

Möller, Kornelia; Kleickmann, Thilo; Tröbst, Steffen  
**Die forschungsgeleitete Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für die frühe naturwissenschaftliche Bildung**

*Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 27 (2009) 3, S. 415-423*



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Möller, Kornelia; Kleickmann, Thilo; Tröbst, Steffen: Die forschungsgeleitete Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für die frühe naturwissenschaftliche Bildung - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 27 (2009) 3, S. 415-423 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-137112

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.bzl-online.ch>

### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

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

### Kontakt / Contact:

peDOCS  
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

## Die forschungsgeleitete Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für die frühe naturwissenschaftliche Bildung

Kornelia Möller, Thilo Kleickmann und Steffen Tröbst

**Zusammenfassung** Am Beispiel einer Lernumgebung zum Thema des Schwimmens und Sinkens von Festkörpern für die frühe naturwissenschaftliche Bildung wird im vorliegenden Beitrag das Potenzial einer forschungsgeleiteten Konstruktion von Unterrichtsmaterialien bezüglich einer nachhaltigen Unterrichtsentwicklung herausgearbeitet. Schrittweise, inspiriert durch unterschiedliche Forschungsarbeiten, wurden sowohl Experimentiermaterialien für Lernende als auch zugehörige Handreichungen für Lehrpersonen als komplementäre Teile dieser Lernumgebung erstellt. Empirische Befunde belegen die grundsätzliche Wirksamkeit der Unterrichtsmaterialien, weisen auf die Bedeutung begleitender Fortbildungen hin und zeigen die den Materialien quasi inhärente Eigenschaft zur Verbreitung in die Unterrichtspraxis.

### The research-guided development of materials for early science education

**Abstract** This contribution draws on the example of a learning environment based on the topic of the swimming and sinking of solids for early science education, to indicate the potential of the research-guided design of educational materials with regard to sustainable teaching development. In a gradual process, inspired by various forms of research, both experimental materials for students as well as related handouts for teachers, complementary to the learning environment, were created. Empirical findings confirm the fundamental effectiveness of the teaching materials, pointing to the importance of Continual Professional Development (CPD) whilst indicating the quasi-inherent property of teaching materials for distribution in teaching practice.

### 1 Der Bedarf an ausgereiften Unterrichtsmaterialien

Sowohl aus lerntheoretischen Erwägungen heraus als auch aufgrund der Betrachtung der gegenwärtigen Unterrichtspraxis lässt sich für das naturwissenschaftliche Lernen ein Bedarf an ausgereiften Unterrichtsmaterialien ableiten. Auf theoretischer Ebene postulieren Ansätze, welche im weiteren Sinne als konstruktivistisch (z.B. Duit & Treagust, 1998; Gerstenmaier & Mandl, 1995; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001) oder im Falle der Fachdidaktik des Sachunterrichts als konstruktiv-genetisch (Köhnlein, 1999; Thiel, 1990) gekennzeichnet werden können, dass Lernende Wissen nur durch eigenständige kognitive Aktivität gewinnen können, woraus sich die Notwendigkeit einer gewissen Selbsttätigkeit der Lernenden bei der Konstruktion von Wissen ableiten lässt. Diese Forderung nach eigenständiger Aktivität kann im naturwissenschaftlichen Unterricht gerade im handlungsintensiven Umgang mit Experimentiermaterialien, bei gleichzeitiger kognitiver Aktivierung der Lernenden durch die Lehrperson, erfüllt

werden. Neben Experimentiermaterialien, mit deren Hilfe die Lernenden gedankliche Strukturen aufbauen können, werden also auch Handreichungen für die Lehrperson benötigt, welche Anregungen für eine angemessene Unterstützung von Lernprozessen geben.

Ungeachtet der zentralen Funktion von Unterrichtsmaterialien innerhalb konstruktivistisch orientierter Instruktionsansätze ist die an Grundschulen bestehende Ausstattung an Materialien, welche auf den Ergebnissen einer empirischen Lehr-/Lernforschung fußen, in der Regel unzureichend (Appleton, 2007). Entsprechend sehen sich Lehrpersonen – trotz ihrer eingeschränkten zeitlichen und organisatorischen Ressourcen – gegenwärtig häufig dazu gezwungen, sich benötigte Unterrichtsmaterialien in mühevoller individueller Eigenarbeit zusammenzustellen. Besonders auf dem Gebiet der frühen naturwissenschaftlichen Bildung kommt erschwerend hinzu, dass die betroffenen Lehrpersonen in den seltensten Fällen über eine naturwissenschaftliche Ausbildung verfügen (Appleton, 2007; Möller, Vehmeyer, Stadelhofer & Tröbst, 2008), woraus sich erhebliche Defizite im zugehörigen fachwissenschaftlichen und fachspezifisch-pädagogischen Wissen ergeben (Harlen, 1998; Heran-Dörr, 2006). Entsprechend weisen diese Lehrpersonen auch häufig ein ungünstiges Bild der eigenen Fähigkeiten in diesem Bereich auf (Möller, 2004; Landwehr, 2002), obschon die generelle Bedeutsamkeit der Naturwissenschaften klar erkannt wird (Möller, 2004). Dabei scheint den betroffenen Lehrpersonen die Problematik dieser Situation durchaus bewusst zu sein, was sich in einer entsprechenden Nachfrage nach geeigneten Unterrichtsmaterialien manifestiert. So bekräftigten im Rahmen einer deutschlandweiten Evaluationsstudie nahezu 90 Prozent der befragten Lehrpersonen aus dem Grundschulbereich, dass sie gerne naturwissenschaftliche Themen unterrichten würden, wenn entsprechende Materialien zur Verfügung stünden (Möller et al., 2008).

Vor dem Hintergrund der geschilderten Bedarfssituation wird in den folgenden Abschnitten die Erstellung einer Lernumgebung – in welcher Experimentiermaterialien für die Lernenden eine herausragende Rolle spielen – zum physikalischen Thema des Schwimmens und Sinkens von Festkörpern für die frühe naturwissenschaftliche Bildung dargestellt (Jonen & Möller, 2005). Der sukzessive Entwicklungsprozess der Unterrichtsmaterialien gliederte sich dabei in mehrere Schritte, welche sich von ersten empirischen Vorstudien bis hin zu einer deutschlandweiten Implementation der entwickelten Lernumgebung erstreckten.

## **2 Empirische Vorstudien zur Gestaltung der Lernumgebung**

Die Konstruktion der Unterrichtsmaterialien zum Thema des Schwimmens und Sinkens nahm ihren Ausgang in empirischen Vorstudien, welche unter Einbezug von Studierenden des Lehramtes Primarstufe/Sachunterricht im Rahmen von Forschungsseminaren und Examensarbeiten durchgeführt wurden. Nach der Aufarbeitung des Forschungs-

standes zu themenbezogenen Präkonzepten und zu typischen Lernschwierigkeiten sowie nach Sichtung bereits vorhandener Lernumgebungen fanden zunächst eigene Interviewstudien zu relevanten Schülervorstellungen und auftretenden Lernhindernissen statt. Anschliessend wurde eine Sammlung physikalischer Versuche, d. h. auch entsprechender Experimentiermaterialien, entwickelt, welche für einen Einsatz in einem konstruktivistisch orientierten Unterricht geeignet schienen. Nach eingehender Prüfung wurden diese Versuche schliesslich in die ersten Versionen einer motivierenden und sachlogisch aufgebauten Lernumgebung eingebettet. Neben der Untersuchung konzeptueller Veränderungen mittels der Erhebung von Prä-, Zwischen- und Postkonzepten in Einzelinterviews wurde die Aufmerksamkeit der Lernenden in der Lernumgebung mithilfe des Münchener Aufmerksamkeitsinventars (MAI) erfasst (Helmke & Renkl, 1992) sowie das unterrichtsbezogene Interesse, das Kompetenzzempfinden und die Lernzufriedenheit erhoben. Darüber hinaus wurden mögliche Unterschiede sowohl zwischen Jungen und Mädchen als auch zwischen Lernenden mit günstigen und ungünstigen Lernvoraussetzungen untersucht. Bei alternativen Versuchen wurde die Auswahl anhand des vorhandenen Motivationspotenzials getroffen. Insgesamt fanden mehrere Erprobungen mit jeweiliger Optimierung hintereinander statt.

### **3 Empirische Forschung zur Rolle der Strukturierung in der Lernumgebung**

Zwar bietet das freie Angebot geeigneter Experimentiermaterialien den grösstmöglichen Raum für eine eigenständige kognitive Aktivität der betroffenen Lernenden und damit auch das grösstmögliche Potenzial für konzeptuelle Veränderungen, allerdings besteht die Gefahr, dass vor allem junge Lernende und Lernende mit ungünstigen Lernvoraussetzungen durch die Vielfalt der angebotenen Möglichkeiten eigener Aktivität überfordert werden (Mayer, 2004). Ohne angemessene Unterstützung und Strukturierung scheint es Lernenden in der Grundschule häufig schwerzufallen, zielgerichtete Aktivitäten zu initiieren und konzeptuelle Veränderungen zu realisieren. Vor dem Hintergrund dieser Problemstellung wurde eine Unterrichtsstudie zur Prüfung der Wirkung von Strukturierung in einer konstruktivistisch orientierten Lernumgebung bei der Erarbeitung des Themas des Schwimmens und Sinkens durchgeführt (Möller, Jonen, Hardy & Stern, 2002; Blumberg, Möller & Hardy, 2004; Hardy, Jonen, Möller & Stern, 2006). Konkret wurden eine Experimentalbedingung mit hoher Strukturierung, eine Experimentalbedingung mit geringer Strukturierung und eine Kontrollbedingung, in welcher nur die relevanten Tests zum konzeptuellen Verständnis des Themas des Schwimmens und Sinkens durchgeführt wurden, in ihrer Wirksamkeit miteinander verglichen. Die Bedingung mit hoher Strukturierung zeichnete sich durch die Sequenzierung des Unterrichts in aufeinander aufbauende Teilfragen und häufige kognitiv strukturierende Äusserungen der Lehrperson aus, während die Bedingung mit geringer Strukturierung im Sinne eines offenen Werkstatt-Unterrichts angelegt war.

Bezüglich der erreichten konzeptuellen Veränderungen waren die beiden Experimentalbedingungen der Kontrollbedingung überlegen. Beim Vergleich der Experimentalbedingungen miteinander offenbarte sich unmittelbar nach der Intervention zunächst nur eine leichte Überlegenheit der Bedingung mit hoher Strukturierung, welche sich jedoch zu einer deutlichen Überlegenheit im ein Jahr später durchgeführten Follow-up-Test fortentwickelte (Hardy et al., 2006). Diese Entwicklung war vor allem darauf zurückzuführen, dass bei der Bedingung mit geringer Strukturierung zuvor bereits abgelegte, nicht belastbare Präkonzepte im Follow-up-Test wieder auftauchten. Auch in Hinblick auf motivationale und selbstbezogene Zielkriterien erwies sich die hohe Strukturierung als Methode der Wahl (Blumberg et al., 2004). Darüber hinaus zeigte sich, dass insbesondere Lernende mit ungünstigen Lernvoraussetzungen von der hohen Strukturierung profitierten, und zwar sowohl im kognitiven (Möller et al., 2002) als auch im motivationalen und selbstbezogenen Zielbereich (Blumberg et al., 2004). Die durch diese Ergebnisse offenkundig gewordene Notwendigkeit einer angemessenen Strukturierung floss unmittelbar in die Entwicklung der Lernumgebung zum Thema des Schwimmens und Sinkens ein.

#### **4 Entwicklung und Evaluation der Lernumgebung**

Auf der Basis der Ergebnisse der Vorstudien und der Untersuchung zur Rolle der Strukturierung wurde in einem dritten Schritt eine Lernumgebung in Form eines Unterrichtspaketes zum Thema des Schwimmens und Sinkens entwickelt. Hierbei wurde eine enge Kooperation mit erfahrenen Lehrpersonen realisiert. Das Unterrichtspaket enthielt neben einigen Demonstrationmaterialien einen Klassensatz an Experimentiermaterialien, die den Lernenden beispielsweise die selbstständige Überprüfung nicht belastbarer Präkonzepte erlaubten, sowie eine umfangreiche Handreichung für Lehrpersonen. Diese umfasste verständlich aufbereitete und physikalisch angemessene Erklärungen des Phänomens des Schwimmens und Sinkens sowie auf der fachspezifisch-pädagogischen Ebene konstruktivistisch orientierte Ansätze zum naturwissenschaftlichen Lehren und Lernen, des Weiteren bei Kindern des Grundschulalters anzutreffende Präkonzepte sowie Möglichkeiten zur kritischen Prüfung dieser Präkonzepte. Schliesslich enthielt die Handreichung, neben Instrumenten zur Diagnose von Lernfortschritten, noch Vorschläge zur Sequenzierung, zum konkreten Ablauf eines möglichen Unterrichts und zu unterstützenden Impulsen, welche aus den Ergebnissen der bereits beschriebenen Unterrichtsstudie abgeleitet worden waren. Die vorgeschlagene Sequenzierung gliederte die gesamte Unterrichtsreihe in mehrere aufeinander aufbauende Teilbereiche mit zunehmender Komplexität.

Zur abschliessenden Erprobung der entwickelten Lernumgebung in der Praxis wurde eine regionale Ausleihe des vorläufigen Unterrichtspaketes für interessierte Lehrpersonen organisiert. Dieses Ausleihsystem wurde mit der Verpflichtung zur Rückmeldung verbunden, sodass aufgrund praktischer Unterrichtserfahrungen von Lehrpersonen letz-

te Modifikationen zur Erstellung der endgültigen Klassenkiste vorgenommen werden konnten.

## 5 Empirische Forschung zur Bedeutung von Fortbildungen

Nach dem Nachweis der grundsätzlichen Wirksamkeit der Lernumgebung im Rahmen der beschriebenen Unterrichtsstudie, bei welcher alle Interventionen von ein und derselben besonders erfahrenen Lehrperson durchgeführt worden waren, stellte sich die Frage, unter welchen Bedingungen auch Lehrpersonen mit geringerer Expertise im Unterrichten naturwissenschaftlicher Themen mithilfe der Klassenkiste einen Unterricht, wie er sich in der Unterrichtsstudie bewährt hatte, umsetzen können. Vor diesem Hintergrund wurde eine Fortbildungsstudie unternommen, in welcher tutoriell unterstützte Fortbildungsmassnahmen, die nach dem Modell der *cognitive apprenticeship* gestaltet waren (Collins, Brown & Newman, 1989; Staub, 2004), mit einem Selbststudium von bereitgestellten Unterrichtsmaterialien, insbesondere von schriftlichen Handreichungen, verglichen wurden (Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann & Blumberg, 2006). Hierzu wurde zunächst erfasst, inwieweit die beteiligten Lehrpersonen nach Abschluss der Fortbildungsphase, welche die Erarbeitung von fachwissenschaftlichem und fachdidaktischem Wissen zu elf unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Unterrichtsthemen umfasste, ihre fachspezifischen Vorstellungen zum Lehren und Lernen veränderten. In einem zweiten Schritt wurden die Lernzuwächse von Lernenden in einer Unterrichtsreihe zum Thema des Schwimmens und Sinkens, welche von den fortgebildeten Lehrpersonen durchgeführt wurde, ermittelt. Die bereitgestellten Handreichungen und Experimentiermaterialien wurden dabei sowohl in der Fortbildungsphase als auch beim eigentlichen Unterrichten in beiden genannten Versuchsbedingungen konstant gehalten.

Die tutorielle Unterstützung wurde den teilnehmenden Lehrpersonen im Rahmen von 16 ganztägigen Fortbildungsveranstaltungen angeboten, welche sich über einen Zeitraum von fünf Monaten erstreckten. Die angebotene Unterstützung beinhaltete, dass die Fortbildungsleitung fachliche Präkonzepte der Lehrpersonen aufgriff und verstehensorientiert weiterentwickelte, die Diskussion fachlicher Vorstellungen anregte sowie Möglichkeiten der Überprüfung dieser Vorstellungen durch Experimente entfaltete. Ausserdem wurden die Lehrpersonen zur Reflexion eigener Lernprozesse angehalten, um die Bedeutung von Präkonzepten und Bedingungen für konzeptuelle Veränderungen gezielt herauszuarbeiten. Neben einer allgemein hoch ausgeprägten Schülerorientierung belegten die empirischen Befunde zur Veränderung der fachspezifischen Vorstellungen zum Lehren und Lernen eine Überlegenheit der tutoriell unterstützten Fortbildung gegenüber dem individuellen Selbststudium. Die tutoriell fortgebildeten Lehrpersonen zeigten einen Ausbau von Vorstellungen, welche naturwissenschaftliches Lernen als konzeptuelle Umstrukturierung konzipierten, sowie eine Abnahme von sog. praktizistischen Vorstellungen, welche naturwissenschaftliches Lernen unzulässig auf

reines Handeln mit Experimentiermaterialien einengten (Kleickmann, Möller & Jonek, 2006). Bezogen auf die Lernzuwächse der jeweils unterrichteten Schülerinnen und Schüler waren die tutoriell fortgebildeten Lehrpersonen ebenfalls eindeutig überlegen (Kleickmann et al., 2006).

Zusätzlich zu den bereits dargestellten Erhebungen wurde auch die Veränderung der fachspezifischen Vorstellungen zum Lehren und Lernen einer sog. Baselinegruppe erfasst, welche keine Fortbildung erhielt. Die Selbststudiumsgruppe wies gegenüber dieser Kontrollgruppe keine stabile Überlegenheit auf. Zusammenfassend muss also festgehalten werden, dass sich besonders dann Chancen für eine nachhaltige Unterrichtsentwicklung eröffnen, wenn forschungsgeleitet konstruierte Unterrichtsmaterialien mit Fortbildungsveranstaltungen kombiniert werden.

## **6 Implementation der Lernumgebung**

Bei der Zielsetzung einer nachhaltigen Unterrichtsentwicklung mittels innovativer Unterrichtsansätze spielen neben Fragen der gesteigerten Wirksamkeit gegenüber etablierten Unterrichtsformen, welche in den vorhergehenden Abschnitten behandelt wurden, ebenso Fragen des Implementationspotenzials, welche über die Umsetzung neuer Unterrichtsformen durch individuelle Lehrpersonen hinausgehen, eine bedeutende Rolle. Wie gehen Lehrpersonen in der Schulpraxis mit dem Angebot neuer Unterrichtsmaterialien und Lernumgebungen um? Wie rasch verbreitet sich der Gebrauch angebotener Materialien innerhalb der Gruppe der angesprochenen Lehrpersonen? Inwieweit helfen sich Lehrpersonen gegenseitig bei der Einführung neuer Lernumgebungen? Im Rahmen der Implementation der hier beschriebenen Lernumgebung zum Thema des Schwimmens und Sinkens wurden diese und andere Fragestellungen in einer Evaluationsstudie bearbeitet (Möller et al., 2008). Finanziert durch eine Stiftung erhielten ungefähr 500 Grundschulen in Deutschland eine Klassenkiste zum Thema des Schwimmens und Sinkens. Aufgrund der Erfahrungen der Fortbildungsstudie wurde begleitend eine eintägige, konstruktivistisch ausgerichtete Fortbildung angeboten, an der jeweils eine Lehrkraft pro Schule teilnehmen konnte. Frühestens sechs, durchschnittlich neun Unterrichtsmonate nach Erhalt der Klassenkiste wurden umfangreiche Fragebögen an die beteiligten Schulen verschickt.

Konkrete Fragen nach dem Einsatz der Klassenkiste ergaben, dass sich die Verwendung der bereitgestellten Lernumgebung an den betroffenen Schulen in der Regel über einzelne Lehrpersonen hinaus verbreitet hatte. Durchschnittlich hatten ungefähr 37 Prozent der Sachunterricht erteilenden Lehrpersonen eines Kollegiums mit der Klassenkiste gearbeitet. Auch die ausgeprägte wechselseitige Unterstützung, welche sich die betroffenen Lehrpersonen bei der Nutzung der neuen Lernumgebung gewährten, kann als Anhaltspunkt für das Implementationspotenzial der Klassenkiste interpretiert werden. So sagten ungefähr 84 Prozent der fortgebildeten Lehrpersonen aus, dass sie anderen

aktiv Hilfestellungen beim Einsatz der Klassenkiste gewährten, während eine solche aktive Unterstützung ebenfalls noch immerhin von 52 Prozent der nicht fortgebildeten Lehrpersonen berichtet wurde. Umgekehrt gaben etwa 70 Prozent der fortgebildeten und etwa 86 Prozent der nicht fortgebildeten Lehrpersonen an, dass sie passiv Unterstützung beim Umgang mit der neuen Lernumgebung erfuhren. Mit der Klassenkiste gelang es offensichtlich, das naturwissenschaftliche Unterrichten zum Thema des Austausches in den Kollegien der beteiligten Grundschulen zu machen. Die fortgebildeten Lehrpersonen nahmen die ihnen zugeordnete Rolle als Multiplikatoren im Schulalltag wahr.

Auf inhaltlicher Ebene entfaltete die Bereitstellung der Klassenkiste eine unmittelbare Wirkung auf das Unterrichten einzelner Teilbereiche des Themas des Schwimmens und Sinkens. Das Unterrichten des Teilbereichs des Schwimmens und Sinkens von Vollkörpern war schon vor Erhalt der Klassenkiste unter den Lehrpersonen relativ verbreitet gewesen, während die kognitiv anspruchsvolleren Teilbereiche der Verdrängung, des Auftriebs und der Dichte eher vernachlässigt worden waren. Nach Bereitstellung der Klassenkiste nahm zwar in allen vier Teilbereichen die Anzahl der den jeweiligen Teilbereich unterrichtenden Lehrpersonen zu, dieser Zuwachs fiel allerdings bei den drei zuvor weniger beachteten Teilbereichen besonders hoch aus. Hierbei waren es vor allem die fortgebildeten Lehrpersonen, welche vermehrt die physikalisch anspruchsvolleren Teilbereiche der Verdrängung, des Auftriebs und der Dichte unterrichteten.

## **7 Schlussfolgerung**

Die Bereitstellung ausgereifter Unterrichtsmaterialien kann einen Beitrag zur nachhaltigen Unterrichtsentwicklung leisten. Diese These wurde in den vorhergehenden Abschnitten anhand des Beispiels der Entwicklung einer konstruktivistisch orientierten Lernumgebung zum physikalischen Thema des Schwimmens und Sinkens dargelegt. Forschungsbasiert entwickelte Experimentiermaterialien haben bei angemessenem Einsatz das Potenzial, konzeptuelles Lernen nachhaltig zu fördern. Die Hinzufügung von Handreichungen erscheint jedoch notwendig, um in anspruchsvollen Themenfeldern und bei geringer fachlicher Expertise der unterrichtenden Lehrpersonen den erforderlichen fachwissenschaftlichen Hintergrund zu vermitteln, auf verbreitete Präkonzepte und Lernschwierigkeiten aufmerksam zu machen sowie Hinweise zur Unterrichtsgestaltung und Unterstützung der Lernenden zu geben. Die Resultate der Fortbildungsstudie zeigen, dass erst begleitende Fortbildungsmassnahmen mit Formen tutorieller Unterstützung eine stabile Veränderung von Vorstellungen und wirksames Unterrichtshandeln bei den beteiligten Lehrpersonen gewährleisten. Die Befunde der Evaluationsstudie zur Ausbildung von Multiplikatoren deuten ergänzend an, dass auch zeitlich sehr kurze Fortbildungen eine solche Wirkung haben könnten. Insbesondere die Kombination einer forschungsgeleiteten Konstruktion von Unterrichtsmaterialien mit entsprechenden (Kurz-)Fortbildungen scheint günstige Voraussetzungen für die



Durchführung anspruchsvollerer Unterrichtsinhalte sowie für die Verbreitung innovativer Unterrichtsformen innerhalb der Gruppe der angesprochenen Lehrpersonen zu schaffen.

Auch für andere naturwissenschaftliche Themen in der Grundschule wurden inzwischen Klassenkisten entwickelt und über Materialpakete und begleitende Fortbildungen implementiert. Die Zusammenarbeit von Praktikerinnen und Praktikern mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern (und Studierenden) der Universität erweist sich hierbei als fruchtbar, da auf diese Weise Ergebnisse der bereichsspezifischen Lehr-/Lernforschung unter Berücksichtigung der in der Praxis vorherrschenden Bedingungen in Unterrichtsmaterialien überführt werden können.

## Literatur

- Appleton, K.** (2007). Elementary science teaching. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 493–536). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Blumberg, E., Möller, K. & Hardy, I.** (2004). Erreichen motivationaler und selbstbezogener Zielsetzungen in einem schülerorientierten naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – Bestehen Unterschiede in Abhängigkeit der Leistungsstärke? In W. Bos, E. Lankes, N. Plassmeier & K. Schwippert (Hrsg.), *Heterogenität – Eine Herausforderung an die empirische Bildungsforschung* (S. 41–55). Münster: Waxmann.
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S.** (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction* (pp. 453–494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Duit, R. & Treagust, D. F.** (1998). Learning in science: From behaviourism towards social constructivism and beyond. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 3–25). Dordrecht: Kluwer.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H.** (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 867–887.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K. & Stern, E.** (2006). Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of «floating and sinking». *Journal of Educational Psychology*, 98, 307–326.
- Harlen, W.** (1998). Teaching for understanding in pre-secondary science. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 183–197). Dordrecht: Kluwer.
- Helmke, A. & Renkl, A.** (1992). Das Münchener Aufmerksamkeitsinventar (MAI): Ein Instrument zur systematischen Verhaltensbeobachtung der Schülersaufmerksamkeit im Unterricht. *Diagnostica*, 38, 130–141.
- Heran-Dörr, E.** (2006). Orientierung an Schülervorstellungen – Wie verstehen Lehrkräfte diesen Appell an ihre didaktische und methodische Kompetenz? In D. Cech, H.-J. Fischer & W. Holl-Giese (Hrsg.), *Bildungswert des Sachunterrichts* (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Bd. 16, S. 159–176). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Jonen, A. & Möller, K.** (2005). *Die KiNT-Boxen – Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik. Klassenkisten für den Sachunterricht. Paket 1: Schwimmen und Sinken*. Essen: Spectra.
- Kleickmann, T., Möller, K. & Jonen, A.** (2006). Die Wirksamkeit von Fortbildungen und die Bedeutung von tutorieller Unterstützung. In R. Hinz & T. Pütz (Hrsg.), *Professionelles Handeln in der Grundschule. Entwicklungslinien und Forschungsbefunde* (Entwicklungslinien der Grundschulpädagogik, Bd. 3, S. 121–128). Hohengehren: Schneider.
- Köhnlein, W.** (1999). Vielperspektivität und Ansatzpunkte naturwissenschaftlichen Denkens. Analysen von Unterrichtsbeispielen unter dem Gesichtspunkt des Verstehens. In W. Köhnlein, B. Maquardt-Mau &

- H. Schreier (Hrsg.), *Vielperspektives Denken im Sachunterricht* (Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts, Bd. 3, S. 88–124). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Landwehr, B.** (2002). *Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ empirische Studie*. Berlin: Logos.
- Mayer, R.** (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14–19.
- Möller, K.** (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. Merkens (Hrsg.), *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen* (S. 65–84). Opladen: Leske + Budrich.
- Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T. & Blumberg, E.** (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe – Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BiQua* (S. 161–193). Münster: Waxmann.
- Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E.** (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 48 (Beiheft 45), 176–191.
- Möller, K., Vehmeyer, J., Stadelhofer, B. & Tröbst, S.** (2008). *Lernen mit der Klasse(n)kiste «Schwimmen und Sinken» im Sachunterricht der Grundschule. Ergebnisse einer Befragung von Grundschullehrkräften* [Evaluationsbericht im Auftrag der Deutschen Telekom Stiftung]. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H.** (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 601–646). Weinheim: Beltz.
- Staub, F. C.** (2004). Fachspezifisch-Pädagogisches Coaching: Ein Beispiel zur Entwicklung von Lehrerfortbildung und Unterrichtskompetenz als Kooperation. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 7 (Beiheft 3), 113–141.
- Thiel, S.** (1990). Grundschulkindern zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft. In M. Wagenstein (Hrsg.), *Kinder auf dem Weg zur Physik* (S. 90–180). Weinheim: Beltz.

### Autorin und Autoren

- Kornelia Möller**, Prof. Dr., Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-Campus 11, D-48149 Münster, kornelia.moeller@uni-muenster.de
- Thilo Kleickmann**, Dr., Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Forschungsbereich Erziehungswissenschaft und Bildungssysteme, Lentzeallee 94, D-14195 Berlin, kleickmann@mpib-berlin.mpg.de
- Steffen Tröbst**, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-Campus 11, D-48149 Münster, celan@uni-muenster.de