Andrea Peter-Koop & Susanne Prediger

Dimensionen, Perspektiven und Projekte mathematikdidaktischer Handlungsforschung

Erschienen in: Eckert, Ela / Fichten, Wolfgang (Hrsg.): Schulbegleitforschung: Erwartungen – Ergebnisse - Wirkungen, Waxmann Verlag, Münster 2005, S. 185-201.

Zusammenfassung: Die Erforschung des eigenen Unterrichts durch Lehrerinnen und Lehrer sollte nicht nur auf allgemeinpädagogische Fragestellungen beschränkt sein. Gerade auch die fachdidaktisch orientierte Handlungsforschung birgt besondere Chancen für die Unterrichtsentwicklung und Professionalisierung von Lehrkräften, aber auch für Theorieentwicklung. In diesem Beitrag werden zum einen Perspektiven der Handlungsforschung in Bezug auf das Fach Mathematik diskutiert. Zum anderen werden anhand zweier Projekte zum Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht (Bremen) und zur mathematischen Förderdiagnostik (Oldenburg) auch konkrete Erfahrungen und Erkenntnischancen dieser Forschungsrichtung thematisiert.

Die Diskussion um Handlungsforschung ist im Nordverbund Schulbegleitforschung sehr stark von den Erziehungswissenschaften und der Professionalisierungsperspektive geprägt, die auf die individuelle Professionalisierung von Lehramtsstudierenden im Rahmen des Studiums oder von Lehrkräften im Rahmen von Qualifizierungsprogrammen durch handlungsforschende, meist fachunabhängige Projekte fokussiert.

Wir wollen diese weitgehend unstrittigen Positionen im vorliegenden Beitrag durch drei weitere aus unserer Sicht wesentliche Facetten ergänzen: In der Mathematikdidaktik hat die Einbeziehung von Lehrerinnen und Lehrern (und seit den 1990er Jahren auch von Studierenden) bereits eine langjährige Tradition und ist eng mit der wissenschaftlichen Diskussion zur *Professionalisierung* von (angehenden) Mathematiklehrerinnen und -lehrern verbunden. Darüber hinaus werden in ihrem Kontext aber auch konkrete Beiträge zur *Unterrichtsentwicklung* geleistet, wenn sie an (individuelle oder kollektive) Planung, Durchführung und Evaluation von Unterricht gebunden ist.

Forschende Lehrerbildung wie auch Unterricht sind aber immer auch untrennbar mit konkreten fachlichen Inhalten verbunden. Daher wollen wir exemplarisch aufzeigen, welche Erkenntnischancen eine Ausweitung der Fragestellungen von den erziehungswissenschaftlichen Fragen auch auf genuin *fachdidaktische* Fragestellungen birgt. Fachdidaktische Handlungsforschung liefert außerdem auch konkrete *Forschungsimpulse* und trägt zur Ausweitung wissenschaftlichen Wissens und fachdidaktischer Theorien in Bezug auf das Lehren und Lernen bei. Daher sollen die drei Aspekte Professionalisierung, Unterrichts- und Theorieentwicklung zunächst unter Rückgriff auf die mathematikdidaktische Literatur erläutert und dann anhand von zwei Projekten illustriert und konkretisiert werden.

1. Bedeutung und Status quo mathematikdidaktischer Handlungsforschung

1.1 Fachdidaktische Handlungsforschung als Beitrag zur Professionalisierung

Solange Handlungsforschung vorrangig hinsichtlich ihres Beitrags zur Entwicklung professioneller Reflexivität von (angehenden) Lehrerinnen und Lehrern diskutiert wird, stellt sich eine sonst sehr wichtige Frage erstaunlich wenig, nämlich die nach den *Inhalten* dieser Forschung. Auf diese Lücke in der in Deutschland häufig fast ausschließlich erziehungswissenschaftlich geführten Diskussion verweisen aktuell Altrichter und Fichten:

„Die Inhaltsfrage ist im Kontext einer ‚forschenden Lehrerbildung' unterthematisiert, weil – explizit oder implizit – häufig die dispositionellen Effekte der Forschungsbeteiligung als die entscheidenden angesehen werden. [...] Wird die Inhaltsfrage nicht thematisiert, besteht auch für forschungsorientierte Ansätze die Gefahr, in den Dunstkreis der von Oelkers (2000) der Lehrerbildung generell attestierten Beliebigkeit zu geraten. Tatsächlich ist es nicht beliebig, an welchen Inhalten Reflexionsdispositionen und -kompetenzen erworben werden, denn der Inhalt wird immer – auf die eine oder andere Weise – mitgelernt." (Altrichter/Fichten 2005, S. 100)

Ausgangspunkt dieses Beitrags ist unsere nachdrückliche Übereinstimmung mit dieser Kritik an der inhaltlichen Beliebigkeit. Denn wenn Lehrerinnen und Lehrer als Fachleute für Lehren und Lernen ihre Reflexionskompetenz auch in Bezug auf *fachliche* Lehr-Lernprozesse entwickeln sollen und nicht nur in Bezug auf allgemeinpädagogische Fragen, dann müssen diese auch Gegenstand der Forschungs- und Reflexionserfahrung sein.

In der Mathematikdidaktik erfährt die *forschende Lehrerbildung* aus diesem Grund in den letzten 20 Jahren international zunehmende Bedeutung. Die dialektische Beziehung zwischen Unterricht und Unterrichtsforschung war z.B. in den Jahren 1988 - 96 Diskussions- und Arbeitsschwerpunkt der PME[1] Arbeitsgruppe *Teachers as Researchers in Mathematics Education*. Theoretische Positionen, empirische Befunde und soziokulturelle Kontexte und bildungspolitische Implikationen zur mathematikdidaktischen Handlungsforschung aus Sicht dieser Arbeitsgruppe sind in der Publikation *Developing Practice: Teachers' Inquiry and Educational Change* (Zack/ Mousley/Breen 1997) anschaulich dokumentiert. In dieser wie auch in weiteren wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird Handlungsforschung nicht bloß als Modell für die Entwicklung professioneller Praktiker verstanden, sondern

[1] Der internationale Fachverband *Psychology of Mathematics Education* (PME) besteht seit 1976 und fördert den internationalen Austausch über mathematikdidaktische Forschung und Praxis u.a. im Rahmen von jährlich stattfindenden Kongressen.

darüber hinaus als *Beitrag zur Weiterentwicklung fachdidaktischer Theorien* (siehe Abschnitt 1.3).

In diesem Zusammenhang wird neben den aktiv-forschenden Lehrerinnen und Lehrern (vgl. z.B. aktuelle deutschsprachige Beiträge von Kröpfl/Peschek 2004 und Schneider 2004) auch die Rolle von Studierenden in fachdidaktischen Handlungsforschungs- und Entwicklungsprojekten betont und wissenschaftlich reflektiert (vgl. z.B. Wollring 1994 und Peter-Koop 2001). Die Einbeziehung von Lehramtsstudierenden als *student teacher researchers* in fachdidaktische Projekte korrespondiert mit der von Lave und Wenger (1991) beschriebenen Idee der Entwicklung einer fachbezogenen *communitiy of practice*, die es ihnen auf der Basis eigener Handlungsforschungserfahrungen ermöglicht zu reflektieren, inwieweit wissenschaftliche Analysen von Unterricht aus fachdidaktischer Sicht Aufschluss geben können über individuell als wichtig und bedeutsam empfundene oder erlebte Aspekte in Bezug auf ihren angestrebten Beruf als Fachlehrerinnen und -lehrer. Jungwirth u.a. (1994) haben am Beispiel der *Interpretativen Unterrichtsforschung* gezeigt, dass Studierende ebenso wie Lehrerinnen und Lehrer von der Partizipation an mathematikdidaktischen Projekten zum Verstehen dokumentierter Praxis profitieren und diese Studien darüber hinaus in besonderer Weise bereichern können:

„Gerade bei diagnostischen Interviews ist die kommunikative Leistung junger Lehramtsstudenten häufig der von trainierten Interviewern ebenbürtig. Denn professionelle Erfahrung wird oft durch Ideenreichtum im Design und durch Einfühlungsvermögen in die Schülerrolle ausgeglichen. Die Beteiligung an Forschung schafft auch eine besondere Motivation. Die Examenskandidaten sind bereit, selbst schwierige Literaturquellen zu erschließen, wenn sie erfahren, dass sie dadurch neue Erkenntnisse im Verstehen dokumentierter Praxis gewinnen ... [und sie] können den Nutzen ihrer Arbeit nicht nur in der persönlichen Qualifikation sehen, sondern ... ihre Arbeit auch als Beitrag zur Mathematikdidaktik und damit mittelbar zur Verbesserung des Mathematikunterrichts auffassen." (S. 32-33)

In Abschnitt 2.1. sollen anhand eines aktuellen Projektes am Institut für Didaktik der Mathematik an der Universität Oldenburg Perspektiven und Erkenntnischancen didaktischer Handlungsforschung im Schnittfeld von handlungsleitender fachdidaktischer Diagnostik und Lehrerausbildung vorgestellt werden.

1.2 Fachdidaktische Handlungsforschung als Kern für Unterrichtsentwicklung

Als „Fundamentalsatz der Schulentwicklungsforschung" gilt die Feststellung, dass der eigentliche Träger von Schulentwicklung immer nur die einzelne Schule vor Ort und deren Lehrkräfte sein kann (Klieme u.a. 2000, S. 387, zit

nach Sommer 2004, S. 269). Weiterhin hat die Schulentwicklungsforschung in der empirischen Rekonstruktion von Gelingensbedingungen für Schulentwicklungsprozesse die Bedeutung der professionellen Entwicklung des Fachunterrichts herausgestellt und betont, dass Unterrichtsentwicklung nur in längerfristigen, kommunikativen Prozessen gelingen kann, die einer expliziten Gestaltung bedürfen (vgl. z.B. Bastian/Combe 2002).

Während in einigen großen Entwicklungsprojekten versucht wurde, fachunabhängige Strategien zur Veränderung des Unterrichts zu entwickeln, etwa durch Förderung der Methodenkompetenz (z.B. Klippert 1999), wird zunehmend auch die *fachspezifische* Entwicklung in den Blick genommen (z.B. BLK 1997, Kiper u.a. 2003, Krainer/Kühnelt 2002). Denn wenn sich Unterricht nicht nur in den eingesetzten Methoden und Sozialformen verändern soll, sondern auch in den Zugängen zu den Inhalten, so ist dies eine genuin fachdidaktische Aufgabe, die nicht unabhängig vom Fach gelöst werden kann.

Unterrichtsentwicklungsprojekte unterscheiden sich in ihren Interventionsstrategien. Top-down-orientierte Interventionsmodelle gehen davon aus, dass es so etwas wie eine „beste Praxis" gibt, die man allgemein definieren, operationalisieren und weitergeben kann. Innovationen werden dann im Wesentlichen als Umsetzung dieser „besten Praxis" durch die einzelnen Lehrpersonen verstanden. Folgen Unterrichtsentwicklungsprojekte dagegen einer bottom-up-orientierten Interventionsstrategie, so weisen sie Lehrkräften selbst eine maßgebliche, aktive Rolle in der Entwicklung und Evaluation guter Praxis zu und begreifen die entwickelten Unterrichtsbeispiele als lokale Antworten auf spezifische Situationen, für die es Transfermöglichkeiten gibt, die aber keine allgemeingültigen Modelle darstellen (vgl. Krainer/Kühnelt 2002, S. 44f).

Unterrichtsentwicklungsprojekte im Rahmen von Handlungsforschung sind dem bottom-up-Modell zuzuordnen, wobei der Rahmen der Handlungsforschung (und z.B. die darin gegebene Vernetzung und wissenschaftliche Begleitung) als Unterstützungssystem gesehen wird. Durch die Strukturierung der Handlungsforschungsprozesse in Planung, Aktion, Beobachtung und Reflexion (vgl. Spiralmodell in Abbildung 1 in Abschnitt 2.2) haben sie sich als guter Rahmen für Unterrichtsentwicklung erwiesen (vgl. z.B. Altrichter 2002).

Während in anderen Ländern auch die fachdidaktische Unterrichtsentwicklung im Rahmen von Handlungsforschung fest etabliert ist (z.B. in Österreich, vgl. Krainer/Kühnelt 2002), steht Deutschland in diesem Bereich relativ am Anfang, weil gerade unter fachdidaktischen Gesichtspunkten Un-

terrichtsentwicklung immer noch vorrangig in top-down-Modellen vorangetrieben wird.

Eine aktuelle Bremer Konkretisierung für ein mathematikdidaktisches Unterrichtsentwicklungsprojekt im Paradigma der Handlungsforschung soll in Abschnitt 2.2 vorgestellt werden.

1.3 Fachdidaktische Handlungsforschung als Grundlage für Theorieentwicklung

Wie oben bereits ausgeführt, liefert fachdidaktische Handlungsforschung wichtige Beiträge zur Professionalisierung und Unterrichtsentwicklung. Darüber hinaus ergeben sich im Rahmen fachdidaktischer Handlungsforschungsprojekte auch Impulse für die wissenschaftliche Theorieentwicklung zum Lehren und Lernen – in unserem Fall von Mathematik[2] (vgl. z.B. Peter-Koop 1996, Crawford/Adler 1997, Feldman/Minstrell 2000, Breen 2003). So haben in der Vergangenheit viele Lehrerinnen und Lehrer die häufig vorherrschende Dichotomie Lehrer *oder* Forscher in Frage gestellt, indem sie ihre individuellen Überzeugungen und Unterrichtspraktiken wissenschaftlich untersucht haben. Pateman (1989) charakterisiert *teacher-researchers*, also Lehrerforscherinnen und Lehrerforscher, entsprechend nicht einfach nur als Konsumenten, sondern vielmehr auch als Produzenten von Wissen:

„Such a classroom teacher is guided in the practice of teaching by the results of his or her own classroom research and does not rely exclusively on the results of others. Research and practice might then be viewed as two sides of the same coin." (Pateman 1989, S. 36)

Im anglo-amerikanischen Sprachraum sind viele Handlungsforschungsprojekte traditionell in berufliche Weiterqualifizierungsmaßnahmen wie Masters- oder Promotionsvorhaben eingebunden. Entsprechende Forschungsberichte finden sich in den Proceedings von (internationalen) Tagungen (vgl. z.B. Waters 2004), in fachdidaktisch orientieren Zeitschriften (vgl. z.B. Quinlan/Low/Llewellyn 1987) sowie in editierten Fachbüchern (vgl. z.B. Teppo/ Simonsen 1997). Entsprechend resümiert Mousley bereits 1992 in Bezug auf die Entwicklung der Mathematikdidaktik in Australien und darüber hinaus, dass fachdidaktische Handlungsforschungsprojekte nicht nur zu positiven Auswirkungen auf die berufliche Entwicklung der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer führen, sondern darüber hinaus auch Beiträge zum Wissen und zur Expertise von Dritten leisten können. Dabei betont sie die besondere

[2] Darüber hinaus verweist u.a. McTaggart (1991) auf das Potenzial der Handlungsforschung für Curriculumentwicklung und Curriculumtheorie.

Bedeutung der kooperativen Natur der teilnehmenden Forschung, die wiederum ihrerseits im Zentrum wissenschaftlichen Erkenntnisinteresses steht (vgl. Peter-Koop et al. 2003).

Auf eine weitere Dimension der Theorieentwicklung im Rahmen von fachdidaktischer Handlungsforschung verweist Wood (1999):

„From a theoretical perspective, empirical findings from inquiry into the ways in which teaching develops, as well as the interrelation between teaching and learning, need to be abstracted and generalized into theoretical frameworks for aiding knowledge of the processes involved in developing teaching." (S. 177)

Handlungsforschungsprojekte können sich demnach in zweierlei Weise auf (fachdidaktische) Theorieentwicklung auswirken: Zum einen können im Rahmen von entsprechenden Forschungsprojekten von Lehrerinnen und Lehrern sowie auch von Studierenden neue wissenschaftliche Fragestellungen aufgeworfen und empirische Ergebnisse generiert werden. Zum anderen können Ergebnisse von individueller wie kollektiver Handlungsforschung die empirische Grundlage für die Entwicklung von wissenschaftlichen Theorien zur Entwicklung von (Mathematik-)Unterricht liefern. So greift die Generierung lokalen Wissens im Kontext der konkreten Schulrealität, was für Handlungsforschungsprojekte zunächst die zentrale Wissensebene ist, mit der Entwicklung allgemeinerer Theorien ineinander.

Auf diese beiden theoriebezogenen Aspekte von Handlungsforschung soll im folgenden bei der Darstellung von zwei aktuellen mathematikdidaktischen Projekten u.a. exemplarisch eingegangen werden.

2. Vorstellung von zwei laufenden Projekten zur mathematikdidaktischen Handlungsforschung

2.1 Erfassung und Analyse mathematischer Kompetenzen von Vor- und Grundschulkindern

Die Erfassung und Analyse der mathematischen Kompetenzen von Vor- und Grundschulkindern bis zum Ende von Klasse 2 ist das Ziel eines im Wintersemester 2003/04 begonnenen Handlungs- und Entwicklungsforschungsprojekts am Lehrstuhl von Andrea Peter-Koop, das unter der Beteiligung von Lehramtsstudierenden in enger Kooperation mit zwei Grundschulen, einem Schulkindergarten und einer Kindertagesstätte in Oldenburg durchgeführt wird. Methodische Grundlage ist ein im Rahmen des australischen *Early Numeracy Research Project* (Clarke/Sullivan/Cheeseman/Clarke 2000) entwickelter Interviewleitfaden, der gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen der Arbeitgruppe von Bernd Wollring an der Universität Kassel übersetzt und an deutsche Lehrpläne angepasst worden ist.

Ziel ist es, die mathematische Performanz von Fünf- bis Siebenjährigen über einen Zeitraum von drei Jahren im Rahmen von halbjährlichen halbstandardisierten Interviews, die von Studierenden durchgeführt werden, zu erheben und die gewonnenen Interviewdaten, die in Form eines Interviewprotokolls während des Interviews notiert werden, auszuwerten. Die Auswertung erfolgt zum einen qualitativ in Bezug auf die Leistungen des einzelnen Kindes (um z.B. einen nötigen individuellen Förderbedarf zu dokumentieren), zum anderen quantitativ bezogen auf die Kohorten sämtlicher befragter Kinder an den beiden beteiligten Grundschulen, die wiederum ihrerseits jeweils mit dem Schulkindergarten bzw. der Kindertagesstätte kooperieren. Zentrales Instrument der Auswertung ist ein von den australischen Kolleginnen und Kollegen entwickeltes und wissenschaftlich abgesichertes Werkzeug (vgl. Horne/Rowley 2001), mit dessen Hilfe die mathematischen Fähigkeiten der Kinder anhand von *Ausprägungsgraden* (engl. *growth points*) beschrieben werden. Diese Ausprägungsgrade werden differenziert nach Leistungen in drei festgelegten mathematischen Bereichen formuliert:

1. Zahlen und Operationen (Zählen, Stellenwerte, Strategien bei Addition/Subtraktion und Multiplikation/Division)
2. Größen (Zeit, Längen, Masse/Gewicht)
3. Geometrie (Eigenschaften ebener Figuren, Visualisieren /Orientieren)

Ausprägungsgrade zu mathematischer Leistung insgesamt sind nicht vorgesehen. In jedem der acht Teilbereiche werden Ausprägungsgrade von 0 bis maximal 6 differenziert und durch beobachtbares Verhalten beschrieben[3]. Zentrales Anliegen des australischen ENRP und seiner deutschen Adaption ist handlungsleitende Diagnostik, die die beteiligten Personen in Wissenschaft und Praxis als unabdingbare Voraussetzung für den Umgang mit Heterogenität und u.U. problematischen Mathematikleistungen verstehen.

Die Ziele des Projektes liegen im Schnittfeld von Lehrerausbildung einschließlich ihrer Beforschung und wissenschaftlichem Erkenntnisinteresse bezüglich der Entwicklung des mathematischen Verständnisses von Fünf- bis Siebenjährigen.

2.1.1 Forschendes Lernen im Rahmen einer diagnostisch angereicherten Lehrerausbildung

Eine Analyse der Curricula der mathematikdidaktischen Ausbildung von angehenden Grundschullehrerinnen und -lehrern indiziert ein Defizit der Ausbildung in Bezug auf die Vermittlung von diagnostischen Kompetenzen[4]. Dies erscheint problematisch, weil *diagnostische Kompetenz* zu den Kernkompetenzen der Unterrichtenden gehört (vgl. Schrader/Helmke 2001). Voraussetzung für den in der Grundschule als Schule für alle Kinder charakteristischen Heterogenität ist die neben der kontinuierlichen Lernbeobachtung als diagnostisches Instrument, die *theoriegeleitete* Interpretation der gemachten Beobachtungen und die *theoriegeleitete* Entwicklung von Fördermaßnahmen. Diesbezüglich sind fachliche und fachdidaktische Kompetenzen unerlässlich, denn „kontinuierliche Lernbeobachtung setzt einen differenzierten, anwendungsbreiten Überblick über die Anforderungen und Schwierigkeiten des Lerngegenstandes voraus“ (Christiani 2004, S. 11).

Die Einbindung von Studierenden in das o.g. Projekt ist somit ein Beitrag zur Professionalisierung im Rahmen einer diagnostisch angereicherten Lehrerausbildung, denn die Beteiligung der Studierenden geht über die Erhebung mathematischer Kompetenzen in Form von Interviews hinaus und schließt ausdrücklich eine theoriegeleitete Auseinandersetzung mit den empirischen

[3] Die Ausprägungsgrade sind jedoch nicht zwingend hierarchisch geordnet, sondern erfassen zunehmend komplexes Denken und Verstehen. Zu betonen ist, dass der Ausprägungsgrad „0“ lediglich indiziert, dass der Ausprägungsgrad „1“ noch nicht nachzuweisen ist, was nicht bedeuten muss, dass die Kinder überhaupt kein (Vor-) Wissen haben.

[4] Im Rahmen der neuen Bachelor-/Masterstruktur der Lehrerausbildung im Fach Elementarmathematik an der Universität Oldenburg ist seit dem Wintersemester 2004/05 ein Modul zur Förderdiagnostik als Pflichtmodul für alle Studierenden in diesem Studienfach verbindlich.

Befunden ein. Das heißt, die Studierenden sollen durch die Durchführung und Auswertung der Schülerinterviews lernen, was sie in unterschiedlichen Lehr-Lern-Situationen im Unterricht später erwartet und wie sie sowohl ihren Unterricht als auch die spezielle individuelle Förderung entsprechend den konkreten kollektiven wie individuellen Befunden anpassen. Der Lernprozess der beteiligten Studierenden wird in Form einer *Begleitforschung* kritisch evaluiert. Grundlage sind schriftliche Befragungen aller Beteiligten vor und nach dem Projekt sowie Feldnotizen aus den Begleitseminaren sowie ergänzende Interviews mit ausgewählten Studierenden. Gegenwärtig befindet sich diese Studie noch im Stadium der Datenerhebung, so dass diesbezügliche Ergebnisse noch nicht vorliegen.

Fachdidaktische Handlungsforschung wie im Oldenburger Projekt kann darüber hinaus auch der schulischen Qualitätssicherung dienen, wenn internationale Vergleichsstudien im Sinne Weinerts (2001) „durch maßgeschneiderte informelle schul- und klassenspezifische Untersuchungen ergänzt werden." (S. 365).

2.1.2 Forschungsimpulse in Bezug auf die Entwicklung mathematischen Verständnisses

Nachdem bereits die Befunde der Befragung von 63 Erstklässlerinnen und Erstklässlern und 27 Kindergartenkindern vorliegen, kann im folgenden anhand von Beispielen illustriert werden, inwieweit sich aus diesem Projekt Forschungsimpulse in Bezug auf die Entwicklung mathematischer Kompetenzen von Klasse 0 bis 2 ableiten lassen. Die Befragung der Erstklässler nach dem ersten Schulhalbjahr ergab z.B. unerwartet hohe Ausprägungsgrade bei Strategien zur Multiplikation und Division sowie erhebliche vorschulische Kenntnisse zum Größenbereich „Längen", der zum Zeitpunkt der Befragung in keiner der drei beteiligten Klassen im Unterricht behandelt worden war. Während sich die erhobenen Vorkenntnisse zu Längen weitgehend mit empirischen Befunden aus der internationalen Literatur decken, ist dies für die relativ elaborierten Strategien zur Multiplikation/Division nicht der Fall und somit Gegenstand potenzieller weiterer Untersuchungen.

Die Befragung der Kindergartenkinder ergab neben einem erwartet differenzierten und heterogenen Gesamtleistungsbild auch eine Korrespondenz zu Ergebnissen der PISA-Studie (Deutsches PISA-Konsortium 2000), denn die befragten Kinder mit Migrationshintergrund waren bei allen Items ausnahmslos in den beiden untersten Ausprägungsgraden zu finden, obwohl das Interview stark materialbasiert ist und Kindern die alternative Artikulation ihres Wissens und ihrer Strategien anhand des Materials erlaubt. Diese Befunde

führten zu einem Anschlussprojekt, indem untersucht werden soll, inwieweit Kinder, die bereits im letzten Kindergartenjahr vor dem Schuleintritt durch schwache mathematische Kompetenzen aufgefallen sind, durch eine gezielte Förderung in der Zeit vor dem Schuleintritt später im Anfangsunterricht profitieren.

Die wissenschaftlichen Befunde dieses Projektes gehen ferner in die Konzeption eines interdisziplinären Weiterbildungsstudiengangs zur mathematischen Frühförderung im Kindergarten und im Anfangsunterricht ein, der im Frühjahr 2005 erstmals an der Universität Oldenburg anläuft.

2.2. Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht

Das Bremer Schulbegleitforschungsprojekt Nr. 165 „Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht. Eigenverantwortliches Lernen auf vielfältigen Wegen“ läuft an der Gesamtschule Mitte seit August 2003 und bis Juli 2006. Vier dafür stundenweise entlastete Lehrerinnen und Lehrer arbeiten gemeinsam mit Susanne Prediger, die das Projekt wissenschaftlich begleitet, und Studierenden in wechselnder Besetzung daran, für alle drei Klassen des Jahrgangs 6/7 exemplarisch Materialien, Strukturen und Methoden zu entwickeln, um das eigenverantwortliche Lernen auf vielfältigen Wegen zu unterstützen.

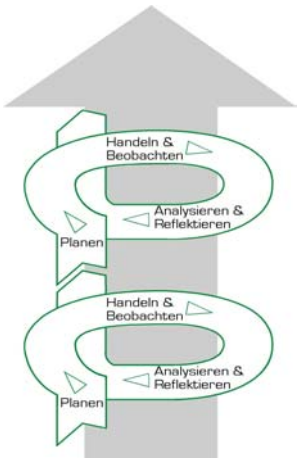

Abb. 1: Spiralmodell der Handlungsforschung (nach Kurt Lewin)

Im Projekt wird nach dem in Abb. 1 dargestellten Spiralmodell der Handlungsforschung nach Kurt Lewin (vgl. z. B. Atweh 2004) gearbeitet, das Entwicklungsarbeiten im wiederholten Zyklus der Tätigkeiten *Reflektieren – Planen – Handeln & Beobachten – Analysieren & Reflektieren* strukturiert.

2.2.1 Unterrichtsentwicklung für einen produktiveren Umgang mit Heterogenität als Prozess der Handlungsforschung

Ausgangspunkt im Team war die Analyse und Reflexion des „Problems Heterogenität“, so wie es sich für die Lehrkräfte und aus wissenschaftlicher Sicht unter Einbeziehung aktueller Forschungsergebnisse darstellt. Angesichts der Unvermeidbarkeit von Heterogenität wurde die Idee leitend, einen

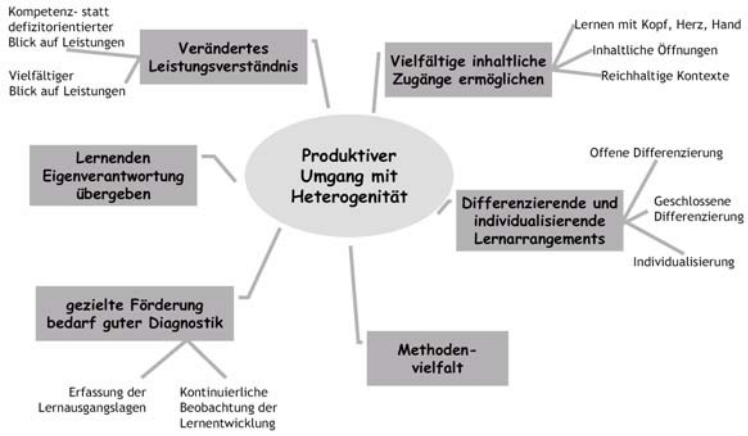

Abb. 2: Leitideen für einen produktiven Umgang mit Heterogenität im Fachunterricht

Perspektivwechsel zu vollziehen und Vielfalt im Unterricht als Chance zu begreifen. Um uns für diese Sichtweise zu sensibilisieren, haben wir nach Situationen gesucht, in denen Vielfalt tatsächlich zur Chance wurde (vgl. Prediger 2004a). Als Grundlage für die Planung konkreter Lernarrangements wurden dann Leitideen für eine produktiven Umgang mit Heterogenität zusammengetragen (vgl. Abb. 2. sowie Prediger 2004b).

Beispiele für konkrete Aspekte im ersten Projektjahr können hier nur stichwortartig beschrieben werden:

1. Planung schülerorientierter unterrichtlicher Zugänge zum Winkel- und zum Zufallsbegriff unter Berücksichtigung der vorunterrichtlichen Vorstellungen der Lernenden (Beobachten/Analysieren im Vorfeld der Unterrichtsplanung. Methodisches Instrument: klinische Interviews, die qualitativ ausgewertet wurden. Leifragen: Mit welcher Vielfalt müssen wir bei den Vorstellungen der Lernenden rechnen? Wo können/müssen wir inhaltlich anknüpfen?)
2. Einführung einer Flexphase[5] zum eigenverantwortlichen Sichern von Basiswissen (Planen, Handeln und dann Beobachten zur Evaluation, Wei-

[5] Die Idee einer „Flex-Zeit“ als im ritualisierten Tagesablauf fest installierte Zeit, in der Lernende eigenverantwortlich ihre Arbeit planen und erledigen, brachten Lehrkräfte der Projekt-Schule aus Schweden mit. Im Mathematikunterricht der Projektklassen wurde dies zunächst ganz bescheiden begonnen mit einer wöchentlichen 20-minütigen Übungsphase, inzwischen befindet

terentwickeln, Handeln, Beobachten. Begleitforschungsfrage: Unter welchen Bedingungen gelingt es, dass die Lernenden die Eigenverantwortung auch übernehmen können? Methodische Instrumente: videographierte Unterrichtsbeobachtung, gegenseitige Hospitationen, Schülerinterviews zur Klärung der Lernendenperspektive)

3. Einführung der Methode Gruppenpuzzle zur Förderung von Eigenverantwortung und Kommunikation (Planung, Handeln, Scheitern, erst danach, obwohl nicht wirklich geplant Beobachten/Analysen an Videomitschnitten: Wieso waren Lernende im ersten Versuch nicht in der Lage, die ihnen übergebene Teilverantwortung für das Lernen der anderen zu übernehmen? Welche Strukturen, welche fachlich-inhaltlichen und methodischen Arrangements sind notwendig, damit sie die Rolle ausfüllen können? Dann wieder Planen, Handeln, Beobachten im zweiten Versuch. Methodische Instrumente: gegenseitige Hospitationen, videographierte Unterrichtsbeobachtung, Analyse von Schülerprodukten)

Als eine zentrale Herausforderung für die weitere Unterrichtsentwicklung hat sich das Spannungsverhältnis herausgestellt zwischen Individualisierung (die aufgrund der Heterogenität geboten erscheint) und gemeinsamer Kommunikation (die zur vertieften *verständnisorientierten* Auseinandersetzung mit den Inhalten notwendig ist). Keiner der Pole bildet für sich allein ein tragfähiges Unterrichtskonzept; die angemessene Balance zu finden, ist eine nicht triviale, genuin fachdidaktische Entwicklungsaufgabe, bei der auch die Heterogenität der beteiligten Lehrkräfte bzgl. ihrer individuellen Präferenzen deutlich sichtbar wird.

2.2.2 Forschungsimpulse in Bezug auf eigenverantwortliches Lernen

Ohne die Projektergebnisse zum jetzigen Zeitpunkt schon im einzelnen ausformulieren zu können, zeichnen sich neben der Entwicklung konkreter Lernarrangements wichtige Forschungsimpulse ab, die über die Generierung lokalen Wissens im Kontext der konkreten Schule hinaus Relevanz entwickeln können.

Als ein zentrales Thema ist die Frage nach geeigneten Strukturen entstanden, die den Lernenden hinreichend viel Zielorientierung und Transparenz über die Anforderungen geben, so dass sie sich darin eigenverantwortlich bewegen können. Während in der aktuellen Diskussion und vielen empiri-

---

sich die gesamte Schule in einer Versuchsphase mit drei Stunden Flex pro Woche über drei Fächer.

schen Forschungsprojekten dem Aufbau der Selbstlernkompetenz der Schülerinnen und Schüler durch spezielle Trainings eine große Bedeutung zugemessen wird (z.B. Beck u.a. 1992, Gürtler u.a. 2002), zeigen unsere Analysen in alltäglichen Unterrichtssituationen, dass die Bedeutung angemessen strukturierter Lernarrangements des Fachunterrichts mindestens ebenso so groß zu sein scheint wie die gezielte Förderung der Selbstlernkompetenzen. Dies wird auch durch methodisch sorgfältige punktuelle Analysen im Rahmen einer Examensarbeit im Projekt bestätigt (Ney 2004). Die eher in laborartigen Studien (z.B. in Trainings außerhalb des normalen Unterrichts) entwickelten Theorien eigenverantwortlichen Lernens müssen folglich auf dieser Ebene ergänzt werden, wenn sie für den alltäglichen Fachunterricht Bestand haben sollen (vgl. Wood in Abschnitt 1.3).

Das Projekt kann damit Impulse für weitere auf die Lernarrangements bezogene Forschungen rund um diese Frage liefern, die für die breitere Etablierung eigenverantwortlichen Lernens von großer Bedeutung ist. Wie müssen Lernarrangements strukturiert und Ziele ausgewiesen sein, damit Lernende Eigenverantwortung übernehmen können?

Weitere Forschungsimpulse beziehen sich auf die inhaltlichen Vorprägungen und ihrer produktiven Nutzung (Mit welchen Vorstellungen kommen Kinder in den Unterricht zu bestimmten Themen? Wie lassen sich diese konstruktiv aufgreifen, mit den zu erwerbenden fachlichen Konzepten konfrontieren und schließlich in diese Richtung weiterentwickeln?), die zu einem eigenständigen Forschungsprogramm jenseits dieses Projekts weiter ausgebaut werden (vgl. Prediger in Vorbereitung).

2.2.3. Transfer und Vernetzung

Das Projektteam legt ferner großen Wert darauf, auch die noch nicht perfekten Ergebnisse für Lehrerfortbildungen (z.B. im Rahmen von SINUS) unmittelbar fruchtbar zu machen und immer wieder in den Schulentwicklungsprozess zurückfließen zu lassen. So ist das Projekt eingebunden in einen größeren Zusammenhang, der die Transfereffekte sichert.

3. Fazit und Ausblick

Mathematikdidaktische Handlungsforschung hat wie oben ausgeführt bereits eine längere internationale Tradition. Ihre Inhalte, Kontexte und Wirkungsfelder liegen im Schnittfeld von mathematikbezogener Professionalisierung, Unterrichts- und Theorieentwicklung. Die Frage nach ihrer Wirksamkeit lässt sich daher auf verschiedenen Ebenen stellen und beantworten.

Die beteiligten Lehrkräfte und Studierenden erfahren durch die gemeinschaftliche Planung, Ausführung und Reflexion von didaktischen Interventionen eine wichtige Möglichkeit zur Professionalisierung. Immer wieder hervorgehoben wird von Lehrkräften der als Luxus empfundene Raum für Reflexion des eigenen Handelns, der im Alltag sonst regelmäßig zu kurz zu kommen droht, für die professionelle Weiterentwicklung aber von großer Bedeutung ist. Studierende betonen besonders die Praxisbezogenheit der Handlungsforschungen als wichtigen Grund ihrer Wirksamkeit für den eigenen Professionalisierungsprozess.

Darüber hinaus gewinnen Lehrkräfte im Rahmen der Projekte konkret verwertbare Ergebnisse für die Gestaltung der eigenen Unterrichtspraxis. Unterrichtsentwicklungsbezogene Handlungsforschung erweist sich so (z.B. in dem Bremer Projekt) als zentrales Unterstützungssystem für Unterrichts- und Schulentwicklungsprozesse an der konkreten Schule, das auch auf Kollegen der anderen Fächern spürbar ausstrahlt.

Die wissenschaftlichen Erkenntnischancen fachdidaktischer Handlungsforschung gehen jedoch über lokales Wissen im Kontext realer Unterrichtssituationen hinaus und schließen explizit auch verschiedene Dimensionen der pädagogischen und fachdidaktischen Theorieentwicklung ein. Im Oldenburger Projekt betreffen sie zum Beispiel die Entwicklung mathematischer Kompetenzen im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule, während im Bremer Schulbegleitforschungsprojekt auf methodische und strukturelle Gelingensbedingungen eigenverantwortlichen Lernens sowie Ansätze zum Umgang mit heterogenen inhaltlichen Vorerfahrungen fokussiert wird.

Die weitere Entwicklung mathematikdidaktischer Handlungsforschung wird an den Universitäten Oldenburg und Bremen geprägt sein durch die Einführung der Bachelor/Master-Lehramtsstudiengänge (im Wintersemester 2004/05 bzw. 2005/06)[6]. Im Bachelor-Studiengang werden erste Erkundungen unter diagnostischen Gesichtspunkten verankert, im anschließenden Master-Studiengang sollen forschungsorientierte Ausbildungsanteile explizit Anknüpfungspunkte an eine breitere Kultur des forschenden Lernens bieten. Dies ist nicht nur in handlungsforschenden Projekten möglich, sondern auch in klassischer empirischer Forschung, gleichwohl bieten Handlungsforschungsprojekte gerade durch die Verknüpfung von Professionalisierung,

[6] Auch auf internationaler Ebene sind fachdidaktische Handlungsforschungsprojekte oft an die wissenschaftliche (Weiter-)Qualifikation von Lehrerinnen und Lehrern im Rahmen von Bachelor/Master-Konzepten angebunden.

Unterrichtsentwicklung und Theorieentwicklung einen ausgesprochen geeigneten Rahmen und sollen daher in Zukunft ausgebaut werden.

Bibliographie

Altrichter, Herbert (2002): Unterrichtsentwicklung durch forschende Lehrerinnen und Lehrer, in: Kyburz-Graber, Regula u.a. (Hrsg.): Unterrichtsentwicklung, Luzern: WBZ. http://www.unterrichtsentwicklung03.ch/03/referate/altrichter_text.pdf (Zugriff November 2004)

Altrichter, Herbert / Fichten, Wolfgang (2005): Praxisnahe Forschung als Entwicklungsmotor einer Reform der Lehrerbildung, in: Bastian, Johannes et al. (Hrsg.): Lehrerbildung in der Entwicklung, Beltz, Weinheim, S. 94-105.

Atweh, Bill (2004): Understanding for changing and changing for understanding. Praxis between practice and theory through action research in mathematics education, in: R. Zevenbergen / P. Bolero (Eds.): Researching the socio-political dimensions of mathematics education: Issues of power in theory and methodology, Dordrecht: Kluwer, S. 1-14.

Bastian, Johannes / Combe, Arno (2002): Unterrichtsentwicklung. Entwicklungsaufgaben und Gelingensbedingungen, in: Pädagogik 54(3), S. 6-9

Beck, Erwin et al. (1992). Projekt eigenständige Lerner: Förderung des eigenständigen Lernens, Denkens und Problemlösens von Schülern durch die Erleichterung der Selbststeuerung, Selbstbeobachtung und Reflexion der eigenen Lernerfahrungen, Wissenschaftlicher Schlussbericht an den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Forschungsstelle der Pädagogischen Hochschule, St. Gallen.

BLK (1997): Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, Bonn: Bund-Länder-Kommission zur Bildungsplanung und Forschungsförderung, Heft 60.

Breen, Chris (2003): Mathematics Teachers as Researchers: Living on the Edge?, in: Bishop, Alan J. / Keitel, Christine / Kilpatrick, Jeremy / Leung, F.K.S. (Eds.): Second International Handbook of Mathematics Education, Dordrecht: Kluwer, S.523-544.

Christiani, Reinold (2004): Schuleingangsphase neu gestalten, Berlin: Cornelsen Scriptor.

Clarke, Doug / Sullivan, Peter / Cheeseman, Jill / Clarke, Barbara (2000): The early numeracy research project: Developing a framework for describing early numeracy learning, in: Bana, Jack / Chapman, Anne (Eds.): Proceedings of the 23rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Sydney: MERGA, Vol. 1, S. 180-188.

Crawford, Kathryn / Adler, Jill (1996): Teachers as researchers in mathematics education, in: Bishop, Alan J. et al. (Eds.): International Handbook of Mathematics Education, Dordrecht: Kluwer, S. 1187-1205.

Deutsches PISA-Konsortium (2000) (Hrsg.): Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich, Opladen: Leske + Budrich.

Feldman, Allan / Minstrell, Jim (2000): Action research as a research methodology for the study of the teaching and learning of science, in: Kelly, Antony E. / Lesh, Richard A. (Hrsg.): Handbook of Research Design in Mathematics and Mathematics Education, New Jersey / London: Lawrence Erlbaum, S. 429-455.

Gürtler, Tina u.a. (2002): Training zur Förderung selbstregulativer Fähigkeiten in Kombination mit Problemlösen in Mathematik, in: Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft, S.222-239.

Horne, Marj / Rowley, Glenn (2001): Measuring growth in early numeracy: Creation of intervals scales to monitor development, in: van den Heuvel-Panhuizen, Marja (Ed.): Proceedings of

the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Utrecht: University of Utrecht, Vol. 3, S. 161-168.
Jungwirth, Helga / Steinbring, Heinz / Voigt, Jörg / Wollring, Bernd (1994): Interpretative Unterrichtsforschung in der Lehrerbildung, in: Maier, Hermann / Voigt, Jörg (Hrsg.): Verstehen und Verständigung, Köln: Aulis, S. 12-42.
Kiper, Hanna / Meyer, Hilbert / Mischke, Wolfgang / Wester, Franz (2003): Qualitätsentwicklung in Unterricht und Schule. Das Oldenburger Konzept. Universität Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
Klieme, Eckhard u.a. (2000): Schulbezogene Evaluation und Schulleistungsvergleiche – Eine Studie im Anschluss an TIMSS, in: Rolff, H.-H. u.a. (Hrsg.): Jahrbuch der Schulentwicklung, Band 11. Daten, Beispiele, Perspektiven, Weinheim, S. 387-419.
Klippert, Heinz (1999): Auf dem Weg zu einer neuen Lernkultur. Pädagogische Schulentwicklung in den Regionen Herford und Leverkusen. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.
Krainer, Konrad / Kühnelt, Helmut (2002): Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST, Studienverlag, Innsbruck u.a.
Kröpfl, Bernhard / Peschek, Werner (2004) (Hrsg.): Lehrerinnen und Lehrer auf dem Weg zur Professionalität. Dokumentation des Universitätslehrgangs „Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer(innen) (PFL) – Mathematik“, München/Wien: Profil Verlag.
Lave, Jean / Wenger, Etienne (1991): Situated Learning, Cambridge: Cambridge University Press.
McTaggart, Robin (1991): Action Research: A Short Modern History, Geelong: Deakin University Press.
Mousley, Judith (1992): Research in practice: Teachers as researchers, in: Atweh, Bill & Watson, Jane (Eds.), Research in Mathematics Education in Australasia 1988-1991, Brisbane: MERGA, pp. 96-114.
Ney, Florian (2004): Das Entscheidungsverhalten von Sechstklässlern in einer offenen Lernsituation – Eine explorative Studie, Wissenschaftliche Hausarbeit, Universität Bremen: Fachbereich Mathematik.
Pateman, Neil A. (1989): Research into practice. Teachers researching their mathematics classrooms. Arithmetic Teacher 37(2), pp. 36-38.
Peter, Andrea (1996): Aktion und Reflexion. Lehrerfortbildung aus international vergleichender Perspektive, Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
Peter-Koop, Andrea (2001): From „teacher researchers“ to “student teacher researchers”- Diagnostically enriched didactics, in: van den Heuvel-Panhuizen, Marja (Ed.): Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Utrecht: University of Utrecht, Vol. 1, S. 72-79.
Peter-Koop, Andrea / Santos-Wagner, Vânia / Breen, Chris / Begg, Andy (2003) (Eds.): Collaboration in Teacher Education. Examples from the Context of Mathematics Education, Dordrecht: Kluwer.
Prediger, Susanne (2004a): „Darf man das denn so rechnen?“ Vielfalt im Mathematikunterricht, in: Friedrich Jahresheft XXII, S. 86-89. (www.math.uni-bremen.de/didaktik/prediger.html)
Prediger, Susanne (2004b): Heterogenität macht Schule – Herausforderungen und Chancen, in: Sailer, Wolfram u.a. (Hrsg.): Schulbegleitforschung Bremen Jahrbuch 2004, Landesinstitut für Schule, Bremen, S. 90-97.
Prediger, Susanne (in Vorbereitung): Didaktische Rekonstruktion als Forschungsmodell für die Mathematikdidaktik, Manuskript in Vorbereitung.

Quinlan, Cyril / Low, Bob / Llewellyn, Bernard (1987): Action research into teaching algebra. Research in Mathematics Education in Australia, 3, pp. 57-61.
Schneider, Edith (2004) (Hrsg.): Professionalität von Lehrerinnen und Lehrern, Themenheft des Zentralblatts für Didaktik der Mathematik 36(1).
Schrader, Friedrich-Wilhelm / Helmke, Andreas (2001): Alltägliche Leistungsbeurteilung durch Lehrer, in: Weinert, Franz E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen, Weinheim: Beltz, S. 45-58.
Sommer, Norbert (2004): Welchen Nutzen kann die Einzelschule ais den Ergebnissen und Instrumenten der „großen Vergleichsuntersuchungen“ ziehen?, in: Journal für Mathematikdidaktik 25 (3/4), S. 269-293.
Teppo, Anne / Simonsen, Linda (1997): Collaborative action research across multiple sections of a preservice elementary mathematics course, in: Zack, Vicki et al. (Eds.): Developing practice: Teachers' inquiry and educational change, Geelong: Deakin University Press, pp. 75-85.
Waters, Jillian (2004): Mathematical patterning in early childhood settings., in: Putt, Ian et al. (Eds.), Proceedings of the 27th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Sydney: MERGA, pp. 565-572.
Weinert, Franz E. (2001): Perspektiven der Schulleistungsmessung – mehrperspektivisch betrachtet, in: Weinert, Franz, E. (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen, Weinheim: Beltz, S. 353-365.
Wollring, Bernd (1994): Qualitative empirische Untersuchungen zum Wahrscheinlichkeitsverständnis bei Vor- und Grundschulkindern, Universität Münster: Unveröffentlichte Habilitationsschrift.
Wood, Terry (1999): Approaching teacher development: Practice into Theory, in: Jaworski, Barbara / Wood, Terry / Dawson, Sandy (Eds.), Mathematics Teacher Education. Critical International Perspectives, London: Falmer Press, pp. 163-179.
Zack, Vicki / Judith Mousley / Chris Breen (1997) (Eds.): Developing practice: Teachers' inquiry and educational change, Geelong: Deakin University Press.

Angaben zu den Autorinnen

Peter-Koop, Andrea, Dr., ist Professorin für Didaktik der Mathematik mit dem Schwerpunkt Primarstufe an der Universität Oldenburg. Ihre Forschungsschwerpunkte betreffen u.a. Fragen der Mathematiklehrerbildung aus international vergleichender Perspektive, Interaktionsmuster und Modellierungsprozesse von Grundschulkindern beim Sachrechnen sowie mathematische Förderdiagnostik im Elementar- und Primarbereich. Sie ist u.a. Herausgeberin der Buchreihe *Mathematics Teacher Education* bei Springer/Kluwer sowie Mitglied im Editorial Board des *Journal of Mathematics Teacher Education*.

Prediger, Susanne, Dr., Juniorprofessorin für Didaktik der Mathematik in der Sekundarstufe an der Universität Bremen, beschäftigt sich mit mathematischen Lehr-Lernprozessen, Unterrichtsentwicklung und Lehrerausbildung unter vielfältigen Perspektiven. Sie hat über den Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht verschiedene Aufsätze publiziert und ist Mitglied im Koordinierungsgremium der Bremer Schulbegleitforschung sowie Mitherausgeberin der Zeitschrift *Praxis des Mathematikunterricht in der Schule*.