- Wahl, D. (1991). *Handeln unter Druck. Der weite Weg vom Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenenbildnern*. Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- Wahl, D. (2000). Das große und das kleine Sandwich. Ein theoretisch wie empirisch begründetes Konzept zur Veränderung handlungsleitender Kognitionen. In C. Dalbert & E. J. Brunner (Hrsg.), *Handlungsleitende Kognitionen in der pädagogischen Praxis* (S.155-168). Baltmannsweiler: Schneider.
- Wahl, D. (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik*, 48, 227-241.