

*Thilo Kleickmann, Kornelia Möller & Angela Jonen*

## **Die Wirksamkeit von Fortbildungen und die Bedeutung von tutorieller Unterstützung**

In diesem Beitrag werden einige erste Ergebnisse aus einer im DFG-Schwerpunktprogramm BiQua („Die Bildungsqualität von Schule“) geförderten Studie zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht vorgestellt und diskutiert. In der Studie werden Auswirkungen verschiedener Fortbildungskonzepte auf Aspekte des professionellen Lehrerwissens, insbesondere Vorstellungen zum Lehren und Lernen, sowie auf motivationale und selbstbezogene Variablen seitens der Lehrkräfte untersucht. Außerdem wird Zusammenhängen des Lehrerwissens mit dem Unterrichtshandeln und Zielkriterien auf Schülerebene nachgegangen. Der Beitrag beschränkt sich auf die Aspekte des professionellen Lehrerwissens sowie auf die motivationalen und selbstbezogenen Lehrervariablen.

Dass naturwissenschaftliche Themen Teil eines Primarstufencurriculums sein sollen, wird insbesondere nach TIMSS und PISA gefordert (vgl. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2002). Inhalte aus den Bereichen Chemie und Physik werden jedoch in der Primarstufe kaum realisiert (vgl. Einsiedler 2002). Wie in vielen Ländern sind auch in Deutschland Grundschullehrkräfte eher Generalisten als fachliche Spezialisten; in den Disziplinen, die sich mit der unbelebten Natur beschäftigen, sind sie in der Regel nicht ausgebildet, ihr Verhältnis zu diesen Bereichen ist häufig distanziert und sie schätzen dort eigene Kompetenzen eher niedrig ein (vgl. Landwehr 2002; Möller 2004). Ein konstruktivistisch und an Conceptual Change Theorien orientierter naturwissenschaftlicher Unterricht, wie er sich in fachdidaktischer Forschung bewährt hat, erfordert aber hohe fachdidaktische Kompetenzen seitens der Lehrkräfte (vgl. Duit 1995; Möller 2004).

### **1 Fachspezifisch-pädagogisches Wissen von Lehrkräften**

Die im vorliegenden Beitrag beschriebene Studie setzt daher am fachspezifisch-pädagogischen Wissen der Lehrkräfte an. Es kann als zentraler Bereich des professionellen Lehrerwissens (vgl. Bromme 1997) angesehen werden, da es eine Verschmelzung von fachlichen Inhalten mit pädagogisch-psychologischen Kenntnissen und eigenen Erfahrungen der Lehrperson darstellt und damit angenommen wird, dass es eine wichtige Bedeutung für das unterrichtliche Handeln hat. Im Fokus unserer Untersuchung stehen Vorstellungen zum Lehren und Lernen, da es einige Evidenz dafür gibt, dass diese eine Rolle für Unterrichtsqualität spielen (vgl. Hartinger/Kleickmann/Hawelka 2006; Staub/Stern 2002). Wenn hier die Rede von Vorstellungen ist, so sind affektive und evaluative Anteile, wie sie mit dem Belief-Begriff verbunden sind, mit einbezogen (vgl. auch Diedrich/Thußbas/Klieme 2002).

Grundschullehrkräften wird im Vergleich zu Sekundarstufenlehrkräften eine stärkere Lernerorientierung konstatiert (vgl. Gess-Newsome 1999), es gibt aber auch Hinweise auf traditionelle, an assoziationalistischen Lerntheorien orientierte Vorstellungen (vgl. Southerland/Gess-Newsome 1999; Tilgner 1990), wonach Lehrkräften die Aufgabe zukommt, „fertiges“ Wissen an die Schülerinnen und Schüler zu über-

tragen, die dieses Wissen dann eher rezeptiv aufnehmen. Auch sind offensichtlich „praktizistische“ Vorstellungen verbreitet (vgl. Gustafson/Rowell 1995), wonach konzeptuelles Verstehen im Unterricht allein durch praktisches Handeln der Lernenden erreicht werden kann. Wie das für Belief-Systeme charakteristisch ist, können dabei offensichtlich parallel vermeintlich widersprüchliche Vorstellungen beibehalten werden (vgl. Pajares 1992).

## **2 Zur Veränderung fachspezifisch-pädagogischen Wissens durch Lehrerfortbildungen**

Die Veränderung von Vorstellungen zum Lehren und Lernen wird generell als schwierig angesehen. Sie scheint daher im Rahmen kurzfristiger Interventionen nicht möglich zu sein (vgl. van Driel/Beijaard/Verloop 2001). Vor dem Hintergrund der dargestellten Befunde zu Lehrervorstellungen muss man davon ausgehen, dass die anzustrebende beziehungsweise Veränderung des fachspezifisch-pädagogischen Wissens in Richtung auf einen kognitiv aktivierenden, konzeptwechselfördernden naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht zum Teil Konzeptwechsel in den Lehrervorstellungen erfordert. Es scheint daher angezeigt, Fortbildungen selbst an konstruktivistischen Merkmalen orientiert zu gestalten (vgl. Northfield/Gunstone/Erickson 1996). Wegen der geringen Vorerfahrungen der Grundschullehrkräfte sollte dabei eine tutorielle, adaptive Unterstützung im Sinne des Cognitive Apprenticeship-Ansatzes (vgl. Collins/Brown/Newman 1989) nötig sein. Außerdem gibt es Hinweise darauf, dass Veränderungen dann begünstigt werden, wenn die Aufmerksamkeit der Lehrkräfte auf die Lernprozesse der Schüler und weniger auf das Lehren gerichtet wird (vgl. Tabachnik/Zeichner 1999). Dies kann durch die Untersuchung von individuellen Schülerlernprozessen im Rahmen von situierten Lernforschungselementen geschehen.

Vor dem hier skizzierten Hintergrund soll folgenden *Fragen* nachgegangen werden: Können Vorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Lernfeld sowie motivationale und selbstbezogene Voraussetzungen bei Grundschullehrkräften durch Fortbildungsmaßnahmen überhaupt verändert werden? Welchen Einfluss hat dabei eine tutorielle, adaptive Unterstützung? Und schließlich: Welche Rolle spielen in der Unterrichtspraxis situierte, in Fortbildungsmaßnahmen integrierte Lernforschungselemente?

## **3 Methode**

### *3.1 Intervention: Drei verschiedene Lehrerfortbildungen zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht*

Um diesen Fragen nachzugehen, wurden drei Fortbildungen zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht konzipiert und durchgeführt: Zwei Gruppen (Experimentalkruppen, EGs) erhielten Fortbildungen mit tutorieller Unterstützung, die an konstruktivistisch orientierten Merkmalen (insbesondere vorhandene Vorstellungen aufgreifen; genetische und verstehensorientierte Entwicklung des Wissens) und Cognitive Apprenticeship-Ansätzen orientiert waren, wohingegen eine Kontrollgruppe (KG) sich das fachliche und fachspezifisch-pädagogische Wissen weitgehend selbstgesteuert auf der Basis schriftlicher Handreichungen aneignete. Eine der beiden EGs (EG MIT) nahm innerhalb der Fortbildung an einem Lernforschungsmodul teil, in

dem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Lernprozesse einzelner Kinder in einem von der Fortbildungsleitung demonstrierten Unterricht zum Thema „Schwimmen und Sinken“ anhand von Einzelinterviews vor und nach dem Unterricht analysierten. Die tutorielle Unterstützung wurde in beiden EGs im Sinne des sogenannten „fading“ im Laufe der Fortbildung schrittweise reduziert. Beide EGs nahmen an 16 ganztägigen Veranstaltungen teil, die Fortbildungsleitung war dabei in beiden Gruppen dieselbe. Alle drei Gruppen bearbeiteten die gleichen elf themenbezogenen fachdidaktischen (zum Beispiel „Luft und Luftdruck“, „Schall“, „elektrischer Strom“, „Schwimmen und Sinken“) sowie die gleichen allgemeinen fachdidaktischen Inhalte (wie aktuelle Lehr-/Lernverständnisse in der Sachunterrichtsdidaktik, Experimente im Sachunterricht, wissenschaftliches Arbeiten, Gesprächsführung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht) und hatten zudem die gleichen Materialien zur Verfügung. Außerdem erstreckten sich alle Fortbildungen über fünf Monate und alle teilnehmenden Lehrkräfte sollten in dieser Zeit drei der erarbeiteten fachlichen Themen im eigenen Unterricht erproben.

### 3.2 Untersuchungsanlage

Die folgende Graphik gibt eine Übersicht über die Untersuchungsanlage. Zusätzlich zu den drei skizzierten Fortbildungsgruppen wurde noch eine Baselinegruppe aufgenommen, die keine Fortbildung erhielt. Vor und nach den Fortbildungen führten die Lehrkräfte Unterricht zu zwei naturwissenschaftlichen Themen durch. Dieser Unterricht wurde videografiert. Im Rahmen des Unterrichts, in dem auch die zweite Unterrichtsbeobachtung statt fand, wurden zusätzlich Schülerleistungen und -wahrnehmungen des Unterrichts erhoben. Ebenfalls vor und (zweimal) nach der Intervention bearbeiteten die Lehrkräfte einen Fragebogen, in dem unter anderem die in diesem Beitrag vorgestellten Daten (grau unterlegt) erfasst wurden. Ergebnisse des Follow-up-Fragebogens (3. MZP) liegen derzeit noch nicht vor.

9.2003 – 2.2004			3.2004 – 7.2004			9.2004 – 11.2005		
			<b>EG OHNE</b> Lernforschungs- modul N=18					
Paralleli- sierungs- Fragebogen	Unterrichts- beobachtung	Lehrer- Fragebogen	<b>EG MIT</b> Lernforschungs- modul N=18	Lehrer- Fragebogen	Schüler- Frage- bogen	Unterrichts- beobachtung	Schüler- Frage- bogen	Lehrer- Fragebogen
	1. MZP	1. MZP	<b>Selbststudiums- gruppe</b> N=18					
			<b>Baselinegruppe</b> ohne Fortbildung N=18					

Abb.1: Übersicht über die Untersuchungsanlage

### 3.3 Stichprobe

Die Probanden wurden durch eine Ausschreibung der Fortbildungen über die Bezirksregierung Münster gewonnen. Dabei wurden die Fortbildungen getrennt nach EGs und KG als Zertifikatskurs (EG) und als Selbststudiumskurs (KG) ausgeschrieben. Es interessierten sich 96 Lehrkräfte, so dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer unter dem Gesichtspunkt bestmöglicher Parallelisierung der Gruppen ausgewählt werden konnten. Dabei wurden die EGs mit den Bedingungen in der KG gematcht. Die Baselinegruppe setzt sich aus dem Kreis der ursprünglichen Interessentinnen und Interessenten zusammen, die nicht in einer der drei Fortbildungen aufgenommen werden konnten. Zu beachten ist sicherlich, dass es sich bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Studie um insgesamt eher fortbildungsinteressierte Lehrkräfte handelt. Allerdings zeigten die Erhebungen zu Eingangsvoraussetzungen, dass sich die Lehrkräfte im Bereich Naturwissenschaften als Novizen einschätzten.

### 3.4 Zum eingesetzten Fragebogeninstrument

Die Lehrervorstellungen und die motivationalen wie selbstbezogenen Lehrervariablen wurden mit einem Fragebogeninstrument erfasst (zu dessen Entwicklung vgl. Kleickmann/Möller/Jonen 2005). In folgender Tabelle sind die Skalen mit einigen Kennwerten aufgeführt. Die Items wurden im Fragebogen als geschlossene Items mit 5-stufiger Likert-Skalierung vorgegeben.

<b>Skalen „konstruktivistisch orientiertes Lehr-/ Lernverständnis (LLV)“</b>		N	$\alpha$
Skala	Beispielitem	Items	(prä/post)
Motivation als notwendige Voraussetzung für Lernen	Kinder können Naturphänomene nur verstehen, wenn sie motiviert sind, diese zu verstehen.	4	.70/.74
Eig. Ideen entwickeln lassen u. individuelle Lernwege zulassen	Kinder verstehen im naturwissenschaftlichen SU nur, wenn sie Erklärungen zur Deutung von Naturphänomenen selbst entwickeln.	9	.83/.74
Conceptual Change	Kinder erlernen naturwissenschaftliches Wissen nur, wenn neue Vorstellungen für sie überzeugender sind als ihre alten Vorstellungen.	6	.71/.86
Präkonzepte	Grundschul Kinder können zu naturwissenschaftlichen Phänomenen bereits hartnäckige Vorstellungen haben, die den Lernprozess erschweren.	3	.69/.82
Ideen diskutieren	Damit Schülerinnen und Schüler Naturphänomene verstehen, ist es entscheidend, dass sie ihre eigenen Lösungsideen untereinander diskutieren.	4	.71/.65
Situiertes Lernen	Nur wenn Themen im naturwissenschaftsbezogenen SU in echte Fragestellungen aus dem Alltag eingebunden sind, können die Kinder das erworbene Wissen auch in „Alltagssituationen“ anwenden.	5	.68/.75
<b>Skalen zu spezifischen Lehr-/Lernverständnissen (LLV)</b>			
Stark instruktives LLV	Schwächeren Schülerinnen und Schülern müssen Naturphänomene erklärt werden.	7	.65/.70
Sehr „offenes“ LLV	Ohne Eingreifen und Lenken des Lehrers lernen die Kinder im naturwissenschaftsbezogenen SU am besten.	5	.73/.76
Praktizistisches LLV	Das Durchführen von Versuchen im naturwissenschaftsbezogenen SU stellt eigentlich schon sicher, dass die Kinder Naturphänomene verstehen.	5	.72/.75

<i>Skalen zu motivationalen und selbstbezogenen Variablen</i>			
Sachinteresse Physik	Mich mit physikalischen Inhalten zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	4	.81/.78
Interesse am Unterrichten von physikbezog. SU	Soweit es geht, vermeide ich, physikbezogene Themen zu unterrichten.	4	.83/.86
Fähigkeitsselbstkonzept Physik	Es fällt mir leicht, neue Inhalte im Fach Physik zu verstehen.	4	.85/.85
Selbstwirksamkeitserwartungen bzgl. physikbez. SU	Ich traue mir zu, physikbezogenen SU zu machen, in dem die Kinder physikalische Phänomene verstehen können.	4	.82/.88

Tab. 1: Skalen mit Beispielitems und Maß für die innere Konsistenz (Cronbachs Alpha)

Hinsichtlich der Skalen zum konstruktivistisch orientierten Lehr-/Lernverständnis sowie zu den motivationalen und selbstbezogenen Skalen erwarteten wir einen stärkeren Zuwachs in den drei Fortbildungsgruppen als in der Baselinegruppe, insbesondere auch stärkere Zuwächse in den EGs als in der KG aufgrund der tutoriellen Unterstützung. Wegen des Lernforschungsmoduls in der EG MIT erwarteten wir dort noch einmal einen höheren Anstieg als in der EG OHNE. Für die Skalen zu den spezifischen Lehr-/Lernverständnissen erwarteten wir das Gegenteil, also einen stärkeren Abbau dieser Vorstellungen in den Fortbildungsgruppen als in der Baselinegruppe usw.

#### 4 Erste Ergebnisse

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse von univariaten Varianzanalysen mit a-priori-Kontrasten und den festen Faktoren Messwiederholung („Zeit“) und Fortbildungsgruppe („Gruppe“) zusammen. Bei der Skala „Ideen diskutieren“ musste auf nichtparametrische Verfahren zurückgegriffen werden. Eine multivariate ANOVA über alle übrigen Skalen mit den genannten beiden Faktoren wurde sowohl hinsichtlich der Messwiederholung als auch der Interaktion „Zeit x Gruppe“ mit großen Effekten signifikant. Zusätzlich wurden T-Tests zu Unterschieden von prä nach post je Gruppe berechnet.

<i>Skala</i>	<i>„Zeit“</i>	<i>„Zeit x Gruppe“</i>
„Motivation als notw. Voraussetzung“	n.s.	n.s.
„eigene Ideen, individ. Lernwege“	n.s.	n.s.
„Conceptual Change“	signifikant, großer Effekt	signifikant, großer Effekt
„Vorwissen“	signifikant, großer Effekt	signifikant, großer Effekt
„Ideen diskutieren“ (nicht-parametrisch getestet)	n.s.	n.s. (Unterschiede Differenzwerte)
„anwendungsbezogenes Lernen“	n.s.	n.s.
„stark instruktives LLV“	n.s.	n.s.
„sehr offenes LLV“	n.s.	n.s.
„praktizistisches LLV“	signifikant, großer Effekt	signifikant, großer Effekt
„Sachinteresse Physik“	n.s.	n.s.
„Interesse am Unterrichten“	signifikant, großer Effekt	n.s.
„Fähigkeitsselbstkonzept Physik“	signifikant, großer Effekt	tendenzieller Effekt
„Selbstwirksamkeitserwartungen“	signifikant, großer Effekt	tendenzieller Effekt

Tab. 2: Ergebnisse aus 2-faktoriellen univariaten Varianzanalysen mit Messwiederholung (Alpha-Niveau adjustiert nach Holm)

## 5 Diskussion

Zunächst deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Vorstellungen von Lehrerinnen und Lehrern sowie motivationale und selbstbezogene Lehrervoraussetzungen durch umfangreiche, an konstruktivistischen Merkmalen orientierte Fortbildungen veränderbar sind. Es konnten allerdings keine signifikanten Effekte in den Bereichen „Motivation“, „eigene Ideen entwickeln“, „Ideen diskutieren“, „anwendungsbezogenes Lernen“ bei insgesamt schon vorher recht hohen Mittelwerten und auch keine Effekte in den Skalen „stark instruktives LLV“, „sehr offenes LLV“ sowie „Sachinteresse“ bei insgesamt bereits vorher recht niedrigen Mittelwerten gefunden werden. Eine allgemeine Schülerorientierung scheint bereits vor der Intervention auf recht hohem Niveau etabliert zu sein. Offensichtlich hat die Intervention dieses Niveau nicht weiter steigern können, wobei bei der Skala „Ideen diskutieren“ bereits vor der Fortbildung ein leichter Deckeneffekt vorlag. Trotz der wegen der kleinen Gruppen geringen Teststärke konnten aber in mehreren Bereichen signifikante und große Effekte der Fortbildungsart (Interaktionen „Zeit x Gruppe“) gefunden werden: Die vorgenommenen Kontraste zeigen, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der EGs naturwissenschaftliches Lernen eher als Conceptual Change verstehen, vorunterrichtlichen Vorstellungen der Kinder mehr Bedeutung beimessen und weniger „praktizistisch“ orientiert sind. Für diese Veränderungen war offenbar die tutorielle Unterstützung entscheidend. Bei den motivationalen und selbstbezogenen Variablen konnten wir keine bzw. nur tendenziell eine Notwendigkeit dieser Unterstützung nachweisen: Bezieht man die hier nicht im einzelnen berichteten Ergebnisse der durchgeführten T-Tests mit ein, so haben alle drei Fortbildungsgruppen ihr Interesse am Unterrichten und ihre Selbstwirksamkeitserwartungen gesteigert, beim Fähigkeits-selbstkonzept haben wir zusätzlich eine tendenzielle Überlegenheit der Gruppen mit tutorieller Unterstützung gefunden.

Insgesamt hat sich somit gezeigt, dass tutorielle Unterstützung offensichtlich vor allem für Veränderungen im Bereich der Lehr-/Lernverständnisse nötig ist. Erfolg haben tutoriell unterstützte Fortbildungen beim Aufbau von (subjektiv) neuem Wissen beziehungsweise neuen Überzeugungen in Bezug auf naturwissenschaftliches Lernen: Das gilt insbesondere für die Vorstellung, Lernen als Veränderung bestehender Konzepte zu sehen. Dies halten wir für einen wichtigen Bestandteil fachdidaktischer Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften und damit auch für ein besonderes Potenzial für spezifische fachdidaktische Fortbildungen (vgl. Morrison/Lederman 2003). Ähnliche Ergebnisse konnten wir bei der Evaluation universitärer Ausbildungsmodule finden (vgl. Kleickmann/Gais/Möller 2005). Ein Effekt des Lernforschungselements konnte auf der Basis der bisherigen Auswertungen nicht nachgewiesen werden.

## 6 Ausblick

Ob die gefundenen Veränderungen in den Lehrervorstellungen, beim Interesse am Unterrichten physikbezogenen Sachunterrichts und bei den selbstbezogenen Variablen auch nachhaltig sind, wird mit einer Follow-up-Erhebung überprüft werden. Von der Auswertung der offenen Fragen im Fragebogen und der Interviews mit den Lehrkräften erhoffen wir uns noch differenziertere Einblicke in die Veränderung der Lehrervorstellungen. Die Analyse der videografierten Unterrichtsstunden und der

Schülerfragebögen wird Erkenntnisse über die Relevanz der erfassten Lehrervorstellungen für das Handeln der Lehrkräfte und für Zielkriterien seitens der Schülerinnen und Schüler liefern.

### *Literatur*

- Bromme, Rainer (1997): Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In: Weinert, Franz. E. (Hrsg.): *Psychologie des Unterrichts und der Schule*. Göttingen: Hogrefe, (= Enzyklopädie der Psychologie. D I, Bd.3) S. 177-212.
- Collins, Alan/Brown, John/Newman, Susan (1989): Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: Resnick, Lauren (Ed.): *Knowing, learning and instruction. Essays in honour of Robert Glaser*. Hillsdale: Erlbaum, S. 453-494.
- Diedrich, Martina/Thußbas, Claudia/Klieme, Eckhart (2002): Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. Beiheft, S. 107-123.
- Duit, Reinders (1995): Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 41. Jg., H. 6, S. 905-923.
- Einsiedler, Wolfgang (2002): Empirische Forschung zum Sachunterricht. Ein Überblick. In: Spreckelsen, Kai/Möller, Kornelia/Harteringer, Andreas (Hrsg.): *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 17-38.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gess-Newsome, Julie (1999): Expanding Questions and Extending Implications: A Response to the Paper Set. In: *Science Education*, 83. Jg., S. 385-391.
- Gustafson, Brenda/Rowell, Patricia (1995): Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. In: *International Journal of Science Education*, 17. Jg., H. 5, S. 589-605.
- Harteringer, Andreas/Kleickmann, Thilo/Hawelka, Birgit (2006): Der Einfluss von Lehrervorstellungen zum Lernen und Lehren auf die Gestaltung des Unterrichts und auf motivationale Schülervariablen. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9. Jg., H. 1, S. 110-126.
- Kleickmann, Thilo/Gais, Berenike/Möller, Kornelia (2005): Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Gibt es einen Zusammenhang zwischen Vorstellungen und Lehrerausbildung? In: Cech, Diethard/Giest, Hartmut (Hrsg.): *Sachunterricht in Praxis und Forschung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 167-176.
- Kleickmann, Thilo/Möller, Kornelia/Jonen, Angela (2005): Effects of in-service teacher education courses on teachers' pedagogical content knowledge in primary science. In: Gruber, Hans et al. (Eds.): *Bridging Individual, Organisational, and Cultural Aspects of Professional Learning*. Regensburg: Roderer, S. 51-58.
- Landwehr, Brunhild (2002): Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen. Berlin: Logos.
- Möller, Kornelia (2004): Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: Merken, Hans (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*. Opladen: Leske+Budrich, S. 65-84.
- Morrison, Judith/Lederman, Norman (2003): Science Teachers' Diagnosis and Understanding of Students' Preconceptions. In: *Science Education*, 87. Jg., S. 849-867.

- Northfield, Jeff/Gunstone, Richard/Erickson, Gaalen (1996): A Constructivist Perspective on Science Teacher Education. In: Treagust, David/Duit, Reinders/Fraser, Barry (Eds.): Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics. New York: Teachers College Press, S. 201-211.
- Pajares, M. Frank. (1992): Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. In: Review of Educational Research, 62. Jg., S. 307-332.
- Southerland, Sherry/Gess-Newsome, Julie (1999): Preservice Teachers' Views of Inclusive Science Teaching as Shaped by Images of Teaching, Learning, and Knowledge. In: Science Education, 83. Jg., S. 131-150.
- Staub, Fritz/Stern, Elsbeth (2002): The Nature of Teachers' Pedagogical Content Beliefs Matters for Students' Achievement Gains: Quasi-Experimental Evidence from Elementary Mathematics. In: Journal of Educational Psychology, 93. Jg., S. 144-155.
- Tabachnik, B. Robert/Zeichner, Kenneth (1999): Idea and Action: Action Research and the Development of Conceptual Change Teaching of Science. Science Education, 83. Jg., S. 310-322.
- Tilgner, Peggy (1990): Avoiding Science in the Elementary School. In: Science Education, 74. Jg., S. 421-431.
- Van Driel, Jan/Beijaard, Douwe/Verloop, Nico (2001): Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. In: Journal of Research in Science Teaching, 38. Jg., S. 137-158.