

10 Jahre Bildungsstandards

Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2014

hg. von Anna Susanne Steinweg

Bildungs- standards



University
of Bamberg
Press

4 Mathematikdidaktik Grundschule

Mathematikdidaktik Grundschule

hg. von Anna Susanne Steinweg
(Didaktik der Mathematik und Informatik)

Band 4

10 Jahre Bildungsstandards

Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2014

hg. von Anna Susanne Steinweg



Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Informationen sind im Internet über <http://dnb.ddb.de/> abrufbar

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über den Hochschulschriften-Server (OPUS; <http://www.opus-bayern.de/uni-bamberg/>) der Universitätsbibliothek Bamberg erreichbar. Kopien und Ausdrücke dürfen nur zum privaten und sonstigen eigenen Gebrauch angefertigt werden.

Herstellung und Druck: docupoint, Magdeburg
Umschlaggestaltung: University of Bamberg Press
Foto: A. Steinweg

© University of Bamberg Press Bamberg 2014
<http://www.uni-bamberg.de/ubp/>

ISSN: 2193-2905
ISBN: 978-3-86309-270-2 (Druckausgabe)
eISBN: 978-3-86309-271-9 (Online-Ausgabe)
URN: urn:nbn:de:bvb:473-opus4-254720

Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Sprecherinnen und Sprecher des Arbeitskreises Grundschule in der GDM	7
-------------------------------------------------------------------------------------	---

Hauptvorträge

<i>Christina Drüke-Noe</i> 10 Jahre Bildungsstandards – Kein Blick zurück ohne einen Blick voraus	9
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

<i>Claudia Fischer & Brigitte Döring</i> Kompetenzorientierung im Unterricht – Erfahrungen aus neun Jahren SINUS-Programmen für Grundschulen	25
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<i>Christoph Selter</i> Bildungsstandards und Unterrichtspraxis – Konzeptionen, Materialien und Erfahrungen aus fünf Jahren PIKAS	37
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<i>Anna Susanne Steinweg</i> Muster und Strukturen zwischen überall und nirgends – Eine Spurensuche	51
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Podiumsdiskussion 10 Jahre Bildungsstandards – Rückblick und Perspektiven	67
------------------------------------------------------------------------------	----

Berichte aus den Arbeitsgruppen

Arithmetik	81
Daten, Zufall und Wahrscheinlichkeit	83
Geometrie	85
Lehrerfortbildung	87
„PriMaMedien“	89
Sachrechnen	91
Vorschulische Bildung	93

Vorwort

Auch in diesem Jahr fand die Herbsttagung des Arbeitskreises Grundschule der GDM in Tabarz (Thüringen) statt. In der Zeit vom 07. bis 09. November widmete man sich dem Rahmenthema „10 Jahre Bildungsstandards – Rückblick und Perspektiven“. Die Ergebnisse der Tagung sind in dem hier vorliegenden vierten Band der Reihe „Mathematikdidaktik Grundschule“ zusammengefasst.

10 Jahre Bildungsstandards sind ein Meilenstein, der Anlass für einen Blick zurück bietet. Nach der Verabschiedung der Bildungsstandards in den Jahren 2003 und 2004 hat sich viel bewegt: in den Lehrplänen der Bundesländer, in der Lehrkräfteausbildung und nicht zuletzt ganz konkret im Mathematikunterricht. Doch sind damit auch die gesetzten Ziele erreicht? Welchen Erfolg und welche Veränderungen haben uns die Bildungsstandards tatsächlich gebracht? Aus den Erkenntnissen dieses Rückblicks ergeben sich Hinweise zur Weiterentwicklung der Bildungsstandards. Gilt es doch, aus den bisherigen Entwicklungen Schlüsse zu ziehen und neue Perspektiven abzuleiten. So ist die diesjährige Tagung als ein bewusstes Innehalten zu verstehen, wobei der Blick zurück bedeutsame Erkenntnisse und Anregungen für den weiteren Weg liefern kann.

Die Hauptvorträge der diesjährigen Tagung widmeten sich verschiedenen Aspekten rund um das Thema „Bildungsstandards“. So ging es beispielsweise um ihre Funktion, die Bedeutung der Lehrkräfteausbildung, das Projekt SINUS zur Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts und um den Inhaltsbereich „Muster und Strukturen“, der durch die Bildungsstandards eine besondere Bedeutung bekommen hat. Um sich intensiv und diskursiv mit den Auswirkungen der Bildungsstandards und künftigen Anforderungen auseinanderzusetzen, wurde in diesem Jahr eine Podiumsdiskussion durchgeführt. Zu den zentralen Fragen „Was haben die Bildungsstandards bewegt?“, „Welche Probleme zeigen sich?“ und „Wie geht es weiter?“ nahmen Persönlichkeiten aus den verschiedenen Phasen der Lehreraus- und

Vorwort

Weiterbildung sowie der Schulpraxis und Schulverwaltung aus ihrer Perspektive Stellung. Insgesamt bot diese Tagung wieder viel Anlass zur Diskussion und die Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten zahlreiche neue Denkanstöße mitnehmen.

Unser Dank richtet sich ganz besonders an alle Kolleginnen und Kollegen, die auch in diesem Jahr durch ihre wissenschaftlichen Beiträge und Befunde aus der aktuellen (mathematikdidaktischen) Forschung neue Denkanstöße boten und sich der Diskussion in den Plenumssitzungen, der Podiumsdiskussion oder in den Arbeitsgruppensitzungen stellten.



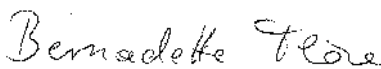
Prof. Dr. Hedwig Gasteiger



Dr. Claudia Lack



Dr. Thomas Rottmann



Bernadette Thöne

Webseite des Arbeitskreises <http://didaktik-der-mathematik.de/ak/gs/>

10 Jahre Bildungsstandards - Kein Blick zurück ohne einen Blick voraus

von Christina Drüke-Noe

Nach einem Überblick über Entstehung, Konzeption und Ziele der Bildungsstandards wird mit Bezug zu empirischen Befunden dargelegt, was seit dem Jahr 2003 hinsichtlich ihrer Implementation geschehen ist. Hierzu werden Befunde aus dem Ländervergleich 2012 und aus Lernstandserhebungen betrachtet und Ergebnisse von Implementationsstudien sowie von Aufgabenanalysen berichtet. Abschließend werden diese Befunde diskutiert und potentielle zukünftige Handlungsfelder aufgezeigt.

Schlüsselwörter: Bildungsstandards Mathematik, Implementation, Ländervergleich, Lernstandserhebungen, Aufgaben

1 Entwicklung, Konzeption und Implementation

1.1 Hintergründe zur Entwicklung und Konzeption

Das deutsche Bildungssystem stand insbesondere in den späten 1990er Jahren unter dem Eindruck der in internationalen Leistungsstudien erzielten unbefriedigenden Ergebnisse. TIMSS und u.a. auch PISA-2000 führten vor Augen, dass etwa die Hälfte der Schülerinnen und Schüler wesentliche Bildungsziele verfehlte (vgl. u.a. Baumert et al. 1997; Deutsches PISA-Konsortium 2001). Eine erste wegweisende Reaktion bildeten die Konstanzer Beschlüsse, in denen die Kultusministerkonferenz (kurz: KMK) eine Reihe von Maßnahmen mit dem Ziel der schulischen Qualitätssicherung festlegte. Für die erst einige Jahre später verabschiedeten Bildungsstandards wesentlich waren hierin die Entscheidungen, länderbezogene durch länderübergreifende Maßnahmen zu ergänzen sowie regelmäßig länderübergreifende Vergleichsuntersuchungen in ausgewählten Jahrgangsstufen und -fächern durchzuführen (KMK 1997). Die KMK beschloss weiterhin, für die sogenannten Kernfächer Bildungsstandards zu verabschieden, zunächst für die Primarstufe für die Fächer Deutsch und Mathematik bzw. für die Sekundarstufe I zusätzlich für die erste Fremdsprache sowie später auch für die Allgemeine Hochschulreife. Für das Fach Mathematik liegen nunmehr Bildungsstandards für alle Schulstufen vor (vgl. www.kmk.org).

Die länderübergreifend gültigen Bildungsstandards wurden auf der Grundlage der Merkmale guter Standards formuliert: Fachlichkeit,

Fokussierung, Kumulativität, Verbindlichkeit für alle, Differenzierung, Verständlichkeit bzw. Realisierbarkeit (Klieme et al. 2003, S. 24ff). Diese Merkmale können weitgehend als erfüllt angesehen werden; eine Ausnahme bilden hierbei Verbindlichkeit und Differenzierung, also jene Merkmale guter Standards, an denen Kompetenzstufenmodelle ansetzen (Köller 2009). Die abschlussbezogen formulierten Bildungsstandards sind als Regelstandards formuliert, deren Erreichen abhängig vom Erwerb notwendiger Basiskompetenzen ist, die durch den Mindeststandard beschrieben werden. Die Bildungsstandards weisen als Leistungsstandards (nicht Inhalts- bzw. Unterrichtsstandards) kumulativ aufzubauende Kompetenzen als Ziele schulischer Lehr-Lern-Prozesse aus, deren Erreichung als prinzipiell überprüfbar gilt. Im Unterschied zu Lehrplänen ist somit die zu erreichende Zielebene unterrichtlichen Handelns beschrieben, sodass von einem Paradigmenwechsel zu sprechen ist (u.a. Klieme et al. 2003; Prenzel 2005). Die Bildungsstandards aller Fächer sollen drei zentrale Funktionen erfüllen: *Orientierung* über die zu erreichende Zielebene, *Überprüfung* und *Steuerung* zum Zwecke des Bildungsmonitorings sowie *Diagnose* und *Entwicklung*, bei der mit Blick auf die zu erreichende Zielebene der Grad der Standarderreichung zu prüfen ist, um passende Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler zu initiieren (vgl. Klieme et al. 2003).

Die Bildungsstandards im Fach Mathematik greifen das Konzept der Grundbildung (Winter 1995) auf, das mit Anwendungs-, Struktur- und Problemorientierung drei Grunderfahrungen ausweist, die jede Schülerin und jeder Schüler im Mathematikunterricht machen soll. Vor diesem Hintergrund wurden alle Bildungsstandards durch drei Dimensionen konzeptualisiert, die eine Inhalts-, eine Prozess- und eine Anspruchsdimension umfassen. Diese dreidimensionale Grundstruktur bildet den roten Faden von der Primarstufe bis zur Allgemeinen Hochschulreife und sie wird hier exemplarisch für den Mittleren Schulabschluss konkretisiert: Die Inhaltsdimension wird durch fünf Leitideen (Zahl, Messen, Raum und Form, Funktionaler Zusammenhang, Daten und Zufall) mit ihren inhaltsbezogenen Kompetenzen beschrieben. Die Prozessdimension umfasst sechs prozessbezogene Kompetenzen: Argumentieren, Probleme lösen, Modellieren,

Darstellungen verwenden, Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen umgehen sowie Kommunizieren. Die Anspruchsdimension erfasst den kognitiven Anspruch und unterteilt sich nach ansteigendem kognitivem Anspruch in drei Anforderungsbereiche (Reproduzieren, Zusammenhänge herstellen, Verallgemeinern und Reflektieren).

1.2 Grundlegendes zur Implementation

Zwar sind die Bildungsstandards bundeslandübergreifend formuliert (vgl. 1.1), jedoch obliegt ihre Implementation den einzelnen Bundesländern; hierzu sind die Länder verpflichtet (KMK 2006). Da es im föderal strukturierten deutschen Bildungssystem keine für alle Bundesländer einheitliche Implementationsstrategie gibt, wurden als mögliche Grundlage für die Implementation im Auftrag der KMK für alle Schulstufen Publikationen erstellt, die die Bildungsstandards und ihre Intentionen illustrieren, die bildungsstandardbasierte Unterrichts- und Testaufgaben enthalten und die Grundlage eines an inhalts- *und* an prozessbezogenen Kompetenzen orientierten Unterrichts sein können (u.a. Blum et al. 2005, 2006, 2015; Katzenbach et al. 2009; Walther et al. 2007).

Eine gelingende Implementation der Bildungsstandards bedeutet einen längeren Prozess, dessen Umsetzung gewissen Qualitätskriterien genügen sollte. Um den Paradigmenwechsel deutlich zu machen, bedarf es qualifizierter Fortbildungen zur Konzeption und zu Intentionen der Standards sowie die diese begleitenden Maßnahmen, wie etwa zentrale Tests, deren Ergebnisse u.a. für das Handeln der Lehrkräfte leitend sein sollen. Derartige Fortbildungsmaßnahmen könnten nach dem Modell SINUS konzipiert sein (vgl. Blum et al. 2008). Zudem sollte eine gelingende Implementation in Abstimmung mit weiteren, ebenfalls zentral gestellten Tests erfolgen, wie etwa den Abschlussprüfungen zum Erwerb eines Schulabschlusses (u.a. Zeitler 2010).

2 Empirische Erkenntnisse zur Implementation

Zehn Jahre nach der Verabschiedung der Standards stellt sich die Frage, welche empirischen Informationen über die Implementation und deren Gelingensbedingungen vorliegen. Diese Frage wird in

diesem Abschnitt auf den drei Ebenen der Schülerinnen und Schüler, der Lehrkräfte und der Aufgaben diskutiert.

2.1 Erkenntnisse über Schülerinnen und Schüler

Mit Blick auf die Überprüfungsfunktion sollen gemäß Gesamtstrategie der KMK (2006) verschiedene Arten von Tests regelmäßig den Grad der Standarderreichung überprüfen. Diese Tests unterscheiden sich nach in ihrem Durchführungsrhythmus und nach der getesteten Population. Die Ländervergleiche gehören zu den stichprobenbasierten Tests, die Steuerungswissen für die bildungspolitische Ebene generieren sollen. Die Lernstandserhebungen, die auch als Vergleichsarbeiten bezeichnet werden, sind Vollerhebungen, deren Ergebnisse Lehrkräften rechtzeitig vor Erreichen eines Schulabschlusses systematische und kriteriale Rückmeldungen zum Grad der Standarderreichung geben sollen, so dass diese bei Bedarf rechtzeitig geeignete Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler einleiten können.

Die im mehrjährigen Rhythmus in ausgewählten Fächergruppen durchgeführten Ländervergleiche und die jährlich geschriebenen Lernstandserhebungen sind standardbasiert konzipiert, und ihre Aufgaben decken ein ausgewogenes Spektrum der fünf Leitideen, der sechs prozessbezogenen Kompetenzen und der drei Anforderungsbereiche ab (vgl. 1.1). Die Ländervergleiche werden in den Jahrgangsstufen 3 bzw. 9 im 5- bzw. im 6-Jahresrhythmus durchgeführt und ihre Auswertung erfolgt in Verknüpfung mit internationalen Schulleistungsstudien (IGLU, TIMSS, PISA; vgl. KMK 2006, S. 25f). Die jeweiligen Ergebnisse dieser standardasierten Tests werden in Anknüpfung an die Kompetenzstufenmodelle der KMK (u.a. 2011) ausgewertet und sie sollen Hinweise zur Unterrichts- bzw. zur Schulentwicklung liefern.

2.1.1 Der Ländervergleich 2012

Unter der Perspektive der Implementation der Bildungsstandards offenbart der im Jahr 2012 geschriebene Ländervergleich für das Fach Mathematik interessante Ergebnisse, von denen ausgewählte hier verkürzt wiedergegeben werden (für Details vgl. Pant et al. 2013).

Zum einen bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den in den einzelnen Bundesländern erreichten Kompetenzständen der Schüle-

rinnen und Schüler. Hier entspricht der größte Unterschied zwischen zwei Bundesländern einem durchschnittlichen Lernvorsprung von etwa zwei Schuljahren (S. 125ff). Dieses heterogene Leistungsbild setzt sich innerhalb der Bundesländer fort: Die ostdeutschen Flächenländer zeigen z.B. relative Stärken im Bereich der Leitidee Funktionaler Zusammenhang, jedoch eher Schwächen bei der Leitidee Raum und Form. Hingegen zeigen sich bei der Leitidee Daten und Zufall relative Stärken innerhalb der Bundesländer Hamburg, Berlin und Bremen, während hier gleichzeitig die Kompetenzstände teilweise sogar deutlich unterhalb des deutschen Mittelwerts liegen.

Ein weiterer Befund betrifft die Schulformen. Durchaus erwartungskonform zeigt sich ein erheblicher Leistungsvorsprung bei jenen, die ein Gymnasium besuchen. Wohl eher unerwartet ist der insgesamt nur sehr geringe Zusammenhang zwischen der Gymnasialbeteiligungsquote in einem Bundesland und dem dort im Mittel erreichten Kompetenzstand. Gleichwohl erreichen die Schülerinnen und Schüler in den Gymnasien der Bundesländer mit prozentual hoher Gymnasialbeteiligungsquote (Sachsen, Sachsen Anhalt, Thüringen, Brandenburg) hohe Kompetenzstände (S. 135ff).

Ein dritter Befund dieses Ländervergleichs muss sehr bedenklich stimmen: In der neunten Jahrgangsstufe erreichen 25 % jener Schülerinnen und Schüler, die mindestens den Hauptschulabschluss bzw. den Mittleren Schulabschluss anstreben, im Fach Mathematik nicht den sogenannten Mindeststandard (S. 166), d.h. sie erreichen höchstens die im integrierten Kompetenzstufenmodell (KMK 2011) ausgewiesene Kompetenzstufe 1b. In einzelnen Bundesländern ist dieser Prozentsatz sogar deutlich höher und erreicht etwa in Berlin dramatische 38,5 %. Schülerinnen und Schüler dieses Leistungsniveaus bewältigen höchstens einfachste mathematische Anforderungen und können etwa den Flächeninhalt eines Rechtecks bei gegebenen Seitenlängen bestimmen oder eine einfache Übersetzung eines Realmodells in ein einfaches Wahrscheinlichkeitsmodell vornehmen.

2.1.2 Lernstandserhebungen

Im Unterschied zu den Ländervergleichen ist mit den Ergebnissen der Lernstandserhebungen, die seit 2009 bundesweit einheitlich geschrieben und unter der Federführung des IQB erstellt werden, *kein*

Vergleich zwischen Bundesländern intendiert. Vorrangiges Ziel dieser in den Jahrgangsstufen 3 und 8 geschriebenen Tests ist es zu zeigen, in welchen Bereichen Schülerinnen und Schüler mit Blick auf eine Standarderreicherung noch Förderbedarf aufweisen. Um sicherzustellen, dass die üblichen Testqualitätskriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität) erfüllt sind, werden die Aufgaben im Rahmen weiterer Maßnahmen zur Qualitätssicherung an einer deutschlandweit repräsentativen Stichprobe von Schülerinnen und Schülern pilotiert.

In Klasse 8 sind die Lernstandserhebungen für 80 min Testdauer konzipiert und sie decken in vier 20min-Blöcken alle Leitideen ab (Messen sowie Raum und Form kombiniert). Innerhalb eines leitideenhomogenen Blockes sind die Aufgaben entsprechend ihres empirischen Schwierigkeitsgrades nach einem Sägezahnmuster angeordnet, bei dem die Schwierigkeit der Aufgaben entlang zweier „Zähne“ zweimal ansteigt (vgl. Drüke-Noe 2012). Unter diesen Rahmenbedingungen werden Testhefte auf drei Schwierigkeitsniveaus (einfach, mittel und schwierig) erstellt.

Anders als bei den Ländervergleichen erfolgen bei Lernstandserhebungen die Testdurchführung und -auswertung i.d.R. durch die unterrichtenden Lehrkräfte. Die Testergebnisse werden nur bundesland- bzw. schulintern ausgewertet und sie dürfen nicht als Klassenarbeit gewertet werden (KMK 2013). Beide Gegebenheiten sind als wesentliche Voraussetzung für einen offenen und reflektierten Umgang mit den Ergebnissen zu werten. Für die Korrektur erhalten Lehrkräfte Kodieranleitungen sowie zu einem späteren Zeitpunkt zusätzlich landesweite Referenzwerte, um zusammen mit diesen die in der eigenen Klasse erzielten Ergebnisse kritisch verorten zu können. Als Unterstützung bei vertiefenden qualitativen Auswertungen erhalten die Lehrkräfte Didaktische Handreichungen, die zu jeder Aufgabe eine kognitive Analyse und Verortung innerhalb der Bildungsstandards, Analysen typischer Fehllösungen mit Bezug zu inhalts- und zu prozessbezogenen Kompetenzen sowie Hinweise zum möglichen unterrichtlichen Umgehen mit Schülerschwierigkeiten enthalten (Beispiele für die Jahrgangsstufen 3 und 8 finden sich unter www.iqb.hu-berlin.de).

Berechne 20% von 80m.

_____ m

Abb. 1 Aufgabe Prozent (aus: IQB-Lernstandserhebungen 2013, Klasse 8)

Am Beispiel der Aufgabe Prozent (Abb. 1) wird hier nun dargelegt, wie eine kompetenzorientierte Beurteilung von Schülerlösungen aussehen kann (vgl. u.a. Drüke-Noe, 2012). Diese Aufgabe behandelt Fragen der Prozentrechnung (Leitidee Zahl). Als prozessbezogene Kompetenz erfordert sie bei der Bearbeitung lediglich technisches Arbeiten. Da für die Berechnung des Prozentwertes die direkte Anwendung eines Verfahrens genügt, gehört diese Aufgabe zum Anforderungsbereich I. Trotz ihres eher niedrigen kognitiven Anspruchs ist diese Aufgabe empirisch keineswegs sehr einfach. Im Kompetenzstufenmodell ist sie auf Stufe 2 verortet, liegt also über dem Mindeststandard, und ihre Lösungsquote liegt bei Schülerinnen und Schülern der achten Jahrgangsstufe, die den Hauptschulabschluss (den Mittleren Schulabschluss) anstreben, bei 41 % (bei 62 %). Häufig auftretende Fehllösungen sind u.a. 400 m, 60 m, 64 m, 20 m und 4 m. Schon diese Vielfalt macht deutlich, dass sie nicht nur mit „falsch“ etikettiert werden sollten, sondern eine tiefergehende qualitative Analyse sich anschließen sollte, um zu verstehen, welche Fehlvorstellungen im Einzelnen vorliegen. So ist beispielsweise die Fehllösung 400 m auf eine Verwechslung von Prozent- und Grundwert zurückzuführen, während man bei der Fehllösung 60 m vermuten kann, dass „von“ nicht als Anteilsbildung, sondern als Aufforderung zur Bildung einer Differenz gedeutet wurde. Aus solchen qualitativen Analysen lassen sich unterrichtliche Hinweise ableiten, die darauf zielen, derartige Fehlvorstellungen zu entgegnen. Im vorliegenden Beispiel ließe sich die Fragestellung visualisieren, man könnte Bezug zu Grundvorstellungen der Prozentrechnung nehmen, explizit verschiedene Lösungswege thematisieren oder fragen, zu welcher Frage eine bestimmte Fehllösung passen würde.

2.2 Erkenntnisse über Lehrkräfte

Die empirische Befundlage zur Implementation der Bildungsstandards auf der Ebene der Lehrkräfte ist nicht umfangreich. Vorliegende Studien zum Umgang mit und zur Rezeption von Lernstandser-

hebungen (Vergleichsarbeiten) beziehen sich vielfach auf bundeslandinterne Tests, die vor der Einführung der bundesweit einheitlichen Lernstandserhebungen (vgl. 2.1.2) geschrieben wurden und somit nicht auf der Grundlage der bundesweit gültigen Bildungsstandards konzipiert wurden (z.B. Maier 2008; Kuper und Hartung 2007, Wacker und Kramer 2012). Im Folgenden werden daher nur zwei auf das Fach Mathematik bezogene Studien kurz dargestellt, die sich auf das Handeln der Lehrkräfte beziehen.

2.2.1 Implementations- und Rezeption

In einer längsschnittlich angelegten Interventionsstudie wurde an neun Schulen der Sekundarstufe I aus dem Raum Berlin und Brandenburg untersucht, wie Lehrkräfte mit den Bildungsstandards umgehen (vgl. Pöhlmann et al. 2014). Die Ergebnisse der bereits im Jahr 2006 und somit wenige Jahre nach der Verabschiedung der Bildungsstandards durchgeführten Erhebung weisen auf die Bedeutung des Vorwissens und der Überzeugungen der Lehrkräfte bei der Implementation hin. Im Versuchs-Kontrollgruppendesign der einjährigen Studie zeigte sich, dass die Lehrkräfte der Interventionsgruppe, die durch Fortbildungen bei der Umsetzung der Bildungsstandards begleitet wurden, u.a. verstärkt auf Kompetenzorientierung achteten und vermehrt verschiedene prozessbezogene Kompetenzen berücksichtigten. Dies galt allerdings nicht in gleichem Maße für alle Kompetenzen; beispielsweise zeigten sich kaum Veränderungen beim Argumentieren. Bei den Schülerleistungen zeigten sich nach Abschluss der Studie noch keine Effekte, was auf den nur vergleichsweise kurzen Interventionszeitraum zurückgeführt wurde.

2.2.2 Wahrgenommener Nutzen der Lernstandserhebungen

In einer anderen Studie wurden Überzeugungen von Grundschullehrkräften zu den Funktionen von Vergleichsarbeiten und deren Einfluss auf die Unterrichtsgestaltung sowie die von den Schülerinnen und Schülern erreichten Kompetenzen untersucht (Richter et al. 2014). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass als Instrument der Unterrichtsentwicklung wahrgenommene Vergleichsarbeiten verstärkt mit einem auf Kompetenzerwerb ausgerichteten Unterricht einhergehen, in dem Diagnose und Förderung einen breiteren Raum einnehmen. Dieser Unterricht führt laut dieser Studie zu tendenziell

höheren Schülerleistungen als der von jenen Lehrkräften durchgeführte Unterricht, die Vergleichsarbeiten als Kontrollinstrument aufzufassen. Diese Effekte zeigten sich verstärkt, wenn die Vergleichsarbeiten diagnostisch wertvolle Informationen lieferten. Werden die Vergleichsarbeiten hingegen eher als Instrument der Kontrolle wahrgenommen, so zeigten sich immerhin keine negativen Effekte mit Blick auf Kompetenzorientierung und Differenzierung. Allerdings ergaben sich bei beiden Wahrnehmungen Hinweise auf eine mögliche Verengung des Lehrplanes.

2.3 Erkenntnisse über Aufgaben

Eine weitere Sichtweise auf den Implementationgrad ermöglichen empirische Studien zu Aufgaben, die in zentral gestellten Abschlussprüfungen, im Unterricht bzw. in Klassenarbeiten eingesetzt werden.

In einer längsschnittlich angelegten Studie analysierten Kühn und Drüke-Noe (2013) die in den 15 zentral prüfenden Bundesländern in den Jahren 2007 bis 2011 in den Prüfungen zum Erwerb des Mittleren Schulabschlusses gestellten Aufgaben, um zu ermitteln, inwieweit die drei Dimensionen der Bildungsstandards (vgl. 1.1) berücksichtigt sind, um so auf den Grad der Implementation der Bildungsstandards in den Bundesländern zu schließen.

Bei einer bundeslandübergreifenden Betrachtung der Aufgaben zeigt deren Verteilung auf die Leitideen einen inhaltlichen Schwerpunkt im Bereich der Leitidee Funktionaler Zusammenhang (31,4 % aller Aufgaben), was weitgehend mit den Vorgaben für die in den Prüfungsaufgaben zu berücksichtigenden Klassenstufen (Schwerpunkt: Klassen 9 und 10) zu erklären ist. Deutlich weniger Aufgaben entfallen auf die Leitideen Zahl (22,5 %), Messen (20,8 %), Raum und Form (13,1 %). 11,9 % aller Aufgaben entfallen auf die Leitidee Daten und Zufall, innerhalb derer ca. vier Fünftel zum Teilbereich Daten gehören, so dass anteilig nur sehr wenige Aufgaben Wahrscheinlichkeit zum Gegenstand haben. Während diese bundeslandübergreifende Auswertung insgesamt eine annähernd ausgewogene Verteilung der Leitideen erkennen lässt, zeigt eine bundeslandspezifische Auswertung sehr deutliche Länderdivergenzen, da einzelne Leitideen in manchen Bundesländern nahezu nicht berücksichtigt sind (S. 920ff).

Die Verteilung der prozessbezogenen Kompetenzen (hier sind Mehrfachzuweisungen je Aufgabe möglich) zeigt, dass mehr als neun Zehntel aller Aufgaben technisches Arbeiten erfordern und dieser Kompetenz somit die relativ größte Bedeutung zukommt. Ein mit ca. einem Achtel nur sehr geringer Anteil aller Aufgaben verlangt Argumentieren. Beide Teilergebnisse passen zu anderen empirischen Befunden zu Unterrichts- und zu Klassenarbeitsaufgaben (u.a. Kunter et al. 2006; Drüke-Noe 2014). Kommunizieren ist in gut zwei Drittel der Prüfungsaufgaben nötig, beschränkt sich jedoch auf die Teilkompetenz Lesen, während die Teilkompetenz des Verfassens mathemathikhaltiger Texte faktisch nicht verlangt wird. Die Anteile der übrigen Kompetenzen bewegen sich zwischen gut einem Drittel (Probleme lösen) und etwa 60 % (Modellieren, Darstellungen verwenden).

Der Blick auf die dritte Dimension der Bildungsstandards – die Anforderungsbereiche – offenbart eine unausgewogene Verteilung: etwa zwei Drittel der Prüfungsaufgaben entfallen auf den niedrigen Anforderungsbereich, etwa ein Drittel auf den mittleren, und nur ungefähr jede 100ste Prüfungsaufgabe ist dem höchsten Anforderungsbereich zuzuordnen, erfordert also z.B. Reflexionen oder Verallgemeinerungen. Auch dieser Befund zum kognitiven Anspruch stimmt mit anderen empirischen Ergebnissen zur Aufgabenkultur überein (u.a. Neubrand et al. 2011).

Die vorgestellten Befunde zu den Prüfungsaufgaben, wie auch weitere erwähnte Befunde zu Unterrichts- bzw. zu Klassenarbeitsaufgaben zeigen, dass alle diese Aufgaben stark auf das Umgehen mit unterschiedlich komplexen Kalkülen fokussieren, sich insgesamt weitgehend auf Standardaktivitäten beschränken und somit als kognitiv anregungsarm gelten können, und insbesondere Reflexionen und Verallgemeinerungen vermissen lassen. Wählt man als Maßstab für eine erkennbare Implementation der Bildungsstandards, dass alle drei Dimensionen ausgewogen in den Aufgaben im Unterricht, in Klassenarbeiten sowie in Prüfungen berücksichtigt sind, so lassen die dargelegten Untersuchungsergebnisse zumindest auf der reinen Aufgabenebene, die eine unterrichtliche Umsetzung der Aufgaben

nicht berücksichtigt, eine gelungene Implementation zumindest fraglich erscheinen.

3 Potentielle zukünftige Handlungsfelder

Vor dem Hintergrund der Ausführungen in den vorigen Abschnitten ergeben sich mehrere mögliche Handlungsfelder für Forschung, Politik, Administration (u.a. Landesinstitute) und Schule, die eines Dialogs und einer Abstimmung zwischen den Beteiligten bedürfen. Nicht zuletzt deuten die beiden zweiten Abschnitt vorgestellten Studien auf weiteren Forschungsbedarf hin, und es ist insbesondere zu untersuchen, *wie* veränderte bzw. bildungsstandardbezogene Aufgaben im Unterricht behandelt werden. Den bedeutsamen Zusammenhang zwischen Aufgaben, ihrer adäquaten und ihrem Potenzial dienlichen unterrichtlichen Umsetzung und den erzielten Leistungen belegen vielfältige andere Studien (u.a. Kunter und Voss 2011; Reiss und Reiss 2006).

3.1 Koordinierte Implementationsbemühungen

Bereits mehrfach schlug die KMK (2010 S. 12ff; 2013) einen datenbasierten Entwicklungskreislauf vor, der mit Blick auf Unterrichts- und Schulentwicklung bei der Implementation der Bildungsstandards und der Nutzung der sie flankierenden Tests handlungsleitend sein kann. Dieser Entwicklungskreislauf bezieht u.a. jene Elemente ein, deren Relevanz auch in den geschilderten Studien empirisch zum Ausdruck kam. Demnach beginnt eine gelingende Implementation mit Informationen über Konzeption und Intentionen der Bildungsstandards und der sie begleitenden Maßnahmen, insbesondere der Tests (Ländervergleich, Lernstandserhebungen) und ihrer Ziele sowie der Deutbarkeit ihrer Ergebnisse. Weitere Elemente sind Überlegungen zu Aufgaben und deren Merkmalen und die Frage nach einer adäquaten und den Kompetenzerwerb begünstigenden Behandlung von Aufgaben im Unterricht. In einer Umsetzung des erwähnten Entwicklungskreislaufs können dann die Ergebnisse der Lernstandserhebungen vor allem in einer kooperativ agierenden Fachschaft optimal genutzt werden, um aus deren Ergebnissen und bei gleichzeitiger Nutzung der Didaktischen Handreichungen Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts abzuleiten und beispielsweise gemeinsam Unterrichtsszenarien zu planen, diese durchzuführen und zu reflek-

tieren (vgl. Blum et al. 2008; Drücke-Noe et al. 2008). Schließlich sollten die Implementationsbemühungen den Blick auf die Konzeption von Klassenarbeiten einschließen, die, wie die zentral gestellten Abschlussprüfungen auch, nicht nur mit Blick auf eine Umsetzung der Bildungsstandards stärker so konzipiert werden sollten, dass sie ein ausgewogeneres Bild verschiedener Kompetenzen auf verschiedenen Anspruchsniveaus berücksichtigen (vgl. Blum et al. 2008; Drücke-Noe, 2014).

Derartige Implementationsbemühungen bedürfen einer Begleitung durch längerfristig angelegte Fortbildungsmaßnahmen, die von sachkompetenten Personen durchgeführt werden. Zudem bedarf es der Unterstützung der Schulen und einer Einbeziehung aller eingangs dieses Abschnittes erwähnten Beteiligten.

3.2 Kompetenzerwerb und Kompetenzsicherung

Die dargelegten Testergebnisse, insbesondere jene zum Nichterreichen des Mindeststandards, werfen die Frage nach dem Verhältnis von *Kompetenzerwerb* und *Kompetenzsicherung* auf, der es künftig stärker nachzugehen gilt. Ein Erreichen der Bildungsstandards setzt den Erwerb notwendiger Basiskompetenzen voraus (vgl. Klieme et al. 2003), was etwa einem Viertel der Schülerinnen und Schüler auch etwa zehn Jahre nach der Verabschiedung der Bildungsstandards nicht gelingt. Es stellt sich daher die Frage, welchen Beitrag die Standards zum Erreichen der Basiskompetenzen leisten und welcher dringend notwendiger konkreter Maßnahmen es bedarf, um den Anteil dieser Schülerinnen und Schüler, die minimale Anforderungen nicht bewältigen, drastisch zu verringern und sie beim erfolgreichen Kompetenzerwerb zu unterstützen. Sicherlich sollte man auch kritisch fragen, was aus dem wiederholten Feststellen dieses Ergebnisses überhaupt folgt bzw. gefolgt ist. Bei der Bearbeitung dieser auch gesellschaftspolitisch drängenden Fragen sollte die Fachdidaktik in enger Abstimmung mit der Politik eine souveräne Rolle einnehmen.

3.3 Von Testergebnissen zur Unterrichtsentwicklung

Die mit der Einführung der Bildungsstandards eingeführten Tests (Ländervergleich, Lernstandserhebungen) sind in ihrer Konzeption

und Auswertung gut auf die Bildungsstandards abgestimmte Instrumente, deren Einsatz primär umfangreiches Beschreibungswissen über Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler liefert, Erklärungen für das Entstehen von Lücken und Defiziten jedoch nicht geben kann und schon gar nicht Wissen zur Behebung von Defiziten bereitstellt. Es bedarf daher geeigneter Forschungsansätze, die beim Übergang von Testergebnissen hin zur Unterrichtsentwicklung Ursachen der Testergebnisse *im* Unterricht nachgehen. Hier erscheint eine Evidenzbasierung in Verknüpfung mit Leistungsdaten dringend geboten, die den Blick in tatsächlich stattfindenden Unterricht richtet, um Erkenntnisse über diesen mit Bezug zu den drei Dimensionen der Bildungsstandards möglichst valide zu erheben und Erkenntnisse nicht vorwiegend auf Erhebungen durch Fragebögen zu stützen, die gleichsam gute ergänzende Hinweise liefern können. Auch eine Weiterentwicklung bestehender, diagnostisch informativer Tests hin zu stärker formativ genutzten Tests (oder eine Ergänzung durch solche) scheint bedenkenswert, die die mögliche Gefahr einer Gleichsetzung von Bildung und Testbarem nicht außer Acht lässt und gleichzeitig die Überprüfungsfunktion der Standards stärker mit der Entwicklungsfunktion verknüpft.

4 Fazit

Mit den Bildungsstandards liegt ein beschreibungsmächtiges Instrument vor, das mehr als nur die inhaltliche Ebene des Faches Mathematik in den Blick nimmt und das durch vielfältige Tests begleitet wird. Allerdings lässt der nunmehr seit zehn Jahren beschrittene Weg zur Implementation im Unterricht und zur Erreichung der Standards noch eine Reihe von Fragen unbeantwortet. In einem komplexen Bedingungsgefüge sind Politik und Fachdidaktik gefordert, die verschiedenen Funktionen der Bildungsstandards besser aufeinander abzustimmen und so die Schulen und die Administration bei der Implementation vermehrt zu unterstützen. Dabei ist eine Intensivierung von Fortbildungen wünschenswert und es gilt best practise-Beispiele sammeln, diese gezielt in Maßnahmen zu überführen und in die Breite zu bringen.

Literatur

Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., Köller, O. & Neubrand, J. (1997): TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.

Blum, W., Drücke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Hrsg.). (2006). Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Blum, W., Drücke-Noe, C., Leiß, D., Wiegand, B. & Jordan, A. (2005). Zur Rolle von Bildungsstandards für Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht. ZDM, 37(4), 267-274.

Blum, W. & Keller, K., unter Mitwirkung von Drücke-Noe, C. (2008). Fortbildungshandreichung zu den Bildungsstandards Mathematik. Sekundarstufe I. Inklusive Arbeitsmaterialien und Videos auf DVD. Wiesbaden: Amt für Lehrerbildung. Publikationsmanagement.

Blum, W., Drücke-Noe, C., Vogel, S. & Roppelt, A. (Hrsg.) (erscheint 2015). Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II. Braunschweig: Diesterweg.

Deutsches PISA-Konsortium (2001): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.

Drücke-Noe, C., Keller, K. & Blum, W. (2008). Bildungsstandards - Motor für Unterrichtsentwicklung und Lehrerbildung? Beiträge zur Lehrerbildung. Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern, 26(3), 372-382.

Drücke-Noe, C. (2012). Können Lernstandserhebungen einen Beitrag zur Unterrichtsentwicklung leisten? In W. Blum et al. (Hrsg.), Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität. Festschrift für Gabriele Kaiser (S. 284-293). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Drücke-Noe, C. (2014). Aufgabenkultur in Klassenarbeiten im Fach Mathematik. Empirische Untersuchungen in neunten und zehnten Klassen. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Katzenbach, M., Blum, W., Drücke-Noe, C., Keller, K., Köller, O., Leiss, D., Müller, M. & Roppelt, A. (2009). Bildungsstandards: Kompetenzen überprüfen. Mathematik Sekundarstufe I. Handreichung. Berlin: Cornelsen Verlag.

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Dobrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: Eine Expertise. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

KMK (1997). Grundsätzliche Überlegungen zu Leistungsvergleichen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland - Konstanzer Beschluss. www.kmk.org. Gesehen: 05.11.2014.

KMK (2003). Bildungsstandards Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand.

KMK (2006). Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring. München: Luchterhand.

KMK (2010) Konzeption der Kultusministerkonferenz zur Nutzung der Bildungsstandards für die Unterrichtsentwicklung. www.kmk.org. Gesehen: 05.11.2014.

KMK (2011). Kompetenzstufenmodell zu den Bildungsstandards für den Hauptschulabschluss und den Mittleren Schulabschluss im Fach Mathematik. www.iqb.hu-berlin.de. Gesehen: 05.11.2014.

KMK (2013). VERA 3 und VERA 8 (Vergleichsarbeiten in den Jahrgangsstufen 3 und 8): Fragen und Antworten für Schulen und Lehrkräfte. www.kmk.org. Gesehen: 05.11.2014.

Köller, O. (2009). Bildungsstandards. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.). Handbuch Bildungsforschung (2. Aufl., S. 529-548). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kühn, S. M. & Drüke-Noe, C. (2013). Qualität und Vergleichbarkeit durch Bildungsstandards und zentrale Prüfungen? - Ein bundesweiter Vergleich von Prüfungsanforderungen im Fach Mathematik zum Erwerb des Mittleren Schulabschlusses. Zeitschrift für Pädagogik, 6, 912-932.

Kunter, M., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Löwen, K., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2006). Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres (S. 161-194). Münster: Waxmann.

Kunter, M. & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter et al. (Hrsg.), Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV (S. 85-113). Münster: Waxmann.

Kuper, H. & Hartung, V. (2007) Überzeugungen zur Verwendung des Wissens aus Lernstandserhebungen. Eine professionstheoretische Analyse. Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, 10(2), 214-229.

Maier, U. (2008). Vergleichsarbeiten im Vergleich – Akzeptanz und wahrgenommener Nutzen standardbasierter Leistungsmessungen in Baden-Württemberg und Thüringen Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, 3, 453-474.

Neubrand, M., Jordan, A., Krauss, S., Blum, W. & Löwen, K. (2011). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Einblicke in das Potenzial für kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Kunter et al. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 115-132). Münster: Waxmann.

Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (2013) (Hrsg.). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.

Pöhlmann, C., Pant, H. A., Frenzel, J., Roppelt, A. & Köller, O. (2014). Auswirkungen einer Intervention auf die Auseinandersetzung und Arbeit mit Bildungsstandards bei Mathematik-Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 17, 113–133.

Prenzel, M. (2005). Bildungsstandards und die Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts. In H.-W. Henn & G. Kaiser (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation* (S. 261-271). Hildesheim: Franzbecker.

Reiss, K. & Reiss, M. (2006). Unterrichtsqualität und der Mathematikunterricht. In I. Hosenfeld & F.-W. Schrader (Hrsg.), *Schulische Leistung - Grundlagen, Bedingungen, Perspektiven* (S. 225-242). Münster: Waxmann.

Richter, D., Böhme, K., Becker, M., Pant, H. A. & Stanat, P. (2014). Überzeugungen von Lehrkräften zu den Funktionen von Vergleichsarbeiten: Zusammenhänge zu Veränderungen im Unterricht und den Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60(2), 225–244.

Wacker, A. & Kramer, J. (2012). Vergleichsarbeiten in Baden-Württemberg. Zur Einschätzung von Lehrkräften vor und nach der Implementation. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 15, 683–706.

Walther, G., Heuvel-Panhuizen, M., Granzer, D. & Köller, O. (Hrsg.) (2006). *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37-46.

Zeitler, S. (2010). *Bildungsstandards in der Schule. Eine rekonstruktive Studie zur Implementation der Bildungsstandards*. Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Jun. Prof. Dr. Christina Drüke-Noe
Pädagogische Hochschule Weingarten
Fachbereich Mathematik
Kirchplatz 2
88250 Weingarten
druekenoe@ph-weingarten.de

Kompetenzorientierung im Unterricht - Erfahrungen aus neun Jahren SINUS-Programmen für Grundschulen

von Claudia Fischer und Brigitte Döring

Im Beitrag geht es um Kompetenzerwerb und die Förderung durch Unterricht und Lehrkräfte. Programme zur Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (SINUS) boten an Grundschulen neun Jahre lang gezielte Professionalisierungsmaßnahmen an. Berichtet wird, wo die Programme zur Umsetzung kompetenzorientierten Unterrichtens anregten, welche Entwicklungsfortschritte Lehrkräfte wahrnahmen und welche Kompetenzstände Lernende bei der Überprüfung ihrer Leistungen im Vergleich mit einer Kontrollgruppe aufwiesen.

Schlüsselwörter: Kompetenzorientierung – Unterricht – Mathematik - Lehrkräfteprofessionalisierung

1 Kompetenzbegriff

Der Begriff der Kompetenz prägt die Bildungsdebatten der letzten Jahre. Als Bildungsziel gilt, dass Lernende im Lauf von Lern- und Bildungsprozessen Kenntnisse und Fähigkeiten aufbauen, die es ihnen ermöglichen, in einer Wissensgesellschaft angemessen zu handeln und sich zu bewähren. Die Vorstellung von Kompetenz reicht über das domänenspezifische Wissen hinaus. Das eigene Lernen und Arbeiten, das Kommunizieren und Kooperieren mit anderen Menschen, das verantwortungsvolle und verantwortungsbewusste Handeln, die Bereitschaft, das eigene Wissen und Können angemessen anzuwenden und es in einem lebenslangen Lernprozess auszubauen – all das wird mit dem Kompetenzbegriff verbunden. 2004 beschloss die Kultusministerkonferenz (KMK) im Zuge der Inkraftsetzung der Bildungsstandards, dass Unterricht auf Kompetenzen hin orientiert werden müsse. Diese Vorgabe traf die meisten Praktikerinnen und Praktiker unvorbereitet.

1.1 Kompetenzen und ihr Erwerb

Menschen nehmen sich selbst und andere über das Können wahr. Darauf wiesen bereits Deci und Ryan in ihrer Selbstbestimmungstheorie der Motivation hin (Deci & Ryan 1985; Ryan & Deci 2000).

Dieser Theorie zufolge entsteht innere Motivation darüber, dass Menschen eigenes Handeln als selbst verursacht erleben. Mit dem Erleben von Wirkungen, die durch eigenes Handeln hervorgerufen werden, sind die Erfahrung von Wirksamkeit in der Welt und damit soziale Anerkennung und soziale Einbindung verknüpft. Menschen haben das Bedürfnis, sich als autonom zu erleben, d.h. Ziele und Handlungen selbst zu bestimmen. Diese Vorstellungen sind eng mit dem Kompetenzbegriff verbunden.

Der Begriff der Kompetenz wird häufig mit Wissen, Können und Souveränität assoziiert, die jemand in einem oder mehreren Bereichen aufweist (Ziegler et al. 2012). Wer an „Kompetenz“ denkt, verbindet damit die Idee des effektiven Lösens von Problemen und der Fähigkeit, sich auf einem Gebiet flexibel zu bewegen. Kompetenzen werden stufenweise aufgebaut. Ihr Ausbau erfolgt unabhängig vom Alter über die gesamte Lebensspanne („lebenslanges Lernen“). Kompetenzen sind an bestimmte Inhalte gebunden, niemand ist „an sich“ kompetent. Ihre Herausbildung vollzieht sich, indem eine Person mit den vorhandenen individuellen Voraussetzungen auf Anforderungen der Umwelt trifft und diese Anforderungen auf eine bestimmte Weise bewältigt. Kompetenzen werden durch zielgerichtetes Lernen erworben und gehören zur Person.

Damit Personen Kompetenzen erfolgreich erwerben können, brauchen sie eine anregende Lernumgebung, die Erfahrung, durch Andere angenommen zu sein und eine grundlegende Motivation, die v.a. auch Selbstmotivation einschließt. Kompetenzerwerb benötigt Zeit und der Prozess des Aufbaus und Ausbaus von Kompetenzen ist individuell verschieden, sowohl was die Geschwindigkeit als auch was die Tiefe angeht. Im Zentrum des Prozesses stehen Können und Stärken. Das Vorhandensein einer stärkenorientierten Rückmeldekultur und transparenter Beurteilungskriterien unterstützt den Kompetenzerwerb.

1.2 Kompetenzerwerb und Lernen

E. Stern, die sich schon lange und intensiv mit dem Kompetenzerwerb befasst, belegte in Studien, dass Kompetenzen bereichsspezifisch (Haag & Stern 2000; 2003) und innerhalb bestimmter Situationen aufgebaut werden (Mähler & Stern 2006). Wenn wir uns Wissen als ein Netz vorstellen, das Stück für Stück erweitert und ausgebaut wird, gelingt der Kompetenzerwerb besser, wenn Lernende bereits

über bereichsspezifisches Vorwissen verfügen und Lehrkräfte an dieses Vorwissen anknüpfen (Schneider et al. 2009). Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang Konzepte, die Lernende über Gegenstände bereits entwickelt haben oder im Lernprozess neu oder weiter entwickeln (Stern 1997). Diese Konzepte stellen den übergreifenden Zusammenhang her, in den sie Lerngegenstände einordnen und aus denen sie Erklärungen ableiten. Je besser Lernende Konzepte verstehen, desto besser sind sie in der Lage, einen Stoff tief zu durchdringen und ihn sich anzueignen.

1.3 Kompetenzorientierung im Unterricht

Damit Unterricht so gestaltet werden kann, dass ein effektiver Aufbau und Ausbau von Kompetenzen möglich ist, müssen Lehrkräfte wissen, welche Faktoren in welcher Weise wirken. Pintrich & Schunk (2002) konnten zeigen, dass die Erwartungshaltungen der Lehrkräfte die Leistungsbereitschaft der Lernenden beeinflussten: Hatten Lehrkräfte hohe Erwartungen an die Möglichkeiten einzelner Schülerinnen und Schüler, zeigten diese höhere Leistungen. Dolezal und Kollegen (2003) wiesen darauf hin, dass solche Erwartungshaltungen dann besonders wirksam waren, wenn sie zwar hoch, aber realistisch ausfielen, d.h. die Lernenden ihnen auch entsprechen konnten. Dabei bewirkten herausfordernde, aber lösbare Aufgaben, dass Lernende bereit waren, sich stärker anzustrengen. Dresel (2004) und Spinath & Spinath (2005) wiesen auf die große Bedeutung hin, die Rückmeldungen im kompetenzorientierten Unterricht spielen. Dabei fanden sie heraus, dass unspezifisches Lob weniger wirksam war, als aufgabenbezogene Erklärungen, die Lehrkräfte für den Erfolg oder Misserfolg z.B. bei der Bearbeitung einer Aufgabe anboten. Wigfield & Tonks (2004) kamen durch ihre Untersuchungen zu dem Schluss, dass der Förderung der Selbstwirksamkeitserwartung bei den Lernenden eine hohe Bedeutung zukam: Erfuhren sie, dass sie durch ihren persönlichen Einsatz sich und ihre Umgebung verändern konnten, waren sie bereit, sich auf neue, herausfordernde Lernprozesse einzulassen.

Kompetenzorientierung bedeutet für Lernende, dass sie im Unterricht Gelegenheit erhalten, sich als kompetent zu erleben. Sie können sich mit interessanten, herausfordernden und in sinnvolle Kontexte eingebundenen Aufgaben beschäftigen. Sie verstehen, warum sie etwas lernen (sollen). In unterschiedlichen Situationen können sie

ihre Stärken und Schwächen kennenlernen und erfahren, dass Schwächen durch Anstrengung ausgeglichen oder behoben werden können. Sie erfahren, dass Lernen ein anstrengender und schmerzvoller Prozess sein kann, dass die Freude über das Gelernte aber hinterher umso größer ist. Und schließlich erhalten sie Gelegenheit, sich zu organisieren und Verantwortung für das eigene Lernen zu übernehmen.

Kompetenzorientierung bedeutet für Lehrkräfte, dass sie wissen, wie Kompetenzen erworben, ausgebaut und gesichert werden, damit Menschen im Prozess des lebensbegleitenden Lernens daran anknüpfen und sich darauf stützen können. Lehrkräfte kennen die Zusammenhänge zwischen Lernen und Kompetenzerwerb. Sie haben ihre diagnostischen Fähigkeiten entwickelt und setzen sie ein. Sie können anspruchsvolle Lerninhalte entwickeln, umsetzen, begleiten und auswerten. Sie beherrschen Methoden und die passenden Inszenierungstechniken zur Vermittlung der Unterrichtsinhalte. Und schließlich bauen sie eine Rückmeldekultur auf und nutzen sie.

2 Beispiel: SINUS – ein Professionalisierungsprogramm für Lehrkräfte mit einem Schwerpunkt auf Kompetenzorientierung

Alles, was bisher zur Kompetenzorientierung im Unterricht gesagt wurde, macht deutlich, dass es sich um eine anspruchsvolle Aufgabe handelt, die Lehrkräfte nicht ohne besondere Vorbereitung und Unterstützung wahrnehmen können. H. Meyer (2012) weist darauf hin, dass bislang eine Didaktik des kompetenzorientierten Unterrichts fehlt. Am Beispiel der SINUS-Programme für Grundschulen (2004-2009 und 2009-2013), soll im Folgenden gezeigt werden, wie Maßnahmen aussehen können, die Lehrpersonen dabei unterstützen, ihren Unterricht auf die Förderung von Kompetenzen auszurichten.

Alle SINUS-Programme seit 1997 verfolgten das Ziel, den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe (BLK 1997, Prenzel et al. 2002) und in der Grundschule (BLK 2004, Fischer et al. 2009) weiterzuentwickeln. Die domänenspezifischen Leistungen der Lernenden sollten durch lern- und verständnisintensiveren Unterricht gesteigert werden. Aus verschiedenen Studien liegen Erkenntnisse vor, wie Professionalisierungsmaßnahmen beschaffen sein müssen, damit sie wirksam sind (Borko 2004; Cohen & Hill 2001; Demuth et al. 2008; Desimone 2003; Doll & Prenzel 2004; Garet et al. 2001; Guskey 1994; Hawley & Valli 1999; Lipowsky 2004

und 2010; Prenzel & Alolio-Näcke 2006; Wayne et al. 2008). Desimone (2009) fasste so zusammen: Im Zentrum der Maßnahme muss ein klar definierter Inhaltsbereich stehen. Lehrkräfte müssen die Möglichkeit erhalten, aktiv zu lernen. Die Maßnahmen müssen einen Bezug zum Unterricht aufweisen und auf die professionelle Arbeit orientiert sein. Lehrpersonen müssen innerhalb der Schule zusammenarbeiten. Und die Maßnahmen sollten über einen längeren Zeitraum angelegt sein. Alle diese Merkmale wiesen auch die SINUS-Programme auf. Als zusätzliches Merkmal kam hinzu, dass die Programme wissenschaftlich begleitet wurden (Fischer et al. 2013).

2.1 Kompetenzorientierung in den SINUS-Programmen

Die SINUS-Programme für Grundschulen hatten als Arbeitsgrundlage zehn so genannte Module. Dabei handelte es sich um aus Theorie und Empirie abgeleitete Entwicklungsbereiche des Unterrichts, die beschrieben und mit beispielhaften Handlungsempfehlungen verbunden waren (Demuth et al. 2012). Diese Module zielten darauf ab, Lehrkräfte bei der Orientierung des Unterrichts auf die Kompetenzentwicklung der Lernenden zu unterstützen. 2009 wurden diese Module durch thematische Schwerpunkte ergänzt. Die vier auch auf den Mathematikunterricht bezogenen Schwerpunkte waren (Fischer et al. 2009):

- Informationen aus Rückmeldesystemen für die Unterrichtsentwicklung nutzen
- Bildungsstandards für den Mathematikunterricht in der Grundschule umsetzen
- Lernende mit besonderen Schwierigkeiten und mit besonderen Potenzialen unterstützen und
- Übergänge gestalten

2.2 Nutzung der Angebote durch die am Programm beteiligten Lehrkräfte

Die thematischen Schwerpunkte waren als Anregung und Unterstützung bei der Umsetzung der Kompetenzorientierung im Unterricht konzipiert. 2010 und 2013 wurden alle am SINUS-Programm beteiligten Lehrkräfte danach befragt, welche der thematischen Schwerpunkte sie ihrer Programmarbeit zugrunde legten. Als Erhebungsinstrument wurde ein in anderen Unterrichtsentwicklungsprogrammen bereits mehrfach erprobter Online-Fragebogen eingesetzt, den

2010 1.662 Lehrkräfte bearbeiteten und 2013 1.937 Lehrpersonen. 65 Prozent der Befragten gaben 2010 an, an der Umsetzung der Bildungsstandards für Mathematik zu arbeiten. Dieser Anteil sank 2013 nur leicht auf 63 Prozent ab. An zweiter Stelle rangierte in beiden Befragungen die Unterstützung der Lernenden mit besonderem Förderbedarf und besonderen Potenzialen. Diesen Themenschwerpunkt wählten 31 Prozent der Befragten 2010 als Arbeitsgrundlage, 2013 stieg er auf 37 Prozent. Der Gestaltung des Übergangs widmeten sich 9 Prozent der Befragten 2010, in der Folgebefragung stieg der Anteil auf 12 Prozent. Lediglich 4 Prozent der 2010 Befragten und 3 Prozent der 2013 Befragten befassten sich mit der Nutzung von Daten aus Rückmeldungen, um damit in einen datengestützten Entwicklungskreislauf einzutreten. Alles in allem machen diese Ergebnisse deutlich, dass Lehrkräfte, die im SINUS-Programm mitwirkten, die Angebote nutzten, um Unterricht stärker kompetenzorientiert auszurichten.

2.3 Entwicklungsfortschritte der Lehrkräfte in Bezug auf Kompetenzorientierung im Unterricht

Dreimal wurden Lehrkräfte im Lauf von neun Jahren danach befragt, welche Entwicklungsfortschritte sie durch die Programmarbeit bei sich selbst wahrnahmen. Die erste Befragung erfolgte 2008, an ihr nahmen 1.217 Lehrkräfte teil. 2010 waren 1.662 Lehrpersonen beteiligt und 2013 waren es 1.937. Die Befragung erfolgte mit Hilfe des online-Fragebogens, der weiter vorn bereits erwähnt wurde. Unter der Fragestellung, welche Entwicklungsfortschritte SINUS-Lehrkräfte für Merkmale angaben, die sich auf Kompetenzorientierung im Mathematikunterricht beziehen lassen, wurden gezielt solche Merkmale aus den Fragebögen ausgewählt und ausgewertet (Abbildung 1).

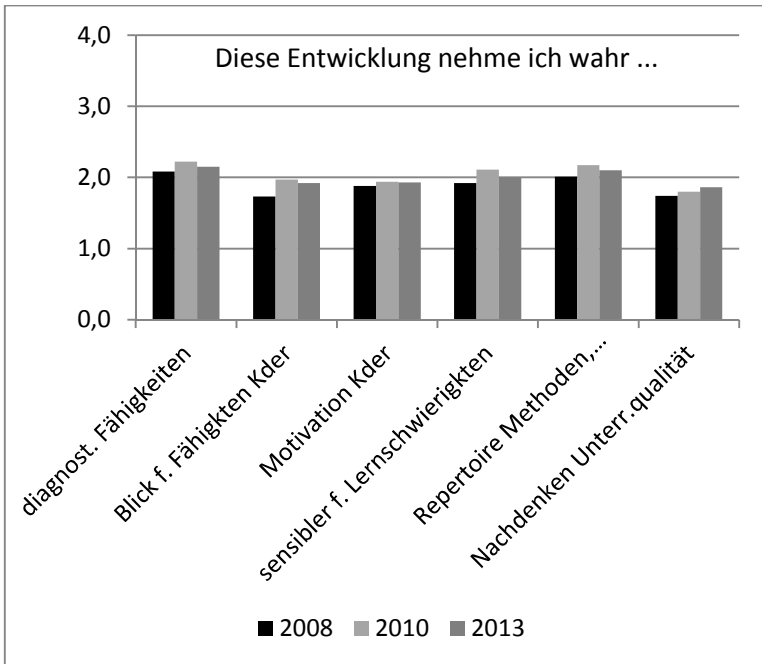


Abb. 1 Lehrkräftebefragungen 2008, 2010 und 2013 zu wahrgenommenen Entwicklungen (vierstufige Likert-Skala, Mittelwertsvergleiche)

Am höchsten waren die wahrgenommenen Entwicklungsfortschritte bei den diagnostischen Fähigkeiten, dem Methodenrepertoire und der Sensibilität für Lernschwierigkeiten. Niedriger fielen die Werte beim Blick für die Fähigkeiten der Kinder und dem Nachdenken über die Unterrichtsqualität aus. Erwartungsgemäß nahm die Häufigkeit der Nennungen von 2008 nach 2010 zu, und zwar bei allen Merkmalen. Von 2010 nach 2013 gab es eine Zunahme nur noch beim Nachdenken über Unterrichtsqualität. Bei allen anderen Merkmalen war ein leichter Rückgang festzustellen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass nach mehrjährigem Training diese Merkmale zum Bestandteil des professionellen Handelns und der unterrichtlichen Routinen wurden und somit die gewünschte Habituation eintrat.

2.4 Kompetenzstände der Lernenden

Professionalisierungsprogramme für Lehrkräfte sind mit der Erwartung verbunden, dass sich ihre Wirkungen im Unterricht und in den

Leistungen der Lernenden niederschlagen müssen. Bisher erst wenige Studien (die meisten aus dem Ausland) gingen diesen Zusammenhängen nach. Nach Auswertung der dort berichteten methodischen Probleme, wurden 2011 80 SINUS-Klassen aus 78 Schulen und zehn Bundesländern beim Ländervergleich für die Primarstufe Mathematik (LV) getestet. Das Ziel war, die Unterschiede zwischen den Mathematikleistungen der Lernenden aus SINUS-Schulen und den Leistungen der Lernenden aus nicht an SINUS beteiligten Schulen zu ermitteln.

Die selektierte Stichprobe musste folgende Merkmale erfüllen:

- langjährige Beteiligung am SINUS-Programm (seit 2004), da sich nur so Effekte einer systemisch angelegten Maßnahme feststellen lassen
- Klasse wurde mindestens ein Jahr von einer SINUS-Lehrkraft in Mathematik unterrichtet

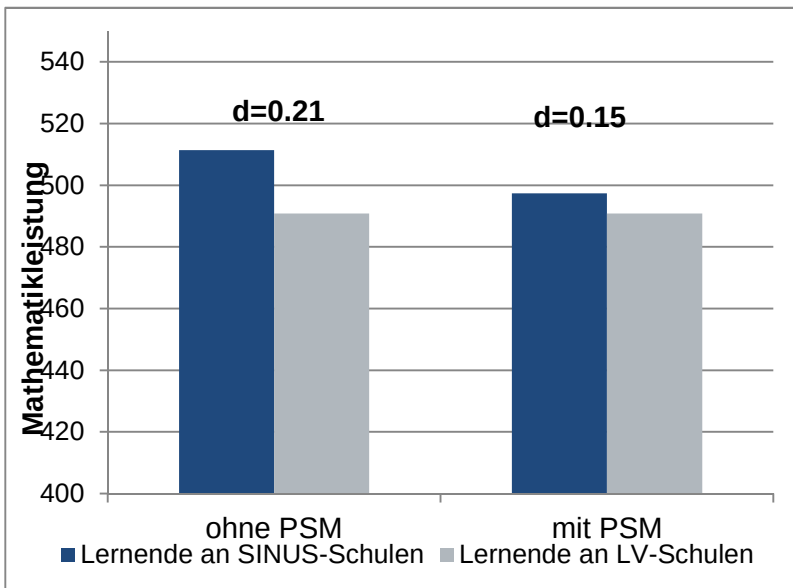


Abb. 2 Vergleich ungewichteter Mathematikleistungsdaten von Viertklässlern aus SINUS-Schulen und aus anderen Schulen beim Ländervergleich 2011 ohne (links) und mit (rechts) PSM der Schulen

Der Vergleich der Mathematikleistungen der Lernenden aus den SINUS-Schulen mit den Leistungen der Lernenden aus der 17-mal

größeren Stichprobe des Ländervergleichs, zeigte hochsignifikante Unterschiede. Auf der PISA-Skala von 500 Punkten hatten die Lernenden aus den SINUS-Schulen einen Vorsprung. Die Effektstärke betrug $d=0.21$. Dieser Effekt entspricht dem, was innerhalb eines halben Schuljahrs gelernt wird. Nun lässt sich einwenden, dass dieser Befund auf Effekte zurückzuführen ist, die mit der Zusammenstellung und der Größe der Stichproben zusammenhängen. Aus diesem Grund wurde der Vergleich noch einmal auf andere Weise durchgeführt: Mit Hilfe des statistischen Verfahrens des Propensity Score Matching (PSM) (vgl. dazu Rosenbaum & Rubin 1985) wurde für jede SINUS-Schule aus der Ländervergleichsstichprobe ein statistischer Zwilling ermittelt, d.h. eine Schule, die in sehr vielen Merkmalen mit der SINUS-Schule stark übereinstimmte. Auf diese Weise wurden 80 Schulen ermittelt und die Leistungen der vierten Klassen mit den Leistungen der Viertklässler aus den SINUS-Schulen verglichen. Dieser erneute, sehr viel präzisere Vergleich reduzierte erwartungsgemäß die Unterschiede bei den Mathematikleistungen. Dennoch zeigten die Lernenden aus den SINUS-Schulen einen in allen Merkmalen signifikanten Vorsprung in einer Effektstärke von $d=0.15$, was einem guten Drittel eines Schuljahrs entspricht (Abbildung 2).

3 Zusammenfassung

Der erste Teil des Beitrags stellte dar, dass die Anforderung, kompetenzorientiert zu unterrichten eine anspruchsvolle Aufgabe darstellt, bei deren Umsetzung Lehrkräfte Anleitung und Unterstützung benötigen. Solche Unterstützungsmaßnahmen wurden am Beispiel der SINUS-Programme für Grundschulen vorgestellt. Die hier berichteten Daten lassen erkennen, dass Lehrkräfte an SINUS-Schulen in großem Umfang die Angebote des Programms nutzten, um Unterricht stärker auf Kompetenzen hin zu orientieren. Aus den Selbstberichten der Lehrkräfte wurde ein individueller Entwicklungszuwachs deutlich bei Merkmalen, die bedeutsam sind, wenn kompetenzorientierter Unterricht umgesetzt werden soll. Und schließlich zeigten die Auswertungen der Mathematikleistungen der Lernenden aus vierten Klassen im Ländervergleich für die Primarstufe Mathematik 2011 einen deutlichen Vorsprung von einem guten Drittel eines Schuljahrs gegenüber den Lernenden aus anderen Schulen.

Auch wenn aus diesen Befunden keine kausalen Zusammenhänge abzuleiten sind, so zeigen sie zumindest dies: Wenn gezielte Angebo-

te gemacht werden, wie kompetenzorientiertes Unterrichten aussehen und umgesetzt werden kann, dann werden solche Angebote angenommen. Offensichtlich fühlen sich die Beteiligten dadurch unterstützt und nehmen subjektiv Entwicklungsfortschritte wahr. Im Lauf der Zeit übernehmen sie Merkmale kompetenzförderlichen Unterrichtens in ihr Handlungsrepertoire und ihre beruflichen Routinen.

Literatur

BLK (Hrsg.) (1997). *Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. Heft 60. Bonn: BLK.

BLK (Hrsg.) (2004). *SINUS-Transfer Grundschule. Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts*. Gutachten des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) Kiel. Heft 112. Bonn: BLK.

Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33 (8). pp. 3-15.

Cohen & Hill (2001). *Learning policy: When state education reform works*. New Haven, CT: Yale University Press.

Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I. & Ralle, B. (Hrsg.) (2008). *Chemie im Kontext. Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Münster u.a.O.: Waxmann.

Demuth, R., Walther, G. & Prenzel, M. (Hrsg.) (2011). *Unterricht entwickeln mit SINUS. 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule*. Klett / Kallmeyer: Seelze.

Desimone, L. M. (2003). Toward a more refined theory of school effects: A study of the relationship between professional community and mathematics teaching in early elementary school. In C. Miskel & W. Hoy (Eds.). *Research and theory in educational administration*. Greenwich, CT: Information Age.

Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38, (3), pp. 181-199.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.

Dolezal, S. E., Welsh, I. M., Pressley, M. & Vincent, M. M. (2003). How nine third-grade teachers motivate student academic engagement. *The Elementary School Journal* 103 (3), pp. 239-267.

Doll, J. & Prenzel, M. (Hrsg.) (2004). *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*. Münster: Waxmann.

- Dresel, M. (2004). *Motivationsförderung im schulischen Kontext*. Göttingen: Hogrefe.
- Fischer, C. & Prenzel, M. (unter Mitarbeit von Rieck, K., Dedekind, B., Trepke, F. & Achenbach, T.) (2009). *Skizze für ein länderübergreifendes Anschlussvorhaben SINUS an Grundschulen*. Kiel: IPN
- Fischer, C., Kobarg, M., Dalehefte, I. M., Trepke, F. (2013). Ein Unterrichtsentwicklungsprogramm wissenschaftlich begleiten – Anlage und Hintergründe des Forschungsdesigns. *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 60(1), S. 26-31.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L. M., Birman, B. & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Analysis of a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38 (3), pp. 915-945
- Guskey, T. R. (1994). Results-oriented professional development: In search of an optimal mix of effective practices. *Journal of Staff Development*, 15 (4), pp. 42-50
- Haag, L. & Stern, E. (2000). Non scholae sed vitae discimus? In search of global and specific effects of learning Latin. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 14 (2-3), S. 146-157.
- Haag, L. & Stern, E. (2003). In search of the benefits of learning Latin. *Journal of Educational Psychology* 95 (1), S. 174-178.
- Hawley, W. & Valli, L. (1999). The essentials of effective professional development: A new consensus. In Sykes, G. & Daling-Hammond, L. (Eds.). *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 127-150). New York: Teachers College Press.
- Lipowsky, F. (2004). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? *Die Deutsche Schule*, 96 (4), 462-479
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf – Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In Müller, F., Eichenberger, A., Lüders, M. & Mayr, J. (Hrsg.) *Lehrerinnen und Lehrer lernen – Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51-72). Münster: Waxmann.
- Mähler, C. & Stern, E. (2006). Transfer. In Rost, D. (Hrsg.). *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. S. 782-793. Weinheim: Beltz.
- Meyer, H. (2012). Kompetenzorientierung allein macht noch keinen guten Unterricht! *Lernende Schule* 15 (2012), 58. S. 7-12.
- Pintrich, P. R. & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. 2nd edition. Englewood Cliffs: Merrill Prentice Hall.
- Prenzel, M. & Allolio-Näcke, L. (Hrsg.). (2006). *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms*. Münster: Waxmann.

Prenzel, M., Brackhahn, B. & Hertrampf, M. (2002). *Konzeption zur Dissemination des BLK-Modellversuchsprogramms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts*. Kiel: IPN

Rosenbaum, P. R. & Rubin, D. B. (1985). Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. *The American Statistician*, 39, pp. 33-38. doi: 10.2307/2683903.

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist* 55, pp. 68-78.

Schneider, M., Grabner, R. H. & Paetsch, J. (2009). Mental number line, number line estimation, and mathematical achievement: Their integration in grades 5 and 6. *Journal of Educational Psychology* 101 (2), pp. 359-372.

Spinath, B. & Spinath, F. M. (2005). Longitudinal analysis of the link between learning motivation and competence beliefs among elementary school children. *Learning and Instruction* 15, pp. 87-102.

Stern, E. (1997). Early training: Who, what, when. Why and how? In Beishuizen, M., Gravemejer, K. P. & van Lieshout, E. C. (Hrsg.). *The role of contexts and models in the development of mathematical strategies and procedures*. Utrecht: CD & Press, pp. 239-253.

Wayne, A. J., Yoon, K. S., Zhu, P., Cronen, S. & Garret, M. S. (2008). Experimenting with teacher professional development: Motives and methods. *Educational Researcher*, 37 (8), pp. 469-479.

Wigfield, A. & Tonks, S. (2004). Concept oriented reading instruction – CORI: ein Programm zur Förderung der Lesemotivation in Unterricht. *Unterrichtswissenschaft* 33 (2), S. 106-121.

Ziegler, E., Stern, E. & Neubauer, A. (2012). Kompetenzen aus der Perspektive der Kognitionswissenschaften und der Lehr-Lern-Forschung. In Paechter, M., Stock, M., Schmölzer-Eibinger, S., Slepcevic-Zach, P. & Weirer, W. (Hrsg.) *Handbuch kompetenzorientierter Unterricht*, S. 14-26. Weinheim und Basel: Beltz.

Dr. Claudia Fischer

Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN)
an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62, 24118 Kiel
cfischer@ipn.uni-kiel.de

Brigitte Döring

Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN)
an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62, 24118 Kiel
doering@ipn.uni-kiel.de

Bildungsstandards und Unterrichtspraxis – Konzeptionen, Materialien und Erfahrungen aus fünf Jahren PIKAS

von Christoph Selter

Der Beitrag beschreibt die Konzeption des Projekts PIKAS, das 2009 zur Umsetzung des Mathematik-Lehrplans NRW für die Primarstufe gegründet wurde. Das Teilprojekt PIK zielt auf die Bereitstellung von Unterstützungsleistungen und die Entwicklung von Unterstützungsmaterialien für die Vielzahl der an der Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts beteiligten Akteure. Das Teilprojekt AS ergänzt die fachdidaktische Komponente durch Unterstützungsangebote für die fachbezogene Unterrichtsentwicklung.

Schlüsselwörter: prozessbezogene Kompetenzen, inhaltsbezogene Kompetenzen, Professionelle Lerngemeinschaften, fachbezogene Schulentwicklung

1 Konzeptionelles

1.1 Projektansatz

PIKAS ist ein Kooperationsprojekt der Universitäten Dortmund und Münster, des Schulministeriums NRW sowie der Deutsche Telekom Stiftung. Den Fokus bildet dabei die Umsetzung des in den KMK-Bildungsstandards und in den Lehrplänen zum Ausdruck kommenden Zusammenspiels von Prozessbezogenen (auch ‚allgemeine mathematische Kompetenzen‘ genannt) und Inhaltsbezogenen Kompetenzen durch die Anregung von fachbezogener Schulentwicklung (kurz *PIK AS*).

Aber auch andere wichtige Themen werden in den Blick genommen (vgl. 3.1). Zielstellung ist dabei ein Unterricht, der an die individuellen Kompetenzen und Defiziten sowie die unterschiedlich ausgeprägten Erfahrungen und Interessen der Schülerinnen und Schüler anknüpft und diese zielbewusst zur aktiven und zunehmend selbstverantwortlichen Weiterentwicklung ihres Potenzials und ihrer Motivation, ihres Interesses und ihres mathematischen Selbstkonzepts anregt sowie ihren Forschergeist im Rahmen mathematikhaltiger Sinnzusammenhänge weckt oder besser noch: lebendig erhält.

Das Teilprojekt PIK zielt auf die Bereitstellung von Unterstützungsleistungen und die Entwicklung von Unterstützungsmaterialien für die Vielzahl der an der Weiterentwicklung kompetenzorientierten Mathematikunterrichts beteiligten Akteure (vgl. 3.3). Das Teilprojekt AS ergänzt die fachdidaktische Komponente durch Unterstützungsangebote für die fachbezogene Unterrichtsentwicklung. AS richtet sich damit primär an Schulleiterinnen und Schulleiter sowie Personen, die – wie Fachkonferenzleiter – mit der kollegialen Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts in Einzelschulen oder Schulverbänden befasst sind.

Das Projekt ist dreiphasig angelegt. In der dreijährigen *Entwicklungsphase* (Februar 2009 bis Januar 2012) erfolgten die konzeptionelle Arbeit sowie der Großteil der Materialentwicklung, -erprobung und -überarbeitung. Die *Verbreitungsphase* (Februar 2014 bis Juli 2014) ist neben dem Abschluss der konzeptionellen und der Entwicklungsarbeit vorrangig der Ausweitung der Projektarbeit in Kooperation mit den fünf Bezirksregierungen sowie mit 21 der insgesamt 53 Schulämter in NRW gewidmet. Die *Implementationsphase* (ab Juli 2014) schließlich wird der Verstetigung sowie der Ausdehnung der Kooperation auf weitere Schulämter in NRW dienen. Begonnen wurde außerdem die Zusammenarbeit mit Partnern in anderen Bundesländern.

1.2 Ziel ‚Kompetenzorientierter Mathematikunterricht‘

Erfahrungen aus dem Unterrichtsalltag und empirische Untersuchungen zeigen auf, dass sich insbesondere die prozessbezogenen Kompetenzen nicht von selbst entwickeln. Der Wandel hin zu einem Unterricht, der sowohl inhalts- als auch prozessbezogene Kompetenzen fördert, bedarf jedoch nicht nur auf Seiten der Kinder, sondern auch auf Seiten der Lehrpersonen erheblicher Unterstützung. Man denke nur daran, dass nicht wenige Mathematik unterrichtende Grundschullehrerinnen und -lehrer selbst nicht (in angemessenem Umfang) in Mathematik ausgebildet worden sind oder deren Ausbildung mehrere Jahrzehnte zurück liegt.

Unterrichtsentwicklung und Lehrerfortbildung sind in PIKAS daher von Anfang an integriert gedacht worden: Die Lehrerinnen und Leh-

rer sollen dabei unterstützt werden, die im Lehrplan bzw. in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzerwartungen gezielt zu verfolgen. Hierzu waren Lehrpersonen bei der Entwicklung und Erprobung von Material von Anfang an gestaltend beteiligt. Praktische Erfahrungsweisheit und theoretische Distanz der Wissenschaft konnten sich so ergänzen und positiv beeinflussen.

1.3 Fachbezogene Schulentwicklung in Professionellen Lerngemeinschaften

Forschungsarbeiten zu subjektiven Theorien zeigen, dass Lehrerinnen und Lehrer im Laufe ihrer Berufsbiografie eigene grundlegende Überzeugungen entwickeln, die ihr Handeln im Alltag orientieren. Soll Unterrichtsentwicklung die Handlungsebene erreichen, so müssen neben dem Professionswissen auch Kognitionen und Überzeugungen als Bedingungsvariablen des Handelns berücksichtigt werden.

Die Aneignung neuen Wissens gelingt denjenigen Lehrkräften am besten, die hinreichende Nähe zwischen ihren eigenen Überzeugungen und ihrem bestehenden Wissen einerseits und den neuen Anregungen andererseits herstellen können. Dies gelingt eher, wenn Fortbildungen längerfristig ansetzen, Lehrkräfte an der Auswahl der Inhalte mitwirken können, Fortbildungsphasen und schulische Praxisphasen sich abwechseln und Lehrkräfte in Kleingruppen zusammenarbeiten.

Unterrichtsentwicklung lässt sich demnach im Rahmen von PIKAS besonders im Rahmen der Professionalisierung von Lehrkräften durch innerschulische Strukturen und kooperative Arbeitsweisen realisieren. Nicht zuletzt auch um den Transfer und die Nachhaltigkeit von traditionellen Fortbildungsangeboten zu erhöhen, ist die langfristige Einbindung von Lehrkräften in kooperativ arbeitende Lehrerteams und Lerngemeinschaften sinnvoll.

In Professionellen Lerngemeinschaften arbeiten Lehrerinnen und Lehrer in Teams an der Weiterentwicklung des Fachunterrichts zusammen. Merkmale solcher Lehrer-Lerngemeinschaften sind der gemeinsame reflektierende Dialog über Unterricht, eine „De-Privatisierung“ des eigenen Unterrichts, d.h. eine Öffnung des Un-

terrichts für Kolleginnen und Kollegen, eine gemeinsame Verständnissbasis sowie die Fokussierung der Kooperationsarbeit auf die Verbesserung des Lernens aller Schülerinnen und Schüler.

2 Grundlagen

2.1 Konzeptionelle Basis

Dem Projekt liegt ein Verständnis von *Mathematik als Wissenschaft von den Mustern* zugrunde (Wittmann & Müller 2012). Ihre Ordnungen, Strukturen, Beziehungen, Zusammenhänge, Auffälligkeiten, Abhängigkeiten oder Regelmäßigkeiten kann man erforschen, fortsetzen, ausgestalten und selbst erzeugen. Mathematik ist eine Tätigkeit – etwas, das man tut (Freudenthal 1982).

So formuliert Winter (1995, S. 37), mathematische Bildung solle anzielen, die folgenden drei, vielfältig miteinander verknüpften Grunderfahrungen zu ermöglichen:

- „Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,
- mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen,
- in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinausgehen (heuristische Fähigkeiten), zu erwerben.“

Diese prägnante Zusammenfassung des mathematischen Bildungsauftrags bietet den Bezugsrahmen für PIKAS. Auf dieser Grundlage beschreiben auch die Bildungsstandards (KMK 2004; 2005; 2012) mathematische Kompetenzen, die Schülerinnen und Schülern zum Abschluss bestimmter Bildungsstufen erreichen können sollen. (vgl. für die Primarstufe etwa Walther, Selter & Neubrand 2008 oder Granzer, Köller, Reiss et al. 2008).

2.2 Lehr-/Lernforschung

Erkenntnisse der Lehr-/Lernforschung sind auf vielfältige Weise in das PIKAS-Konzept eingeflossen und lassen sich in drei Punkten bündeln.

Aktiv-entdeckendes Lernen: Das PIKAS-Konzept sieht die Schülerinnen und Schüler als aktive Lerner und Gestalter des Erwerbs mathematischer Kompetenzen (Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001), die über eine selbstständige und eigenaktive Beteiligung des Lernenden am Lernprozess erworben und in die bereits vorhandenen Wissensstrukturen eingebaut und auf der Basis individueller Erfahrungen interpretiert werden. Lernen ist aber auch ein sozialer Prozess, da der Erwerb von Kompetenzen in der Interaktion mit anderen geschieht. Lernen ist schließlich ein situativer Prozess; der Erwerb von Kompetenzen ist an einen spezifischen Kontext oder an eine Situation gebunden (Gräsel & Parchmann 2004). Reichhaltigen Lernanregungen kommt bei der Entwicklung mathematischer Kompetenzen eine entscheidende Bedeutung zu. Die Kinder nutzen und gestalten diese Lernanregungen. Vor diesem Hintergrund ist die Passung zwischen den Lernvoraussetzungen und den Lernanregungen als außerordentlich wichtig anzusehen (Siegler, De Loache & Eisenberg 2005; Weinert, Doil & Frevert 2008).

Diagnosegeleitete Förderung: Vor dem Hintergrund der großen Heterogenität der Schülerschaft (Prenzel & Burba 2006) haben die Leitprinzipien der Diagnose und individuellen Förderung (DiF) in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung in den bildungspolitischen, didaktischen und professionstheoretischen Diskussionen und Entwicklungsbemühungen gewonnen (vgl. Becker et al. 2006). Studien in der Unterrichtsforschung haben gezeigt, dass Lehr-/Lernprozesse effektiv und nachhaltig gestaltet werden können, wenn sie an individuelle Lernstände der Schülerinnen und Schüler anknüpfen und diese adaptiv weiterentwickeln (Helmke 2012). Denn Unterstützung von Autonomie einerseits und Zielorientierung andererseits stellen keinen Widerspruch dar. Qualitätvoller Unterricht, so wie in PIKAS angezielt, lebt vom produktiven Spannungsverhältnis von Offenheit und Struktur.

Herausfordernde Lernumgebungen: Fasst man die Qualitätskriterien des Mathematikunterrichts aus der Fachliteratur zusammen (vgl. z.B. Helmke 2012, Seidel & Shavelson 2007; Baumert et al. 2004), so lassen sich drei Merkmale identifizieren, die in PIKAS kontinuierlich thematisiert werden: (1) eine fachlich gehaltvolle Unterrichtsgestaltung (mit reichhaltigen Gelegenheiten zum Erwerb von Kompetenzen und reichhaltigen Vernetzungen innerhalb und außerhalb der Mathematik, (2) eine permanente kognitive Aktivierung der Lernenden sowie (3) eine effektive und schülerorientierte Unterrichtsführung („Classroom Management“).

2.3 Schulentwicklungsforschung

Gute und innovative Schulen unterscheiden sich von weniger guten und weniger innovativen Schulen vor allem durch unterrichtsbezogene Gespräche, gegenseitige Unterrichtsbeobachtung und -kritik, gemeinsame Erarbeitung von Unterrichtsmaterialien und ein gemeinsames Bemühen um die Verbesserung der didaktisch Kompetenz der Lehrpersonen (Little 1982). Studien verdeutlichen, dass ein qualitativ hochwertiger Unterricht, der zu guten Lernergebnissen der Schülerinnen und Schüler führt, von kompetenten Lehrkräften erteilt wird, deren professionelle Entwicklung von einer unterstützenden Schulleitung sowie positiven Arbeitsbeziehungen und Kooperation im Kollegium abhängt (Bryk et al. 2010; Prenzel, Friedrich & Stadler 2008). Ein mittlerweile gut erforschtes Modell für effektive Unterrichtsentwicklung bietet der Ansatz der Professionellen Lerngemeinschaften (Lomos, Hofman & Bosker 2011). Typische Strategien zur Unterrichtsentwicklung in Professionellen Lerngemeinschaften umfassen unterrichtsbezogene Kooperation (Planung, Vorbereitung und Auswertung von Unterrichtsstunden), gegenseitige Unterrichtsbesuche, ein reflektierender Dialog über Unterricht sowie die Begleitung neuer Lehrkräfte (Bonsen, Hübner & Mitas 2013). Das Konzept der Professionellen Lerngemeinschaft wird in PIKAS als Modell für innerschulische Strukturen der Unterrichtsentwicklung genutzt und in Fortbildungen als Anregung für fachbezogene Unterrichtsentwicklung aufbereitet.

2.4 Lehrerfortbildungsforschung

Auf der Grundlage von Desimone (2009) oder Lipowsky und Rzejak (2012) dienen die folgenden fünf Leitideen als Grundlagen für das PIKAS-Fortbildungskonzept.

Teilnehmerorientierung: Fortbildungen sollten die heterogenen individuellen Voraussetzungen der Teilnehmenden zielgerichtet aufgreifen und sie bedarfsorientiert im Hinblick auf ihre konkreten Aufgaben weiter entwickeln (Krainer 1998). Fortbildungen sollten keine Einweg-Kommunikation darstellen, sondern partizipativ gestaltet sein und eigenverantwortliche Teilhabe der Teilnehmenden in Gestaltung und Durchführung (Selter 2006).

Kooperationsanregung: Die Teilnehmenden sollten gemeinsam an Problemstellungen und an der Umsetzung des Gelernten in der eigenen Praxis arbeiten können. Dadurch wird die Kooperation der Teilnehmenden gefördert und eine nachhaltigere Zusammenarbeit angeregt (Garet et al. 2001; Kennedy 1999).

Fallorientierung: Der Bezug auf Alltagssituationen („Fälle“) aus dem Unterricht dient sowohl als Ausgangspunkt als auch als Anwendungsfeld für das Lehren und das Lernen im Kontext der Veranstaltungen. Dabei bildet insbesondere die Orientierung an den Praxiserfahrungen der Teilnehmenden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Gestaltung der Fortbildungen (Timperley et al. 2007).

Methodenvielfalt: PIKAS-Fortbildungsangebote ermöglichen es den Teilnehmern, die Angebote selbst mit zu gestalten, Selbstwirksamkeit zu erleben und Transferleistungen zu erbringen (Carpenter et al. 1989). Der Mix aus von ihrerseits methodisch vielseitig gestalteten Präsenzphasen, Selbststudium, kollaborativem Arbeiten zu zweit oder in der Kleingruppe und E-Learningphasen dient der Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen (Kennedy 1999).

Reflexionsförderung: Die Teilnehmenden werden zur gemeinsamen Reflexion und Selbstreflexion über behandelte Themen sowie über die eigene Unterrichtspraxis angeregt (Putnam & Borko 2000; Boyle et al. 2005).

3 Konkretisierung

3.1 Themenschwerpunkte

Wie in 1.1 dargelegt, hat PIKAS den Anspruch, Lehrpersonen bei der Umsetzung zeitgemäßen Mathematikunterrichts zu unterstützen, der die Schüler als aktive Lerner versteht, ihre individuellen Lernstände und unterschiedlichen Lernmöglichkeiten als Ausgangspunkte kompetenzorientierten Unterrichts ernst nimmt und die Strukturzusammenhänge und Wirklichkeitsbezüge der Mathematik in Form von sinnstiftenden Kontexten als Motor von deren Lernentwicklungen begreift.

Die Themenschwerpunkte des Projekts kommen durch die Anordnung der Materialien auf der Website in zehn „Häusern“ (H1 bis H 10) zum Ausdruck, die jeweils einem zentralen Thema der Unterrichtsentwicklung gewidmet sind (<http://pikas.tu-dortmund.de/pik>). Zielvorstellung ist ein Mathematikunterricht, der ...

- sowohl prozessbezogene als auch inhaltsbezogene Kompetenzen fördert (H 1),
- den langfristigen Kompetenzaufbau von der Vorschule bis in der Sekundarstufe im Blick hat (H 2),
- eine unterrichtsintegrierte Prävention, Diagnose und Förderung im Kontext von Rechenschwierigkeiten realisiert (H 3),
- Sprachförderung als eine zentrale Aufgabe auch des Mathematikunterrichts ansieht (H 4),
- eine Balance zwischen eigenen Denkwegen und vorgegebenen Kompetenzerwartungen hält (H 5),
- die Heterogenität der Lernstände von Schülerinnen und Schülern durch Konzepte wie das der ‚natürlichen Differenzierung‘ produktiv nutzt (H 6),
- ergiebige Aufgaben verwendet, die Schülerinnen und Schüler herauszufordern statt lediglich zu beschäftigen (H 7),
- es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, den Unterricht und ihren Lernprozess aktiv und selbstverantwortlich mit zu gestalten (H 8),

- eine kontinuierliche und immer auch stärkenorientierte Lernstandsfeststellung als unverzichtbare Grundlage individueller Förderung ansieht (H 9) sowie
- prozessorientierte Leistungsbeurteilung und dialogische Leistungsrückmeldung auch im Fach Mathematik realisiert (H 10).

3.2 Umsetzung

Im Teilprojekt PIK wurden drei, miteinander verwobene Typen von Material entwickelt. Bei den *Fortbildungsmaterialien* handelt es sich um Hintergrund-Informationen, Power Point-Präsentationen, Moderationspfade sowie Teilnehmermaterialien zu zentralen Themen wie Prävention von Rechenschwäche, Umgang mit Heterogenität im Anfangsunterricht oder Beurteilung prozessbezogener Kompetenzen. Genutzt und für die eigenen Zwecke modifiziert werden können diese Materialien zum einen durch Moderatorinnen und Moderatoren, die Fortbildungen durchführen. Denkbar ist aber auch – via Website – die Nutzung des Materials zur Selbstfortbildung von Lehrpersonen. Organisiert wurden die Fortbildungsmaterialien in insgesamt 35 Modulen.

Die *Unterrichtsmaterialien* – Sachinformationen, Unterrichtsplanungen, Arbeitsblätter, Mathe-Plakate, etc. zu 54 Lernumgebungen – stehen ebenfalls zum Download zur Verfügung. Das vom PIK-Team entwickelte Material wurde an Projektschulen mehrfach erprobt und kontinuierlich weiterentwickelt.

Die *Informationsmaterialien* schließlich ermöglichen das Selbststudium durch Texte und Links zu verschiedenen fachdidaktischen Themen. Des weiteren wurden im Projekt 16 Informationsfilme erstellt, die in qualitativ hochwertiger Weise adressatenbezogen illustrieren, wie kompetenzorientierter Mathematikunterricht gelingen kann (<http://pikas.tu-dortmund.de/152>). Auch Materialien für die Elternarbeit (wie Elternbriefe oder Elternratgeber) zu verschiedenen Bereichen des Mathematikunterrichts stehen dort zur Verfügung.

Im Teilprojekt AS wurde Informations- und Anregungsmaterial für Schulleitungen, Fachgruppen und weitere an der Unterrichtsentwicklung Interessierte bereit gestellt. Illustriert wurden die Themen „Kollegiale Hospitation“ und „Professionelle Lerngemeinschaften“ bei-

spielsweise durch die filmische Dokumentation der gemeinsamen Planung, Durchführung und Reflexion von Unterricht im Team (<http://pikas.tu-dortmund.de/159>).

4 Erprobung und Transfer

4.1 Mehrfaches Wechselspiel von Entwicklung und Erprobung

Alle Unterrichts- und Fortbildungsmaterialien sind in enger Kooperation von Mathematikdidaktikern, Bildungsforschern, den durch das Schulministerium abgeordneten PIKAS-Lehrerinnen und Lehrpersonen der Projektschulen entwickelt sowie in der Regel zwei- oder dreimal erprobt und überarbeitet worden.

Die Überarbeitungen erfolgten auf der Grundlage von Beobachtungen der Unterrichtsstunden bzw. der Fortbildungsveranstaltungen, der Analysen der schriftlichen Schülerergebnisse bzw. Auswertung der eingesetzten Evaluationsfragebögen sowie der Resultate gemeinsamer Nachbesprechungen der beteiligten Akteure im Anschluss an jede Erprobung. Auch das Informationsmaterial wurde in der Regel mehrfach potenziellen Adressaten mit der Bitte um kritische Rückmeldung vorgelegt und in Verwendungssituationen erprobt.

4.2 Evaluation des Projekts

Im weiteren sollen die vier Ebenen der Wirksamkeit (vgl. Lipowsky 2010) als Strukturierungshilfe dienen, auch wenn diese streng genommen auf die Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen bzw. Professionalisierungsmaßnahmen angelegt sind und PIKAS ein viel breiter angelegtes Projekt ist.

Einschätzungen der Adressaten: Die durchgeführten Fortbildungsveranstaltungen wurden anhand von Fragebögen, Feedbackrunden mit den Teilnehmern sowie kollegiale Hospitationen der Projektmitglieder systematisch im Hinblick auf Weiterentwicklungspotenzial evaluiert. In Bezug auf das Unterrichts- und Informationsmaterial wurden in der Entwicklungsphase zunächst mit den Schulleitungen aller Kooperationsschulen leitfadengestützte Telefoninterviews zur Nutzung des PIK-Materials geführt. Im Rahmen der Evaluationsbefragung im Jahr 2011 hatten die Lehrkräfte zudem die Möglichkeit, die PIKAS-Materialien hinsichtlich ihres Unterstützungspotenzials zu

bewerten. Die Daten sprechen dafür, dass das Projekt den Unterricht erreicht (Bonsen 2011).

Erweiterung der Lehrerkognitionen: Außerdem wurden zwei standardisierte Repräsentativbefragungen durchgeführt. An der ersten Befragung im Jahr 2010 beteiligten sich 1502 Lehrkräfte und 208 Schulleitungen aus 219 Grundschulen. Die Zielgruppe für die Folgebefragung 2011 waren nur diejenigen Lehrkräfte, die bereits an der ersten Befragung teilgenommen hatten. An der Folgebefragung 2011 beteiligten sich 806 Lehrkräfte aus 180 Grundschulen. Zusätzlich wurden die Lehrerinnen und Lehrer der PIKAS-Kooperationsschulen befragt (N=58). Unter anderem zeigte sich, dass Lehrkräfte der Kooperationschulen in allen Items zur Messung der Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts höhere Werte als die Lehrkräfte der übrigen Schulen aufweisen. Diese deutet auf eine stärkere Umsetzung des Lehrplans an den Kooperationschulen und damit auf eine erfolgreiche Projektarbeit hin (Hübner-Schwartz 2012). Im Rahmen des BMBF-Projekt „Lehrerfortbildung zur Unterstützung von Innovation im Mathematikunterricht (LIMa) wurden zudem an 25 Grundschulen die Wirksamkeit unterschiedlicher Fortbildungskonzeptionen (u. a. PIKAS) auf der Ebene der Lehrerkognitionen untersucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass das PIKAS-Konzept erfolgreich war (Selter et al. 2015).

Unterrichtspraktisches Handeln: Diese Ebene konnte aus Kapazitätsgründen bislang nur in zwei noch nicht abgeschlossenen Qualifikationsarbeiten ansatzweise untersucht werden.

Effekte auf Schülerinnen und Schüler: Entsprechende Daten sind im LIMa-Projekt für etwa 2.000 Dritt- und Viertklässler erhoben worden. Die Auswertungen sind aber gegenwärtig noch nicht abgeschlossen. Geplant ist zudem eine Einbindung von PIKAS-Klassen an die Erhebung der Kompetenzen deutscher Viertklässlerinnen und Viertklässler anlässlich von TIMSS 2015.

Literatur

Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Drawing the lessons from PISA-2000: Long term research implications. In D. Lenzen, J. Baumert, R. Watermann & U. Trautwein (Hrsg.): PISA und die Konsequenzen für die

erziehungswissenschaftliche Forschung. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft S. 143-157.

Becker, G., Horstkemper, M., Risse, E., Stäudel, L., Werning, R., & Winter, F. (2006). Diagnostizieren und Fördern. Stärken entdecken – können entwickeln. Friedrich Jahresheft 24.

Bonsen, M. (2011). PIKAS: Ausgewählte Ergebnisse der Evaluationsbefragung. Vortrag auf der fünften PIKAS Multiplikatoren-tagung. TU Dortmund, 17.01.2012.

Bonsen, M., Hübner, C. & Mitas, O. (2013). Teamqualität in der Schule - Lehrerkooperation als Ausgangspunkt für Schul- und Unterrichtsentwicklung. In M. Keller-Schneider, S. Albisser & J. Wissinger (Hrsg.), Professionalität und Kooperation in Schulen (S. 105-122). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Boyle, B., Lamprianou, I. & Boyle, T. (2005). A longitudinal study of teacher change: What makes professional development effective? Report of the second year of study, School Effectiveness and School Improvement, 16, S. 1-26.

Bryk, A. S., Sebring, P. B., Allensworth, E., Luppescu, S. & Easton, J. Q. (2010). Organizing Schools for Improvement: Lessons from Chicago: University of Chicago Press.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C. P. & Loeff, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching. An experimental study. American Educational Research Journal, (4), 499-531.

Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. Educational Researcher, 38 (3), 181-199.

Freudenthal, H. (1982). Mathematik – eine Geisteshaltung. Grundschule, (4), S. 140-142.

Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F. & Yoon, K. S. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. American Educational Research Journal, 38(4), 915-945.

Granzer, D., Köller, O., Reiss, K., Robitzsch, A., Walther, G. & Winkelmann, H. (2008). Bildungsstandards: Kompetenzen überprüfen und fördern. Grundschule Mathematik 3. und 4. Schuljahr. Berlin: Cornelsen.

Helmke, A. (2012). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze: Kallmeyer.

Hübner-Schwartz, C. (2012): Vom Lehrplan zum Unterricht - Die Implementation einer Lehrplaninnovation an Grundschulen in Nordrhein-Westfalen am Beispiel des Fachs Mathematik. Dissertation, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Sozialwissenschaften, Universität Münster.

Kennedy, M. M. (1999). Form and substance in mathematics and science professional development. NISE Brief Vol.3, No.2: National Institute for Science Education, University of Wisconsin-Madison.

KMK (2004). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Bildungsabschluss. München: Wolters.

KMK (2005). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. München: Wolters.

KMK (2012). Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Hochschulreife. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf (Abruf am 13.08.13).

Krainer, K. (1998). Some considerations on problems and perspectives of mathematics teacher in-service education. In Alsina, C., Alvarez, J. M., Hodgson, B. Laborde, C. & Perez, A. (Hrsg.), The 8th International Congress on Mathematical Education (S. 303-321). Sevilla: Thales.

Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Die Entwicklung und Implementation von Konzepten situierten, selbstgesteuerten Lernens. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 7 (3. Beiheft), 171-184.

Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf – Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), Lehrerinnen und Lehrer lernen – Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung (S. 51–72). Münster: Waxmann.

Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2012). Lehrerinnen und Lehrer als Lerner – Wann gelingt der Rollentausch? Merkmale und Wirkungen effektiver Lehrerfortbildungen. Schulpädagogik heute, 5(3), 1-17

Little, J.W. (1982). Norms of collegiality and experimentation. Workplace conditions of school success. American Educational Research Journal, Jg. 19 (3), 325-340.

Lomos, C., Hofman, R. H. & Bosker, R. J. (2011). Professional communities and student achievement - a meta-analysis. School Effectiveness and School Improvement, 22(2), 121-148.

Prenzel, M., & Burba, D. (2006). PISA-Befunde zum Umgang mit Heterogenität. In G. Opp, T. Hellbrügge & L. Stevens (Hrsg.), Kindern gerecht werden. Kontroverse Perspektiven auf Lernen in der Kindheit (23-33). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Prenzel, M., Friedrich, A. & Stadler, M. (2008). Von Sinus lernen. Wie Unterrichtsentwicklung gelingt. Seelze: Kallmeyer.

Putnam, R. T. & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.

Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 601-646). Weinheim: Beltz.

Seidel T. & Shavelson R. J. (2007): Teaching effectiveness research in the last decade: Role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*. 77 (4), 454-499.

Selter, Ch. (2006). Adressaten- und Berufsbezug in der Lehrerbildung. Konzeptionelles und Beispiele aus der Mathematik. *Journal für Lehrerbildung* (2), 57-64.

Selter, Ch., Gräsel, C., Reinold, M., & Trempler, K. (2015). Effects of different variations of in-service courses for primary mathematics teachers. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* (1).

Siegler, R. S., DeLoache, J. & Eisenberg, N. (2005). *Entwicklungspsychologie im Kindes- und Jugendalter*. München: Spektrum Akademischer Verlag.

Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H., and Fung, I. (2007). *Teacher professional learning and development. Best Evidence Synthesis Iteration*. Wellington, New Zealand: Ministry of Education.

Walther, G., Selter, Ch. & Neubrand, J. (2008). Die Bildungsstandards Mathematik. In G. Walther, D. Granzer, M. van den Heuvel-Panhuizen & O. Köller (2008), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret* (S. 16-38). Berlin, Cornelsen Scriptor.

Weinert, S., Doil, H. & Frevert, S. (2008). Kompetenzmessungen im Vorschulalter: eine Analyse vorliegender Verfahren. In H.-G. Rossbach & S. Weinert (Hrsg.), *Kindliche Kompetenzen im Elementarbereich: Förderbarkeit, Bedeutung, Messung* (S. 89-209). Berlin: BMBF.

Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*. (61), 37- 46.

Wittmann, E. Ch. & G. N. Müller (2012). Muster und Strukturen als fachliches Grundkonzept des Mathematikunterrichts in der Grundschule. In G. N. Müller, Ch. Selter & E. Ch. Wittmann (Hrsg.): *Zahlen, Muster und Strukturen* (S. 61-79). Stuttgart: Klett.

Prof. Dr. Christoph Selter
TU Dortmund, IEEM
Vogelpothsweg 87
44221 Dortmund
christoph.selter@math.tu-dortmund.de

Muster und Strukturen zwischen überall und nirgends

– Eine Spurensuche

von Anna Susanne Steinweg

Nicht erst seit Veröffentlichung der Bildungsstandards werden Muster und Strukturen in ihrer besonderen Bedeutung in Forschung und Lehre der Mathematik Primarstufe konsensual anerkannt. In allen Lehrplänen hat dieses Themenfeld bundesweit einen festen Platz. Vielfältige Forschungsarbeiten und Dissertationen der jüngsten Zeit rekurrieren auf Muster und Strukturen. Dennoch wird wohl kaum ein Bereich gleichzeitig so divergent gedeutet. Muster und Strukturen stehen im Spannungsfeld konkretisierter Leitideen von Unterrichtsinhalten und allgemeiner, fundamentaler Ideen der Mathematik. Chancen und Gefahren dieser Polarisierung geben Anlass zur Bewusstwerdung und Diskussion.

Schlüsselwörter: Muster, Strukturen, Bewusstheit, Argumentieren, Begründen

1 Einleitung

Immer wieder treten auch im Alltag Phänomene auf, die als besondere Muster wahrgenommen werden. Als am 30.07.2014 die Lottozahlen 9,10,11,12,13,37 gezogen wurden, war mein Vater ganz aus dem Häuschen, wegen dieses Musters. Mathematisch betrachtet handelt es sich hier natürlich um ein absolut gleichwahrscheinliches Einzelereignis gegenüber allen anderen Ziehungen (Schnell, 2014). Die Faszination liegt hier allein in der Wiederentdeckung eines bekannten Musters, einem Abschnitt der Zählzahlfolge, im Zusammenspiel mit dem rudimentären Bewusstsein für Wahrscheinlichkeiten (Vorhersage von richtigen Lottozahlen). Muster scheinen also dann bedeutsam zu werden, wenn sie in etwas hineingesehen und als besonders wahrgenommen werden.

Mathematik wird allgemein vielfach als Wissenschaft von Mustern beschrieben (z. B. Devlin, 1997; Wittmann, 2003). Grundsätzlich ist es natürlich nicht neu, dass sich Mathematik mit Mustern beschäftigt oder besser gesagt, dass die Suche nach Mustern und die Beschreibung von Strukturen die Mathematik selbst ist. In den 1980er Jahren wurde in der Nomenklatur eher auf die Strukturen abgehoben. In der Strukturorientierung des Mathematikunterrichts lagen Ziele darin, „das Regelhafte, Gesetzmäßige, Formelhafte sichtbar [zu] machen“, im „Aufdecken und Beschreiben von Strukturen“ (NW, 1985, S. 25).

Radatz et al. (1998) beschreiben konsequent: „Mathematik ist die Wissenschaft von den Strukturen.“ (ebd., S. 25). In den näheren Ausführungen nennen sie dann auch den Begriff Muster und verweisen auf „die Entwicklung einer auf Kreativität, Erfindungsreichtum und Entdeckerfreude ausgerichteten Einstellung zur Mathematik“ (Radatz et al. 1998, S. 25). Aufgaben zu Mustern sind somit schon seit geraumer Zeit etabliert, wenn auch wie hier eher aus motivationaler und affektiver Perspektive begründet.

Die Mathematik selbst ist jedoch – schon seit ersten zahlentheoretischen Überlegungen der Pythagoreer– Strukturwissenschaft. Spätestens seit Cantors Mengentheorie, sind (Ordnungs-, algebraische und topologische) Strukturen *der* Inhalt mathematischer Auseinandersetzung (vgl. z. B. Basieux, 2000). Es ist zu klären, ob die Begriffe Muster und Strukturen Synonyme sind oder ob, gerade in der Perspektive der Mathematikdidaktik für die Grundschule, eine genauere Definition sinnvoll und hilfreich wird.

2 Muster, Strukturen, Muster und Strukturen – Versuche von Begriffsklärungen

Muster und Strukturen werden zumeist in einem Atemzug als ein stehender Begriff genutzt. Dies liegt auch daran, dass „teilweise inhaltliche Überschneidungen von Struktur und Muster sowie die Vielzahl möglicher Bedeutungen des Wortes Muster jede Definition unscharf und eine exakte Trennung beider Bereiche schwierig [machen]“ (Lüken, 2012, S. 20). Gerade in den jüngsten Forschungsarbeiten zum Themenfeld Muster und Strukturen wird vielfach aber der Versuch unternommen, die beiden Begriffe voneinander abzugrenzen und getrennt zu klären.

Mathematischen Mustern werden z. B. die Merkmale „Ordnung und Regelmäßigkeit, Wiederholung sowie Vorhersagbarkeit“ (Rathgeb-Schnierer, 2007, S. 11; vgl. auch Deutscher, 2012, S. 87) zugewiesen. Offensichtlich ist hier der Bezug zu Mulligan & Mitchelmore (2009) erkennbar, die ein mathematisches Muster beschreiben als „any predictable regularity, usually involving numerical, spatial or logical relationships“ (S. 34). In dieser Deskription findet sich ein Klärungsansatz der (vorherseh- und vorhersagbarer) Regelmäßigkeit und Relationen (Beziehungen) definierenden Charakter für Muster zuweist. Auf

die Eigenschaft der Regelmäßigkeit verweist auch Akinwunmi (2012) und weiter auch auf die Bedeutung von Beziehungen: „die erkannten Strukturen der Figuren in Beziehung [zu] setzen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede [zu] erfassen“ (Akinwunmi 2012, S. 96).

Diese beiden Eigenschaften versteht Lüken (2012) hingegen als charakterisierend für die Abgrenzung von Mustern zu Strukturen. „Ein *Muster* (...) beschreibt eine Regelmäßigkeit. (...) Die Beziehungen zwischen den verschiedenen Bestandteilen eines Musters stellen seine *Struktur* dar“ (Lüken, 2012, S. 22, H. i. O.). Ungeklärt bleibt bisher aber, woher die Beziehungen und Gliederungsaspekte des Musters, in dem oben beschriebenen Sinne also die Strukturen, stammen.

Wittmann & Müller (2007) schlagen vor Muster als Oberbegriff zu verwenden und dann von Strukturen zu sprechen, „wenn es sich um grundlegende, vorgegebene Muster handelt“ (S. 43; vgl. auch Deutscher, 2012, S. 86). Die hier gemeinte Vorgabe entspringt aber nicht der didaktischen Leistung einer Lehrperson oder eines Unterrichtsmaterials, sondern ergibt sich mathematisch aus Definitionen bzw. aus dem mathematischen Raum, d. h. einer Menge mit mathematischen Strukturen (Wittmann & Müller, 2007, S. 49). Einer Menge, z. B. \mathbb{N} , wird durch eine Beziehung, z. B. der Verknüpfung Multiplikation, eine Struktur aufgeprägt (vgl. Basieux, 2000; Rinkens, 1973; auch Ott, 2014, S. 169). So ist etwa der Halbring $(\mathbb{N}, +, 0, \cdot, 1)$ die wesentliche algebraische Struktur, die der Arithmetik im Grundschulbereich zugrunde liegt. Wie sich mathematische Objekte zueinander verhalten, ist somit abhängig von strukturellen mathematischen Beziehungen (z. B. Ordnung, Verknüpfungen), die sich in Mustern zeigen können.

Es erklärt sich in diesem Verständnis auch, warum Mulligan & Mitchelmore zwei unterschiedliche Komponenten der Bewusstheit für Muster und Strukturen vermuten:

We thus consider AMPS [awareness of mathematical pattern and structure] to have two interdependent components: one cognitive (knowledge of structure) and one meta-cognitive (a tendency to seek and analyse patterns). Both are likely to be general features of how students perceive and react to their environment.” (Mulligan & Mitchelmore, 2009, S.38)

Strukturen erschließen sich dem Verstehen mit zunehmendem Wis-

sen über mathematische Beziehungen auf einer Inhaltsebene. Auf Prozessebene kann hingegen die Suche und auch die Untersuchung von Mustern gefördert werden, die wiederum inhaltliches Wissen über Strukturen nähren kann. Der Umgang mit Mustern und Strukturen soll im Folgenden genauer betrachtet werden.

3 Mathematische Tätigkeiten mit Mustern und Strukturen

Mathematische Tätigkeit ist in allen Bereichen der Mathematik –also auch bei Mustern und Strukturen– dadurch gekennzeichnet, in notierte, gezeichnete oder mit Material abgebildete Objekte oder Handlungen, mathematische Begriffe und Relationen in einem konstruktiven Prozess hineinzudeuten (vgl. Voigt, 1993; Steinbring, 2005; Söbbeke, 2005). Der Auslöser nach Mustern Ausschau zu halten, scheint auf verschiedenen Ebenen bedingt zu sein. Aus ästhetischer Sicht erhalten Regelmäßigkeiten besondere Aufmerksamkeit; aber auch aus dem Bedürfnis heraus, Mathematik Bedeutung zu geben: „Children who expect mathematics to 'makes sense' look for patterns“ (Brownell et al., 2014, S. 84). Dieses menschliche Verhalten ist klug im Sinne der „Denkökonomie“ (Wittmann & Müller, 2007, S. 48 ff.), da es unmöglich ist, stets nur in Einzelobjekten oder -handlungen die Welt und das Denken selbst zu ordnen. Darüber hinaus ist es nach Donaldson (1982) unerlässlich, sich dem Denken in Mustern und Strukturen auch bewusst zu werden und insbesondere Unstimmigkeiten und Unregelmäßigkeiten zum Anlass zu nehmen, Erklärungsmodelle und letztlich eigene Denkstrukturen neu zu ordnen.

Aus konstruktivistischer Sicht steht die Deutung im Mittelpunkt. Es verwundert also nicht, dass „die zwei dazugehörigen Konstrukte ‚Strukturdeutung‘ und ‚Musterdeutung‘“ (Deutscher, 2012, S. 158) als Ausdifferenzierungen bzw. Spezifizierungen versucht werden. Vor dem Hintergrund des oben dargelegten Verständnisses entziehen sich mathematische Strukturen jedoch einer individuellen Deutung im eigentlichen Sinne, da diese Deutung letztlich doch die von Mustern ist, die aus der Struktur geboren wurden. Fruchtbar scheint hingegen das Konstrukt des „Struktursinn[s] (...) als eine Sammlung von Fähigkeiten (...): das Wiedererkennen einer Anordnung als bereits bekanntes Muster (...); das flexible Aufteilen eines Musters in Teile (Struktureinheiten); (...) das Erkennen wechselseitiger Verbindungen,

Beziehungen und Zusammenhänge zwischen Struktureinheiten; (...) das Integrieren der Struktureinheiten und Betrachten des Musters als Ganzes“ (Lüken, 2012, S. 221).

Sofern ein Sinn für Strukturen oder –in Anlehnung an die Begrifflichkeit der angelsächsischen Literatur z. B. nach Mulligan & Mitchelmore (2009)– eine Bewusstheit für Muster und Strukturen als Kompetenz unterstellt wird, so werden qualitative Unterscheidungen der Performanz als Ausdruck der Ausprägung des bereits vorhandenen Sinns für Strukturen denkbar. Mulligan & Mitchelmore (2013, S. 35) unterscheiden hier prä-strukturelle, emergente, partiell-strukturelle sowie strukturelle Reaktionen auf Musteraufgaben. Diese Unterschiede gehen mit graduell zunehmender ‚Korrektheit‘ der Antworten und Lösungsvorschläge einher, d. h. die Kinder fokussieren zunächst auf irrelevante, dann einige, die meisten und schließlich auf alle korrekten Eigenschaften der gegebenen Struktur. Gleichzeitig können diese Phasen fachdidaktisch gedeutet darauf hinweisen, dass Förderung und unterrichtliche Stützung denkbar ist.

Auch in anderen Forschungsprojekten werden Tätigkeiten identifiziert, die spezifisch für den Umgang mit Mustern und Strukturen sind. So listet z. B. Deutscher (2012, S. 89) „das Erkennen, das Nachzeichnen, das Vergleichen, das Fortsetzen und das Beschreiben von Mustern“ auf. Lüken (2012) verweist weitergehend auf die Bedeutung von Relationen zwischen Objekten: „Beim Strukturereffassen und Strukturieren müssen immer Beziehungen erkannt, bzw. hergestellt werden.“ (Lüken, 2012, S. 206). Letztlich sind also die Tätigkeiten gleichsam als Untersuchungen nach operativem Prinzip zu kennzeichnen, wie Wittmann es bereits 1985 zusammenfasst: „Objekte erfassen bedeutet, zu erforschen, wie sie konstruiert sind und wie sie sich verhalten, wenn auf sie Operationen (Transformationen, Handlungen ...) ausgeübt werden“ (Wittmann, 1985, S. 9).

In der Auseinandersetzung geht es, wie in der Grundschulmathematik üblich, darum induktiv vorzugehen (z. B. Akinwunmi, 2012, S. 115). Die Beschäftigung mit Mustern und Strukturen in der Idee der Verallgemeinerung ist ein Zugang zum Wesen der Mathematik.

Generalizations are the life-blood of mathematics. (...) Generalizing starts when you sense an underlying pattern, even if you cannot articu-

late it (Mason, Burton & Stacey, 2010, S. 8).

Zurecht weist Akinwunmi darauf hin, dass das „Erkennen und das Beschreiben mathematischer Muster (...) sich als zwei sich wechselseitig bedingende Prozesse bei der Verallgemeinerung mathematischer Muster dar[stellen], sodass das Beschreiben nicht als der Deutung nachrangiger Prozess verstanden werden darf“ (Akinwunmi, 2012, S. 280). Link (2012) nimmt sich des Feldes der Beschreibung von Mustern in Breite und Tiefe an und zeigt Möglichkeiten der Anregung zur Stärkung der Beschreibungskompetenz auf.

Eine qualitative Erweiterung erfährt diese Liste bei (Wittmann & Müller, 2007, S. 49), die darlegen, dass Muster „entdeckt, beschrieben, begründet, unter Forschern kommuniziert und zur Lösung realer Probleme genutzt“ werden können. Über die Beschreibung hinaus, rücken nun Begründungen in den Fokus. Wesentlich ist dabei, wann ein Beweis als Beweis im sozialen Kontext ausgemacht werden kann, wie Wittmann & Müller (1988) dargelegt haben (vgl. auch Link & Akinwunmi, 2009, S. 564). Begründen und Argumentieren sind dabei hoch komplexe Tätigkeiten, die sich z. B. in Interaktionsanalysen genauer interpretieren und analysieren lassen (z. B. Schwarzkopf, 2000; Meyer, 2007). Zusammenfassend können als wesentliche Tätigkeiten (vgl. auch Steinweg, 2001, S. 115 ff.) festgehalten werden:

- erkennen – sehen, hineindeuten
- nutzen – replizieren, fortsetzen, Analogien erkennen, transferieren
- beschreiben – mündlich oder schriftlich kommunizieren
- begründen – argumentieren, erklären, verallgemeinern

Diese Aufzählung von Tätigkeiten bietet mehr als ein Beobachtungsraster für Lernprozesse. Wird sie in all ihren Punkten ernst genommen, so wird sie gleichsam zum Leitfaden für die Setzung unterrichtlicher Anregungen und darüber hinaus zur ‚Checkliste‘ für Aufgabenstellungen. Für (Grund-)Schulkinder sind nicht alle musterhaften Phänomene auch erklärlich oder erlauben eine mathematische Begründung. Dies kann zum einen in der Auswahl des Musterangebots selbst begründet sein und zum anderen in der mutmaßlichen Inhaltskompetenz auf mathematischer Ebene. Somit können Kriterien für die Auswahl von Aufgaben abgeleitet werden.

Musterhafte Anordnungen (Ott, 2014) –mit Material oder ikonisch–

sind immer replizierbar (z. B. Würfelbilder). Gerade Würfelbilder entziehen sich als Konventionen jedoch ganz einer mathematischen Begründung. Es ist demnach darauf zu achten Aufgaben anzubieten, die Zugang zu relevanten mathematischen Strukturen (z. B. Struktur des Dekadischen Systems, Ordnungsrelation von Größen, der Eigenschaften von Operationen, Eigenschaften von geometrischen Objekten) erlauben. Nur unter diesen Bedingungen ist es nach Wittmann (2010, S. 186, H. i. O.) möglich „*echte mathematische Tätigkeit*“ anzuregen, die sich durch folgende Merkmale auszeichnet:

1. Es sind «Elemente» vorgegeben, die *mathematische* Eigenschaften haben und in *mathematischen* Beziehungen stehen.
2. Mit diesen Elementen wird nach *mathematischen* Regeln operiert.
3. Die mathematische Tätigkeit ist *zielgerichtet*. Immer geht es um die Erforschung von Mustern und die Lösung von Aufgaben unter Nutzung von Mustern.

Als didaktische Implikationen der Auseinandersetzung mit Tätigkeiten mit Mustern und Strukturen bleibt festzuhalten, dass sich Bewusstheit für Strukturen unterschiedlich ausgeprägt zeigt – aber auch unterrichtlich gefördert werden kann – und dass die Auswahl der Anregungsaufgaben wesentlich dafür ist, ob alle Facetten der Tätigkeit (bis hin zu Begründungen) gezeigt werden können. Lehrpläne und Bildungsstandards bilden die Grundlage von unterrichtlichen Anregungen und Aufgabenstellungen, da z. B. Lehrwerke auf die hier vorgesehenen Aspekte fokussieren müssen. Im Folgenden wird deshalb ein kurzer Blick in diese normativen Vorgaben geworfen.

4 Muster und Strukturen in Bildungsstandards und Lehrplänen

Als 2004 die Bildungsstandards für die Primarstufe Mathematik von der KMK beschlossen wurden, sah sich die Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis mit der inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenz „Muster und Strukturen“ (KMK, 2005) konfrontiert. Selbstverständlich war diese Idee nicht neu oder ohne vorherige Fundierung in fachdidaktischer Diskussion entstanden (vgl. 1). Neu war jedoch, die Grundidee den Inhalten zuzuschreiben und neben die ‚übliche‘ Trilogie aus Arithmetik, Geometrie und Sachrechnen¹ zu

¹ Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass ebenso die inhaltliche Kompetenz „Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit“ ergänzt wurde, die hier aber nicht thematisiert wird.

stellen. In der näheren Ausdifferenzierung der Kompetenz werden zwei Schwerpunkte gesetzt: (1) Gesetzmäßigkeiten erkennen, beschreiben und darstellen, (2) funktionale Beziehungen erkennen, beschreiben und darstellen (KMK, 2005, S. 10-11). Diese werden illustriert durch Teilkompetenzen mit Inhaltsbeispielen, die ein weites Feld aus arithmetischen, geometrischen und funktionalen Aspekten beinhalten. In der Reaktion auf die Bildungsstandards wurden einige Lehrpläne der Länder überarbeitet, die die Nomenklatur und auch die Beispiele gern aufgriffen. Exemplarisch sei auf den Bildungsplan Baden-Württemberg (2004) verwiesen, der sogar vor den Beschlüssen der KMK in Kraft trat und in Duktus und Struktur den Bildungsstandards stark gleicht. Fatal war hier die Beschränkung der Beispiele z. B. auf „Muster mit Bezügen zu Kunst und Geschichte (römische Ornamente)“ (BW, 2004, S. 61), die insbesondere die Praxis dazu verführte, diese als direkte –aber auch einzige– Umsetzungsmöglichkeiten dieses Inhaltsbereichs zu verstehen.

Die Auslagerung des Bereichs Muster und Strukturen als ‚eigenen‘ Inhaltskern, sollte diesen stärken und mehr in das Bewusstsein der Lehrkräfte bringen. Die Beschreibungen der Bildungsstandards enthalten jedoch nicht stringent die ‚üblichen‘ Begriffe. Es verwundert also nicht, dass insbesondere die Praxis bei „strukturierten Aufgabenfolgen“ (KMK, 2005, S. 10) nicht direkt an Entdeckerpäckchen oder produktive Übungsformate erinnert wird. Der explizite Hinweis auf die „Hunderter-Tafel“ als „strukturierte Zahldarstellung“ (ebd.) führt auch nicht zwingend dazu, Punktefelder und anderes strukturiertes Anschauungsmaterial mitzudenken. Auswirkungen hat auch die Exemplifizierung funktionaler Beziehungen auf „Menge-Preis“ Beziehungen (KMK, 2005, S. 11). Die Praxis suchte und sucht für den neuen Inhaltsbereich ‚neue‘ Inhalte. Bezüge zu bereits gängigen und wohl vertrauten Inhalten aus Sicht fachdidaktischer Arbeit herzustellen, bleibt eine wichtige Aufgabe:

Curriculum and assessment generally consider parallel content strands (...) and do not encourage teachers to seek important connections between different concepts and processes.” (Mulligan & Mitchelmore, 2009, S. 46-47)

Derzeit kann ein neuer Zyklus an Überarbeitungen der Länderlehrpläne beobachtet werden. In der Gesamtschau zeigt sich dabei eine

erstaunliche Einhelligkeit. Die Lehrpläne nehmen von konkreten, singulären Beispielen zunehmend Abstand und verabschieden sich in einigen Fällen auch von Mustern und Strukturen als eigenem Inhaltsbereich. Es ist zu vermuten, dass die 2007 von Wittmann und Müller dargelegten Hinweise zu den Bildungsstandards und insbesondere die Einschätzung, „dass der Bereich Muster und Strukturen den Inhaltsbereichen übergeordnet ist“ (ebd., S. 42) hier eine nicht unwesentliche Rolle spielt.

Ganz auf den eigenen Inhaltsbereich Muster und Strukturen verzichten z. B. Thüringen und Nordrhein-Westfalen. So beschreibt Thüringen „...die Leitidee „Muster und Strukturen“ ist in allen Lernbereichen erfasst“ (TH, 2010, S. 6). Auch wenn in den Konkretisierungen wieder die fast schon obligatorischen Folgen benannt werden, findet sich ebenso als Kompetenzerwartung, Muster und Strukturen „beim Rechnen zu nutzen“ (TH, 2010, S. 10). Nordrhein-Westfalen verweist auf die tragende Rolle von Mustern und Strukturen. Sie „bestimmen häufig die einzelnen Themenbereiche und können zur Verdeutlichung zentraler mathematischer Grundideen genutzt werden“ (NW, 2008, S. 56). Dies wird dann noch zur Begründung dafür ausformuliert, von einem eigenen Bereich abzusehen. Muster und Strukturen sind hier „integraler Bestandteil aller Bereiche“ (NW, 2008, S. 56). Auch die Arbeitsfassung des neuen Bildungsplans Baden-Württemberg (2016 i. V.) verabschiedet sich –in der aktuellen Version– vom eigenständigen Inhaltsbereich Muster und Strukturen und gibt Beispiele z. B. in arithmetischen Grundthemen an: „Substanzielle Aufgabenformate wie Zahlenmauern, Rechenkettten, Rechendreiecke, strukturierte Päckchen, ... ermöglichen durch operative Veränderungen das Entdecken von Mustern“ (BW, 2016, 18).

Unter Beibehaltung der eigenen Leitidee Muster und Strukturen formuliert z. B. Hamburg (2011) explizit den Verweis auf produktive Übungsformate und zugleich den Hinweis auf alle anderen Inhaltsbereiche (ebd., S. 27). Ähnlich findet sich diese explizite Ausweitung der Beispiele (z. B. Rechenstrategien) in Bayern (2014) im Gegenstandsbereich Muster und Strukturen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Bewusstheit für Muster gewachsen ist. Weniger deutlich ist derzeit aber in der Schulwirklichkeit eine

Bewusstheit für Strukturen im weiteren Sinne erkennbar, da oft eine zu enge Sicht auf exemplarische Beispiele die Arbeit –zumindest in der Praxis– bestimmt. Die neuen Bildungs- und Lehrpläne lassen hier auf Wirkung in Unterrichtswerke und Unterrichtsalltag hoffen.

5 Muster und Strukturen im Unterricht

Angenommen im Unterricht einer 4. Jahrgangsstufe taucht die Rechenaufgabe $37037 \cdot 3$ auf. Damit ist ein Unterricht zu Mustern und Strukturen schon in vollem Gange. Unbestritten ist das Verfahren der schriftlichen Multiplikation bereits voller mathematischer Strukturen, die auf mathematischen Eigenschaften der Operation (Kommutativität, Assoziativität und Distributivität) beruhen. Eine ausführliche Analyse hierzu findet sich in Müller & Wittmann (1984, S. 30 ff.). Im Unterricht zu Algorithmen könnte es wünschenswert sein, dass auch hier in Elementen eine erste Bewusstwerdung der Strukturen angebahnt wird.

Zurück zum Ausgangsbeispiel: Für die Kinder kann es überraschend sein, dass dieses Produkt eine Schnapszahl aus lauter Einsen ist. Für Kenner der eindeutigen Primfaktorzerlegung hingegen verrät sich der erste Faktor direkt als 37faches von 1001 und 111 wiederum als 37faches von 3. Das Produkt 111111 ergibt sich also zwangsläufig aus dem 111-fachen von 1001 und vice versa.



Das Ergebnis ist immer eine Schnapszahl

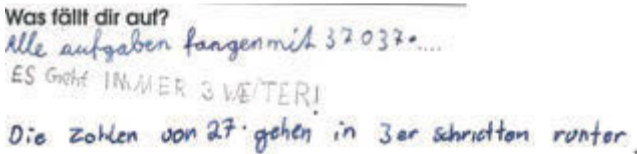
Abb. 1 Beschreibung des Ergebnismusters

Nun sind wir aber in einer vierten Jahrgangsstufe und derzeit gehört die Primfaktorzerlegung von Zahlen nicht zwingend zum Kanon der behandelten Inhalte. Das Muster des Produkts ist somit beschreibbar, entzieht sich aber der Begründung. Anders ist es, wenn die obige Aufgabe in einen operativen Zusammenhang gestellt wird und nun nicht das Auftreten der Schnapszahlen an sich, sondern der Zuwachs von Produkt zu Produkt in den Fokus gerückt wird.

$37037 \cdot 3$ $37037 \cdot 6$ $37037 \cdot 9$ $37037 \cdot 12$ $37037 \cdot 15$...

Die Aufgabe besteht nun nicht mehr allein darin, die Produkte zu bestimmen, sondern Beziehungen zu entdecken. Es sind damit „zum Strukturverständnis führende Bearbeitungsprozesse“ (Schipper 2009,

S. 314). Das Beispiel gehört zur Gruppe der operativ-strukturierten, reflexiven Übungen (Wittmann, 1992, S. 180), bei dem sich die Beziehung als Muster erst nach ersten Lösungsprozessen zeigt und dann reflektiert werden kann (vgl. auch Steinweg 2013). Die Auffälligkeiten, auf die Lernende in der Reflexion des obigen Beispiels Bezug nehmen, sind sehr individuell und zeigen z. B. Beschreibungen von Besonderheiten der Aufgabenstellung.



Was fällt dir auf?
Alle aufgaben fangen mit 37 037...
ES GIBT IMMER 3 WEITER!
Die zahlen von 27 gehen in 3er schritten runter.

Abb. 2 Verschiedene Beschreibungen des ersten bzw. zweiten Faktors

Link (2012) verweist auf die eigene Bedeutung der Beschreibung und warnt, „dass eine (...) Förderung des Beschreibens von Zahlenmustern (...) nicht allein durch eine einmalige Durchführung einer isolierten Unterrichtsreihe (...) zu erreichen ist, sondern integraler Teil einer Unterrichtskultur im Mathematikunterricht werden muss“ (ebd., S. 291).

Der Unterricht könnte an dieser Stelle abbrechen oder aber auch noch gemeinsam mit den Kindern Begründungen für die Zuwächse der Produkte suchen. Schon bei der Erarbeitung des 1×1 haben die Lernenden im besten Fall operative Reihen von Produkten kennengelernt, in denen ein Faktor gleich bleibt und der zweite sich um einen bestimmten Wert erhöht. Die Struktur ist völlig unabhängig vom gewählten Zahlenraum. $5 \cdot 6$ ist das Doppelte von $5 \cdot 3$, da sechs das Doppelte von 3 ist. $5 \cdot 9$ ist das Dreifache des ersten Produkts usw. Diese Erklärungen, die auf der Assoziativität der Multiplikation ($5 \cdot 6 = 5 \cdot (3 \cdot 2) = (5 \cdot 3) \cdot 2$) beruhen, sind somit für diese Jahrgangsstufe zugänglich. Die wichtige Warum-Frage kann tatsächlich geklärt werden. Diese Vorgehensweise, in die Tiefe der mathematischen Strukturen vorzudringen, ist „lohnender als die Lösung von weiteren Päckchen auf dem Zusatzblatt für schnelle Rechner“ (Steinweg, 2003, S. 66-67). Die Bedeutung der Erfahrung des Verstehens von Zusammenhängen, ist nicht zu unterschätzen. Mathematik ist keine Geheimwissenschaft, sondern folgt logischen und erklärbaren Struktu-

ren (vgl. Steinweg, 2004).

Das Plädoyer für das Entdecken, Beschreiben von Mustern und Begründen durch die Strukturen wird umso wichtiger, da es verstärkt empirische Hinweise gibt, dass sich die Förderung der Beschäftigung mit Mustern auszahlt. Die Studien definieren Muster eher eng (Musterfolgen). Es erstaunt aber nicht, dass Zusammenhänge zwischen Kompetenzen in diesem Musterverstehen und ‚anderen‘ mathematischen Kompetenzbereichen nachgewiesen werden können (vgl. Lüken, 2012; Lüken, Peter-Koop & Kollhoff, 2014).

6 Ein Plädoyer für Bewusstheit für Muster und Strukturen

Die Diskussion zu Mustern und Strukturen in Unterricht, Lehrerbildung und –fortbildung bewegt sich zwischen zwei Polen: (1) Mathematik als Wissenschaft von den Mustern (2) Muster und Strukturen als neuer Inhaltsbereich). Diese zwei Ansichten führen, wenn sie je verkürzt verstanden werden, zu einem Dilemma. Einerseits wird in Perspektive der Generalisierung (1) darauf verwiesen, dass ausnahmslos alle mathematischen Aktivitäten Muster beinhalten. Andererseits bewirkt die Perspektive der Exemplifizierung (2), eine Einschränkung auf spezifische Inhalte, z. B. Folgen und Funktionen (proportionale Relationen). Beide Perspektiven bergen Gefahren. In der ersten Sicht scheint es ganz egal zu sein, welche Anregungen man den Kindern anbietet. Die „überquellende Fülle von Zahlenmustern, Formenmustern, kombinatorischen und logischen Mustern“ (Wittmann, 2003, S. 26) wirkt so unerschöpflich, aber auch unüberschaubar, dass Aktivitäten gar nicht mehr genauer analysiert werden müssen, da Muster überall sind. Unterrichtsinhalte werden willkürlich und das Label Muster in Unterrichtswerken, Seminarveranstaltungen etc. verschwimmt. Muster und Strukturen drohen nirgends wirklich verortet zu sein. In der zweiten verkommen Muster und Strukturen zu den Einzelbeispielen, die Bildungs- und Lehrpläne explizieren. Sobald diese Beispiele unterrichtlich mit Kindern oder in Bildungsangeboten für Lehrkräfte erarbeitet, besprochen, thematisiert wurden, ist man ‚fertig‘ und kann zu einem ‚anderen‘ Inhalt übergehen. Eine Lehrerin meinte hierzu: „Muster und Strukturen mache ich immer in Vertretungsstunden, weil es da nicht um Inhalte geht.“ Bezüge zwischen den Inhaltsbereichen und ständige Verweise

auf Muster und Strukturen bleiben aus.

Ein Weg, der aus diesem Dilemma führt, liegt darin, Aufgabenangebote stets einer genaueren Betrachtung zu unterziehen. In allen Inhaltsbereichen sollten die Aufgaben, „die das *Potenzial* haben, die Mathematik als lebendige Wissenschaft von den Mustern“ (Steinweg, 2003, S. 71, H. i. O.) zu erfahren, bevorzugt werden. Das Potenzial ist nicht oberflächlich erkennbar. Muster sind zwar schon Kleinkindern zugänglich, aber die Begründungen für das Auftreten der Muster ist es nicht zwingend. Mathematische Objekte und Relationen sind immer nur gedanklicher Natur (vgl. Mason, 1987). Muster sind wie ‚anschauliche‘ Schattenwürfe der mathematischen Strukturen und können jedoch nur mit geschultem Bewusstsein „with the ‚eyes of the mind‘“ (Devlin, 1997, S. 4) wirklich ‚gesehen‘ werden. Lehrerbildung und –fortbildung kommt nicht darum herum, in die Lage zu versetzen, die mathematischen Strukturen zu erfassen, die im Verlauf an Komplexität gewinnen (vgl. Wittmann, 2014). Nur, wenn Muster „durchschaubar in der Logik ihrer Strukturen“ (Steinweg, 2001, S. 262) werden, beginnt tatsächlich die mathematische Tätigkeit.

Es ist dafür zu plädieren, nur die Muster anzubieten, die auch den Kindern in Strukturen zugänglich sind, d. h. die Begründungen im entsprechenden Niveau zulassen. Natürlich zeigen sich in echten mathematischen Phänomenen immer Muster. Das gilt allerdings nicht für jede Schulbuchseite oder Kopiervorlage. Die sinnvolle Frage muss lauten: Gibt es Muster, die Zugang zu mathematischer Struktur erlauben? Natürlich ist es im Alltagsunterricht nicht zwingend, immer alles zu begründen. Es sollte aber zwingend sein, dass die angebotenen Muster (auf je entsprechendem Niveau der Lernenden) begründbar sind.

The beauty [...] is, in many cases, a highly abstract, inner beauty, a beauty of abstract form and logical structure, a beauty that can be observed, and appreciated, only by those sufficiently well trained in the discipline. (Devlin, 1997, S. 6)

Literatur

- Akinwunmi, K. (2012). *Zur Entwicklung von Variablenkonzepten beim Verallgemeinern mathematischer Muster*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Basieux, P. (2000). *Die Architektur der Mathematik*. Reinbek: Rowohlt.

Brownell, J., Chen, J.-Q., & Ginet, L. (2014). *Big Ideas of Early Mathematics*. Boston u.a.: Pearson.

BW - Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2016, Stand: 8. September 2014) *Bildungsplan 2016 - Allgemein bildende Schulen - Grundschule - Arbeitsfassung - Mathematik*. Abgerufen von <http://www.bildung-staerkt-menschen.de/bp2016/gs>

BW- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2004). *Bildungsplan Grundschule – Bildungsstandards für Mathematik*. Abgerufen von <http://www.bildung-staerkt-menschen.de/unterstuetzung/schularten/GS>

BY - Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München (2014). *LehrplanPLUS - Grundschule - Fachprofile - Mathematik*. Abgerufen von <http://www.lehrplanplus.bayern.de/fachprofil/grundschule/mathematik>

Deutscher, Th. (2012). *Arithmetische und geometrische Fähigkeiten von Schulanfängern*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Devlin, K. (1997). *Mathematics: The Science of Patterns*. 2nd printing. New York: Scientific American Library.

Donaldson, M. (1982). *Wie Kinder denken*. Bern, u. a.: Huber.

HH - Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Schule und Berufsbildung (2011). *Bildungsplan Grundschule - Mathematik*. Abgerufen von <http://www.hamburg.de/contentblob/2481796/data/mathematik-gs.pdf>

KMK (2005). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz - Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich - Beschluss vom 15.10.2004*. München, Neu-wied: Luchterhand.

Link, M. & Akinwunmi, K. (2009). Entdecken, Erforschen, Erklären. In Bart-nitzky, H. et al. (Hrsg.). *Kursbuch Grundschule* (S. 558-565). Frankfurt a.M.: Grundschulverband.

Link, M. (2012). *Grundschulkinde beschreiben operative Zahlenmuster*. Wiesba-den: Springer Spektrum.

Lüken, M. (2012). *Muster und Strukturen im mathematischen Anfangsunterricht*. Münster: Waxmann.

Lüken, M., Peter-Koop, A. & Kollhoff, S. (2014) Influence of Early Repeating Patterning Ability on School Mathematics Learning. Liljedahl, P., Oesterle, S., Nicol, C., & Allan, D. (Eds.). (2014). *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Edu-cation* (Vol. 4, S. 137-144). Vancouver, Canada: PME.

Mason, J. (1987). Erziehung kann nur auf die Bewusstheit Einfluss nehmen. *mathematik lehren*, Heft 21, 4-5.

Mason, J., Burton, L. & Stacey, K. (2010). *Thinking Mathematically*. 2nd Edi-tion. Harlow, Pearson Education Ltd.

- Meyer, M. (2007). *Entdecken und Begründen im Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Müller, G. N. & Wittmann, E. Ch. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe*. Braunschweig: Vieweg.
- Mulligan, J. & Mitchelmore, M. (2009). Awareness of Pattern and Structure in Early Mathematical Development. *Mathematics Education Research Journal*, 21 (2), 33-49.
- Mulligan, J. & Mitchelmore, M. (2013). Early Awareness of Mathematical Pattern and Structure. In English, L. & Mulligan, J. (Hrsg.). *Reconceptualizing Early Mathematics Learning* (S. 29-45). Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer.
- NW - Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen - Mathematik*. Frechen: Ritterbach.
- NW - Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (1985). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule – Mathematik*. Frechen: Ritterbach.
- Ott, B. (2014/im Druck). Qualitative Analyse grafischer Darstellungen zu Textaufgaben. In Kadunz, G. (Hrsg.) *Semiotische Perspektiven auf das Lernen von Mathematik*. Heidelberg: Springer.
- Radatz, H., Schipper, W., Dröge, R. & Ebeling, A. (1998). *Handbuch für den Mathematikunterricht, 2. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.
- Rathgeb-Schnierer, E. (2007). Kinder erforschen arithmetische Muster. In *Grundschulunterricht*, 54 (2), 11-19.
- Rinkens, H. D. (1973). *Abstraktion und Struktur. Grundbegriffe der Mathematikdidaktik*. Ratingen: Henn.
- Schipper, W. (2009). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Braunschweig: Schroedel.
- Schnell, S. (2014). *Muster und Variabilität erkunden*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Schwarzkopf, R. (2000). *Argumentationsprozesse im Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Söbbeke, E. (2005). *Zur visuellen Strukturierungsfähigkeit von Grundschulkindern*. Hildesheim: Franzbecker.
- Steinbring, H. (2005). *The Construction of New Mathematical Knowledge in Classroom Interaction - an Epistemological Perspective*. Mathematics Education Library (MELI), No. 38. Berlin, New York: Springer.
- Steinweg, A. S. (2013). Arithmetische Muster untersucht. In *Mathematik differenziert*, 4 (1), 39-45.
- Steinweg, A. S. (2001). *Zur Entwicklung des Zahlenmusterverständnisses bei Kindern*. Münster: Lit-Verlag.

Steinweg, A. S. (2003). Gut, wenn es etwas zu entdecken gibt. In Ruwisch, S. & Peter-Koop, A. (Hrsg.). *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*. (S. 56-74). Offenburg: Mildenberger Verlag.

Steinweg, A. S. (2004). Zahlen in Beziehungen. In Bönig, D. & Scherer, P. (Hrsg.). *Mathematik für Kinder - Mathematik von Kindern*. (S. 232-242) Frankfurt: Grundschulverband e.V.

TH - Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2010). *Lehrplan für die Grundschule und für die Förderschule mit dem Bildungsgang Grundschule - Mathematik*. Abgerufen von <https://www.schulportal-thueringen.de/web/guest/media/detail?tspi=1262>

Voigt, J. (1993). Unterschiedliche Deutungen bildlicher Darstellungen zwischen Lehrerin und Schülern. In Lorenz, J. (Hg.). *Mathematik und Anschauung* (S. 147-166). Köln: Aulis.

Wittmann, E. Ch. & Müller, G. N. (1988). Wann ist ein Beweis ein Beweis? In Bender, P. (Hrsg.). *Mathematikdidaktik: Theorie und Praxis, Festschrift für Heinrich Winter* (S. 237-257). Berlin: Cornelsen.

Wittmann, E. Ch. & Müller, G. N. (2007). Muster und Strukturen als fachliches Grundkonzept. In Walther, G. et al. (Hrsg.). *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret* (S. 42-65). Berlin: Cornelsen.

Wittmann, E. Ch. (1985). Objekte-Operationen-Wirkungen - Das operative Prinzip in der Mathematikdidaktik. In *mathematik lehren*, Heft 11, 7-11.

Wittmann, E. Ch. (1992). Üben im Lernprozeß. In Wittmann, E. & Müller, G. *Handbuch produktiver Rechenübungen. Band 2*. (S. 175-182). Leipzig, Klett.

Wittmann, E. Ch. (2003). Was ist Mathematik und welche pädagogische Bedeutung hat das wohlverstandene Fach für den Mathematikunterricht auch in der Grundschule? In Baum, M. & Wielpütz, H. (Hrsg.). *Mathematik in der Grundschule. Ein Arbeitsbuch* (S. 18-46). Seelze: Kallmeyer.

Wittmann, E. Ch. (2010). Grundsätzliche Überlegungen zur frühkindlichen Bildung in der Mathematik. In Stamm, M. & Edelmann, D. (Hrsg.) *Frühkindliche Bildung, Betreuung und Erziehung. Was kann die Schweiz lernen?* (pp. 177-195). Zürich: Rüegger.

Wittmann, E. Ch. (2014). Von allen guten Geistern verlassen. *Profil. Das Magazin für Gymnasium und Gesellschaft*, (6), 20-30.

Prof. Dr. Anna Susanne Steinweg
Otto-Friedrich-Universität Bamberg
Didaktik der Mathematik und Informatik
Markusplatz 3
96047 Bamberg
anna.steinweg@uni-bamberg.de

Podiumsdiskussion

10 Jahre Bildungsstandards – Rückblick und Perspektiven

von Thomas Rottmann (Redaktion)

Eine der Hauptvortragszeiten wurde auf der Herbsttagung im Jahr 2014 einer Podiumsdiskussion zum Tagungsthema gewidmet. Dieser Beitrag gibt Einblick in die Eingangs- und Abschlussstatements der Podiumsmitglieder sowie in einige Schlaglichter der offenen Plenumsdiskussion. Grundlage der Diskussion ist u. a. die Entstehungsgeschichte der Bildungsstandards, die hier in Kurzfassung den Diskussionspunkten vorangestellt wird.

Podium

Monika Baum (Schulamtsdirektorin Köln)

Elke Binner (Humboldt-Universität zu Berlin)

Prof. Dr. Hedwig Gasteiger (LMU München)

Prof. Dr. Jens-Holger Lorenz (Goethe-Universität Frankfurt)

Moderation

Hans Wielpütz (Ltd. Regierungsschuldirektor a. D.)

1 Zum Hintergrund der Entstehung der Bildungsstandards

Prof. Dr. Wilhelm Schipper

„Am 18.11.2002 traf sich im großen Sitzungssaal der KMK in Bonn eine kleine Gruppe von 12 Personen, bestehend aus 2 Schulräten, 4 Vertretern von Landesinstituten, 3 Schulleiterinnen, einer in Religionspädagogik promovierten Grundschulreferentin, einem Vertreter der KMK und mir als einzigem universitären Mathematikdidaktiker.

Innerhalb eines Jahres sollte diese Gruppe das schaffen, was in den USA in einem umfangreichen nationalen Diskurs etwa ein Jahrzehnt gedauert hat, die Entwicklung nationaler „Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich“. Die Arbeitsgruppe hat zwei Jahre gebraucht. Am 15.10.2004 wurden diese Standards von der KMK beschlossen.

Wir haben uns bemüht, die Standards so zu formulieren, dass sie die aktuellen Vorstellungen von einem guten Mathematikunterricht in der Grundschule widerspiegeln. Dazu gehörten aus unserer Sicht u.a.

- die Orientierung an fundamentalen mathematischen Leitideen für ein lebenslanges Mathematiklernen,
- die Betonung der Gleichwertigkeit von inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen und
- explizite Hinweise auf Heterogenität als Normalität auch unter der etwas irreführenden Überschrift „Standards“.

Nicht alles haben wir durchsetzen können.

- Eine Abstimmung zwischen der Arbeitsgruppe, die an den Mathematik-Standards für den mittleren Abschluss gearbeitet hat, und der Grundschulgruppe hat es nicht gegeben.
- Der von uns in allen Entwurfsfassungen verwendete Begriff „prozessorientierte Kompetenzen“ ist von der KMK in „allgemeine Kompetenzen“ geändert worden. Das war keine inhaltliche Entscheidung, sondern eine formale Anpassung an die ein Jahr früher erschienenen Standards für den mittleren Schulabschluss. Die aus meiner Sicht so wichtige besondere Betonung der Prozesse wird dadurch nicht mehr so deutlich.
- Die in der Entwurfsfassung vorhandenen Texte zur Heterogenität im ersten Abschnitt sind von der KMK ersatzlos gestrichen worden. Nicht streichen konnten sie im Abschnitt „Aufgabenbeispiele“ die Idee der sog. „Großen Aufgaben“ als Anregungen für einen differenzierenden Unterricht.
- Die überwiegende Mehrheit der Mitglieder der Arbeitsgruppe hat sich geweigert, den Beispielaufgaben sog. Anforderungsbereiche zuzuordnen, weil dafür die empirische Basis fehlte und die Gefahr bestand, Anforderungsbereiche mit Kompetenzniveaus zu verwechseln. Einige Mitglieder der Arbeitsgruppe haben sich schließlich doch von der KMK zwingen lassen, diese Zuordnungen nach – wie wir immer gesagt haben – „Bauchgefühl“ vorzunehmen.

Meine Einschätzung der aktuellen Situation ist die, dass die Standards weniger schulische als vielmehr bildungspolitische und öffentlich-mediale Aufmerksamkeit genießen.“ (vgl. auch Schipper, 2005).

2 Eingangsstatements

Monika Baum

„Nach meinem Eindruck schätzen viele Menschen die Vorzüge von Standards und Kompetenzen in ihrem Alltagsleben. Sie nutzen z.B. Standards im Kontext diverser Dienstleistungen, und niemand hat etwas gegen Kompetenz – im Gegenteil. Diese Wertschätzung kann sich ändern, wenn im Kontext beruflicher Anforderungen Autonomievorstellungen tangiert oder eingeschränkt werden.

Mit der Einführung von Standards steht die Grundschule vor der Herausforderung, der individuellen Entwicklung des Kindes ebenso gerecht zu werden wie normierten Erwartungen von Bildungspolitik und Gesellschaft.

- Man kann die Orientierung an Standards für eine irriige Entwicklung halten.
- Man kann die Festlegungen inhaltlich kritisieren und Korrekturen fordern (also: Standards ja, aber nicht so!).
- Man kann die fehlende Unterstützung der Lehrkräfte beklagen.

Dass die erwarteten Kompetenzen im Grundschullehrplan (NRW) gut lesbar festgeschrieben sind, ist sehr hilfreich. Über den Bekanntheitsgrad und über deren Bindungswirkung wissen wir aber wenig.

Alltagsunterricht ist für eine systematische Beobachtung in der Regel nicht zugänglich. Hinweise auf eine Beachtung (oder Nichtbeachtung) der Bildungsstandards liefern am ehesten Arbeitsdokumente aus der schulischen Praxis (Aufgaben, Arbeitsblätter, Klassenarbeiten, Zeugnisformulierungen) oder mündliche Kommentare der Akteure. Nicht nur bei Schülerinnen und Schülern haben Arbeitsdokumente eine Diagnosefunktion.

Darüber hinaus kann der Umgang mit VERA ein Indiz sein. Für eine Akzeptanz der Bildungsstandards scheint die massive Kritik von Verbänden an VERA nicht hilfreich zu sein. Trotz meiner konstruktiven Hinweise lehnen viele Kollegien (auch viele Schulleiterinnen) VERA ab.

Jenseits möglicher Sichtweisen und Argumente im Kontext von Standards gilt nach allem, was mir bekannt ist: Am Ende, im real existie-

renden Unterricht, gelten die Maßstäbe der unterrichtenden Lehrperson.

Das deutsche Schulsystem weist eine grundlegende Paradoxie auf: Die aufwändige Steuerung durch ministerielle Vorgaben richtet sich an eine de facto hochgradig autonome Schule.

Soziologen bezeichnen das als „Selbststeuerung durch eine individualistische Lehrprofession“ (Brüsemeyer, 2005).“

Elke Binner

„Aus meinen Perspektiven (Lehrerin, Schulleiterin, Fachberaterin) sehe und erlebe ich das Spannungsfeld zwischen dem pädagogischen Anspruch, Heterogenität als Chance für Lehr-Lernprozesse zu nutzen und dem gesellschaftlichen Auftrag die Bildungsstandards als Ergebnis von Lernprozessen für alle Kinder zu sichern.

In Diskussionen mit Lehrkräften und Schulleitungen geht es noch immer um die Interpretation des Standardbegriffs und das Verständnis/die Auslegung der Bildungsstandards für eine konkrete Umsetzung im Unterricht. Vor dem Hintergrund pädagogischen Handelns interessieren folgende Fragen besonders: Gibt es eine „Bandbreite“ der Erfüllung der einzelnen Standards? Heterogenität schließt auch (natürliche) Entwicklungsunterschiede zwischen Kindern ein. Welche Konsequenzen ergeben sich für die Bildungsbiografie, wenn der Lernstand eines Kindes in einzelnen Bereichen unterhalb der „Bandbreite“ der Bildungsstandards eines Faches liegt?

Externe Überprüfungen der Bildungsstandards durch Vergleichstest werden inzwischen von Lehrerinnen und Lehrern akzeptiert. Allerdings schätzen sie ein, dass der zeitliche und organisatorische Aufwand für die Durchführung dieser Tests und der Nutzen für die tägliche pädagogische Arbeit in keinem Verhältnis zueinander stehen. Lehrkräfte vermissen bundesweit verbindliche qualitative Vorgaben für die Unterstützung/ Begleitung von Unterrichtsentwicklungsprozessen in der Region/an den Schulen und die Bereitstellung entsprechender Ressourcen dafür.“

Prof. Dr. Hedwig Gasteiger

„In den ersten „Nach-PISA-Wellen“ wurde intensiv ein Paradigmenwechsel von der Input- zur Outcome-Steuerung diskutiert. Der Blick sollte nicht auf vermittelte Inhalte gerichtet sein, sondern auf Kompetenzen, über die Kinder zu einem bestimmten Zeitpunkt ihrer Bildungskarriere verfügen. Haben wir es wirklich mit einem Paradigmenwechsel zu tun? Hier war und ist eine Verunsicherung vor allem der Lehrkräfte zu spüren, die sich intensiv mit ihrer eigenen Rolle beschäftigen und denen die individuelle Weiterentwicklung „ihrer“ Kinder am Herzen liegt! Ist ihnen nicht immer schon wichtig gewesen, ob die Kinder Inhalte, die im Unterricht thematisiert werden, auch verstehen und flexibel anwenden können? Offensichtlich ist es nicht ausreichend gelungen, den Sinn, die Notwendigkeit oder den Mehrwert der Bildungsstandards wirklich begreifbar zu machen.

Eng verbunden mit den Bildungsstandards sind die nationalen Vergleichsarbeiten. Letztendlich ging und geht es darum, ein Instrument zur Verfügung zu stellen, das aufzeigen kann, über welche Kompetenzen Kinder verfügen, über welche (noch) nicht und welche Konsequenzen man daraus ziehen kann. Für viele Lehrkräfte wurden die Vergleichsarbeiten – vor allem in der Anfangsphase – als ein mehr oder weniger bedrohlicher Eingriff in die eigene Arbeit gesehen. Sie sind teilweise nach wie vor in Sorge, ob sie selbst an den Leistungen ihrer Kinder gemessen werden. Es gilt konstruktiv-kritisch zu hinterfragen, ob die eigentlichen Intentionen dieses Instruments verständlich vermittelt werden konnten – und zwar sowohl den Lehrkräften als der Bildungsadministration.

Positive Strahlkraft erhielten die Bildungsstandards durch SINUS. Provokant formuliert, ist vielerorts über den Fokus auf die prozessbezogenen Kompetenzen Mathematikunterricht erst Mathematikunterricht geworden. Das Entdecken und Erforschen mathematischer Phänomene, das Sprechen über Lösungswege, über Problemlöse-Ideen, die Frage nach dem „Warum?“ ließ und lässt die Freude am Fach aufleben. Dazu war aber für viele Lehrkräfte erst einmal eine Art Übersetzung dessen nötig, was in den Bildungsstandards unter *Allgemeine Kompetenzen* formuliert wurde. Im Programm SINUS ist das

geschehen. Aber welchen Bruchteil an Lehrkräften haben wir dadurch erreicht?“

Es lässt sich die kritische Frage stellen, ob es – auch 10 Jahre nach der Veröffentlichung – wirklich gelungen ist, die eigentlichen Intentionen der Bildungsstandards so zu vermitteln, dass sich im Unterricht Wirkung zeigt.

Prof. Dr. Jens-Holger Lorenz

„Ende des letzten Jahrhunderts erkannte die rheinland-pfälzische Landesregierung einen Mangel an Kooperation innerhalb der Kollegien der Grundschulen. Es schien, dass der Austausch von Erfahrungen mit didaktischen und methodischen Vorgehensweisen kaum diskutiert wurde. Die Entwicklung von Unterricht scheiterte an der ungenügend ausgebildeten Tradierung von Wissensbeständen, die in den Köpfen der Lehrkräfte verblieben, ohne an künftige Generationen weitergeben zu werden. Die versuchte Lösung lag in der Formulierung von Standards und ihre Überprüfung durch Vergleichsarbeiten (in vierten Klassen). Divergente Ergebnisse sollten eine Diskussion in den Kollegien anregen. Hierzu wurde sichergestellt, dass die Ergebnisse lediglich den betreffenden Lehrkräften und der Schulleitung selbst und nicht der Schulbehörde (!) zugänglich waren.

Schon damals orientierten sich die Vergleichsarbeiten an Standards. Insbesondere wurde auf die Entwicklung von Aufgaben Wert gelegt, welche die höheren Kompetenzstufen abbilden sollten. Die VERA-Aufgaben waren und sind ein Maßstab, eine Anregung für Lehrkräfte, wie die Kompetenzen zu fassen sind. Sie stellen quasi die wünschenswerten Fähigkeiten dar, die jenseits der schlichten Fertigkeiten liegen. Ziel war nicht, der Schulbehörde ein Vehikel an die Hand zu geben, Klassen in ein Ranking einzuordnen, sondern den Lehrkräften eine Rückmeldung über den Stand ihrer Klasse im Vergleich zu anderen Klassen zukommen zu lassen. Die Einsamkeit der Lehrkraft in ihrer Klasse führte, so hatten Untersuchungen ergeben, zu Fehlbeurteilungen einzelner Schüler. Schüler wurden in sehr guten Klassen als „unterdurchschnittlich“ bewertet, die in anderen Klassen im oberen Leistungsbereich abgeschnitten hätten, und andere als leistungsstark beurteilt, die in anderen Klassen nur eher dürftige Leistungen erbracht hätten.

Aufgrund dieser Form der Implementierung wünschenswerten Kompetenzen und ihre Stützung durch die Vergleichsarbeiten waren die Lehrkräfte nach anfänglichen Irritationen und Widerständen durchaus bereit, die neue Form anzunehmen. Dies gelang, weil eine Kontrolle durch die Schulbehörde ausgeschlossen wurde.

Dieses in damaliger Zeit sehr erfolgreiche Modell wurde von anderen Bundesländern aufgenommen, die sich nach und nach an den Vergleichsarbeiten beteiligten. Hierdurch kam es aber zu einer Verschiebung der Interessen. Es stand nicht mehr die Unterstützung der Lehrkräfte im Vordergrund, sondern Schulaufsicht hatte sich selbst zu bewähren, indem sie nachweisen konnte, dass in ihrem Bundesland die Standards besser implementiert waren. Der Föderalismus der BRD führt zu einem Konkurrenzkampf zwischen den Ländern.

Verschärft wird diese Situation durch das Verdikt, empirische Forschung im Rahmen der Vergleichsarbeiten durchzuführen. Es ist zur Zeit nicht erlaubt, etwa die Ursachen für unterschiedliches Abschneiden von Klassen, die Effektivität von möglichen Hilfsangeboten, die Verwendung von Schulbüchern oder Materialien, die didaktischen Prinzipien und das methodische Vorgehen erfolgreicher Klassen o.ä. zu untersuchen. Ohne dieses Wissen aber ist auch die schlaueste Schulbehörde nicht in der Lage, ihrem Auftrag als supportive Instanz nachzukommen.“

3 Schlaglichter der offenen Diskussion

Die folgende Darstellung versucht nicht, den Verlauf der Diskussion wiederzugeben, sondern in der Diskussion angesprochene Kernpunkte aufzugreifen und Ergebnisse bzw. Kontroversen darzulegen.

Qualitätssicherung durch verbindliche Standards und deren Evaluation

Die Bildungsstandards und deren Evaluation (vornehmlich über Vergleichsarbeiten) können als Beiträge für die Qualitätssicherung schulischer Arbeit angesehen werden. Es findet eine Konkretisierung der Zielsetzung der pädagogischen Arbeit statt durch die Festlegung, „welche Kompetenzen die Kinder und Jugendlichen bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe erworben haben sollen“ (Klieme u.a. 2007, 19) und durch den Auftrag, zu überprüfen, ob diese Ziele tatsächlich erreicht werden. Insofern kann man von einer dreifachen Neuorien-

tierung im schulischen Bildungssystem im Sinne einer Output-, Kompetenz- und Standardorientierung sprechen. Kritisch lässt sich überdenken, ob diese Neuorientierung tatsächlich eine wünschenswerte Entwicklung darstellt. Es mag berechtigt sein, Standards generell abzulehnen, jedoch stellt sich dann die Frage nach einer sinnvollen Alternative. Die Abkehr von einer allgemein gültigen Beschreibung zu erreichender Kompetenzen und stattdessen die Rückorientierung an einer „individualistischen Lehrerprofession“ im Sinne der alleinigen Verantwortung der Lehrkraft für das inhaltliche Geschehen im Klassenzimmer verspricht jedenfalls keine Verbesserung der schulischen Arbeit. Insgesamt erscheint die Forderung legitim und sehr wichtig, Maßnahmen zur Sicherstellung von Qualität im schulischen Bildungswesen durchzuführen.

Allerdings besteht die Gefahr, dass sich die Überprüfung der erreichten Kompetenzen zu einer „Testeritis“ auswächst, bei welcher permanent erneut Defizite aufgedeckt werden, ohne aber klare Handlungsoptionen zu deren Behebung aufzuzeigen. In dem Zusammenhang ist die (möglicherweise auch für die Bildungsadministration selbst) nicht immer eindeutig geklärte Zielsetzung der Vergleichsarbeiten ebenfalls kritisch anzumerken. Prinzipiell wären verschiedene Funktionen denkbar: Vergleichsarbeiten können der Evaluation der Bildungsstandards auf Steuerungsebene dienen, sie können interessante Erkenntnisse über den Unterricht auf Klassenebene liefern und damit eine diagnostische Funktion für die Lehrkraft haben und Ergebnisse von Vergleichsarbeiten können für ein Ranking von Schulen und Klassen (mit allen sich daraus möglicherweise ergebenden Konsequenzen) verwendet. Als wirksames Instrument für die *Unterrichtsentwicklung* werden Vergleichsarbeiten wohl nur dann infrage kommen, wenn nicht ein solches Ranking im Vordergrund steht, sondern eine konstruktive Auseinandersetzung mit den Ergebnissen erfolgt – vor allem in Bezug auf die Frage: „Was kann man besser machen?“. Dieser konstruktive Umgang erfordert jedoch, eine klare Kommunikation der Zielsetzung der Vergleichsarbeiten von Seiten der Bildungsadministration an die Schulen und Lehrkräfte. Ob Vergleichsarbeiten in ihrer bestehenden Form überhaupt dazu geeignet sind, die in den Bildungsstandards formulierten – vor allem die allgemei-

nen bzw. prozessbezogenen – Kompetenzen auch tatsächlich zu überprüfen und inwiefern oder ob dazu eine Veränderung dieser Arbeiten notwendig wäre, muss kritisch diskutiert werden.

Zudem wurde angeregt kritisch über das den Testinstrumenten zugrundeliegende Kompetenzmodell nachzudenken. Dieses fasst (mit Orientierung am Rasch-Modell) die gesamte Mathematikleistung als eine einzige mathematische Fähigkeit auf. Eine Alternative könnte aus didaktischer Sicht die Entwicklung eines Kompetenzmodells mit einer weiteren Ausdifferenzierung nach den verschiedenen Leitideen darstellen.

Effekte von Vergleichsarbeiten

Bei aller Kritik an Vergleichsarbeiten kann zumindest festgehalten werden, dass diese eine umfangreiche Diskussion und ein intensives Nachdenken über Schule und Unterricht ausgelöst und damit eine „heilsame Schockwirkung“ erzielt haben. Um notwendige Veränderungen anzustoßen erscheint es wichtig, die *diagnostische Funktion* der Vergleichsarbeiten in den Vordergrund zu stellen und produktiv zu nutzen. Ob dies tatsächlich in hinreichendem Maße gelingt, bleibt fraglich. Eng verbunden mit dem Anspruch einer konstruktiven Nutzung der Vergleichsarbeiten ist die Frage, welche Handlungsoptionen sich aus deren Ergebnissen ableiten lassen. Hier gibt es trotz der didaktischen Kommentare zu den Vergleichsarbeiten nach wie vor Unterstützungsbedarf an den Schulen.

Grundlegende Effekte von Vergleichsarbeiten können sich unabhängig von den in diesen Arbeiten erzielten Ergebnissen dadurch ergeben, dass sich der Unterricht an diesen Arbeiten und den dort verwendeten Aufgaben orientiert. Eine solche Orientierung birgt einerseits die Gefahr der Verengung des Lehrplans (überspitzt formuliert: nur das wird unterrichtet, was auch in den Vergleichsarbeiten abgeprüft wird), andererseits eröffnet sie aber auch die Chance, dass die in Vergleichsarbeiten verwendeten Aufgaben Anregungen für Veränderungen der im Unterricht eingesetzten Aufgabenformate liefern.

Anforderungsbereiche bei Aufgaben

In den Bildungsstandards werden drei Anforderungsbereiche beschrieben, nämlich (I) „Reproduzieren“, (II) „Zusammenhänge her-

stellen“ und (III) „Verallgemeinern und Reflektieren“. Anders als z. B. bei den Kompetenzstufen in der PISA 2000- Studie (vgl. Artelt u.a. 2001) findet die Zuordnung von Aufgaben zu den Anforderungsbereichen nicht auf empirischer Basis statt: Während in der PISA-Studie für die Stufung die Erfolgsquoten bei der Bearbeitung der jeweiligen Aufgaben gemessen werden, geschieht die Zuordnung z. B. bei den Beispielaufgaben in den Bildungsstandards nicht auf einer solchen empirischen Basis, sondern „aus der beruflichen Erfahrung von Lehrkräften“ (KMK 2003, zitiert nach Schipper 2005). Dieses Vorgehen kann als kritisch angesehen werden und ermöglicht sicherlich keine trennscharfe Zuordnung von Aufgaben zu Anforderungsbereichen – obwohl diese teilweise suggeriert wird.

Im Rahmen von Tests kann ein hoher Anteil an Aufgaben zum Reproduzieren kritisiert werden. Diese Kritik relativiert sich bei einem Blick über die Vergleichsarbeiten in der Grundschule hinaus auf zentrale Abschlussprüfungen, welche auch der Zertifizierung von Bildungsabschlüssen dienen. Generell müssen die dort eingesetzten Aufgaben von den Schülerinnen und Schülern bewältigt werden können. Um einen vermehrten Einsatz von Aufgaben, die in den Anforderungen über ein Reproduzieren hinausgehen, in solchen Tests zu ermöglichen, müssten diese in einem stärkeren Maße im Mathematikunterricht Berücksichtigung finden.

Übertragung der Bildungsstandards in Lehrpläne und Kerncurricula

Köller (2009) verweist darauf, dass sich die Länder bei einer konsequenten Transformation der Bildungsstandards in Kerncurricula und Lehrpläne schwer tun. Eine Ursache dafür kann darin bestehen, dass eine Fokussierung auf Kompetenzerwartungen Ende des 2. bzw. des 4. Schuljahres für die Lehrkräfte hohe Anforderungen mit sich bringt. Im Vergleich zu vielen früheren Lehrplänen gibt es weniger strukturierte Vorgaben, zudem fehlen genaue Angaben dazu, was die Kompetenzerwartungen gerade auch für die anderen Jahrgangsstufen (1. bzw. 3. Schuljahr) bedeuten. Damit wird möglicherweise ein Teil der Verantwortung für die konkrete Umsetzung auf Schulbücher verlagert, wobei sich die Frage stellt, in welchem Maße Schulbücher generell als Transportmittel für die Bildungsstandards dienen können und dazu geeignet sind, prozessbezogene Kompetenzen abzubilden.

Unterstützung von Lehrkräften bei der Umsetzung der Bildungsstandards

Die bereits angesprochene „Schockwirkung“, die durch die bescheidenen Ergebnisse u.a. in internationalen Vergleichsstudien hervorgerufen wurde, stellte einen wichtigen Impuls für die Entstehung von Projekten wie SINUS oder PIK AS dar. Dadurch entfaltet die durch PISA angestoßene Diskussion eine Wirkung auch auf den Unterricht. Derartige Projekte haben sich eine Veränderung des Unterrichts zum Ziel gesetzt und stellen sich der Aufgabe, Lehrkräften die Chance zu geben, prozessbezogene Kompetenzen als wichtig anzuerkennen und deren Entwicklung als zentrales Ziel des Mathematikunterrichts zu sehen. Dafür erscheint es notwendig Unterstützungsangebote für Lehrkräfte in Form von Fortbildungs-, Unterrichts- und Informationsmaterial bereitzustellen bzw. weiter auszubauen. .

Von ausschlaggebender Bedeutung für die konkrete Umsetzung der Bildungsstandards im Unterricht und die effektive Nutzung der verschiedenen Unterstützungsmaßnahmen ist sicherlich die fachliche und fachdidaktische Kompetenz der Lehrkräfte. Wie ein Material – seien es Schulbücher, Arbeitsblätter oder weiteres Material – genutzt wird, ist in einem hohen Maße von der Kompetenz der Lehrkraft abhängig. In diesem Sinne kann es als Auftrag für die Lehreraus- und -fortbildung angesehen werden, eine qualitativ sehr gute Ausbildung zu gewährleisten.

Bildungsstandards in einem Schulsystem zwischen Selektion und Inklusion

Das deutsche Schulsystem ist einerseits von Selektion geprägt (vor allem die Unterteilung in die verschiedenen Schulformen in der Sekundarstufe ist hier zu erwähnen), andererseits steht es vor der Herausforderung, inklusive Bildung zu gestalten. Innerhalb dieses Spannungsfeldes und der extremen Leistungsheterogenität der Schülerinnen und Schüler bleibt trotz der positiv eingeschätzten Wirkungen von Bildungsstandards als eine grundsätzliche Frage im Raum stehen, wie sich diese im Sinne von „Regelstandards“ – als Kompetenzen, „die alle Kinder am Ende der Grundschulzeit erworben haben sollen“ (Schipper 2005, 353f.) – umsetzen lassen.

Literatur

Artert, C. u.a. (2001). PISA 2000 - Zusammenfassung zentraler Befunde. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.

Brüsemeister, Th. (2005). School Governance - Begriffliche und theoretische Herleitungen aus dem politikwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Diskurs. Vortrag auf der Tagung der Sektion Empirische Bildungsforschung "Veränderungsmessung und Längsschnittstudien" am 18.03.2005 in Berlin. Projektgruppe PROGOS Governance der Schule (Ms., Seite 10).

Klieme, E. u.a. (2007). Bildungsforschung Band 1 - Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Bonn/ Berlin: BMBF.

Köller, O. (2009). Die institutionelle Umsetzung durch das IQB – Konzeption und Kritik. In R. Wernstedt & M. John-Ohnesorg (Hrsg.), Bildungsstandards als Instrument schulischer Qualitätsentwicklung - Zementierung des Selektionsprinzips oder Mittel zur Chancengerechtigkeit? (S. 28-33). Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Schipper, W. (2005). Rücksicht auf die Bildungsstandards im Fach Mathematik – Jahrgangsstufe 4. In J. Engel u.a. (Hrsg.), Strukturieren – Modellieren – Kommunizieren: Leitbilder mathematischer und informatischer Aktivitäten (S. 351-360). Hildesheim: Franzbecker.

SADin Monika Baum
Schulamt für die Stadt Köln
Stadthaus Ost
Willy-Brandt-Platz 3
50679 Köln
monika.baum@stadt-koeln.de

Elke Binner
Humboldt-Universität zu Berlin
Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM)
Unter den Linden 6
10099 Berlin
elke.binner@hu-berlin.de oder binner@dzlm.de

Prof. Dr. Hedwig Gasteiger
Ludwig-Maximilians-Universität München
Mathematisches Institut
Theresienstr. 39
80333 München
gasteiger@math.lmu.de

10 Jahre Bildungsstandards – Rückblick und Perspektiven

Prof. Dr. Jens-Holger Lorenz (Seniorprofessor)
Goethe-Universität Frankfurt a. M.
Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik
Robert-Mayer-Str. 6-8
60325 Frankfurt am Main
jens.lorenz@math.uni-frankfurt.de

Dr. Thomas Rottmann
Universität Bielefeld
Institut für Didaktik der Mathematik
Postfach 10 01 31
33501 Bielefeld
thomas.rottmann@uni-bielefeld.de

Prof. Dr. Wilhelm Schipper i. R.
Universität Bielefeld
Institut für Didaktik der Mathematik
Postfach 10 01 31
33501 Bielefeld
wilhelm.schipper@uni-bielefeld.de

Hans Wielpütz
Ltd. Regierungsschuldirektor a. D.
Burgstraße 18
53842 Troisdorf
hans.wielpuetz@t-online.de

Bericht der Arbeitsgruppe Arithmetik

Koordination: Elisabeth Rathgeb-Schnierer
rathgeb-schnierer@ph-weingarten.de

Impulsbeitrag: Andreas Schulz
andreas.schulz@ph-freiburg.de

In der Arbeitsgruppe „Arithmetik“ stellte Andreas Schulz (PH Freiburg) eine Eingangsdiagnose zur Erfassung arithmetischer Basiskompetenzen, die ab dem Schuljahr 2015/16 in Baden-Württemberg landesweit und schulartenübergreifend zu Beginn von Klasse 5 eingesetzt wird. Diese soll Sekundarschullehrkräften Informationen über den Leistungsstand ihrer neu zusammengesetzten Klassen liefern sowie individuellen Förderbedarf aufzeigen. Ebenso werden Hinweise auf vertiefende Diagnosemöglichkeiten und zielgerichtete Fördermaterialien gegeben.

Die Eingangsdiagnose fokussiert auf das Zahl- und Operationsverständnis sowie die Fähigkeiten beim schriftlichen Rechnen. Dabei werden wenigstens drei verschiedene Niveaus unterschieden (Schulz & Leuders 2014):

1. Schülerinnen und Schüler, deren Ergebnisse der Eingangsdiagnose darauf hindeuten, dass ein elementares und für das Weiterlernen notwendiges Verständnis im Laufe der Grundschulzeit nicht ausreichend entwickelt wurde: Hier sind weitere Diagnosen notwendig, um die Ursachen zu ergründen und darauf aufbauend einen zielgerichteten Förderunterricht zu planen und durchzuführen.
2. Schülerinnen und Schüler, bei denen in den Ergebnissen Lücken sichtbar werden, wobei jedoch zu erwarten ist, dass diese bspw. auch im Rahmen eines differenzierten Klassenunterrichts behoben werden können.
3. Schülerinnen und Schüler, die über ein sicheres Verständnis in den erfassten Bereichen verfügen, das durch gezielte Erweiterungsaufgaben im Rahmen eines differenzierten Klassenunterrichts, weiterentwickelt werden kann.

Für die vertiefte Diagnose und die über den Unterricht hinausgehende Förderung der Schülerinnen und Schüler auf Niveau 1 sind bspw.

die *Förderbausteine Natürliche Zahlen* aus dem Mathe-sicher-können Projekt (Selter et al. 2014) geeignet. Für die in den Unterricht integrierte Förderung der Schülerinnen und Schüler auf Niveau 2 und 3 werden von der die PH Freiburg in Kooperation mit dem Landesinstitut für Schulentwicklung Stuttgart aktuell Fördermodule entwickelt.

Die Konstruktion der Eingangsdiagnose orientierte sich an den Empfehlungen von Pellegrino et al. (2006): Zunächst wurden Kompetenzstufenmodelle entwickelt und in umfassenden Pilotierungen überprüft sowie optimiert. Diese ordnen schwierigkeitsgenerierende Aufgabenmerkmale für jeden erfassten Kompetenzbereich hierarchisch in Stufen und ermöglichen somit die zielgerichtete Konstruktion von Testaufgaben. Dadurch werden kriteriale Rückmeldungen dahingehend möglich, ob einzelne Schülerinnen und Schüler spezifische Anforderungen in ausgewählten Kompetenzbereichen bewältigen können oder nicht.

Im Vortrag wurde das Kompetenzstufenmodell zum Operationsverständnis vorgestellt sowie ein Einblick in das Aufgabenspektrum gegeben, das bei der Pilotierung (ca. 5100 Schülerinnen und Schüler, Ende Klasse 4 in BW) Verwendung fand. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer setzten sich mit einzelnen Aufgaben konkret auseinander und ordneten diese den einzelnen Kompetenzstufen zu. Anschließend wurde über die Passung der Aufgaben zur Erfassung des Operationsverständnisses diskutiert sowie das zugrunde liegende Modell zum Operationsverständnis kritisch reflektiert.

Literatur

Glaser, R., Chudowsky, N. & Pellegrino, J. W. (Hrsg.) (2001). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. National Academies Press.

Selter, Ch., Prediger, S., Nührenböcker, M. & Hußmann, S. (2014). *Mathe sicher können. Förderbausteine zur Sicherung mathematischer Basiskompetenzen. Natürliche Zahlen*. Berlin: Cornelsen.

Schulz, A. & Leuders, T. (2014). Entwicklung und Validierung eines kognitiven Diagnosemodells zur Eingangsdiagnose und –förderung in Klasse 5 – Teilmodell zu Schriftlichen Rechenverfahren. In J. Roth et al. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht*, Band 1 (S.1115-1118). Münster: WTM.

Bericht der Arbeitsgruppe Daten, Zufall und Wahrscheinlichkeit

Koordination: Bernd Neubert, Bernd.Neubert@math.uni-giessen.de

Impulsbeitrag: Grit Kurtzmann, Elke Pietsch

grit.kurtzmann@uni-rostock.de, elke.pietsch@uni-rostock.de

In der Arbeitsgruppe „Daten, Zufall und Wahrscheinlichkeit“ stellten Grit Kurtzmann und Elke Pietsch (Universität Rostock) die Möglichkeiten des Statistikprogramms vu-stat und des Programmes vu-survey zur Erstellung und Auswertung von Fragebögen vor. Dabei ging es sowohl um den Einsatz für die Ausbildung von Grundschullehrkräften als auch um den Einsatz in der Schule als Hilfe in der Vorbereitung von Stochastikunterricht und den Einsatz im Grundschulunterricht.

Die Programme vu-stat und vu-survey wurden von den Niederländern Piet van Blokland und Carel van de Giessen entwickelt. Piet van Blokland arbeitet an der Freien Universität Amsterdam und Carel van de Giessen ist pensionierter Mathematiklehrer. Das Programm vu-stat wurde ursprünglich für den Statistikunterricht der Sekundarstufe in den Niederlanden entwickelt und wird dort von jedem Schüler obligatorisch genutzt. In Deutschland ist das Programm beim Schrödel-Verlag auf der CD Mathematik interaktiv erhältlich und liegt dem Lehrbuchwerk Neue Wege Klasse 7 bei. Für die Vorstellung in der Arbeitsgruppe wurde den Teilnehmern eine Entwicklungsversion vu-stat-mini zur Verfügung gestellt. Diese wird gerade von den Entwicklern in Zusammenarbeit mit den Vortragenden speziell für die Grundschule und für die Ausbildung der Grundschullehrkräfte angepasst.

Zunächst stellten die Vortragenden das Programm vu-survey vor. Sie begannen mit einem fertigen Fragebogen, der in der Ausbildung der Studierenden im Grundschullehramt zur Darstellung von Schwierigkeiten bei der Erstellung von Fragebögen eingesetzt wurde. Anhand der Daten, die durch das Ausfüllen des Fragebogens entstanden, konnten den Arbeitsgruppenteilnehmern gleichzeitig Möglichkeiten des Auswertens von Daten mit dem Programm gezeigt werden. So

wurden zum Beispiel die schnelle Darstellung von Kenngrößen der Statistik verschiedener Variablen oder die Erstellung verschiedener Diagrammarten vorgestellt. Dabei können Diagramme erstellt und individuell angepasst werden.

Anschließend zeigten die Vortragenden den Weg von der Erstellung eines eigenen Fragebogens über die optionale Möglichkeit der Veröffentlichung auf einer Webseite und das Beantworten der Fragen mit unterschiedlichen internetfähigen Medien bis hin zur Auswertung der Daten. Es wurde festgestellt, dass sich das Programm durch die einfache Handhabung auch schon für Grundschüler und den Einsatz von Befragungen von Eltern einer Schule eignet.

Im zweiten Teil des Vortrages konnten die Teilnehmer einen Einblick in die Möglichkeiten des Programms *vu-stat-mini* erhalten. Ein Einstellungsbutton ermöglicht es, das Programm auf die Inhalte zu reduzieren, die für den entsprechenden Einsatz nötig sind. Dadurch wird z.B. Grundschulern die Arbeit mit dem Programm erleichtert. Die Simulationen mit dem Glücksrad, dem Ziehen aus einer Urne oder das Würfeln und der Münzwurf mit den entsprechenden Veränderungsmöglichkeiten zeigten eine mögliche Ergänzung des Stochastikunterrichts. Auch „Daten sammeln“ gehört zu den Einsatzmöglichkeiten in der Grundschule. Hier können Schüler einen Reaktionstest absolvieren, bei dem die entstandenen Daten dann weiter im Unterricht genutzt werden können. Für die Vorbereitung auf den Unterricht und die Ausbildung wurden weitere Möglichkeiten des Programms vorgestellt wie z. B. das einfache Erstellen von Bäumen oder Zweifeldertafel und das Umdrehen von Bäumen durch nur einen Mausklick.

Die Teilnehmer stellten viele Fragen und hatten zahlreiche Verbesserungsideen. Diese werden die Vortragenden an die Entwickler weiterleiten.

Auf der Herbsttagung 2015 des Arbeitskreises Grundschule wird die Arbeitsgruppe „Daten, Zufall und Wahrscheinlichkeit“ wieder angeboten; die inhaltliche Ausgestaltung ist noch offen. Angebote bitte an Bernd Neubert.

Bericht der Arbeitsgruppe Geometrie

Koordination: Carla Merschmeyer-Brüwer & Simone Reinhold

c.merschmeyer-bruewer@tu-bs.de, simone.reinhold@uni-leipzig.de

Impulsbeitrag: Kerstin Sitter

sitter@uni-landau.de

In der diesjährigen Sitzung der Arbeitsgruppe „Geometrie“ stellte Kerstin Sitter (Universität Koblenz-Landau) ihr Promotionsprojekt vor, das in eine vom rheinland-pfälzischen Wissenschaftsministerium geförderte Forschungsinitiative der Universität Koblenz-Landau eingebettet ist.

Ausgangspunkt des Vortrags war ein Problemaufriss, der u.a. darauf verwies, dass die Arbeit an außerschulischen Lernorten häufig nicht lehrplankompatibel ist und außerschulische Aktivitäten häufig weder Vor- noch Nachbereitung im Unterricht erfahren.

Daran anknüpfend fokussierte der Vortrag die Frage, wie sich die Einbeziehung außerschulischer Lernorte und die Protokollierung dieser Begegnungen mit geometrischen Phänomenen in der Umwelt auf die Entwicklung nachhaltigen geometrischen Wissens und Könnens zu geometrischen Körpern auswirken. Dazu stellte die Referentin ein von ihr entwickeltes Pre-Post-Test-Kontrollgruppendesign mit zwei Experimentalgruppen und einer Kontrollgruppe (n=120 Viertklässler) vor. Ferner skizzierte sie die Gestaltung einer Unterrichtssequenz, die im Sinne einer Intervention über sechs Doppelstunden die beteiligten Viertklässler anregte, verschiedene reale Gebäude ihres schulischen Umfelds unter geometrischen Gesichtspunkten zu untersuchen. Die Kinder sollten dazu ihre geometrischen Entdeckungen protokollieren. Untersucht wurde, inwieweit die Kinder in der Lage waren, das Wesentliche ihrer Erkenntnisprozesse in Form von Eigenproduktionen zu dokumentieren und dabei geeignete Darstellungen zu finden (Kompetenz „Protokollierfähigkeit“).

Zur Erfassung geometrischer Fähigkeiten und Fertigkeiten wurde ein Leistungstest entwickelt. Die Analyse der Protokollierfähigkeit basierte auf kindlichen Eigenprodukten zu vorgegebenen Video-Items und

entsprechenden Analysekatogorien, die im Kontext der übergeordneten Forschungsinitiative erarbeitet und auf die eigenen Fragestellungen zugeschnitten wurden.

Die referierten Ergebnisse der Studie zeigen, dass sich durch die in der Untersuchung vorgenommene Vernetzung schulischen und außerschulischen Lernens in Verbindung mit dem Protokollieren geometrisches Wissen und Können zu geometrischen Körpern deutlich entwickelte. Im Vergleich konnte die Kontrollgruppe ihre Fähigkeiten im Protokollieren kaum erweitern, während sich für die Experimentalgruppe ein deskriptiver Zuwachs verzeichnen ließ.

Im Anschluss an die Präsentation von Kerstin Sitter entwickelte sich eine angeregte Diskussion, in der u. a. noch einmal auf die Gestaltung bzw. auf die Aufgabenauswahl für den Vor- und Nachtest sowie auf Details der Konzeption der Video-Items eingegangen wurde. Hervorgehoben wurde zudem die hohe Relevanz der Studie in Bezug auf Unterrichtspraxis in einer außerschulischen Lernumgebung und auf die Gestaltung des Geometrieunterrichts.

Auch im kommenden Jahr möchte die AG Geometrie innerhalb der Herbsttagung des Arbeitskreises Grundschule wieder die Gelegenheit geben, aktuelle oder jüngst abgeschlossene Forschungsprojekte vorzustellen. Bitte wenden Sie sich bei Interesse an die Koordinatorinnen der Arbeitsgruppe.

Literatur

- Sitter, K. (2013). Geometrische Körper an inner- und außerschulischen Lernorten. In G. Greefrath, F. Käpnick & M. Stein (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013* (S. 954-957). Münster: WTM.
- Sitter, K. (2014). Grundfläche zeichnen, Spitze markieren, Kanten antragen – so einfach kann räumliches Zeichnen sein. *Grundschulunterricht Mathematik*, Heft 3, S. 28-35.
- Sitter, K. & Rasch, R. (2014). Geometrische Körper – entdeckt und protokolliert an außerschulischen Lernorten. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1365-1366). Münster: WTM.

Bericht der Arbeitsgruppe Lehrerfortbildung

Koordination: Marianne Grassmann & Christoph Selter
marianne@grassmann.info, christoph.selter@t-online.de

Impulsbeitrag:

Elke Binner	elke.binner@hu-berlin.de
Luise Eichholz	luise.eichholz@math.tu-dortmund.de
Roland Rink	Roland.Rink@staff.hu-berlin.de
Christoph Selter	christoph.selter@t-online.de
Elena Zannetin	ezanneti@mathematik.tu-dortmund.de

Die diesjährige Arbeitsgruppen-Sitzung befasste sich mit dem Thema ‚Fortbildung für Mathematik fachfremd unterrichtende Lehrpersonen‘. Ausgangspunkt der Überlegungen war u.a., dass die IQB- Ländervergleichsstudie für die Primarstufe 2011 erhob, dass 27,5% der Grundschullehrkräfte angeben, Mathematik fachfremd zu unterrichten (Richter et al. 2012).

Die Studie zeigt dabei signifikante Kompetenzunterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern auf, die von ausgebildeten bzw. fachfremden Mathematiklehrkräften unterrichtet werden. Besonders deutliche Kompetenzunterschiede zeigen sich dann, wenn man die fünf Prozent der Leistungsschwächsten gesondert betrachtet. Diese Bemerkungen verdeutlichen, dass Handlungsbedarf besteht.

Auch die Ergebnisse von TEDS-M zeigen, dass angehende Grundschullehrkräfte in Deutschland mit dem Schwerpunkt Mathematik besser in Tests zu fachlichem und fachdidaktischem Wissen abschneiden als jene ohne Mathematik als Schwerpunktfach (Blömeke, Kaiser, Döhrmann, Suhl & Lehmann, 2010).

Das Thema des fachfremd erteilten Mathematikunterrichts wird daher von der Forschungsseite vom DZLM im Rahmen von Promotionsprojekten und im Kontext der Wirkungsforschung bearbeitet. Daneben wird durch das DZLM eine Reihe von Fortbildungskursen für die Zielgruppe der fachfremd Unterrichtenden realisiert, mit denen aber nur eine kleine Anzahl von Lehrpersonen erreicht werden kann.

Vorgestellt und engagiert diskutiert wurde im Workshop die PriMa-Kom-Website (Primarstufe Mathe Kompakt) des DZLM. Diese Website soll in den kommenden Jahren eingerichtet werden, um es der

primären Zielgruppe der fachfremd Unterrichtenden (ergänzend) zu ermöglichen, sich fachlich und fachdidaktisch zu informieren und so einen kleinen Beitrag zur Selbstfortbildung zu leisten.

Die Microsite soll zudem in Kurse des DZLM für fachfremd Unterrichtende integriert werden, in denen sich Präsenz- und Distanzphasen abwechseln. Solche Kurse sind natürlich der reinen internetgestützten Selbstfortbildung vorzuziehen, haben aber andererseits den Nachteil der geringen Reichweite.

Primäres Ziel der Microsite ist: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen zu einem souveräneren Umgang mit dem eigenen Lehrwerk angeregt werden, im Einzelnen soll die Auseinandersetzung mit der PriMakom-Microsite ...

- Teilnehmerinnen und Teilnehmer fachlich und fachdidaktisch sicherer machen (nicht abschreckend, in ansprechender Form; Angst vor Mathematik nehmen, zum Beispiel durch Unterrichtsbeispiele, also grundschulbezogene Fachlichkeit; allerdings in Präsenzphasen leichter zu realisieren als in reiner Online-Lernumgebung) – Wissen und Können.
- durch drei Grundlagen-Module ein anderes Bild zu Mathematik, zu lernenden Kindern und zu Unterricht ‚anregen‘. Dabei sollen ggf. Bezüge zu anderen Fächern hergestellt werden, in denen die Lehrer besser ausgebildet sind, und an methodisch-didaktische Erfahrungen in anderen Fächern angeknüpft werden – Einstellungen.
- Teilnehmer für weiterführendes Material (Literatur, Online, ...) und für weiterführende Fragestellungen und Explorationen interessieren – Interesse.

Literatur

Blömeke, S., Suhl, U. & Döhrmann, M. (2012). Zusammenfügen was zusammengehört. Kompetenzprofile am Ende der Lehrerausbildung im internationalen Vergleich. Zeitschrift für Pädagogik, 58 (4), 422–440.

Richter, D., Kuhl, P., Reimers, H. & Pant, H. A. (2012). Aspekte der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften in der Primarstufe. In P. Stanat, H. A. Pant, K. Böhme & D. Richter (Hrsg.), Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011 (S. 237–250). Münster: Waxmann.

Bericht der Arbeitsgruppe ‚PriMaMedien‘

Koordination: Silke Ladel & Christof Schreiber
ladel@cemat.org, Christof.Schreiber@math.uni-giessen.de

Der Einsatz digitaler Medien beim Lehren und Lernen ist viel zu komplex, als dass er sich in wenigen Konzepten festhalten ließe. Es sollten daher möglichst viele Beispiele didaktisch wertvoller Einsatzmöglichkeiten gebündelt und daran die Vielfalt des Potenzials aufgezeigt werden. Daher wird ein Marktplatz der Möglichkeiten angeboten, auf dem verschiedene aktuelle Forschungsprojekte präsentiert werden. Die ausführlichen Abstracts sind auf der neu erstellten Homepage der AG unter <http://www.pri-ma-medien.de> nachzulesen.

Wie rechenschwache Kinder Tablett-Apps nutzen

(Daniel Walter, Technische Universität Dortmund)

Im Unterricht wird die Berechtigung digitaler Medien stets hinterfragt, was angesichts der teilweise mangelhaften Qualität vieler Softwareangebote berechtigt ist. Allerdings sollten auch die Positivbeispiele nicht vernachlässigt werden. Der Beitrag beschreibt das Design sowie erste Ergebnisse einer qualitativen Interviewstudie, die sich - bezogen auf den Arithmetikunterricht im ersten Schuljahr - mit dieser Thematik auseinandersetzt.

"MaiKe"

*(Anna Susanne Steinweg, Otto-Friedrich-Universität Bamberg &
Thomas Weth, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)*

Mathematik im Kindergarten entdecken (MaiKe) hat das Ziel die beim Schuleintritt vorausgesetzten mathematischen Grundkenntnisse mit Hilfe einer Spielumgebung auf Tablett-PCs zu vermitteln. Über Aufgabensequenzen erfahren die Kinder Anzahlerfassung (Mengen), Zahlreihe, Raumvorstellung, Grunderfahrungen zur Achsensymmetrie, Muster und dergleichen mehr in einer kindgerechten Lernumgebung.

Zu einem flexiblen Verständnis von Stellenwerten

(Sofia Chasaki, Universität des Saarlands)

Unter einem flexiblen Verständnis von Stellenwerten wird die Fähigkeit verstanden, zwischen verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten der Bündelung von Zahlen zu wechseln. Möglichkeiten eines kombi-

nierten Einsatzes der physischen mit der virtuellen Stellenwerttafel sowie geeignete Aufgaben, die eine vertiefte Einsicht zum Stellenwert ermöglichen, werden hier präsentiert.

StopMotion

(Christof Schreiber, Justus-Liebig-Universität Gießen)

Mit StopMotion Filmen kann man durch die Verbindung von Einzelbildern animierte Situationen darstellen. Diese Technik wird hier genutzt, um Material und dessen Einsatz in Bild und Ton vorzustellen. Im Rahmen eines Seminars wird eine Sammlung von StopMotion-Filmen erstellt und online verfügbar gemacht, die auch zur Information über das Material der Lernwerkstatt genutzt werden kann.

Der multi-touch Tisch in der Primarstufe

(Silke Ladel, Universität des Saarlands)

Die Kombination der multi-touch Technologie mit einem großen Bildschirm, der in Form eines Tisches verarbeitet ist, enthält große Potenziale. Anwendungen am multi-touch Tisch sind insbesondere im Hinblick auf Collaborative Learning interessant. Zudem haben Lehrpersonen die Möglichkeit mit Hilfe des Activity Builders eigene Aktivitäten mit Hilfe von Vorlagen zu erstellen.

Plättchen & Co. digital

(Silke Ladel, Universität des Saarlands)

Plättchen & Co. digital ist eine Galerie mit digitalen Standarddarstellungen arithmetischer und geometrischer Objekte und grundlegender Übungsformaten. Ziel dieser Galerie ist es, Kinder und Lehrpersonen in die Lage zu versetzen, durch Operieren an diesen Darstellungen auf einem Whiteboard oder dem Computer mathematische Einsichten zu gewinnen bzw. zu vermitteln.

Audio-Podcasts zur Mathematik

(Rebecca Klose und Christof Schreiber, Justus-Liebig-Universität Gießen)

Bei der Produktion mathematischer Audio-Podcasts wird der Fokus auf das mündliche Darstellen und Kommunizieren gerichtet. Ziel ist es, mathematische Begriffe und Inhalte verständlich und ansprechend für den Zuhörer aufzubereiten. Diese Herausforderung kann zum fachlichen Lernen beitragen und auch die Kompetenz des mathematischen Kommunizierens und Argumentierens fördern.

Bericht der Arbeitsgruppe Sachrechnen

Koordination: Dagmar Bönig
dboenig@uni-bremen.de

Impulsbeitrag: Marleen Heid
heid@leuphana.de

In der Arbeitsgruppe „Sachrechnen“ stellte Marleen Heid (Leuphana Universität Lüneburg) erste Ergebnisse aus ihrem Dissertationsprojekt zum Thema „Schätzen von Größen“ vor.

Zu Beginn des Workshops konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfahren, welche Schätzanforderungen in einer Interviewstudie an Viertklässler gestellt wurden, indem sie Aufgaben zum Schätzen von Längen und Fassungsvermögen bearbeiteten.

Marleen Heid stellte in dem daran anschließenden Vortragsteil den theoretischen Hintergrund ihrer Arbeit vor. Einerseits definierte sie den Begriff des Schätzens (Frenzel & Grund 1991; Franke & Ruwisch 2010), andererseits ordnete sie die vorgestellten Aufgaben in ein theoretisches Modell ein, welches eine Kategorisierung von Schätzaufgaben ermöglicht (Bright 1976). Damit gab die Referentin einen Einblick in das Aufgabendesign ihrer Studie.

Im weiteren Verlauf richtete sie den Fokus auf die Ergebnisse ihrer Interviewstudie. Diese zeigen eine zum Teil deutliche Abweichung der Schätzwerte von den Realwerten (d.h. der tatsächlichen Größe des Objekts). Ausgehend von den Lösungen der Grundschul Kinder setzten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit der Frage auseinander, wann ein Schätzwert als angemessen eingestuft werden kann. Dabei konnte die Angemessenheit einer Schätzung in einem Fragebogen für jedes zu schätzende Objekt individuell beurteilt werden.

Daran anschließend stellte die Referentin verschiedene Auswertungsansätze aus der Literatur vor, bei der die prozentuale Abweichung von Schätz- zu Realwert über die „Güte“ eines Ergebnisses entscheidet (Hild-reth 1983; Huang 2014; Siegel et al. 1982, Swan &

Jones 1980). Dabei erläuterte sie die Unterscheidung zwischen ein- und zweistufigen Kriterien. Die grafische Darstellung der Schätzwerte zeigte, dass die Auswertung mit unterschiedlichen Kriterien einen starken Einfluss auf die Beurteilung von Schätzwerten haben kann.

Der Workshops endete mit einer sehr spannenden Diskussion über verschiedene Aspekte, die den Schwierigkeitsgrad einer Schätzaufgabe erhöhen. Die jeweilige Größenart (Länge vs. Fassungsvermögen), der Bekanntheitsgrad und die Dimension (klein/groß) des zu schätzenden Objekts sowie die Nähe des Objekts zu bekannten Stützpunkten wurden als besonders relevante Aspekte genannt. Diese sollten bei der Entscheidung für ein Auswertungskriterium Berücksichtigung finden.

Literatur

Bright, George W. (1976): Estimation as part of learning to measure. In: Doyal Nelson (Hg.): Measurement in school mathematics. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics, S. 87-104.

Frenzel, Lothar; Grund, Karl-Heinz (1991): Wie "groß" sind Größen? In: Mathematik Lehren 1991 (45), S. 15-24.

Huang, Hsin-Mei E. (2014): Investigating children's ability to solve measurement estimation problems. In: S. Oesterle, P. Liljedahl und D. Allan (Hg.): Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA 36, Bd. 3. Vancouver, Canada., S. 353–360.

Hildreth, David John (1980): Estimation Strategy Uses in Length and Area Measurement Tasks by Fifth and Seventh Grade Students. The Ohio State University. <http://phdtree.org/pdf/24304583-estimation-strategy-uses-in-length-and-area-measurement-tasks-by-fifth-and-seventh-grade-students/>.

Gesehen 13.11.2014.

Siegel, Alexander W.; Goldsmith, Lynn T.; Madson, Camilla R. (1982): Skill in Estimation Problems of Extent and Numerosity. In: Journal for Research in Mathematics Education 13 (3), S. 211-232

Swan, Malcolm; Jones, Orville E. (1980): Comparison of students' per-cepts of distance, weight, height, area, and temperature. In: Sci. Ed. 64 (3), S. 297-307.

Bericht der Arbeitsgruppe Vorschulische Bildung

Koordination: Meike Grüßing
gruessing@ipn.uni-kiel.de

Impulsbeitrag: Julia Stemmer
stemmer@ph-weingarten.de

In der diesjährigen Sitzung der Arbeitsgruppe „Vorschulische Bildung“ wurde das Dissertationsprojekt *Mathematische Interaktionen zwischen Kindergartenkindern beim Spielen von Regelspielen* vorgestellt. Ziel ist, die Struktur von mathematischen Interaktionsprozessen zwischen Kindergartenkindern zu untersuchen. Hierfür wurden Interaktionsprozesse zwischen Kindern beim Spielen von Regelspielen (z.B. Bohnenspiel, Halli Galli, Fünferraus, Früchtespiel) mit Hilfe der Videografie festgehalten. Als mathematische Interaktion versteht die Forscherin eine Folge von mindestens zwei Äußerungen mehrerer Kinder über einen mathematischen Inhalt (vgl. z.B. Piontkowski 1976). Auf Grundlage dieser Definition wurde das gesamte Datenmaterial codiert und dadurch die mathematischen Interaktionen aus den Videos herausgefiltert. Diese werden für die anschließende Analyse transkribiert. In einem ersten Zugang bezieht sich die Analyse der mathematischen Interaktionen auf folgende Bereiche (vgl. Stemmer & Rathgeb-Schnierer 2014):

- Strukturierung der Interaktionen in Interaktionsauslöser, Interaktionsmuster und Interaktionsende (vgl. Straka & Macke, 2002)
- inhaltsbezogene mathematische Aspekte (vgl. Kaufmann, 2010), wie zum Beispiel im Inhaltsbereich Zahlen und Operationen das Zählen, das Mengen vergleichen oder das erste Rechnen
- inhaltsübergreifende mathematische Denk- und Handlungsweisen (vgl. Rathgeb-Schnierer, 2012), welche sich im Klassifizieren, Strukturieren und Seriieren zeigen
- Begründungs- bzw. Argumentationsgrundlage (vgl. Toulmin, 1969), wie zum Beispiel das verbale oder materialgestützte Begründen

Im Mittelpunkt der Arbeitsphase stand die Analyse von Transkripten. Es wurde mit einem Kategoriensystem gearbeitet, das sich auf obig genannte Bereiche bezieht. Die Teilnehmer/-innen haben hierbei zunächst versucht, den Transkripten in jedem Bereich eine Kategorie zuzuweisen. In Kleingruppen wurden anschließend problematische Kategorien und allgemeine Schwierigkeiten der Kategorien diskutiert.

Die abschließende Diskussion griff zunächst die Frage auf, inwieweit die entwickelten Kategorien eindeutig und zielführend sind. In Bezug darauf wurden dann die Forschungsfragen in den Blick genommen. Die Analyse der mathematischen Interaktionen wurde von den Teilnehmer/-innen als sehr spannend angesehen. Die der Analyse zugrundeliegenden Fragen sollten jedoch noch expliziter werden, um dem Datenmaterial gerecht werden zu können.

Literatur

Kaufmann, S. (2010). Handbuch für die frühe mathematische Bildung. Braunschweig: Schroedel.

Piontkowski, U. (1976). Psychologie der Interaktion. München: Juventa Verlag.

Rathgeb-Schnierer, E. (2012). Mathematische Bildung. In: D. Kucharz (Hrsg.). Elementarbildung. Bachelor / Master. Weinheim; Basel: Beltz, 50-85.

Stemmer, J. & Rathgeb-Schnierer, E. (2014). Mathematische Interaktionen zwischen Kindergartenkindern beim Spielen von Regelspielen. In Roth, J. & Ames, J. (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht 2014. Münster: WTM-Verlag, 1171-1174.

Straka, G. A. & Macke, G. (2002). Lern-Lehr-Theoretische Didaktik. Münster: Waxmann.

Toulmin, S. E. (2003). The uses of argument. Cambridge University Press: Cambridge.

Mit freundlicher Unterstützung von

Bildungshaus Schulbuchverlage





In diesem Tagungsband sind die Ergebnisse der Herbsttagung des Arbeitskreises Grundschule in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) in Tabarz vom 07. bis 09. November 2014 zum Thema „10 Jahre Bildungsstandards – Rückblick und Perspektiven“ dokumentiert.

Der Arbeitskreis Grundschule verfolgt seit seiner Gründung vor nunmehr 23 Jahren das Ziel, Impulse zu geben und Perspektiven für die Weiterentwicklung der Didaktik der Grundschulmathematik zu diskutieren. Einen Schwerpunkt der Arbeit des Arbeitskreises Grundschule stellt die Förderung des Austausches und der Zusammenarbeit aller am Mathematikunterricht in der Grundschule in Praxis, Theorie und Forschung unmittelbar oder mittelbar Beteiligten dar. Diese interdisziplinäre, offene und kollegiale Kooperation von Vertreterinnen und Vertretern aus Praxis und Theorie prägt die jährliche Zusammenkunft bis heute.

Zehn Jahre nach der Verabschiedung der Bildungsstandards nutzte der Arbeitskreis die Tagung, um aus dem Blickwinkel der Grundschule eine Rückschau vorzunehmen und dabei mögliche Perspektiven herauszuarbeiten. Das Rahmenthema wurde in vier Hauptvorträgen im Plenum diskutiert. Zusätzlich wurde eine Podiumsdiskussion zum Thema durchgeführt. Wie es bereits lange Tradition ist, setzten sich außerdem Arbeitsgruppen zu den klassischen Themenfeldern Arithmetik, Geometrie, Sachrechnen und Daten, Zufall & Wahrscheinlichkeit sowie zu den Bereichen Kommunikation & Kooperation, Vorschulische Bildung, Lehren & Forschen mit Neuen Medien in der Primarstufe und Lehrerfortbildung intensiv mit aktuellen Forschungs- und Praxisfragen auseinander. Dies führte auch in diesem Jahr wieder zu einer gelungenen Mischung aus der gemeinsamen Arbeit an einem zentralen Rahmenthema sowie der gruppenbezogenen Auseinandersetzung mit verschiedenen weiteren relevanten und aktuellen Fragestellungen.

eISBN 978-3-86309-271-9



9 783863 092719

www.uni-bamberg.de/ubp

