

Metzger, Susanne

Desiderate der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 31 (2013) 1, S. 42-52



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Metzger, Susanne: Desiderate der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 31 (2013) 1, S. 42-52 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-138333

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
Internet: www.pedocs.de

Desiderate der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung

Susanne Metzger

Zusammenfassung Die Anforderungen an fachdidaktische Forschung, insbesondere an pädagogischen Hochschulen, sind vielfältig: Sie muss den Ansprüchen der Fachwissenschaft, der Lehr-Lern-Psychologie und nicht zuletzt der Praxis genügen, soll finanzierbar und mit den zur Verfügung stehenden personellen Ressourcen durchführbar sein. Darüber hinaus ist die Verknüpfung von fachdidaktischer Forschung sowohl mit der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen als auch mit dem Praxisfeld Schule anzustreben. Der Beitrag zeigt zum einen noch offene Forschungsfelder der Naturwissenschaftsdidaktik auf, zum anderen gibt er Hinweise auf Gelingensbedingungen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung, insbesondere für eine gewinnbringende Verknüpfung von Forschung, Lehre und Praxis.

Schlagwörter Fachdidaktik – Naturwissenschaften – Forschung

Desiderata of Research in Science Education

Abstract The requirements for research in science education, particularly within the context of Swiss universities of teacher education («pädagogische Hochschulen»), are manifold: Firstly, researchers in that field have to meet the demands of specialized science, of instructional psychology, and of the school context. Secondly, sufficient funding has to be provided. Finally, research should be feasible with the available human resources. In addition, research in science education should be linked to pre-service training and in-service training of teachers as well as to the field of school practice. Against this background, the paper explores promising research areas of science education. It also indicates conditions for success of research in science education, with special attention given to the fruitful combination of research, teaching and practice.

Keywords science education – science teaching – science learning – research

1 Verortung der fachdidaktischen Forschung

Die Fachdidaktiken sind das verbindende Glied zwischen den Unterrichtsfächern, den korrespondierenden wissenschaftlichen Disziplinen sowie dem fachbezogenen Lehren und Lernen innerhalb dieser Domänen (Terhart, 2011). Somit bilden sie das «Zentrum der Unterrichtsforschung» (Schneuwly, 2009, S. 323) und sollten institutionell in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung verankert sein (Terhart, 2011), das heisst, in der Schweiz in erster Linie an den pädagogischen Hochschulen.

Wenngleich die Fachdidaktiken im Laufe der Zeit unterschiedlich grosse Rollen spielten und auch heute noch an den verschiedenen Bildungsinstitutionen sehr hete-

rogen vertreten sind, ist ihre Bedeutung für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung doch unbestritten. Das Gewicht der fachdidaktischen Forschung hingegen war insbesondere in der Schweiz lange Jahre als eher marginal anzusehen. Auch die deutliche Bedeutungssteigerung der fachdidaktischen Forschung durch eine stärkere Verknüpfung mit der fachbezogenen psychologischen Unterrichtsforschung in Deutschland seit Mitte der 1990er-Jahre änderte nichts an der Schweizer Situation. Obwohl Criblez (1996) den pädagogischen Hochschulen in der Schweiz vor deren Gründung empfahl, sich dem Bereich der Fachdidaktiken zu widmen, war er nicht sehr überzeugt von deren Erfolg: «Die Erwartungen an das, was Wissenschaft und Forschung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung leisten können, sollten nicht zu hoch geschraubt werden» (Criblez, 1996, S. 67). In Deutschland hingegen wurden in der Lehrerbildungsdebatte die Wichtigkeit einer forschenden Fachdidaktik und die Notwendigkeit einer entsprechenden personellen Ausstattung explizit herausgestrichen (Terhart, 2011). So kann man dort die Entwicklung der Fachdidaktiken schon heute «als eine insgesamt positive Wachstums- und Erfolgsgeschichte» (Terhart, 2011, S. 244) bezeichnen.

2 Forschung im Bereich Naturwissenschaftsdidaktik

Während andere Fachdidaktiken sich in den letzten zehn Jahren vor allem in der Westschweiz im Bereich Forschung entwickelt haben (Schneuwly, Villemin & Heitzmann, 2012), konnte die Naturwissenschaftsdidaktik in der ganzen Schweiz Fortschritte erzielen. Forderte Heitzmann (2004) noch, dass sich die Naturwissenschaftsdidaktiken aktiv an der Bildungsdiskussion beteiligen und aktiv Unterrichtsforschung betreiben sollten, sind inzwischen erfolgreiche Entwicklungen zu verzeichnen. So wurden an verschiedenen (pädagogischen) Hochschulen der Schweiz naturwissenschaftsdidaktische Forschungszentren etabliert und es wurde ein Masterstudiengang Fachdidaktik Naturwissenschaften mit einem fachdidaktischen Forschungsschwerpunkt eingerichtet.

Der in diesem Beitrag verwendete übergreifende Begriff der Naturwissenschaftsdidaktik soll die Gemeinsamkeiten der einzelnen Fachdidaktiken Biologie, Chemie und Physik unterstreichen. Dass sie je ihre Eigenheiten aufweisen und sich entsprechend die eigenständigen Forschungsbereiche Biologie-, Chemie- und Physikdidaktik etabliert haben, steht jedoch ausser Frage. Zum Beispiel induzieren die unterschiedliche Struktur oder die Experimentierkultur der einzelnen Disziplinen eine andere Herangehensweise bei der Erforschung des Kompetenzaufbaus von Lernenden oder Lehrpersonen und somit unter Umständen auch andere Untersuchungsmethoden.

2.1 Forschungsbereiche der Naturwissenschaftsdidaktik

In Anlehnung an das «Handbook on Research in Science Education» (Abell & Lederman, 2007) sowie die «Perspektiven für die Unterrichtspraxis» (Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer, 1998) kann die naturwissenschaftsdidaktische Forschung in vier Bereiche eingeteilt werden: Lernen, Lehren, Lehrerinnen- und Lehrerbildung so-

wie Curriculum- und Assessmentforschung – jeweils bezogen auf verschiedene Stufen (vom Kindergarten bis zur Universität) sowie auf die verschiedenen möglichen Ausrichtungen (Biologie, Chemie, Physik, aber auch Integrierte Naturwissenschaften oder Natur–Mensch–Gesellschaft). Bei der folgenden Aufzählung einiger Stichworte zu konkreten Forschungsinhalten soll kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, sondern vielmehr eine Auslegeordnung dargestellt werden:

- *Lernen von Naturwissenschaften*: Schülervorstellungen, Lernen von Konzepten, Konzeptveränderungen, Sprache, Einstellungen, Interesse und Motivation, individuelle Eigenschaften und Voraussetzungen, Lernumgebungen (in und ausserhalb der Schule), ...
- *Lehren von Naturwissenschaften*: Methoden und Strategien, Lehrmittel, neue Medien, Aufgaben, Bewerten und Begleiten, Erarbeitung und Umsetzung von Lehrplänen, ...
- *Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen im Bereich Naturwissenschaften*: Einstellungen und Überzeugungen, *pedagogical knowledge*, *content knowledge* und *pedagogical content knowledge*, Lehrpersonen als Forschende, ...
- *Curriculum- und Assessmentforschung im Bereich Naturwissenschaften*: Naturwissenschaftliche Grundbildung, Natur der Naturwissenschaften, Geschichte der Naturwissenschaften, Bewerten und Beurteilen, *large scale assessments*, ...

Wenngleich zu allen diesen Bereichen bereits Forschungsergebnisse vorliegen, gibt es doch noch einige Herausforderungen und offene Forschungsfelder, welche im nächsten Abschnitt thematisiert werden.

2.2 Desiderate und Herausforderungen

In der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung sind im Wesentlichen zwei Strömungen identifizierbar: Ein Teil der Projekte ist stark von fachlichen Inhalten geprägt, das heisst, der Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung und Erarbeitung beispielsweise von neuen Konzepten, Unterrichtsmaterialien oder Experimenten. Andere Forschungsarbeiten fokussieren auf die empirische Überprüfbarkeit von Aussagen. Beide Ausrichtungen haben sich unabhängig voneinander entwickelt und werden von der jeweils anderen Seite als nicht wissenschaftlich genug respektive als inhaltslos und für den Unterricht nicht geeignet kritisiert (z.B. Fischer et al., 2003). Ziel sollte es sein, die beiden Fokusse näher zusammenzubringen und zu verbinden. Konkret sollten Forschungsprojekte angestrebt werden, welche sich sowohl durch sinnvoll ausgewählte und korrekt dargestellte naturwissenschaftliche Inhalte als auch durch ein Forschungsdesign auszeichnen, welches den Anforderungen der empirischen Sozialforschung genügt.

Zusätzlich zum Spannungsfeld von *Inhalt* und *Empirie* stellt insbesondere an pädagogischen Hochschulen der Spagat zwischen den Interessenfeldern *Forschung* und *Unterrichtspraxis* eine Herausforderung dar: Es müssen empirische Absicherung, curriculare Validität, objektivierbare Auswertung, Skalen von Aufgaben, hoher Aufklärungsumfang und Vergleichbarkeit auf der einen Seite mit curricularer Anknüpfung,

erfahrungsbasierter Auswertung, Aufgabenvielfalt, Handhabbarkeit und Instruktionsrelevanz auf der anderen Seite in Einklang gebracht werden (Bernholt, Parchmann & Commons, 2009).

Einige der Desiderate und Herausforderungen im Bereich der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung sind im Folgenden zusammengestellt. Darüber hinaus gibt es weitere offene Fragen wie beispielsweise im Bereich *Nature of Science* (z.B. Lederman, 2007) oder zur Implementierung von neuen Medien im Unterricht (z.B. Butler Songer, 2007; Stadtfeld, 2011), auf welche nicht näher eingegangen wird.

2.2.1 Modellierung und Erhebung von Kompetenzen

Die Modellierung und Erhebung von Kompetenzen ist zurzeit eine der grossen Herausforderungen der empirisch forschenden Didaktik (Tiemann, Koppelt & Nehring, 2011). In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Kompetenzmodelle für den Bereich Naturwissenschaften entwickelt; Validität und Praxistauglichkeit sind jedoch – wenn überhaupt – nur bedingt gegeben (z.B. Bernholt, Parchmann & Commons, 2009; Kauertz, Fischer, Mayer, Sumfleth & Walpuski, 2010; Labudde et al., 2009; Schecker, 2012). Bislang liegen kaum Ergebnisse zur Modellierung und zur Erhebung des Kompetenzaufbaus in naturwissenschaftlichen Bereichen vor. Zudem klafft zwischen dem, was in Standards beschrieben ist, mit Modellen modelliert und bei Assessments erhoben wird, eine grosse Lücke. Dies ist vor allem der Tatsache geschuldet, dass mit den drei Elementen unterschiedliche Zielsetzungen verbunden sind. Auch im Rahmen der nationalen Validierung des HarmoS-Kompetenzmodells Naturwissenschaften+ konnte «kein systematischer Bezug zwischen verbalen Niveaubeschreibungen im Kompetenzmodell und der empirisch bestimmten Kompetenzdimension und ihrer möglichen Stufung» (Ramseier, Labudde & Adamina, 2011, S. 28) herausgearbeitet werden.

In den kommenden Jahren wird es deshalb im Wesentlichen darum gehen, die folgenden beiden Fragen empirisch abgestützt zu beantworten (Gut, 2012; Labudde, 2007; Labudde et al., 2009; Labudde & Möller, 2012; Labudde, Nidegger, Adamina & Gingins, 2012; Ramseier, Labudde & Adamina, 2011; Schecker, 2012; Wellnitz et al., Vorabdruck): Wie ist das Verhältnis verschiedener Kompetenzen zueinander: Wirken verschiedene Kompetenzen additiv oder hierarchisch miteinander? Wie kann eine ausreichende Kongruenz zwischen Standards, Modellen und Assessments hergestellt werden?

Kompetenzaufbau von Schülerinnen und Schülern

In Deutschland wurden verschiedene Modelle zur Entwicklung der Kompetenz von Schülerinnen und Schülern in einzelnen Teilbereichen erarbeitet (z.B. Aufschnaiter & Rogge, 2010; Kauertz et al., 2010; Kleickmann et al., 2010; Neumann, Viering & Fischer, 2010). Jedoch differieren diese Modelle stark und die Übertragbarkeit auf andere Themen und Lehr-Lern-Arrangements ist nicht erwiesen (Aufschnaiter & Rogge, 2010). Das heisst, es müssen differenziertere Modelle zur Kompetenzentwicklung so-

wie individuelle Diagnosetools erarbeitet und validiert werden (Kauertz, Neumann & Härtig, 2012). Eine Schwierigkeit – insbesondere wenn man an naturwissenschaftliche (und nicht biologische, chemische oder physikalische) Modelle denkt – stellen dabei die Kontextabhängigkeit sowie zu berücksichtigende situations- und personenspezifische Merkmale dar (Tiemann, Koppelt & Nehring, 2011).

Kompetenzaufbau von Lehrpersonen

Allgemein existiert im Moment keine verbindliche Definition einer Lehrpersonenkompetenz und die gegenwärtigen Kompetenzbeschreibungen sind meist vage und wenig differenziert (Aufschnaiter & Blömeke, 2010). In der deutschsprachigen Schweiz wird für die Definition einer Lehrpersonenkompetenz in den kommenden Jahren zentral sein, inwieweit damit die zur Erfüllung des kompetenzorientierten Lehrplans 21 nötigen Voraussetzungen abgedeckt werden können. Insbesondere zur Verbesserung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung sind dafür Studien zu den für das praktische Handeln relevanten Kompetenzmerkmalen von Lehrpersonen nötig, welche empirisch belastbare Ergebnisse produzieren (Kunter & Klusmann, 2010).

Derzeit gibt es einige Projekte zur Erfassung respektive zum Aufbau von professioneller Kompetenz wie zum Beispiel «ProwiN» (Tepner et al., 2012), «Professionswissen von angehenden Physiklehrkräften» (Riese & Reinhold, 2012) oder «Naturwissenschaften unterrichten können» (Brovelli, Kauertz, Rehm & Wilhelm, 2011). Um konkrete Aussagen über die Kompetenzen von Schweizer Lehrpersonen machen zu können, müsste es vermehrt Projekte geben, welche die spezifische Struktur sowohl der Schulen als auch der Lehrerinnen- und Lehrerbildung berücksichtigen.

Kompetenzaufbau im Bereich Experimentieren

Im Bereich des Experimentierens gab es in den vergangenen Jahren zahlreiche Entwicklungsprojekte und Studien (z.B. Emden & Sumfleth, 2012; Gut, 2012; Hopf, 2004; Mayer, 2007; Schreiber, Theyßen & Schecker, 2011; Tomczyszyn, Nawrath & Maisyenko, 2012; Wellnitz et al., Vorabdruck). Dennoch sind auch hier noch einige Herausforderungen zu meistern. Zum einen wurden bisher Experimentieraufgaben entweder für valide *large scale assessments* oder für den Einsatz im Unterricht entwickelt und validiert – es gibt keine Projekte, die beides berücksichtigen. Zum anderen gilt es noch, die grundlegende Frage zu beantworten, was experimentelle Kompetenz ist (z.B. Gut, 2012): Ist experimentelle Kompetenz ein eigenes Konstrukt oder ist sie nur Ausdruck von Fachwissen? Können Teilprozess-Kompetenzen unterschieden werden? Inwiefern ist der Experimenttyp entscheidend? Wie kann experimentelle Kompetenz individuell gefördert werden?

Des Weiteren müssen Experimentiersituationen im Unterricht genauer angeschaut werden (z.B. Lunetta, Hofstein & Clough, 2007): Was beeinflusst Lehrpersonen, ihre Schülerinnen und Schüler zum Experimentieren anzuleiten oder nicht? Wie gehen Lehrper-

sonen und Schülerinnen und Schüler mit Laborsicherheit und mit lebendigem Material um?

2.2.2 Lehr- und Lernprozesse auf Unterrichtsebene

Aktuelle Reformen im Bildungswesen zielen vor allem darauf ab, den Unterricht an Kompetenzen respektive an Bildungsstandards zu orientieren. Für die Beurteilung des Erfolgs dieser Reformen müssen die Ebene der Schülerinnen und Schüler sowie deren Lernerfolg ausgewertet werden (Reusser, 2009). Allgemein weiss man heute noch zu wenig darüber, wie die Kompetenzen der Lehrpersonen im Unterricht sichtbar werden und wie sie das Lernen der Schülerinnen und Schüler beeinflussen. Dafür sind mehr Studien in Schulzimmern und komplexe Forschungsdesigns nötig (Abell, 2007), zum Beispiel mithilfe von Videostudien (Duit, 2004).

Voraussetzung für die Untersuchung der Wirkung von Lehr- und Lernprozessen auf Unterrichtsebene ist ein empirisch abgesichertes Modell von Unterrichtsqualität, welches die wesentlichen Bedingungen, Merkmale und Zielkriterien von Unterricht berücksichtigt (Fischer, Borowski, Kauertz & Neumann, 2010). Aber: «Eine Balance zwischen plausiblen, aber intuitiven und validen, aber eher trivialen Modellen zu finden, ist eine Herausforderung speziell für die fachdidaktische Forschung» (Fischer et al., 2010, S. 71).

2.2.3 Entwicklung und Evaluation von Lehrmitteln

Lehr- und Lernmaterialien bilden einen der zentralen Faktoren für den Erfolg (naturwissenschaftlicher) Bildung (z.B. Helmke, 2006) und rücken als zentrales Steuerelement zunehmend in den Fokus. Obwohl sie bei der Implementierung von kompetenzorientiertem Unterricht eine wichtige Rolle spielen, können sie diese gegenwärtig noch nicht ausfüllen (Matthes, 2011). Derzeit gehen Bölsterli, Rehm und Wilhelm (2010) der Frage nach, welche Neuerungen bei der Erstellung kompetenzorientierter Lehrmittel für Autorinnen und Autoren relevant sind. Bis anhin werden die Ergebnisse der Unterrichtsforschung nicht konsequent in Lehrmitteln umgesetzt (Gräsel, 2010). Bei der Entwicklung neuer Lehrmittel sollten sie aber unbedingt einfließen. Ausserdem sollte darauf geachtet werden, dass die wesentlichen Aspekte für ein «gutes» Lehrmittel, wie zum Beispiel Kompetenzorientierung, Differenzierungsmöglichkeiten, Berücksichtigung der Präkonzepte und Interessen der Schülerinnen und Schüler oder phänomenologische Zugänge, enthalten sind (Metzger & Stuber, 2011).

Defizite im Hinblick auf Schulbuchforschung bestehen zurzeit vor allem im Bereich der empirischen Wirkungs- und Rezeptionsforschung (Fuchs, 2011). Somit sollten Fragen wie die folgenden in den Fokus von Untersuchungen rücken: Enthält der Begleitband für die Lehrpersonen alle nötigen Informationen? Verwenden die Lehrpersonen das Lehrmittel so, wie von den Autorinnen und Autoren angedacht? Führen die Aufgaben für die jeweiligen Niveaus zu einem Kompetenzzuwachs? Sind die Experimente von den Jugendlichen selbstständig durchführbar? Sind die Abbildungen und Grafiken für

die Lernenden verständlich? Wenn Lehrmittel zur Innovation im Unterricht beitragen sollen, dann ist nicht nur die Entwicklung guter Lehrmittel nötig, sondern es braucht auch entsprechende Weiterbildungen und Unterstützungsangebote für Lehrpersonen, welche ihrerseits auf ihre Wirksamkeit hin untersucht werden sollten (Gräsel, 2010).

3 Gelingensbedingungen für fachdidaktische Forschung

Fachdidaktische Forschung muss den Ansprüchen der Fachwissenschaft, der Lehr-Lern-Psychologie und nicht zuletzt der Praxis genügen. Erfolgreiche Umsetzungen zeichnen sich demnach dadurch aus, dass alle nötigen Fachexpertisen einbezogen, Kooperationen mit anderen Forschungseinheiten etabliert und Lehrpersonen von Anfang an eingebunden werden. Eine sinnvolle Verknüpfung der verschiedenen Bereiche ist dabei zentral.

3.1 Verknüpfung von Forschung und Lehre

Obwohl die Einheit von Forschung und Lehre selbstverständlich zu sein scheint, wird «Forschung ... hauptsächlich getrennt von der Lehre realisiert oder zumindest deutlich – zeitlich, personell und organisatorisch – gegen sie abgegrenzt» (Trempp & Hildbrand, 2012, S. 102). Zudem berücksichtigen Dozierende in ihrem Unterricht für zukünftige Lehrpersonen häufig nicht die Resultate der Forschung über das (fachspezifische) Lehren und Lernen (Russell & Martin, 2007). Dies ist insofern nicht verwunderlich, als eigene Forschungstätigkeit es begünstigt, dass neuste Erkenntnisse in die Lehre eingehen (Trempp, 2005). Im Hinblick auf den Trend an den pädagogischen Hochschulen der Schweiz, die Bereiche Forschung und Lehre strukturell zu trennen, ist eine gut durchdachte Verknüpfung zwischen diesen beiden Bereichen deshalb essenziell.

Realisiert werden kann eine bessere Verknüpfung auf der einen Seite dadurch, dass Forschende gezielt in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen eingesetzt werden, um diese forschungsbasiert zu gestalten (Bauer, Gräsel & Prenzel, 2012). Auf der anderen Seite könnten Dozierende gezielt in Forschungsprojekten eingesetzt werden, in welchen sie angeleitet Forschungskompetenzen aufbauen können. Damit wirken die mitarbeitenden Dozierenden als Multiplikatorinnen und Multiplikatoren: Sie erleichtern die Implementierung der Forschungsergebnisse in Aus- und Weiterbildung und können Forschungs-Know-how an andere Dozierende weitergeben (Neuenschwander, 2005).

3.2 Verknüpfung von Forschung und Praxis

Durch die gezielte Einbindung von Lehrpersonen in Forschungs- und Entwicklungsprojekte wird es möglich, Forschungsergebnisse unter Berücksichtigung der in der Praxis vorherrschenden Bedingungen in Unterrichtsmaterialien zu überführen (Möller, Kleickmann & Tröbst, 2009). Damit wiederum kann dem Trend entgegengewirkt wer-

den, dass Ergebnisse und Erkenntnisse fachdidaktischer Forschung nicht in der Schule ankommen oder die Kluft zwischen Forschungswissen und Schulpraxis zu gross wird (Duit, 2004). Eine konkrete Umsetzungsmöglichkeit stellen Unterrichtsvideos dar, welche in Zusammenarbeit zwischen Lehrpersonen und Forschenden entstehen und dann für die Aus- und Weiterbildung genutzt werden können. Diese Videos können dabei helfen, eine gemeinsame Wissensbasis zu naturwissenschaftlichem Unterricht aufzubauen und somit die Forschungsbeteiligung von Lehrpersonen zu fördern (Roth, 2007). Wichtig ist es, auch schon Studierende an das Feld der fachdidaktischen Forschung heranzuführen. Dies kann zum einen durch die Mitarbeit in Forschungsprojekten (z.B. als studentische Hilfskräfte oder im Rahmen von Masterarbeiten), zum anderen durch gezielte Module wie «Forschung und Entwicklung in der Ausbildung» realisiert werden.

3.3 Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Die Anforderungen an Forschende im Bereich Naturwissenschaftsdidaktik sind vielfältig: Sie sollten über ausreichendes Fachwissen in mindestens einer der naturwissenschaftlichen Disziplinen verfügen, sicher im Umgang mit fachdidaktischen Fragestellungen und Forschungsmethoden sein sowie bereits eigene Unterrichtserfahrungen erworben haben. Durch die Schweizer Struktur der Lehrerinnen- und Lehrerbildung wird jedoch ein Mangel an Personen induziert, welche über alle diese Voraussetzungen verfügen. Die von der Schweizerischen Konferenz der Rektorinnen und Rektoren der Pädagogischen Hochschulen (COHEP) initiierte Einführung von speziellen Fachdidaktik-Studiengängen soll diesem Trend entgegenwirken. Der nationale Master of Arts «Fachdidaktik der Naturwissenschaften» ist in Zürich angesiedelt; es ist ein Joint-Masterstudiengang der Pädagogischen Hochschule Zürich, der ETH Zürich und der Universität Zürich. Der erfolgreiche Abschluss dieses Masters bietet gute Voraussetzungen, um in der Naturwissenschaftsdidaktik sowohl im Bereich der Forschung als auch im Bereich der Lehre tätig zu sein.

Zur weiteren Förderung der fachdidaktischen Forschung in der Schweiz haben COHEP und CRUS (Rektorenkonferenz der Schweizer Universitäten) gemeinsam ein «Schweizerisches Doktoratsprogramm in Fachdidaktik» (www.fachdidaktik.ch) lanciert. Die konkreten Rahmenbedingungen werden zurzeit von der Programmleitung ausgearbeitet. Für eine langfristige Stärkung fachdidaktischer Forschung wäre es jedoch nötig, das Promotionsrecht für den Bereich der Fachdidaktiken auch an Schweizer pädagogischen Hochschulen einzuführen.

4 Fazit

International hat die Naturwissenschaftsdidaktik in den letzten Jahren beachtliche Forschungsergebnisse erzielt und damit gleichzeitig wesentlich zur wachsenden Bedeutung der fachdidaktischen Forschung allgemein beigetragen. Dennoch existieren offene Forschungsfelder, welche in den kommenden Jahren zu bearbeiten sein werden.

In der Schweiz ist die fachdidaktische Forschung auch im Bereich der Naturwissenschaftsdidaktik noch im Aufbau begriffen, obwohl in den letzten Jahren auch hier Erfolg versprechende Ergebnisse erarbeitet wurden. Insbesondere die Einführung und Umsetzung der neuen Lehrpläne sowie die damit verbundenen Veränderungen und Fragestellungen bieten gegenwärtig eine zusätzliche Chance zur Profilierung der fachdidaktischen Forschung. Eine anhaltende Nachwuchsförderung (Masterstudiengänge, Doktoratsprogramm) sowie die weitere Etablierung von Forschungszentren im Bereich der Naturwissenschaftsdidaktik können dazu beitragen, wesentliche Forschungslücken zu schliessen und neue Felder zu eröffnen. Damit würde die naturwissenschaftsdidaktische Forschung der Schweiz zunehmend internationale Beachtung finden.

Literatur

- Abell, S.K.** (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 1105–1149). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Abell, S.K. & Lederman, N.G.** (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Aufschnaiter, C. von & Blömeke, S.** (2010). Professionelle Kompetenz von (angehenden) Lehrkräften erfassen – Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 361–367.
- Aufschnaiter, C. von & Rogge, C.** (2010). Wie lassen sich Verläufe der Entwicklung von Kompetenz modellieren? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 95–114.
- Bauer, J., Gräsel, C. & Prenzel, M.** (2012). Forschung zum Lehramtsstudium: Einführung in das Themenheft. *Unterrichtswissenschaft*, 40 (2), 98–100.
- Bernholt, S., Parchmann, I. & Commons, M.L.** (2009). Kompetenzmodellierung zwischen Forschung und Unterrichtspraxis. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 219–245.
- Bölsterli, K., Rehm, M. & Wilhelm, M.** (2010). Die Bedeutung von Schulbüchern im kompetenzorientierten Unterricht – am Beispiel des Naturwissenschaftsunterrichts. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 28 (1), 138–146.
- Brovelli, D., Kauertz, A., Rehm, M. & Wilhelm, M.** (2011). Professionelle Kompetenz und Berufsidentität in integrierten und disziplinären Lehramtsstudiengängen der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 57–87.
- Butler Songer, N.** (2007). Digital Resources Versus Cognitive Tools: A Discussion of Learning Science with Technology. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 471–491). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Criblez, L.** (1996). Die Wissenschaft und Forschung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 14 (1), 61–74.
- Duit, R.** (2004). Fachdidaktiken als Forschungsgebiete und als Berufswissenschaften der Lehrkräfte – das Beispiel Didaktik der Naturwissenschaften. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22 (1), 20–28.
- Emden, M. & Sumfleth, E.** (2012). Prozessorientierte Leistungsbewertung. Zur Eignung einer Protokollmethode für die Bewertung von Experimentierprozessen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 65 (2), 68–75.
- Fischer, H.E., Borowski, A., Kauertz, A. & Neumann, K.** (2010). Fachdidaktische Unterrichtsforschung – Unterrichtsmodelle und die Analyse von Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 59–75.
- Fischer, H.E., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R. & Wirth, J.** (2003). Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 179–209.

Desiderate der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung

- Fuchs, E.** (2011). Aktuelle Entwicklungen der schulbuchbezogenen Forschung in Europa. *Bildung und Erziehung*, 64 (1), 7–22.
- Gräsel, C.** (2010). Lehren und Lernen mit Schulbüchern – Beispiele aus der Unterrichtsforschung. In E. Fuchs, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Schulbuch konkret* (S. 137–148). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gut, C.** (2012). *Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz*. Berlin: Logos.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J.** (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Heitzmann, A.** (2004). Naturwissenschaftsdidaktik in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung im Spannungsfeld zwischen Natur- und Sozialwissenschaften. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22 (1), 5–19.
- Helmke, A.** (2006). Was wissen wir über guten Unterricht? *Pädagogik*, 58 (2), 42–45.
- Hopf, M.** (2004). Schülerexperimente. Stand der Forschung und Bedeutung für die Praxis. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 53 (6), 2–7.
- Kauertz, A., Fischer, H.E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Walpuski, M.** (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 135–153.
- Kauertz, A., Neumann, K. & Härtig, H.** (2012). Competence in Science Education. In B.J. Fraser, K. Tobin & C.J. McRobbie (Hrsg.), *Second international handbook of science education* (S. 711–721). Berlin: Springer.
- Kleickmann, T., Hardy, I., Möller, K., Pollmeier, J., Tröbst, S. & Beinbrech, C.** (2010). Die Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Grundschulalter: Theoretische Konzeption und Testkonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 265–283.
- Kunter, M. & Klusmann, U.** (2010). Kompetenzmessung bei Lehrkräften – Methodische Herausforderungen. *Unterrichtswissenschaft*, 38 (1), 68–86.
- Labudde, P.** (2007). How to develop, implement and assess standards in science education? 12 challenges from a Swiss perspective. In D. Waddington, P. Nentwig & S. Schanze (Hrsg.), *Making it comparable. Standards in science education* (S. 277–301). Münster: Waxmann.
- Labudde, P., Duit, R., Fickermann, D., Fischer, H., Harms, U., Mikelskis, H. et al.** (2009). Schwerpunkttagung «Kompetenzmodelle und Bildungsstandards: Aufgaben für die naturwissenschaftsdidaktische Forschung». *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 343–370.
- Labudde, P. & Möller, K.** (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15 (1), 11–36.
- Labudde, P., Nidegger, C., Adamina, M. & Gingins, F.** (2012). The development, validation, and implementation of standards in science education: Chances and difficulties in the Swiss project HarmoS. In S. Bernholt, K. Neumann & P. Nentwig (Hrsg.), *Making it tangible. Learning outcomes in science education* (S. 235–259). Münster: Waxmann.
- Lederman, N.G.** (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 831–879). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M.P.** (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 393–441). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Matthes, E.** (2011). Lehrmittel und Lehrmittelforschung in Europa. *Bildung und Erziehung*, 64 (1), 1–5.
- Mayer, J.** (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 177–186). Berlin: Springer.
- Metzger, S. & Stuber, T.** (2011). *Folgerungen für Lehr- und Lernmittel aus den Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik*. Zürich: Bildungsdirektion des Kantons Zürich. Online verfügbar unter: http://www.bi.zh.ch/internet/bildungsdirektion/de/unsere_direktion/bildungsplanung/projekte/natech.html (19.04.2013).
- Möller, K., Kleickmann, T. & Tröbst, S.** (2009). Die forschungsgeleitete Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für die frühe naturwissenschaftliche Bildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27 (3), 415–423.
- Neuenschwander, M.P.** (2005). Forschungskompetenzen in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung erweitern: Ein Weiterbildungskonzept. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23 (2), 270–280.
- Neumann, K., Viering, T. & Fischer, H.E.** (2010). Die Entwicklung physikalischer Kompetenz am Beispiel des Energiekonzepts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 285–298.

- Ramseier, E., Labudde, P. & Adamina, M.** (2011). Validierung des Kompetenzmodells HarmoS Naturwissenschaften. Fazite und Defizite. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 7–33.
- Reusser, K.** (2009). Von der Bildungs- und Unterrichtsforschung zur Unterrichtsentwicklung – Probleme, Strategien, Werkzeuge und Bedingungen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27 (3), 295–312.
- Riese, J. & Reinhold, P.** (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. Empirische Hinweise für eine Verbesserung des Lehramtsstudiums. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15 (1), 111–143.
- Roth, K.J.** (2007). Science Teachers as Researchers. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 1205–1259). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Russell, T. & Martin, A.K.** (2007). Learning to Teach Science. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 1151–1178). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schecker, H.** (2012). Standards, competencies and outcomes. A critical view. In S. Bernholt, K. Neumann & P. Nentwig (Hrsg.), *Making it tangible. Learning outcomes in science education* (S. 219–234). Münster: Waxmann.
- Schneuwly, B.** (2009). Die Fachdidaktiken – im Zentrum der Unterrichtsforschung und -entwicklung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27 (3), 313–326.
- Schneuwly, B., Vilemin, R. & Heitzmann, A.** (2012). Bemerkungen zur Forschungslandschaft in den westschweizerischen Institutionen für Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 30 (3), 309–315.
- Schreiber, N., Theyßen, H. & Schecker, H.** (2011). Auswertungsmethodik im Projekt «Diagnostik experimenteller Kompetenz». *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, Münster 2011, Beitrag DD 18.27. Online verfügbar unter: <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/254/412> (19.04.2013).
- Stadtfeld, P.** (2011). Tradierte Lehrmittel, neue Medien, «moderner» Unterricht. Systematische Betrachtung und praktisches Modell. *Bildung und Erziehung*, 64 (1), 69–84.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H.E., Jüttner, M., Kirschner, S. et al.** (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28.
- Terhart, E.** (2011). Zur Situation der Fachdidaktiken aus der Sicht der Erziehungswissenschaft: konzeptionelle Probleme, institutionelle Bedingungen, notwendige Perspektiven. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Torthgangel, L.-H. Schön, H.J. Vollmer & H.G. Weigand (Hrsg.), *Empirische Fundierung in den Fachdidaktiken* (S. 241–256). Münster: Waxmann.
- Tiemann, R., Koppelt, J. & Nehring, A.** (2011). Empirische Fundierung chemiedidaktischer Forschung – ein Beitrag zum kompetenzorientierten Ansatz der Problemlöseforschung. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Torthgangel, L.-H. Schön, H.J. Vollmer & H.G. Weigand (Hrsg.), *Empirische Fundierung in den Fachdidaktiken* (S. 257–273). Münster: Waxmann.
- Tomczyszyn, E., Nawrath, D. & Maiseyenko, V.** (2012). Lernarrangements zur Förderung experimenteller Kompetenzen. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 61 (5), 44–48.
- Tremp, P.** (2005). Verknüpfung von Lehre und Forschung: Eine universitäre Tradition als didaktische Herausforderung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23 (3), 339–348.
- Tremp, P. & Hildbrand, T.** (2012). Forschungsorientiertes Studium – universitäre Lehre: Das «Zürcher Framework» zur Verknüpfung von Lehre und Forschung. In T. Brinker & P. Tremp (Hrsg.), *Einführung in die Studiengangentwicklung* (S. 101–116). Bielefeld: Bertelsmann.
- Wellnitz, N., Fischer, H.E., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., Pant, H.A. et al.** (Vorabdruck). Evaluation der Bildungsstandards – eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19.

Autorin

Susanne Metzger, Prof. Dr., Leiterin des Zentrums für Didaktik der Naturwissenschaften, Pädagogische Hochschule Zürich, Lagerstrasse 2, 8090 Zürich, susanne.metzger@phzh.ch