

Zur Implementation der Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich in das unterrichtliche Handeln von Lehrpersonen

Eine multimethodische Untersuchung im Rahmen des
Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Marleen Menk

Kiel

06.02.2018

Erstgutachter: Prof. Dr. Olaf Köller

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Birgit Brouër

Tag der mündlichen Prüfung: 23.05.2018

Durch den Prodekan für Studium und Lehre, Prof. Dr. Elmar Eggert,

zum Druck genehmigt: 31.05.2018

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen, die mich auf dem Weg durch die Promotion begleitet und unterstützt haben, herzlich bedanken.

An erster Stelle danke ich meinem Doktorvater, Prof. Dr. Olaf Köller, für seine Betreuung, seine stets hilfreichen Rückmeldungen und die Unterstützung meiner Vorhaben.

Frau Prof. Dr. Birgit Brouër war es, die den Stein überhaupt erst richtig ins Rollen brachte. Danke für Ihre Offenheit und Ihre Wertschätzung gegenüber meines Forschungsvorhabens und danke dafür, dass Sie mich so sehr dabei unterstützt haben, meinen jetzigen Weg zu gehen.

Dem IPN danke ich für die herausragende Unterstützung und die unzähligen Möglichkeiten, die uns Promovierenden geboten werden. Die zahlreichen Fortbildungsveranstaltungen auf höchstem Niveau boten mir in vielerlei Bereichen die Möglichkeit, mich persönlich, fachlich und als Wissenschaftlerin weiter zu entwickeln. Weiterhin bedanken möchte ich mich für die exzellenten Möglichkeiten, die uns Mitarbeitenden zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie geboten werden.

Meinen Doktorschwestern, Dr. Mareike Kobarg und Prof. Dr. Inger Marie Dalehefte, danke ich für ihre tatkräftige Unterstützung auf meinem Weg. Danke, dass ihr euch damals für mich entschieden habt, danke für eure Hilfe und danke für den tollen Weg, den wir gemeinsam zurückgelegt haben!

Meinem Mentor, Dr. Sascha Bernholt, kann ich gar nicht genug danken für seine Unterstützung. Er ist einen großen Teil des Weges mit mir gegangen und hat mir durch seine hilfreichen Rückmeldungen, Ideen und auch seine aufbauenden Worte in kriselnden Zeiten sehr geholfen. Danke Sascha!

Meinen lieben, inzwischen teilweise ehemaligen, Kolleginnen und Kollegen Dr. Franziska Trepke, Dr. Linda Haschke, Dr. Gun-Brit Thoma, Dr. Inga Hahn, Dr. Jan Marten Ihme, Dr. Karen Rieck und Helene Wagner: Ihr seid die Besten! Danke für eure offenen Ohren und eure inhaltliche, methodische und vor allem moralische Unterstützung!

Zuletzt möchte ich noch meiner Familie danken, die mir, nicht nur in der Promotionsphase, immer zur Seite stand und steht:

Meiner Oma, für ihre endlose Liebe und alles, was sie für mich getan hat.

Meinem Bruder, der immer da ist, wenn es wirklich darauf ankommt und in brenzligen Situationen zuverlässig dafür sorgt, dass ich doch lieber lache als weine.

Meinem Mann für seine endlose Geduld, sich meine Probevorträge wieder und wieder anzuhören, für seine Rückmeldungen und interessanten Gedankenanstöße, aber vor allem für seine Unterstützung und seinen Glauben an mich, nicht nur in den Jahren der Promotion.

Meinen beiden Kindern, die mich bedingungslos lieben und mit mir gemeinsam die stressige Phase der Fertigstellung der Dissertation gemeistert haben und meine kleinsten, aber größten Fans sind und die beiden Menschen, deren Urteil für mich die größte Bedeutung hat.

Meinen Eltern für Ihre Unterstützung auf all meinen Wegen und dafür, immer bedingungslos für mich da zu sein. Sie haben mir ermöglicht, den Weg zu gehen, den ich gegangen bin und stehen immer hinter mir. Ihnen widme ich diese Dissertation.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	7
Bildungsstandards	9
Zum Hintergrund der Bildungsstandards	10
Intention und Struktur der Bildungsstandards	10
Funktionen der Bildungsstandards	12
Aufbau der Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe.....	12
Erfassung prozessbezogener Kompetenzen	13
Erfassung inhaltsbezogener Kompetenzen.....	14
Die Ländervergleichsstudie	14
Befunde zur Implementationsforschung	15
SINUS an Grundschulen.....	19
Intention und Struktur der SINUS-Programme	19
Das Programm SINUS an Grundschulen.....	22
Die wissenschaftliche Begleitforschung in SINUS an Grundschulen.....	23
Beschreibung der durchgeführten Studien.....	24
Beitrag 1: Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen gemäß der Bildungsstandards für das Fach Mathematik im Primarbereich im Unterricht von SINUS an Grundschulen.....	24
Beitrag 2: Zur Rolle der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards Mathematik im deutschen Mathematikunterricht in Grundschulen – Befunde aus der Videostudie des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen	25
Beitrag 3: Mathematikleistungen von Schülerinnen und Schülern in SINUS an Grundschulen auf dem Prüfstand – Wie schneiden sie im Ländervergleich 2011 ab? ...	26
Intentionen und Ziele der durchgeführten Studien.....	28
Literatur.....	29

Beitrag 1: Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen gemäß der Bildungsstandards für das Fach Mathematik im Primarbereich im Unterricht von SINUS an Grundschulen	39
Einleitung.....	39
SINUS an Grundschulen.....	40
Das Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen im Fach Mathematik in der Primarstufe.....	42
Überblick über Haupt- und Unterkategorien.....	44
Überblick über Beobachterübereinstimmungen für alle Hauptkategorien.....	44
Beschreibung der einzelnen Kategorien	45
Aktion der Lehrperson.....	45
Zuordnung Kompetenzbereiche.....	48
Literatur.....	56
Beitrag 2: Zur Rolle der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards Mathematik im deutschen Mathematikunterricht in Grundschulen – Befunde aus der Videostudie des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen	61
1. Einleitung.....	61
2. Die Bildungsstandards im Fach Mathematik.....	62
2.1 Dimensionen und Anforderungsbereiche.....	64
2.2 Forschungsstand zu den prozessbezogenen Kompetenzen	65
2.3 Die Implementation der Bildungsstandards	66
3. SINUS an Grundschulen.....	67
3.1 Die wissenschaftliche Begleitforschung in SINUS an Grundschulen.....	68
3.2 Die Videostudie in SINUS an Grundschulen	69
4. Forschungsfragen	70
5. Methode.....	72
5.1 Konzeption und Durchführung der Erhebung.....	72

5.2 Design und Stichprobe	72
5.3 Methode.....	74
6. Ergebnisse	76
6.1 Zeitliche Anteile an Unterricht, Instruktionen und Kompetenzbereichen der Gesamtstichprobe	76
6.2 Zeitliche Unterschiede zwischen den Stichproben bezogen auf Unterricht, Instruktionen und Kompetenzbereiche	78
7. Diskussion.....	80
Literatur.....	84
Beitrag 3: Mathematikleistungen von Schülerinnen und Schülern in SINUS an Grundschulen auf dem Prüfstand – Wie schneiden sie im Ländervergleich 2011 ab?.....	89
1. Einleitung.....	89
2. SINUS an Grundschulen - Professionalisierung von Lehrkräften und Weiterentwicklung des Unterrichts.....	90
2.1 SINUS an Grundschulen.....	91
2.2 Der Schwerpunkt „Umsetzung der Bildungsstandards in Mathematik“ in SINUS an Grundschulen	92
2.2 Die wissenschaftliche Begleitforschung in SINUS an Grundschulen.....	93
2.3. Befunde zu den Kompetenzen der Lernenden in SINUS an Grundschulen	94
3. Bildungsstandards und Ländervergleiche	95
3.1 Bildungsstandards	97
3.2 Mathematische Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards.....	97
3.3 Die Ländervergleichsstudie	99
4. Forschungsfragen	100
5. Design und Methode.....	101
5.1 Konzeption und Durchführung der Erhebung.....	101
5.2 Design und Stichprobe	102

5.3 Einfluss von Hintergrundmerkmalen	104
6. Ergebnisse	107
7. Fazit und Ausblick.....	113
Literatur.....	116
Gesamtdiskussion.....	123
Zusammenfassung, Diskussion und Limitationen.....	123
Implikationen für die zukünftige Implementierung von Innovationen	127
Ideen für zukünftige Forschung	129
Literatur.....	131

Einleitung

Im Jahr 1997 zeigte die TIMS-Studie, dass rund 50% der deutschen Schülerinnen und Schüler am Ende der Pflichtschulzeit Kernziele mathematischer Bildung verfehlten (Baumert, Bos & Lehmann, 2000). Auch die Ergebnisse weiterer internationaler Vergleichsstudien, wie PISA und IGLU-E, offenbarten Defizite im mathematischen Wissen und Können deutscher Schülerinnen und Schüler (KMK, 2005; Köller, 2010; Köller & Granzer, 2008; Walther, van den Heuvel-Panhuizen, Granzer & Köller, 2011;) und lösten eine Grundsatzdebatte über den Zustand des deutschen Bildungssystems und dessen Inputorientierung aus. Dies führte in der Konsequenz zur empirischen Wende, die den Fokus vom Input auf den Output des Bildungssystems und somit die Leistungen der Schülerinnen und Schüler verlagerte (Böhme, Richter, Stanat, Pant & Köller, 2012; Zeitler, Köller & Tesch, 2010). Damit wurden der Outcome und somit das reformierte Bildungssystem unter einer ergebnisorientierten Perspektive beobachtbar und zum entscheidenden Bezugspunkt für die Beurteilung, Verbesserung und Weiterentwicklung des Schulsystems (Drechsel, Prenzel & Seidel, 2015). Die Ziele des Unterrichts und somit der durch die Schulen zu erfüllende Bildungsauftrag wurden in den im Jahr 2004 durch die Kultusministerkonferenz der Länder gemeinschaftlich beschlossenen Bildungsstandards formuliert und spezifiziert (Klieme et al., 2003; KMK, 2005). Zentrales Anliegen der Standards ist ein vernetztes, kumulatives, anschlussfähiges und auf Verstehen ausgerichtetes Lernen, das zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts beiträgt (Walther, Selter & Neubrand, 2008). Die Bildungsstandards Mathematik für den Primarbereich wurden ab dem Schuljahr 2005/2006 verbindlich für alle Länder eingeführt. Der Prozess der Implementation von Neuerungen im Schulsystem ist komplex und kann sich als „steiniger Weg“ gestalten (Gräsel & Parchmann, 2004), auf dem Lehrpersonen Unterstützung benötigen, die sie beispielsweise durch Fortbildungen und Unterrichtsentwicklungsmaßnahmen erhalten können (Blum, 2006; Klieme et al., 2003).

Ein Kritikpunkt an der Umsetzung der Bildungsstandards ist, dass Unterstützungsmaßnahmen zur Implementation der Bildungsstandards bislang weit hinter den Anstrengungen für die Durchsetzung von Vergleichsarbeiten zurückgeblieben sind und die Lehrpersonen bei der Umsetzung der im Rahmen der Bildungsstandards beschlossenen Maßnahmen nicht

ausreichend durch flankierende und zwischen Steuerungswissen und Steuerungshandeln vermittelnde Maßnahmen unterstützt wurden (Pant, Vock, Pöhlmann & Köller, 2008; Wernstedt & John-Ohnesorg, 2009). Weiterhin besteht ein eindeutiges Defizit an Studien, die die Wirkung von Professionalisierungsmaßnahmen auf Ebene der Schülerinnen und Schüler untersuchen bzw. deren Lernergebnisse einbeziehen (Fishman, Marx, Best & Tal, 2003; Gräsel & Parchmann, 2004) und die durch Vergleichsstudien gewonnenen Erkenntnisse in Small-Scale-Studien überprüfen und vertiefen (Drechsel et al., 2015).

Hier setzt das Unterrichtsentwicklungsprogramm SINUS an Grundschulen an: Zur Unterstützung der Lehrpersonen bei der Implementation der Bildungsstandards nahm das von 2009-2013 bundesweit durchgeführte Unterrichtsentwicklungsprogramm SINUS an Grundschulen die Implementation der Bildungsstandards als Schwerpunkt in sein Konzept mit auf (Fischer et al., 2014).

Ziel des Programms war die Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts (Dalehefte et al., 2015).

In der vorliegenden Arbeit soll durch Studien mit unterschiedlichem methodischem Vorgehen ein Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücken geleistet und der Nutzen des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen für die Implementation der Bildungsstandards in den mathematischen Grundschulunterricht untersucht werden.

Im Folgenden wird zunächst ein allgemeiner Überblick über die Einführung und den Aufbau der Bildungsstandards gegeben, bevor auf die einzelnen Dimensionen der Bildungsstandards Mathematik für den Primarbereich eingegangen und anschließend das Programm SINUS an Grundschulen inkl. seiner wissenschaftlichen Begleitforschung dargestellt wird.

Abschließend werden die Methoden und Vorgehensweisen zur Durchführung dieser Studie vorgestellt und ein Überblick über die einzelnen Beiträge gegeben.

Bildungsstandards

Die Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler in internationalen empirischen Leistungsstudien wie der „Programme for International Student Assessment“ –Studie (PISA) sowie der „Trends in International Mathematics and Science Study“ (TIMSS) offenbarten gravierende Mängel im deutschen Schulsystem. Der Vergleich der Lernergebnisse deutscher Schülerinnen und Schüler mit den Leistungen von Schülerinnen und Schülern anderer Staaten sorgte vielfach für Enttäuschung und Kritik und löste zusätzliche Maßnahmen zur Qualitätssicherung aus (Blum, Drücke-Noe, Hartung & Köller, 2006).

Ein zentrales Ergebnis der PISA-Studie war die Erkenntnis, dass deutsche Schülerinnen und Schüler vor allem im unteren Leistungsbereich deutlich schlechter abschneiden als Schülerinnen und Schüler anderer OECD-Staaten, was als Hinweis auf fehlende Mindeststandards in Deutschland interpretiert wurde (Klieme et al., 2003; Klieme, 2004a). Weiterhin zeigte die PISA-Studie, dass selbst gesteckte und in den Lehrplänen festgehaltene Ziele häufig nicht erreicht wurden. In der Lesekompetenz und in Mathematik erreichte beispielsweise mindestens ein Viertel der getesteten Schülerinnen und Schüler nicht das Niveau, das nach Meinung von Lehrplanexperten für einen erfolgreichen Abschluss der Sekundarstufe I unabdingbar wäre (Baumert et al., 2002b; Klieme et al., 2003). Die PISA-E Zusatzstudie zeigte zudem, dass Leistungsniveaus und Benotungsmaßstäbe sowohl zwischen, als auch innerhalb der Länder sowie zwischen Schulformen und Einzelschulen deutlich schwanken (Baumert et al., 2002a). Weiterhin verwiesen die internationalen Vergleichsstudien auf Disparitäten im deutschen Schulsystem, sowohl zwischen Regionen, zwischen unterschiedlichen sozialen Schichtzugehörigkeiten und zwischen in Deutschland aufgewachsenen und zugewanderten Schülerinnen und Schülern (Baumert, Watermann & Schümer, 2003; Böhme et al., 2012).

Durch den Vergleich mit anderen mit outputorientierten Qualitätssicherungssystemen arbeitenden Staaten wurde vielfach geschlossen, dass es in Deutschland an verbindlichen Standards fehle. Es wurde festgestellt, dass Länder, die systematisch Qualitätssicherung betreiben, insgesamt höhere Leistungen erreichten, was dazu führte, dass in der bildungspolitischen Diskussion der Ruf nach ebendiesen, national einheitlichen und bundesweit verbindlichen Standards laut wurde, die Art und Niveau schulischer

Anforderungen regeln und überprüfbar machen sollten (Blum et al., 2006). Daraufhin wurden diese Forderungen von den Kultusministern der Länder aufgegriffen und die Einführung länderübergreifender Standards für den mittleren Schulabschluss, den Hauptschulabschluss, sowie den Abschlussjahrgang der Grundschule in zentralen Fächern (Mathematik, Deutsch, erste Fremdsprache und Naturwissenschaften) beschlossen (Böhme et al., 2012; Klieme, 2004a; KMK, 2005; Walther et al., 2008).

Zum Hintergrund der Bildungsstandards

Nachdem das Bildungssystem bis zur Veröffentlichung der Ergebnisse aus den internationalen Vergleichsstudien ausschließlich durch den Input, in Form von Lehrplänen, Ausbildungsbestimmungen für Lehrpersonen etc. gesteuert wurde, folgte die sogenannte empirische Wende, die zu einer Verschiebung des Fokus auf den Output, also die Leistungen der Schulen und die Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler führte (Böhme et al., 2012; Erdsiek-Rave, 2006; Klieme et al., 2003; Köller, 2010; Walther et al., 2008).

Damit einher geht eine Veränderung in der politischen Strategie zur Steuerung des Bildungssystems: Neben ökonomischen Argumenten wie der Theorie des Humankapitals sowie neuen Konzepten des Verwaltungshandelns, waren es die wiederholten Hinweise auf Schwächen des Schulsystems (die sich in den Leistungen der deutschen Schülerinnen und Schüler in den internationalen Vergleichsstudien zeigten), die schließlich dazu führten, den Output von Bildungseinrichtungen stärkeren Kontrollen zu unterziehen und diesen durch Veränderungen von Input und Prozessen zielorientiert zu beeinflussen (Klieme, 2004b). Somit wurde der Output zum entscheidenden Bezugspunkt für die Beurteilung des Schulsystems und für Maßnahmen zur Verbesserung und Weiterentwicklung (Zeitler, 2010).

Intention und Struktur der Bildungsstandards

An dieser Stelle setzen die Bildungsstandards an: Sie formulieren verbindliche Anforderungen an das Lehren und Lernen in der Schule, mit dem Ziel, die Qualität schulischer Arbeit zu sichern und zu steigern sowie das Erreichen der Ziele überprüfbar zu machen (KMK, 2005). Dafür greifen die Bildungsstandards allgemeine Bildungsziele auf und legen fest, welche

Kompetenzen Schülerinnen und Schüler bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe mindestens erworben haben sollen. Bildungsziele sind Wissensinhalte, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Einstellungen, Werthaltungen, Interessen und Motive, die die Schule vermitteln soll. In ihnen drückt sich aus, welche Chancen Schülerinnen und Schülern zur Entwicklung ihrer Persönlichkeit, zur Aneignung kultureller und wissenschaftlicher Traditionen, zur Bewältigung praktischer Lebensanforderungen und zur aktiven Teilnahme am gesellschaftlichen Leben gegeben werden sollten (Klieme et al., 2003). Beschrieben werden diese Ziele als erwünschte Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler und zwar so konkret, dass sie in Aufgabenstellungen umgesetzt und mittels Testverfahren erfasst werden können (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2003). Als Medium zwischen Bildungszielen und pädagogischer Umsetzung wurden im Rahmen der Bildungsstandards Kompetenzmodelle entwickelt, die Aspekte, Abstufungen und Entwicklungsverläufe von Kompetenzen darstellen und festlegen, über welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler verfügen müssen, um Aussagen darüber treffen zu können, welchen Kompetenzniveaus die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zuzuordnen sind (Böhme et al., 2012; Köller, 2008). Die Überzeugung hinter den Bildungsstandards ist, dass der Erwerb von Kompetenzen beim systematischen Aufbau in einer Domäne beginnen muss, so dass sich durch vielfältige und variable Nutzung und zunehmende Vernetzung bereichsbezogener Kompetenzen auch Schlüsselkompetenzen entwickeln können (Klieme et al., 2003; Weinert, 2001). Im Gegensatz zu Lehrplänen und Rahmenrichtlinien werden die Bildungsziele in den Bildungsstandards aus diesem Grund nicht durch Listen von Lerninhalten konkretisiert, sondern durch Kompetenzen, die die grundlegenden Handlungsanforderungen widerspiegeln, denen Schülerinnen und Schüler in dieser Domäne ausgesetzt sind. Die Kompetenzmodelle unterscheiden Teildimensionen innerhalb der Domänen und beschreiben unterschiedliche Niveaustufen der Dimensionen. Dabei ist jede Kompetenzstufe spezifiziert durch kognitive Prozesse und Handlungen von bestimmter Qualität, die Schülerinnen und Schüler dieser Stufe bewältigen können (Klieme et al., 2003; KMK, 2005; Köller, 2010). Die Bildungsstandards machen das Erreichen der Kompetenzstufen und Dimensionen mittels geeigneter und eigens entwickelter Aufgaben überprüfbar, die es ermöglichen, das erreichte Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler festzustellen (Richter et al., 2012; Zeitler et al., 2010).

Funktionen der Bildungsstandards

Die Bildungsstandards erfüllen zwei wichtige Funktionen: Zum einen bieten sie den Schulen eine Orientierungshilfe, indem sie verbindliche Ziele formulieren, an denen sich neben den Lehrpersonen auch die Schülerinnen und Schüler und deren Eltern orientieren können. Die in den Bildungsstandards erläuterten Kompetenzmodelle, die Inhalte und Stufen konkretisieren und den Lehrpersonen ein Referenzsystem für ihr professionelles Handeln bieten, stützen sich auf fachdidaktisches und pädagogisch-psychologisches Wissen.

Die zweite Funktion der Bildungsstandards ist deren Kontrollfunktion, da auf ihrer Grundlage Lernergebnisse erfasst und bewertet werden können und sie somit ein wertvolles Instrument zum Bildungsmonitoring darstellen (Rabe, 2012; Walther et al., 2008). Die Länder haben durch die Bildungsstandards einen gemeinsamen Referenzrahmen geschaffen, der die Vergleichbarkeit von Anforderungen in den Kernbereichen zentraler Fächer gewährleistet (Rabe, 2012). Somit sollen die Bildungsstandards es ermöglichen, die Qualität und Konsequenzen des professionellen Handelns von Lehrpersonen rational, sowie länderintern und länderübergreifend, überprüfbar zu machen (Böhme et al., 2012; Klieme et al., 2003; Klieme, 2004a).

Aufbau der Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe

Im Rahmen dieser Promotion wurde ausschließlich die Implementation der Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe untersucht. Somit bezieht sich die nun folgende Beschreibung inhaltlicher Dimensionen auch ausschließlich auf diese Standards. Die Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe haben, analog zu den Bildungsstandards für die anderen Schulformen und Domänen, zum Ziel, bei ,

Schülerinnen und Schülern die Entwicklung von Kompetenzen zu fördern. Diese Kompetenzen lassen sich in den dieser Studie zugrundeliegenden Standards in drei Dimensionen unterteilen, die untrennbar miteinander verbunden sind (Roppelt & Reiss, 2012): Hierbei handelt es sich um eine Prozess-, eine Inhalts- und eine Anspruchsdimension (Kultusministerkonferenz, 2005).

- Die *Anforderungsdimension* gliedert sich in drei Bereiche (Reproduzieren, Zusammenhänge herstellen, Verallgemeinern und Reflektieren), welchen der kognitive Anspruch einer Aufgabe zugeordnet werden kann (Kultusministerkonferenz, 2005).
- Die *prozessbezogene Dimension* besteht aus den sechs allgemeinen mathematischen Kompetenzen Kommunizieren, Argumentieren, Darstellen, Problemlösen, Modellieren, Technische Grundfertigkeiten (KMK, 2005; KMK, 2015).
- Die *inhaltsbezogene Dimension* gliedert sich gemäß KMK in fünf Kompetenzbereiche: Zahlen und Operationen, Raum und Form, Muster und Strukturen, Größen und Messen, Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit.

Erfassung prozessbezogener Kompetenzen

Eine Herausforderung bei der Untersuchung prozessbezogener Kompetenzen ist der Umstand, dass sich diese kaum trennscharf gegeneinander abgrenzen lassen. Eine eindeutige Zuordnung mathematischer Tätigkeiten zu einem der Kompetenzbereiche gestaltet sich schwierig, da die Übergänge zwischen den einzelnen Kompetenzbereichen fließend verlaufen und meist mehrere Kompetenzen gleichzeitig angesprochen werden. Dennoch lassen sich Aufgaben im Hinblick auf die schwerpunktmäßig angesprochene Kompetenz klassifizieren (Roppelt & Reiss, 2012). Die prozessbezogenen Kompetenzen spielen eine herausragende Rolle für die Entwicklung der inhaltlichen Kompetenzen und tragen wesentlich zur Entwicklung der mathematischen Grundbildung von Schülerinnen und Schülern bei (Walther et al., 2008). Weiterhin kommt den prozessbezogenen Kompetenzen eine stark motivationale Bedeutung zu, da die Freude der Schülerinnen und Schüler an der Mathematik sowie ihre Entdeckerhaltung besser von einem Mathematikunterricht gefördert wird, in dem es gelingt, die prozessbezogenen Kompetenzen in den Mittelpunkt des unterrichtlichen Geschehens zu stellen (KMK, 2005).

Trotz der Relevanz, die die prozessbezogenen Kompetenzen für die Entwicklung der mathematischen Grundbildung haben, zeigt die relativ rare Befundlage in diesem Bereich auf, dass die prozessbezogenen Kompetenzen bislang nur unzulänglich im Unterricht gefördert

werden (Neubrand, 2002; Neubrand, Jordan, Krauss, Blum & Löwen, 2011; Walther & Neubrand, 2007).

Erfassung inhaltsbezogener Kompetenzen

Aufgrund der nur mit erheblichen Unschärfen durch Leistungstests zu erfassenden prozessbezogenen Kompetenzen, sind es in großen Schulleistungsstudien üblicherweise die inhaltsbezogenen Kompetenzen, welche mit Hilfe standardisierter Testverfahren erhoben werden (Roppelt & Reiss, 2012). Die inhaltsbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards werden dazu in Ländervergleichsstudien erhoben, die die KMK im Rahmen ihrer Gesamtstrategie zum Bildungsmonitoring beschlossen hat.

Die Ländervergleichsstudie

Das mit Beschluss zur Einführung der Bildungsstandards ebenfalls eingeführte Bildungsmonitoring dient dem Zweck der Erfassung und Bewertung der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler, um festzustellen, inwieweit das Bildungssystem seinen Auftrag erfüllt hat (Klieme et al., 2003). Ziel der Ländervergleichsstudie ist es, festzustellen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler in Deutschland die durch die Bildungsstandards angestrebten Kompetenzen erreichen und herauszufinden, in welchen Bereichen Steuerbedarf besteht. Somit bietet die Ländervergleichsstudie neben den internationalen Schulleistungsstudien PISA, TIMSS und IGLU einen bundesweiten Bezugsrahmen für das Bildungsmonitoring. Sie ersetzt die im Rahmen von PISA (PISA-E) und PIRLS/IGLU (IGLU-E) durchgeführten Zusatzstudien, die vor der Einführung des IQB-Ländervergleichs als ländervergleichende Studien durchgeführt wurden. Dies verfolgt das Ziel, Anhaltspunkte zu liefern, an welchen Stellen das Bildungswesen und der Unterricht weiterzuentwickeln sind und soll weiterhin einheitliche Leistungen in allen Bundesländern sicherstellen (Rabe, 2012). Die Entwicklung und Sicherung der Bildungsqualität soll sich im Rahmen der Bildungsstandards stärker als bisher an den Bildungserträgen der Schülerinnen und Schüler, der Schulen, sowie des Bildungssystems insgesamt ausrichten (Böhme et al., 2012). Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der weiteren Reduktion des Anteils der Schülerinnen und Schüler, die die Schule

ohne die notwendigen Kompetenzen, die eine erfolgreiche Teilhabe am gesellschaftlichen und beruflichen Leben voraussetzt, verlassen (Rabe, 2012). Durch auf Grundlage der Bildungsstandards entwickelte Testverfahren, die es ermöglichen, den Anteil der Schülerinnen und Schüler zu erfassen, die die einzelnen Standards erreichen oder nicht erreichen, wird durch die Ländervergleichsstudie alle fünf Jahre überprüft, inwieweit die Schülerinnen und Schüler der vierten Klassen die Bildungsstandards für die Primarstufe erreichen (Böhme et al., 2012). Die Leistungen der Schülerinnen und Schüler werden anschließend auf für die jeweiligen Fächer eigens entwickelten Kompetenzstufenmodellen verortet, so dass durch die Definition von Mindest-, Regel- und Optimalstandards erfasst werden kann, welcher Anteil der Schülerinnen und Schüler die jeweiligen Standards erreicht bzw. nicht erreicht (Köller, 2009). Im Rahmen dieser Arbeit wurden die für die Ländervergleichsstudie 2011 erhobenen Daten der Regelstichprobe mit den Leistungen von Schülerinnen und Schülern, deren Lehrpersonen am Unterrichtsentwicklungsprogramm SINUS an Grundschulen teilnahmen, verglichen, um Unterschiede in den Leistungen, die Hinweise auf Kompetenzvorsprünge auf Seiten einer der beiden Stichproben liefern könnten, festzustellen.

Befunde zur Implementationsforschung

Bei der Einführung standardbasierter Schulreformen kommt es häufig zu einem Zusammenspiel zweier Strategien, den sogenannten Bottom-Up- und Top-Down-Prozessen (Desimone, 2002; Pant et al., 2008). Prototypisch für Bottom-Up-Ansätze sind Schulentwicklungsprozesse, bei denen die Innovationen im Wesentlichen von einzelnen Schulen ausgehen (Gräsel & Parchmann). Charakteristisch für diesen Ansatz sind dezentrale Zielformulierungs- und Entscheidungsstrukturen (Pant et al., 2008). Als Top-Down-Ansätze hingegen bezeichnet man Prozesse, in welchen die Innovation von einer externen Instanz initiiert wird, die Ziele und Methoden der Innovation sowie Kriterien für deren erfolgreiche Implementation festlegt, also Ansätze, bei denen staatliche Politikvorgaben möglichst zentral auf der lokalen Handlungsebene ausgeführt werden sollen (Gräsel & Parchmann; Pant et al., 2008). Diesem Ansatz können auch die Bildungsstandards zugeordnet werden. Zahlreiche Studien der Implementationsforschung konnten zeigen, dass es unrealistisch ist, Unterricht

allein durch die Einführung neuer Strategien zu verändern. Zentrale Gründe für das Scheitern zahlreicher Innovationen können darin gesehen werden, dass die Konzepte aufgrund der in „Top-Down-Strategien“ üblichen Trennung zwischen Konzeptions- und Anwendungsebene die Bedürfnisse der Praxis häufig zu wenig beachten, bzw. darin, dass notwendige, die Implementation flankierende, bzw. die Beteiligten qualifizierende Maßnahmen keine ausreichende Berücksichtigung finden (Blumenfeld, Fishman, Krajcik, Marx & Soloway, 2000). Auch die Bildungsstandards wurden diesbezüglich kritisiert. So wurde beispielsweise bemängelt, dass deren Einführung ein zu schlichtes Verständnis der Umsetzung neuer Maßnahmen zugrunde lag. Es sei unrealistisch, dass sich eine neu eingeführte Maßnahme allein durch deren Beschluss bzw. die Einführung ohne unzureichend konzipierte flankierende Maßnahmen durchsetzt (Gräsel & Parchmann, 2004) und eine fehlerhafte Annahme, Wirkungen wie eine Qualitätsentwicklung des Unterrichts als automatische Folge der Einführung der Bildungsstandards zu erwarten (Blum, 2006). Notwendig seien evidenzbasierte Unterrichtsentwicklungsprogramme, die das Steuerungswissen in Steuerungshandeln transformieren (Pant et al., 2008) und verhindern, dass Lehrpersonen aus Sorge um die Erfüllung der erwarteten Standards ihren Unterricht zu einer Testvorbereitungsunternehmung („Teaching to the test“) degenerieren (Blum, 2006). Auch wurde kritisiert, dass Unterstützungsmaßnahmen zur Implementation der Bildungsstandards bislang weit hinter den Anstrengungen für die Durchsetzung der Vergleichsarbeiten zurückgeblieben sind (Wernstedt & John-Ohnesorg, 2009). Dies ist ein häufiges Ungleichgewicht im Bereich der Implementation von Neuerungen: Während oft viel Zeit, Geld und personelle Ressourcen in die Entwicklung einer Veränderungsmaßnahme gesteckt werden, wird weitaus weniger in die ebenso wichtige Implementation der Maßnahmen investiert (Hall & Hord, 2004).

Zahlreiche Studien zur Implementationsforschung gaben Hinweise darauf, wie Top-Down-Strategien angelegt werden sollten, um die Chance einer dauerhaften Implementation einer Innovation zu steigern: Es ist in der Implementationsforschung unbestritten, dass die Einstellungen der Lehrpersonen gegenüber der Innovationsmaßnahme für die Umsetzung entscheidend sind und Maßnahmen eher umgesetzt werden, wenn die Innovation von den Lehrpersonen als sinnvoll und umsetzbar eingeschätzt wird (Blumenfeld et al., 2000; Gräsel & Parchmann, 2004). Die Implementation einer Maßnahme ist außerdem wahrscheinlicher,

wenn sie an den Bedürfnissen der Praxis orientiert ist und von den Lehrpersonen als relevant und nützlich wahrgenommen wird. Weiterhin sollte die Innovation zwar merkliche Veränderungen beinhalten, jedoch nicht völlig mit den Handlungsroutinen und bestehenden Unterrichtspraktiken der Lehrpersonen brechen. Die Veränderungen sollten von Professionalisierungsmaßnahmen begleitet werden, die u.a. die zur Umsetzung erforderlichen Kompetenzen in den Fokus nehmen. Diese Maßnahmen sind besonders dann wirksam, wenn sie den Veränderungsprozess langfristig unterstützen. Auch dem Aufbau von Kooperationsstrukturen in Form schulübergreifender Netzwerke wird eine große Bedeutung beigemessen, die die Professionalisierung der Lehrpersonen unterstützen (Gräsel & Parchmann, 2004).

An erster Stelle der notwendigen Maßnahmen zur Implementation der Bildungsstandards steht laut Blum et. al (2005) die Lehrerfortbildung: „Die Einführung von Standards ist, damit sie rasch wirksam werden kann, i.w. „von oben“ erfolgt, initiiert von der Politik und konzipiert von der Wissenschaft. Nun muss aber rasch die gesamte Lehrerschaft einbezogen werden, d.h. mit Geist und Intentionen der Standards vertraut gemacht und alltagspraktisch handlungsfähig gemacht werden. Lehrer müssen dazu befähigt werden, in selbstverständlicher Weise standardbezogen zu arbeiten.“

Die Autoren führen anschließend weiter aus, dass Lehrerfortbildung und Unterrichtsentwicklung Hand in Hand gehen müssen, da standardbezogenes Arbeiten eine Veränderung der Unterrichtspraxis bedeutet. Der Übergangsprozess zu einem im Sinne der Bildungsstandards veränderten Unterricht sollte bewusst und kontrolliert erfolgen, gesteuert von den Lehrpersonen, die hierbei die wichtigsten Akteure und Schlüsselpersonen für eine erfolgreiche Qualitätsverbesserung im Unterricht sind (Blum, Drüke-Noe, Leiß, Wiegand & Jordan, 2005; Zeitler et al., 2010).

Die Lehrer- und Unterrichtsforschung zeigte auf, dass zwischen Lehrerwissen, Lehrerhandeln und den Leistungen der Schülerinnen und Schüler komplexe, keineswegs nur lineare Zusammenhänge bestehen. Vielmehr spielen individuelle Determinanten, kontextuelle Bedingungen sowie strukturelle und didaktische Merkmale von Fortbildungen eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von Lehrpersonen im Rahmen von Lehrerprofessionalisierungsmaßnahmen (Lipowsky, 2010).

Für die Ebene der Fortbildungsveranstaltungen lässt sich festhalten, dass Fortbildungsangebote mit kurzen, inhaltlich wenig verbundenen Veranstaltungsangeboten, die häufig Methodenfragen und somit Oberflächenmerkmale thematisieren, weniger geeignet scheinen, um Lehrpersonen zu vertieften Reflektionen ihres unterrichtlichen Handelns zu bewegen (Lipowsky, 2011). So zeigte die Analyse von Lehrerfortbildungen im Primarbereich, dass kurze Fortbildungen, die weniger als zwei Tage dauerten, keine signifikanten Effekte auf die Leistung der Schülerinnen und Schüler hatten. Fortbildungen mit einer Dauer von mehr als 30 Stunden führten jedoch zu Leistungssteigerungen der Schülerinnen und Schüler (Yoon, Duncan, Wen-Yu Lee, Scarloss & Shapley, 2007).

Auch Hall & Hord (2006) betonen, dass Veränderung ein Prozess ist, der Zeit braucht. Da es mehrere Jahre dauern kann, bis eine Innovation implementiert ist, betonen die Autoren, dass es hilfreich ist, wenn der Weg zur Veränderung bereits bei der Planung als Prozess und nicht als einmaliges Ereignis betrachtet wird.

Um Lehrpersonen die Weiterentwicklung ihres unterrichtlichen Handelns zu ermöglichen, ist die Zurverfügungstellung von vielfältigen Lerngelegenheiten ein weiterer wichtiger Faktor. So sollten die Inhalte der Programme Ergebnisse der Unterrichtsforschung beachten und evidenzbasierte Merkmale ins Zentrum der Maßnahmen rücken. Ebenso sollte beachtet werden, dass Fortbildungen dann eine hohe Akzeptanz bei Lehrpersonen erfahren, wenn sie sich konkret auf den Unterricht beziehen (Lipowsky, 2011). Befunde aus der Unterrichtsforschung unterstreichen die Bedeutung von Kooperationen von Lehrpersonen für einen positiven Veränderungsprozess (Gräsel & Parchmann, 2004). Dabei ist die Kommunikation ein wichtiger Aspekt der Kooperationsgruppen, der gezielt gefördert werden sollte, um im Hinblick auf die Implementationsmaßnahme, die von den Lehrpersonen individuell wahrgenommen und umgesetzt wird, Konsens im Hinblick auf die Veränderung zu erzielen und somit der Umsetzung unangemessener Konzepte entgegenzuwirken (Hall & Hord, 2004).

Als weitere Kernkomponente erfolgreicher Professionalisierungsprogramme ist ein fachdidaktischer Fokus zu nennen, der die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler, sowie ihre fachbezogenen Konzepte und Vorstellungen in den Vordergrund rückt und so das fachdidaktische und diagnostische Wissen der Lehrpersonen vertieft (Lipowsky, 2010).

Diese Überzeugungen lagen auch dem Unterrichtsentwicklungsprogramm SINUS an Grundschulen zugrunde, im Rahmen dessen wissenschaftlicher Begleitforschung die hier vorgestellten Studien durchgeführt wurden.

SINUS an Grundschulen

Ein Veränderungsprozess des Lehrens und Lernens in der Schule ist ein langfristiger und mühsamer Prozess, der viel Unterstützung der Lehrpersonen sowie das Zusammenwirken verschiedener Ebenen des Bildungssystems erfordert (Gräsel & Parchmann, 2004; Köller, Schneider-Prenzel & Böttcher, 2014).

In allen SINUS-Programmen wirkten die drei Ebenen Bildungswissenschaft, Bildungsadministration und Unterrichtspraxis zusammen und brachten ihre jeweilige Expertise sowie ihre Sichtweisen ein (Köller et al., 2014).

SINUS an Grundschulen war ein bundesweites Unterrichtsentwicklungsprogramm, das die Steigerung der Effizienz des mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts in Deutschland zum Ziel hatte. Durchgeführt wurde es in den Jahren 2009-2013 mit 5440 teilnehmenden Lehrpersonen an 872 Schulen in 10 Bundesländern. Die Wurzeln von SINUS an Grundschulen gehen zurück auf das erste Modellversuchsprogramm SINUS, was ein Akronym für „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ war.

Intention und Struktur der SINUS-Programme

SINUS wurde 1998 als Reaktion auf die schlechten Ergebnisse deutscher Schülerinnen und Schüler in TIMSS 1995 eingeführt und hatte zum Ziel, die Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verbessern (Prenzel, Carstensen, Senkbeil, Obermeier & Seidel, 2005). Eingeführt wurde SINUS als Modellprogramm, um zu prüfen, ob Unterrichtsentwicklung vom Fach aus durch Verknüpfung einer Top-Down- mit einer Bottom-Up-Strategie möglich ist (Köller et al., 2014). Der Anspruch des Programms war es, durch Professionalisierung der Lehrpersonen eine Steigerung der Unterrichtsqualität und daraus

resultierend höhere mathematisch-naturwissenschaftliche Leistungsniveaus auf Seiten der Schülerinnen und Schüler zu erreichen (Fischer, Kobarg, Dalehefte & Trepke, 2013; Köller, 2012a).

Getragen wurden die SINUS-Programme von der Überzeugung, dass es förderlich ist, den Unterricht vom Fach aus zu gestalten und sowohl die Entwicklung des fachlichen, als auch des fachdidaktischen Wissens zu fördern (Dalehefte et al., 2015). Begründet wird diese Vorgehensweise mit Befunden, die das fachdidaktische Wissen in Verbindung mit Fachwissen als zentral für die kognitive Entwicklung der Schülerinnen und Schüler herausstellte (Baumert et al., 2010). Als entscheidende Faktoren zur Verbesserung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler wurden in SINUS der Unterricht sowie das professionelle Handeln der Lehrpersonen angesehen (Köller, 2012b).

Die Grundlage des Programms bildete eine Bestandsaufnahme des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland, wobei wichtige Erkenntnisse auch aus der im Rahmen der TIMS-Studie durchgeführten Videostudie zum Mathematikunterricht gewonnen wurden (Prenzel & Fischer, 2014). Auf Basis aktueller Erkenntnisse aus der Lehr-Lernforschung, sowie mathematik- und naturwissenschaftsdidaktischer Forschung wurden elf Module für die Unterrichtsentwicklung entworfen, die an empirisch belegten Problembereichen des Unterrichts ansetzten und in engen inhaltlichem Zusammenhang standen (Fischer, 2014). Die teilnehmenden Lehrpersonen entschieden eigenverantwortlich, welche Module zu den von ihnen bestimmten Entwicklungsbereichen ihres Unterrichts passten. Ein zentrales Element aller SINUS-Programme war die kooperative Unterrichtsentwicklung auf Grundlage eines zyklischen Entwicklungsprozesses (Abbildung 1).

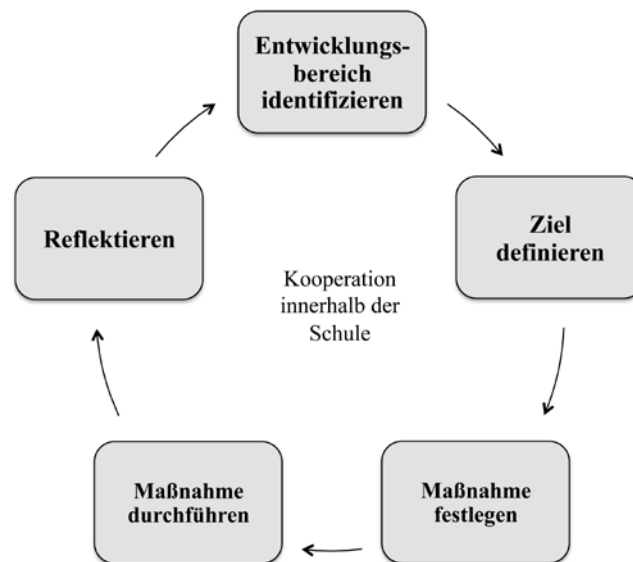


Abb. 1 Professionalisierungsansatz der SINUS-Programme

Die teilnehmenden Lehrpersonen einer Schule fanden sich in Gruppen zusammen und identifizierten Entwicklungsbereiche des Unterrichts. Daraufhin legte die Gruppe ein gemeinsames Ziel sowie Maßnahmen zu dessen Erreichen fest. Anschließend wurden die während der Umsetzungsphase gesammelten Erfahrungen reflektiert und auf dieser Basis weitere Entwicklungsziele und Maßnahmen zur Erreichung festgelegt (Trepke & Fischer, 2012). Die Arbeit der einzelnen Schulen war eingebunden in größere regionale Netzwerke von jeweils sechs Schulen, den sogenannten Schulsets (Prenzel & Fischer, 2014). Ergänzt wurden alle SINUS-Programme durch länderspezifische sowie bundesweite Fortbildungsveranstaltungen, die vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) als Programmträger organisiert und koordiniert wurden. Diese Fortbildungsveranstaltungen waren sowohl wissenschaftlich als auch praxisorientiert und lieferten den teilnehmenden Lehrpersonen neue fachliche Impulse (Dalehefte et al., 2014).

Aufgrund der guten Akzeptanz und des vielversprechenden Ansatzes wurden in der Folge insgesamt vier Programme, zwei in der Sekundarstufe und zwei in der Grundschule, durchgeführt.

Das Programm SINUS an Grundschulen

SINUS an Grundschulen war das letzte der SINUS-Programme und hatte, wie die Vorgängerprogramme ebenfalls, das Ziel, den mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht weiterzuentwickeln. Neu in SINUS an Grundschulen waren zusätzlich zu den vorhandenen Programminhalten eingeführte Schwerpunkte zu aktuellen Themen der Bildungsforschung, die Handlungsfähigkeit der Lehrpersonen forderten. Koordinierungs- und Lehrpersonen wurden mittels schriftlicher Handreichungen und Fortbildungsveranstaltungen mit den Schwerpunkten vertraut gemacht und bekamen Impulse zur Umsetzung im Unterricht (Fischer et al., 2014). Einer dieser Schwerpunkte befasste sich mit der Umsetzung der Bildungsstandards in den Mathematikunterricht der Grundschule.

Auch neben dem Schwerpunkt zur Umsetzung der Bildungsstandards nahmen die Bildungsstandards eine zentrale Rolle in SINUS an Grundschulen ein. Neben sieben Handreichungen und verschiedenen Veranstaltungen zur Implementation der Bildungsstandards auf den Fortbildungsveranstaltungen des Programms, in denen die Lehrpersonen Impulse zur Umsetzung der Bildungsstandards erhielten, wurde die Implementation der Bildungsstandards auch in den Modulen von SINUS an Grundschulen umfangreich thematisiert (Prenzel & Fischer, 2014; Selter, 2011; Walther, 2011).

Die Inhalte von SINUS an Grundschulen orientierten sich in Anlage und Struktur an den SINUS-Programmen der weiterführenden Schulen. Ziele und Inhalte des Programms wurden an die Gegebenheiten des Grundschulunterrichts angepasst (Prenzel & Fischer, 2014).

Wie schon in den Vorgängerprogrammen entwickelten die teilnehmenden Lehrpersonen in SINUS an Grundschulen in kollegialer Kooperation ihren Unterricht weiter. Abbildung 2 zeigt die Module und Schwerpunkte in SINUS an Grundschulen, die sich allesamt mit empirisch belegten Problembereichen des Grundschulunterrichts befassten (Demuth, Walther & Prenzel, 2011).

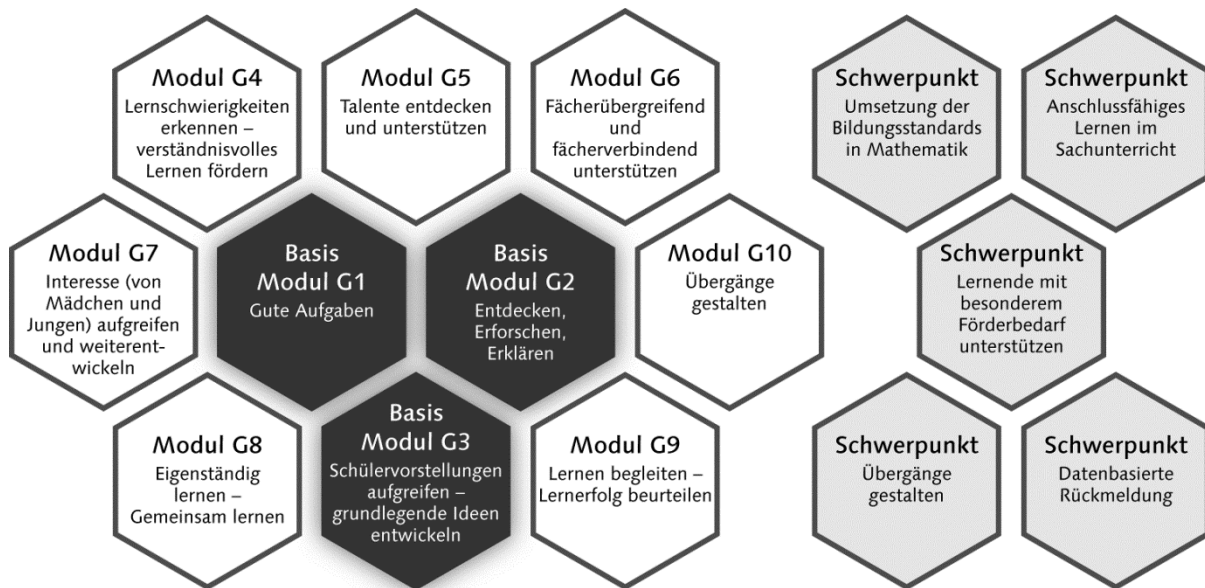


Abb. 2 Module und Schwerpunkte in SINUS an Grundschulen

Die wissenschaftliche Begleitforschung in SINUS an Grundschulen

Die wissenschaftliche Begleitforschung der SINUS-Programme untersuchte die Wirkung des Programms auf verschiedenen Ebenen. Vor allem das letzte der Programme, SINUS an Grundschulen, wurde umfassend wissenschaftlich begleitet (Köller et al., 2014). Dessen Begleitforschung umfasste mehrere Studien, die mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt wurden und sich gegenseitig ergänzten. Dies ermöglichte ein ganzheitliches Bild auf die Programmwirkungen (Prenzel & Fischer, 2014). Das Ziel der wissenschaftlichen Begleitforschung war es, Wissen über die Programmsteuerung, die Unterrichtsentwicklung und die Wirkungen des Programms zu generieren, um ein möglichst umfassendes Bild über die Professionalisierung der Lehrpersonen, die schulischen Bedingungen, die Gestaltung des Unterrichts sowie die Lernprozesse und Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler zu erhalten (Rieck, Dalehefte & Köller, 2014).

Dieses Wissen diente dazu, besser zu verstehen, worauf es bei der Gestaltung von Veränderungen ankommt. Weiterhin wurde untersucht, ob sich durch das Programm bedingte Unterschiede in den Leistungen von SINUS- und Nicht-SINUS-Schülerinnen und -Schülern zeigen.

Beschreibung der durchgeführten Studien

Ziel dieser Arbeit war es, mit Hilfe von im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung von SINUS an Grundschulen erhobenen Daten zu prüfen, inwieweit sich eine Umsetzung der Bildungsstandards im Unterricht von am Programm teilnehmenden Lehrpersonen zeigt und ob sich Unterschiede in den Leistungen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern der Regelstichprobe des Ländervergleichstests 2011 nachweisen lassen. Durch dieses Vorgehen soll ein Beitrag zur Schließung einer Forschungslücke geleistet werden, da im Bereich der Implementationsforschung ein eindeutiges Defizit an Studien besteht, die die Wirkung von Professionalisierungsmaßnahmen auf Ebene der Schülerinnen und Schüler untersuchen (Gräsel & Parchmann, 2004). Zusätzlich besteht ein Bedarf an Analysen, die in Small-Scale-Studien die Ergebnisse aus Vergleichsstudien überprüfen und vertiefen (Drechsel et al., 2015).

Ein Beitrag zur Begleichung dieser Defizite wurde mit den im Rahmen dieser Promotion durchgeführten und im Folgenden vorgestellten Studien geleistet.

Beitrag 1: Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen gemäß der Bildungsstandards für das Fach Mathematik im Primarbereich im Unterricht von SINUS an Grundschulen

Der Förderung prozessbezogener Kompetenzen kommt im Mathematikunterricht eine große Bedeutung zu, da die mathematische Grundbildung der Schülerinnen und Schüler stark davon abhängt, in welchem Maß ihnen im Unterricht Möglichkeiten gegeben werden, die prozessbezogenen Kompetenzen anzuwenden (Walther et al., 2008).

Trotz der Relevanz, die die prozessbezogenen Kompetenzen nicht erst seit Einführung der Bildungsstandards für die Entwicklung der mathematischen Grundbildung von Schülerinnen und Schülern haben, zeigen bisherige Studien, dass diese nahezu nicht oder allenfalls auf sehr niedrigem Niveau im Unterricht vorkommen (Neubrand et al., 2011).

Ziel der ersten Studie im Rahmen dieser Arbeit war es daher, Effekte des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen auf die Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen in das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen zu

untersuchen und so bislang durchgeführte Studien zur Implementation der inhaltsbezogenen Kompetenzen (z.B. durch große Schulleistungsstudien wie TIMSS, PISA und die Ländervergleichsstudie) zu ergänzen. Dies deckt sich mit Empfehlungen, Vergleichsstudien, deren Befunde oftmals nicht kausal interpretiert werden können, durch Small-Scale-Studien zu ergänzen und so die Erkenntnisse der Vergleichsstudien zu überprüfen und zu vertiefen (Drechsel et al., 2015).

Zu diesem Zweck wurde ein Kategoriensystem entwickelt, das es erlaubte, im Rahmen einer Videostudie das unterrichtliche Handeln teilnehmender Lehrpersonen im Hinblick auf die Förderung prozessbezogener Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards zu analysieren. Zur Entwicklung des niedrig-inferenten Kategoriensystems wurden die Beschreibungen der prozessbezogenen Kompetenzen in den Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe mit Hilfe eines fach- und fachdidaktischen Expertenteams zu anwendbaren Kodiergrundlagen umformuliert und konkretisiert. Die Erarbeitung des Kategoriensystems erfolgte nach gängigen Empfehlungen (Dalehefte & Kobarg, 2012; Seidel, 2003; Seidel, Prenzel, Duit & Lehrke, 2003). Anschließend wurde das Kategoriensystem in einem zyklischen Verfahren an einer Pilotstichprobe mehrfach erprobt und überarbeitet. Das Kategoriensystem wird im ersten Beitrag ausführlich dargestellt.

Beitrag 2: Zur Rolle der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards Mathematik im deutschen Mathematikunterricht in Grundschulen – Befunde aus der Videostudie des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen

Nach Abschluss des Entwicklungsverfahrens wurde das Kategoriensystem im Rahmen einer Videostudie, die Teil der wissenschaftlichen Begleitforschung von SINUS an Grundschulen war, angewendet und die Instruktionen der Lehrpersonen bzgl. der darin angesprochenen prozessbezogenen Kompetenzen analysiert. Die Auswertung zielte auf die Frage, in welchem Umfang prozessbezogene Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards in den Unterrichtsstunden vorkommen und ob sich diesbezüglich die Unterrichtsstunden von SINUS-Lehrpersonen und von Lehrpersonen einer Kontrollgruppe unterscheiden.

Insgesamt wurden 30 Unterrichtsstunden von 10 SINUS-Lehrpersonen und 9 nicht am Programm teilnehmenden Lehrpersonen analysiert. Die Befunde lieferten Hinweise auf Effekte des Unterrichtsentwicklungsprogramm SINUS an Grundschulen auf die Implementation der Bildungsstandards in das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen: Abgesehen vom Kompetenzbereich „Technische Grundfertigkeiten“, der von den Lehrpersonen der Kontrollgruppe ($Md=4.50$) etwas häufiger angesprochen wurde als von den SINUS-Lehrpersonen ($Md=4.00$), $U=85.50$, $Z=-.408$, n.s., $r=.07$. und dem Kompetenzbereich „Modellieren“, der in beiden Stichproben einen Median von 0.00 ($U=88.00$, $Z=-.453$, n.s., $r=.08$) hatte, wurden alle weiteren prozessbezogenen Kompetenzbereiche von den SINUS-Lehrpersonen häufiger angesprochen, für zwei der Kompetenzbereiche war der Vorsprung zur Kontrollgruppe signifikant.

Beitrag 3: Mathematikleistungen von Schülerinnen und Schülern in SINUS an Grundschulen auf dem Prüfstand – Wie schneiden sie im Ländervergleich 2011 ab?

Zur Ergänzung der Videostudie, welche mit der Analyse der Instruktionen der Lehrpersonen den Fokus auf den Input setzte und das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen im Hinblick auf die Umsetzung der Bildungsstandards, bzw. die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen analysierte, wurde anschließend eine weitere Studie zur Implementation der Bildungsstandards in SINUS an Grundschulen durchgeführt, die diesmal den Output in Form der Leistungen der Schülerinnen und Schüler in den Fokus nahm.

Gegenstand dieser Untersuchung war es zu prüfen, ob sich Unterschiede in den Kompetenzen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Vergleich mit der Regelstichprobe des Ländervergleichs 2011 zeigen und somit Hinweise auf eine erfolgreiche Implementation der Bildungsstandards durch SINUS an Grundschulen liefern könnten.

Zu diesem Zweck wurden Daten aus dem Ländervergleich 2011 zur Erfassung der mathematischen Kompetenzen analysiert und die Leistungen der Schülerinnen und Schüler der Gesamtstichprobe mit den Leistungen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler verglichen. Hierbei wurden sowohl die globalmathematischen, als auch die inhaltsbezogenen Kompetenzstände betrachtet. Zusätzlich wurde durch die Verortung der Schülerinnen und

Schüler auf die erreichten Kompetenzstufen untersucht, welche kriterial definierten Ziele im Unterricht von SINUS an Grundschulen in welchem Ausmaß erreicht werden. Ziel der Auswertung war wiederum zu prüfen, ob sich ein Kompetenzvorsprung zugunsten der SINUS-Schülerinnen und -Schüler gegenüber der Kontrollgruppe im Hinblick auf den mathematischen Globalwert bzw. die inhaltsbezogenen Kompetenzen nachweisen lässt.

In die Analysen gingen Daten von 27081 Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse aus allen 16 Bundesländern ein, die mithilfe einer Schulstatistik im vorangegangenen Schuljahr präzise bestimmt worden waren, um die Population der Viertklässlerinnen und Viertklässler für jedes Bundesland möglichst genau zu repräsentieren (Richter et al., 2012). Analog zu dieser Stichprobe wurden 1584 SINUS-Schülerinnen und -Schüler aus 80 Klassen und 78 Schulen in zehn Bundesländern durch das DPC getestet. Dabei mussten zwei wichtige Kriterien erfüllt werden, um an der Erhebung teilnehmen zu können: Zum einen mussten die Schulen seit mindestens fünf Jahren am SINUS-Programm beteiligt sein und zum anderen war es Voraussetzung, dass die untersuchten vierten Klassen seit mindestens einem Jahr von einer SINUS-Lehrperson unterrichtet wurden (Dalehefte et al., 2015). Um auszuschließen, dass Unterschiede zwischen den beiden Stichproben durch deren Zusammensetzung beeinflusst sind, wurden soziodemographische Variablen durch die Durchführung einer Regressionsanalyse in Mplus 7.4 (Muthén & Muthén, 2010) kontrolliert.

Auch in dieser Studie zeigte sich ein signifikanter Kompetenzvorsprung der SINUS-Schülerinnen und -Schüler. Sie erreichten nicht nur signifikant höhere Kompetenzwerte auf der Globalskala, sondern auch in allen inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen. Weiterhin zeigte sich, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler, deren Leistungen auf Kompetenzstufen unterhalb des Regelstandards (Kompetenzstufe III) verortet wurden, in der SINUS-Stichprobe kleiner war als in der Ländervergleichsstichprobe. Gleichzeitig war der Anteil der leistungsstarken SINUS-Schülerinnen und -Schüler, deren Leistungen oberhalb der Kompetenzstufe III verortet wurden, deutlich höher als in der Ländervergleichsstichprobe.

Intentionen und Ziele der durchgeführten Studien

Während in der ersten Studie der Fokus auf dem Input in Form des unterrichtlichen Handelns der Lehrpersonen lag, lag das Augenmerk in der zweiten Studie auf einem Vergleich der in der Ländervergleichsstudie erbrachten Leistungen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler mit den Leistungen der Schülerinnen und Schüler der Regelstichprobe des Ländervergleichs 2011.

Durch die Durchführung der zweiten Studie konnten die in der sehr kleinen Stichprobe der ersten Studie gewonnen Erkenntnisse zusätzlich beleuchtet und durch einen repräsentativen Vergleich der Leistungen der Schülerinnen und Schüler ergänzt werden.

Die Durchführung der Studien diene dem Ziel, mögliche Hinweise auf die Wirksamkeit des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen im Hinblick auf die Implementation der Bildungsstandards zu erhalten.

So waren die hier vorgestellten Studien zum einen Teil der wissenschaftlichen Begleitforschung von SINUS an Grundschulen und dienten somit der Evaluation des Programms, zum anderen lieferten sie Informationen über mögliche Herangehensweisen zur erfolgreichen Implementation von Innovationen im Bildungssystem.

Literatur

- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., . . . Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Baumert, J., Artelt, C., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., . . . Weiß, M. (2002a). PISA 2000 - Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich. In Deutsches PISA-Konsortium (Ed.), *PISA 2000: Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich*. Leverkusen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Artelt, C., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., . . . Weiß, M. (Eds.). (2002b). *PISA 2000: Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich. Retrieved from <http://www.grundschulpaedagogik.uni-bremen.de/archiv/pisa/PISA2000Lesen/PISA-E.pdf>
- Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (Eds.). (2000). *TIMSS/III Dritte Internationale Mathematik und Naturwissenschaftsstudie: Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn; Band 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit; Band 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe*: Waxmann Verlag GmbH.
- Baumert, J., Watermann, R. & Schümer, G. (2003). Disparitäten der Bildungsbeteiligung und des Kompetenzerwerbs. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 6(1), 46–71. <https://doi.org/10.1007/s11618-003-0004-7>
- Blum, W. (2006). Einführung. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret: Sekundarstufe I: Aufgabenspiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungen* (pp. 14–32). Berlin: Cornelsen SCIP TOR.
- Blum, W., Drüke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Eds.). (2006). *Bildungsstandards Mathematik: konkret: Sekundarstufe I: Aufgabenspiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungen*. Berlin: Cornelsen SCIP TOR.

- Blum, W., Drücke-Noe, C., Leiß, D., Wiegand, B. & Jordan, A. (2005). Zur Rolle von Bildungsstandards für die Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(4), 267–274. <https://doi.org/10.1007/BF02655814>
- Blumenfeld, P., Fishman, B. J., Krajcik, J., Marx, R. W. & Soloway, E. (2000). Creating Usable Innovations in Systemic Reform: Scaling Up Technology-Embedded Project-Based Science in Urban Schools. *Educational Psychologist*, 35(3), 149–164. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3503_2
- Böhme, K., Richter, D., Stanat, P., Pant, H. A. & Köller, O. (2012). Die länderübergreifenden Bildungsstandards in Deutschland. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Ed.). (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Berlin.
- Dalehefte, I. M. & Kobarg, M. (2012). Einführung in die Grundlagen systematischer Videoanalysen in der empirischen Bildungsforschung. In M. Gläser-Zikunda, T. Seidel, C. Rohlf, A. Gröschel & S. Ziegelbauer (Eds.), *Mixed Methods in der empirischen Bildungsforschung* (pp. 15–25). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Dalehefte, I. M., Rieck, K., Wendt, H., Kasper, D., Köller, O. & Bos, W. (2015). Mathematische Kompetenzen von Lernenden aus SINUS-Grundschulen im Vergleich zu TIMSS 2011. In H. Wendt, T. C. Stubbe, K. Schwippert & W. Bos (Eds.), *10 Jahre international vergleichende Schulleistungsforschung in der Grundschule: Vertiefende Analysen zu IGLU und TIMSS 2001 bis 2011* (pp. 185–200). Münster: Waxmann.
- Dalehefte, I. M., Wendt, H., Köller, O., Wagner, H., Pietsch, M., Döring, B., . . . Bos, W. (2014). Bilanz von neun Jahren SINUS an Grundschulen in Deutschland: Evaluation der mathematikbezogenen Daten im Rahmen von TIMSS 2011. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60(2), 245–263.
- Demuth, R., Walther, G. & Prenzel, M. (Eds.). (2011). *Unterricht entwickeln mit SINUS: 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule* (1. Aufl.). Sinus-

- Transfer Grundschule*. Stuttgart, Seelze: Klett; Kallmeyer. Retrieved from <http://www.amazon.de/Unterricht-entwickeln-mit-SINUS-Sachunterricht/dp/3780010917>
- Desimone, L. M. (2002). How can comprehensive school reform models be successfully implemented? *Review of Educational Research*, 72(3), 433–479.
- Drechsel, B., Prenzel, M. & Seidel, T. Nationale und internationale Schulleistungsstudien. In *Pädagogische Psychologie* (pp. 343–368). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_15* (Original work published 2015).
- Erdsiek-Rave, U. (2006). Grußwort der Präsidentin der Kultusministerkonferenz. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret: Sekundarstufe I: Aufgabenspiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungen* (pp. 12–13). Berlin: Cornelsen SCIP TOR.
- Fischer, C. (Ed.). (2014). *Zusammenwirken - zusammen wirken: Unterrichtsentwicklung anstoßen, umsetzen, sichern ; [SINUS an Grundschulen, Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts]* (1. Aufl.). [Stuttgart], Seelze: Klett; Kallmeyer.
- Fischer, C., Döring, B., Rieck, K., Trepke, F., Dalehefte, I. M., Menk, M. & Köller, O. (2014). Abschlussbericht: Berichterstattung des Programms SINUS an Grundschulen. Retrieved from [http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS an Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf](http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS_an_Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf)
- Fischer, C., Kobarg, M., Dalehefte, I. M. & Trepke, F. (2013). Ein Unterrichtsentwicklungsprogramm wissenschaftlich begleiten. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 60(1), 26–31. <https://doi.org/10.2378/peu2013.art02d>
- Gräsel, C. & Parchmann, I. Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern.
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214. Retrieved from [http://www.pedocs.de/volltexte/2013/5813/pdf/UntWiss_2004_3_Graesel_Parchmann_I mplementationsforschung.pdf](http://www.pedocs.de/volltexte/2013/5813/pdf/UntWiss_2004_3_Graesel_Parchmann_I_mplementationsforschung.pdf)

- Haag, N. & Kohrt, P. (2017). Mittelwerte und Streuungen der im Fach Mathematik erreichten Kompetenzen. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Haag, C. Rjosk & S. Weirich (Eds.), *IQB-Bildungstrend 2016: Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe in zweiten Ländervergleich* (pp. 168–186). Münster, New York, Münster, New York: Waxmann.
- Hall, G. E. & Hord, S. M. (2004). *Implementing change: Patterns, principles, and potholes* ([Nachdr.]). Boston [u.a.]: Allyn and Bacon.
- Klieme, E. (2004a). Begründung, Implementation und Wirkung von Bildungsstandards: Aktuelle Diskussionenlinien und empirische Befunde.: Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(5), 625–634.
- Klieme, E. (2004b). Begründung, Implementation und Wirkung von Bildungsstandards: Aktuelle Diskussionenlinien und empirische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(5), 625–634.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., . . . Vollmer, H. J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: Eine Expertise*. Berlin.
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss*. München.
- Kobarg, M., Dalehefte, I. M. & Menk, M. (2012). Der Einsatz systematischer Videoanalyse zur Untersuchung der Wirksamkeit des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten: Strategien und Methoden* (pp. 181–194). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Kohrt, P., Haag, N. & Stanat, P. (2017). Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Haag, C. Rjosk & S. Weirich (Eds.), *IQB-Bildungstrend 2016: Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe in zweiten Ländervergleich* (pp. 140–152). Münster, New York, Münster, New York: Waxmann.
- Köller, O. (2008). Bildungsstandards - Verfahren und Kriterien bei der Entwicklung von Messinstrumenten. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(2), 163–173.
- Köller, O. (2009). Die institutionelle Umsetzung durch das IQB: Konzeption und Kritik. In R. Wernstedt & M. John-Ohnesorg (Eds.), *Netzwerk Bildung: Vol. 11. Bildungsstandards als*

Instrument schulischer Qualitätsentwicklung: Zementierung des Selektionsprinzips oder Mittel zur Chancengerechtigkeit? Dokumentation der Sitzung des Netzwerk Bildung vom 26. Januar 2009 (1st ed.). Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Köller, O. (2010). Bildungsstandards. In R. Tippelt & B. Schmidt (Eds.), *Handbuch Bildungsforschung* (3rd ed., pp. 529–548). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Köller, O. (2012a). Forschung zur Wirksamkeit von Maßnahmen zur Professionalisierung von Lehrkräften: ein Desiderat für die empirische Bildungsforschung. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten: Strategien und Methoden* (pp. 9–14). Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Köller, O. (2012b). What works best in school? Hatties Befunde zu Effekten von Schul- und Unterrichtsvariablen auf Schulleistungen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 59(1), 72–78. <https://doi.org/10.2378/peu2012.art06d>

Köller, O. & Granzer, D. (2008). Pilotierung und Normierung der Testaufgaben im Primarbereich. In G. Walther, M. van Den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen* (p. 205). Berlin: Cornelsen, SCIPATOR.

Köller, O., Schneider-Pregel, V. & Böttcher, M. (2014). Unterricht entwickeln mit SINUS. In C. Fischer (Ed.), *Zusammenwirken - zusammen wirken: Unterrichtsentwicklung anstoßen, umsetzen, sichern ; [SINUS an Grundschulen, Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts]* (1st ed., pp. 21–30). [Stuttgart], Seelze: Klett; Kallmeyer.

Kultusministerkonferenz. (2005). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich: Beschluss vom 15.10.2004. Retrieved from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf

Kultusministerkonferenz. (2015). *Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring: Beschluss der 350. Kultusministerkonferenz vom 11.06.2015*. Berlin, Bonn.

- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf - Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Eds.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen: Konzepte und Befunde der Lehrerfortbildung* (pp. 39–58). Münster, New York, NY, München, Berlin: Waxmann.
- Lipowsky, F. (2011). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und Weiterbildung. In E. Terhart (Ed.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Münster, München, Berlin [u.a.]: Waxmann.
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie*. Freie Univ., Diss.--Berlin, 1999. *Texte zur mathematischen Forschung und Lehre: Vol. 19*. Hildesheim: Franzbecker.
- 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, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Eds.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (pp. 115–132). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Pant, H. A., Vock, M., Pöhlmann, C. & Köller, O. (2008). Eine modellbasierte Erfassung der Auseinandersetzung von Lehrkräften mit den länderübergreifenden Bildungsstandards. In E.-M. Lankes (Ed.), *Pädagogische Professionalität als Gegenstand empirischer Forschung* (pp. 245–260). Münster, New York, NY, München, Berlin: Waxmann.
- Prenzel, M., Carstensen, C. H., Senkbeil, M., Obermeier, C. & Seidel, T. (2005). Wie schneiden SINUS-Schulen bei PISA ab? Ergebnisse der Evaluation eines Modelversuchsprogramms. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 8(4), 540–562. Retrieved from 1862-5215
- Prenzel, M. & Fischer, C. (2014). 15 Jahre SINUS - Bilanz und Perspektiven. In C. Fischer (Ed.), *Zusammenwirken - zusammen wirken: Unterrichtsentwicklung anstoßen, umsetzen, sichern ; [SINUS an Grundschulen, Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts]* (1st ed., pp. 9–20). [Stuttgart], Seelze: Klett; Kallmeyer.
- Rabe, T. (2012). Vorwort des Präsidenten der Kultusministerkonferenz. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der*

- vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011 (pp. 9–10). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Richter, D., Engelbert, M., Böhme, K., Haag, N., Hannighofer, J., Reimers, H., . . . Stanat, P. (2012). Anlage und Durchführung des Ländervergleichs. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 85–102). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Rieck, K., Dalehefte, I. M. & Köller, O. (2014). SINUS-Schülerinnen und -Schüler lösen naturwissenschaftliche Aufgaben häufiger - Ergebnisse am Beispiel der freigegebenen Aufgaben aus TIMSS 2011. In H.-J. Fischer, H. Giest & M. Peschel (Eds.), *Lernsituationen und Aufgabenkultur im Sachunterricht* (pp. 147–154). Julius Klinkhardt.
- Roppelt, A. & Reiss, K. (2012). Beschreibung der im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 34–48). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht: freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse - eine Videostudie im Physikunterricht. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Vol. 35*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2003). Einleitung und Überblick. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Eds.), *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"* (pp. 7–11). Kiel.
- Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R. & Lehrke, M. (Eds.). (2003). *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"*. Kiel.
- Selter, C. (2011). Mathematikunterricht - mehr als Kenntnisse und Fertigkeiten. In R. Demuth, G. Walther & M. Prenzel (Eds.), *Sinus-Transfer Grundschule. Unterricht entwickeln mit SINUS: 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule* (1st ed., pp. 33–54). Stuttgart, Seelze: Klett; Kallmeyer.

- Trepke, F. & Fischer, C. (2012). Was Dokumentationen von Lehrkräften über ihren Professionsentwicklungsprozess erkennen lassen - am Beispiel des Programms SINUS an Grundschulen. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten: Strategien und Methoden* (pp. 163–179). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- van Driel, J. H., Meirink, J. A., van Veen, K. & Zwart, R. C. (2012). Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: A review of design features and quality of research. *Studies in Science Education*, 48(2), 129–160. <https://doi.org/10.1080/03057267.2012.738020>
- Walther, G. (2011). Gute Aufgaben: Die Entwicklung allgemeiner mathematischer Kompetenzen fördern. In R. Demuth, G. Walther & M. Prenzel (Eds.), *Sinus-Transfer Grundschule. Unterricht entwickeln mit SINUS: 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule* (1st ed., pp. 13–32). Stuttgart, Seelze: Klett; Kallmeyer.
- Walther, G. & Neubrand, J. (2007). Chance: Bildungsstandards Mathematik. *Die Grundschul Zeitschrift*, 21(207), 26–27.
- Walther, G., Selter, C. & Neubrand, J. (2008). Die Bildungsstandards Mathematik. In G. Walther, M. van Den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen* (pp. 16–41). Berlin: Cornelsen, SCIPITOR.
- Walther, G., van Den Heuvel-Panhuizen, M., Granzer, D. & Köller, O. (2011). *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret* (5.th ed.). Berlin: Cornelsen. Retrieved from <http://dnb.ddb.de>
- Walther, van den Heuvel-Panhuizen et al. (Hg.) 2008 – *Bildungsstandards für die Grundschule*.
- Wernstedt, R. & John-Ohnesorg, M. (Eds.). (2009). *Bildungsstandards als Instrument schulischer Qualitätsentwicklung: Zementierung des Selektionsprinzips oder Mittel zur Chancengerechtigkeit? Dokumentation der Sitzung des Netzwerk Bildung vom 26. Januar 2009* (1. Aufl.). *Netzwerk Bildung: Vol. 11*. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Yoon, K. S., Duncan, T., Wen-Yu Lee, S., Scarloss, B. & Shapley, K. L. (2007). Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement. *Issues & Answers*. (33), 1–55.

Zeitler, S. (2010). *Bildungsstandards in der Schule: Eine rekonstruktive Studie zur Implementation der Bildungsstandards*.

Zeitler, S., Köller, O. & Tesch, B. (2010). Bildungsstandards und ihre Implikationen für Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung. In A. Gehrmann, U. Hericks & M. Lüders (Eds.), *Bildungsstandards und Kompetenzmodelle: Beiträge zu einer aktuellen Diskussion über Schule, Lehrerbildung und Unterricht* (pp. 23–36). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Weinert, F. E. (Ed.). (2001). *Leistungsmessungen in Schulen: Measuring academic achievement in schools*. Weinheim: Beltz.

Marleen Menk, Inger Marie Dalehefte, Inga Niedermeyer & Olaf Köller

Beitrag 1

Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen gemäß der Bildungsstandards für das Fach Mathematik im Primarbereich im Unterricht von SINUS an Grundschulen

Einleitung

Im Rahmen der Bildungsstandards wurden prozessbezogene Kompetenzen formuliert, deren Entwicklung für die mathematische Grundbildung der Schülerinnen und Schüler von grundlegender Bedeutung sind (Walther, Selter & Neubrand, 2008). Diese prozessbezogenen Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler zum Ende bestimmter Jahrgangsstufen erreicht haben und in allen Inhaltsbereichen der Mathematik anwenden können (Köller, 2010). Verschiedene Studien haben jedoch gezeigt, dass einige der prozessbezogenen Kompetenzen im deutschen Mathematikunterricht kaum vorkommen bzw. deren Entwicklung kaum angeregt wird. So zeigte beispielsweise Johanna Neubrand (2002) mit ihrer Analyse von Unterrichts- und Aufgabenstrukturen deutscher, US-amerikanischer und japanischer Unterrichtsvideos aus der TIMSS-Videostudie, dass im untersuchten deutschen Mathematikunterricht kaum Modellierungsaufgaben vorkommen. Diese Untersuchung fand vor der Einführung der Bildungsstandards im Jahr 2005 statt und unterstreicht warum die Einführung der Bildungsstandards notwendig war, da gezeigt wurde, dass die Kinder der untersuchten deutschen Klassen im Vergleich zu den anderen beiden untersuchten Ländern die wenigsten Gelegenheiten hatten, den Umgang mit implizit gegebenen Wissenseinheiten (Modellieren) zu lernen (Neubrand, 2002).

Auch im Rahmen des DFG-Projekts „Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz („COACTIV“)" wurden Mathematikaufgaben analysiert (Neubrand et al., 2011). Der Fokus lag hierbei auf der Untersuchung der Gelegenheiten zur kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht. Detailanalysen der Aufgaben führten die Autoren zu der Erkenntnis,

dass mathematisches Argumentieren im deutschen Mathematikunterricht nahezu nicht gefordert wird und dass auch Modellieren und Darstellen nur auf sehr niedrigem Niveau stattfinden (Neubrand et al., 2011).

Modellieren, Darstellen und Argumentieren sind, neben Problemlösen, Kommunizieren und Technischen Grundfertigkeiten, prozessbezogene Kompetenzen, die gemäß der Bildungsstandards für den Mathematikunterricht in der Primarstufe (KMK, 2005) eine herausragende Rolle für die Entwicklung inhaltlicher mathematischer Kompetenzen spielen und somit wesentlich zur Entwicklung mathematischer Grundbildung der Schülerinnen und Schüler beitragen. Zudem wird den prozessbezogenen Kompetenzen eine starke motivationale Bedeutung zugesprochen, da es einem Mathematikunterricht, der diese Kompetenzen in den Mittelpunkt des unterrichtlichen Geschehens stellt, besser gelingen wird, die Freude der Kinder an der Mathematik und ihre Entdeckerhaltung zu fördern (KMK, 2005).

Somit kommt den prozessbezogenen Kompetenzen eine entscheidende Rolle bei der erfolgreichen Nutzung und Aneignung von Mathematik zu, besonders auch im Hinblick darauf, dass Defizite im Bereich prozessbezogener (und inhaltlicher) Kompetenzen zum Ende der Primarstufe für den weiteren Bildungsverlauf eine große Hürde darstellen (Walther, Selter & Neubrand, 2008). Die Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe spielen somit auch im Hinblick auf anschlussfähiges Wissen für den Übergang in die Sekundarstufe I eine entscheidende Rolle (Steffensky & Steinweg, 2009).

SINUS an Grundschulen

Das Programm SINUS an Grundschulen berücksichtigt in seinem Professionalisierungsansatz Herausforderungen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, u.a. die Übergangsgestaltung und die Implementation der Bildungsstandards. Die Arbeitsgrundlage der Lehrpersonen in SINUS an Grundschulen besteht aus zehn Modulen und fünf Programmschwerpunkten (Prenzel & Fischer, 2009). Der Frage, inwieweit eine Implementation im Unterricht der SINUS-Schulen gelungen ist,

wird im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung des Programms nachgegangen (Fischer, Kobarg, Dalehefte & Trepke, 2013). Einen zentralen Baustein der wissenschaftlichen

Begleitforschung stellt die SINUS-Videostudie dar, die einen Einblick in den Unterricht der teilnehmenden Schulen gewährt und einen Fokus auf die Umsetzung der Module und Schwerpunkte im Unterricht ermöglicht (Kobarg, Dalehefte & Menk, 2012). In diesem Kapitel wird ein Beobachtungssystem (Kategoriensystem) vorgestellt, das in der Videostudie verwendet wird und die Umsetzung der Bildungsstandards im Unterricht abbilden soll. Das Kategoriensystem erfasst, inwieweit sich Instruktionen zur Anregung der prozessbezogenen Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe im Unterricht nachweisen lassen. Das Kategoriensystem wurde sowohl an einer Stichprobe, bestehend aus SINUS-Lehrpersonen, als auch an einer Kontrollgruppe, bestehend aus Lehrpersonen, die nicht am Programm teilnahmen, angewendet, um eventuelle Unterschiede aufdecken zu können.

Zur Analyse des unterrichtlichen Geschehens steht die Ermittlung von zeitlichen Anteilen der verschiedenen Kompetenzbereiche im Vordergrund. Die mathematische Grundbildung der Schülerinnen und Schüler hängt „wesentlich davon ab, in welchem Maße im Unterricht Anlässe geschaffen werden, selbst oder gemeinsam Probleme mathematisch zu lösen, über das Verstehen und das Lösen von Aufgaben zu kommunizieren, über das Zutreffen von Vermutungen oder über mathematische Zusammenhänge zu argumentieren, Sachsituationen in der Sprache der Mathematik zu modellieren und für die Bearbeitung von Problemen geeignete Darstellungen zu ersinnen oder auszuwählen.“ Walther, Selter & Neubrand (2008, S. 20). Vor diesem Hintergrund basiert das vorliegende Kategoriensystem auf einem Zeitstichprobenplan mit Untersuchungseinheiten von 30 Sekunden. Über die Analyseeinheiten hinweg können so zeitliche Anteile der Kategorien am Unterrichtsgeschehen detailliert erfasst werden.

Analysiert werden die Instruktionen der Lehrpersonen, da deren unterrichtliches Handeln als Adressaten von SINUS an Grundschulen im Fokus dieser Untersuchung steht und weil Aufgaben ein zentrales Gestaltungselement des Unterrichts sind, an welchen sich die Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler konkret vollzieht und weswegen diese als Indikator für die realisierte Art von Selbsttätigkeit im Unterricht betrachtet werden können (Neubrand, 2002).

Untersuchungen zur Schulleistungsvarianz rechnen den Merkmalen und Fähigkeiten der Lehrkraft, die den Unterricht gestaltet, eine zentrale Bedeutung zu (Lipowsky, 2006; Prenzel, Baumert, Blum et al., 2003; Baumert, Bos, Brockmann et al., 2000; Reusser & Pauli, 2010). Die Identifizierung dieser Kategorie bietet die Möglichkeit, die zeitlichen Anteile der aktiven Instruktionsphasen zu erfassen, welche Studien bereits vor längerer Zeit als Determinante für erfolgreichen Unterricht identifizierten (Brophy & Good, 1986, Shuell, 1996). Ein hoher Anteil an Instruktionszeit steht in engem Zusammenhang zum Lernerfolg (Seidel, 2003).

Eine Videostudie bietet durch die Außensicht auf das unterrichtliche Handeln der Lehrperson die Möglichkeit, zu erfassen, ob, bzw. welche kompetenzfördernden Tätigkeiten im Unterricht von der Lehrperson initiiert werden und somit die Entwicklung dieser Kompetenzen ermöglichen.

Im Folgenden wird dargestellt, wie die prozessbezogenen Kompetenzen in der Videostudie des Programms SINUS an Grundschulen erhoben wurden und das dafür entwickelte Kategoriensystem erläutert.

Das Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen im Fach Mathematik in der Primarstufe.

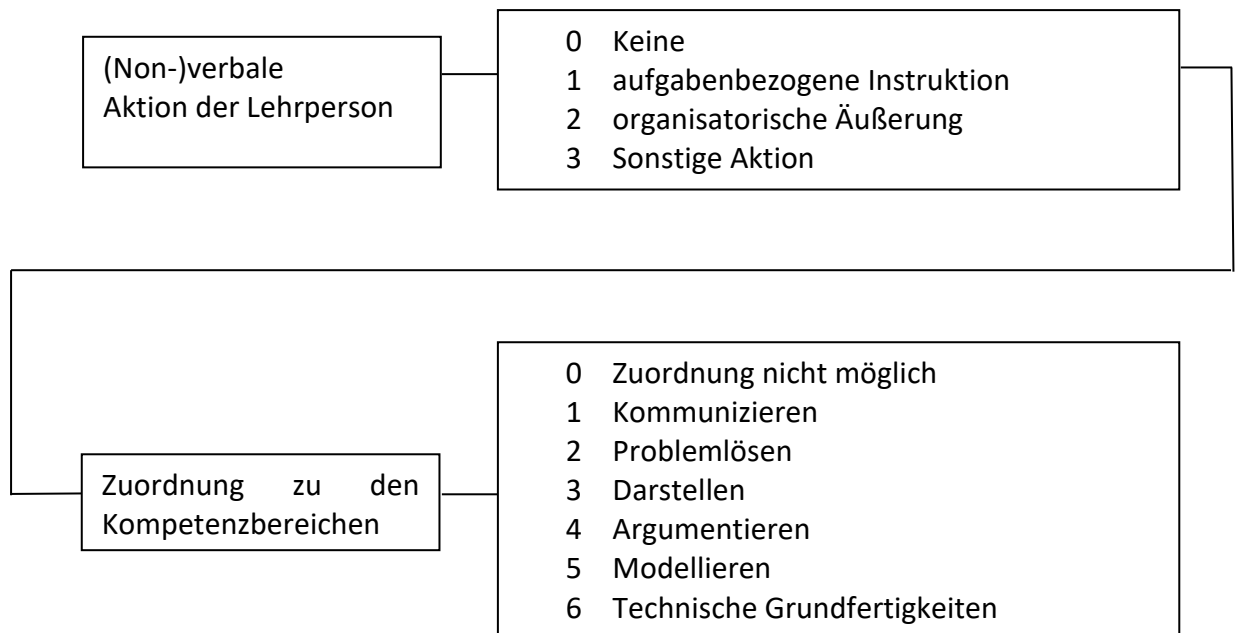
Die bislang veröffentlichten Beschreibungen der prozessbezogenen Kompetenzen in den Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe sind relativ knapp und allgemein formuliert. Für die Entwicklung des niedrig-inferenten Kategoriensystems wurden die Beschreibungen der prozessbezogenen Kompetenzen in Zusammenarbeit mit fach- und fachdidaktischen Expertinnen so formuliert, konkretisiert und mit Beispielen aus konkreten Unterrichtsstunden versehen, dass sie als Kodiergrundlage anwendbar sind. Die Erstellung des Kategoriensystems erfolgte nach gängigen Empfehlungen (Dalehefte & Kobarg, 2012; Seidel, 2003b). In einem zyklischen Verfahren wurde das Kategoriensystem anhand einer Pilotstichprobe, bestehend aus SINUS und Nicht-SINUS Unterrichtsstunden, mehrfach erprobt und überarbeitet. Auch wenn das Kategoriensystem für Unterrichtsstunden auf Grundschulebene konzipiert wurde, wurden die Beschreibungen und die inhaltlichen Definitionen der einzelnen Kompetenzbereiche durch Inhalte aus Handbüchern zur

Umsetzung der Bildungsstandards sowohl in der Grundschule als auch in der Sekundarstufe I ergänzt, da die definierten Kompetenzen kumulativ und stufenübergreifend aufeinander aufbauen sollen (Blum, Drücke-Noe, Hartung & Köller, 2006; Walther, Heuvel-Panhuizen, Köller & Granzer, 2008). Mit dem Kategoriensystem können die Instruktionen der Lehrpersonen bezüglich der darin angesprochenen prozessbezogenen Kompetenzen gemäß den Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe analysiert werden, um Hinweise über die Implementation der Bildungsstandards zu erhalten. Das Kodiersystem kann zudem mit weiteren Kodiersystemen der Videostudie, wie beispielsweise dem zur Analyse der Sichtstrukturen (Kobarg, Dalehefte & Menk, 2012), in Verbindung gebracht werden.

Dieses Kodiermanual ist wie folgt aufgebaut: Zunächst wird ein Überblick über das Kategoriensystem gegeben, welches aus zwei Haupt- und jeweils mehreren Unterkategorien besteht. Anschließend folgt die Beschreibung des Beobachtertrainings sowie der Überprüfung der Beobachterübereinstimmung. Im letzten Abschnitt folgt schließlich eine detaillierte Beschreibung der Kriterien und Verhaltensindikatoren für alle Kategorien.

Die Beschreibungen der Kriterien und Verhaltensindikatoren erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Sie stellen vielmehr eine Entscheidungsgrundlage für die Kodierung der Aufzeichnungen dar.

Überblick über Haupt- und Unterkategorien



Überblick über Beobachterübereinstimmungen für alle Hauptkategorien

Hauptkategorie	Beobachtungsintervalle	Cohen's Kappa	Übereinstimmung in %
Aktion der Lehrperson	1092	.89	90%
Kompetenzbereiche	1092	.81	84%

Tabelle 1: Beobachterübereinstimmungen

Die Kodierungen basieren auf einem Zeitstichprobenplan und erfolgten in 30-Sekunden-Intervallen. Die beiden Kategoriensysteme fanden auf transkribiertem Videomaterial Anwendung und wurden disjunkt mit dem PC-Programm „Videograph“ kodiert (Rimmele, 2002). Das Beobachtertraining erfolgte an Videos einer Pilotstichprobe, die in ihren Eigenschaften denen der Hauptstichprobe entsprach. Dabei wurden die Aufzeichnungen mit Hilfe des hier vorgestellten Kategoriensystems von zwei Beobachterinnen unabhängig voneinander kodiert. Es wurde eine gute Übereinstimmung (Cohens Kappa > .75) erreicht. Anschließend wurde nach Kodierung von 30% der regulären Stichprobe erneut die

Übereinstimmung berechnet. Diese konnte als sehr gut bezeichnet werden (Cohens Kappa > .80, siehe Tabelle 1) (Wirtz & Casper, 2002). Aus diesem Grund wurden im weiteren Verlauf alle Aufzeichnungen von einer Beobachterin kodiert.

Beschreibung der einzelnen Kategorien

Aktion der Lehrperson

Diese Hauptkategorie dient der Erfassung der Tätigkeit der Lehrperson in den zu kodierenden Intervallen und bildet die Grundlage für die im nächsten Schritt erfolgende, tiefergehende Kategorisierung der instruierten Handlungen im Sinne der prozessbezogenen Kompetenzbereiche der mathematischen Bildungsstandards für die Grundschule. Sollten in einem Intervall sowohl aufgabenbezogene Instruktionen als auch eine oder mehrere weitere Aktionen der Lehrperson stattfinden, wird die aufgabenbezogene Instruktion kodiert, da der Fokus dieses Kategoriensystems auf der Erfassung der Instruktionen durch die Lehrperson liegt.

Grundregel: Zuordnung der Unterrichtsereignisse in eine der vier Unterkategorien (disjunktes Kategoriensystem). Die Äußerungen der Lehrperson können hierbei sowohl verbaler als auch nonverbaler Natur sein.

Hauptkategorie 1: Aktion Lehrperson

Unterkategorie 0: Keine

Unterkategorie 1: aufgabenbezogene Instruktion

Unterkategorie 2: organisatorische Äußerung

Unterkategorie 3: Sonstige Aktion

Unterkategorie 0: Keine

Inhaltliche Bestimmung

Betrifft Videosequenzen, in denen keine Aktion der Lehrperson stattfindet bzw. erkennbar ist.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

Wird zum Beispiel kodiert, wenn die Lehrperson (kurzzeitig) nicht in der Aufzeichnung zu sehen und zu hören ist oder wenn die Lehrperson ohne aktives Steuern bzw. Eingreifen Schülerarbeitsphasen beobachtet.

Spezifische Kodierungsregeln

Keine.

Unterkategorie 1: Aufgabenbezogene Instruktion

Inhaltliche Bestimmung

Als aufgabenbezogene Instruktion werden Äußerungen der Lehrperson kodiert, die die Bearbeitung einer Aufgabe durch die Schülerinnen und Schüler initiieren bzw. weiterführende Informationen geben, die sich auf die Aufgabe beziehen.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

Die aufgabenbezogenen Instruktionen spielen sich häufig in lehrerzentrierten Phasen ab, in welchen die Lehrperson der gesamten Klasse die zu bearbeitende Aufgabe darstellt bzw. Ergänzungen zu der bereits initiativ instruierten Aufgabe hinzufügt. Auch in Kleingruppen- oder Einzelgesprächen mit Schülerinnen und Schülern während Schülerarbeitsphasen können aufgabenbezogene Äußerungen vorkommen, z.B. als Antwort auf eine aufgabenbezogene Rückfrage aus der Klasse.

Spezifische Kodierungsregeln

Nur das Kodieren dieser Unterkategorie lässt im nächsten Schritt die Kodierung der prozessbezogenen Kompetenzen zu. Bemerkungen, die keine inhaltlich aufgabenbezogene Instruktion sind, werden automatisch als „Organisatorische Äußerung“ kodiert (bspw. organisatorische Instruktionen oder aufgabenbezogene Äußerungen, die keine Instruktion sind, wie z.B. Feedback an die Schülerinnen und Schüler etc.).

Unterkategorie 2: Organisatorische Äußerung

Inhaltliche Bestimmung

Diese Unterkategorie bildet alle Äußerungen der Lehrperson ab, die organisatorischer Natur oder aufgabenbezogen sind, ohne eine Instruktion zu sein.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

Mit dieser Unterkategorie werden alle Äußerungen der Lehrperson kodiert, die sich nicht inhaltlich auf die Aufgabenstellung beziehen, also keine aufgabenbezogenen Handlungen anordnen. Hierunter fallen beispielsweise nicht instruktionale Äußerungen zur Klassenorganisation, die Aufforderung, das Frühstück wegzupacken, Ermahnungen, das Aufrufen eines Kindes, Äußerungen zur Organisation von Schülerarbeitsphasen sowie Äußerungen, die sich zwar auf die Aufgabe beziehen, jedoch nicht instruktionaler Natur sind - wie bspw. die Information, wo sich die Lösungsblätter zum Vergleichen der Aufgaben befinden oder Rückmeldungen zur Aufgabe an die Schülerinnen und Schüler („Deine Zahl ist aber nicht ordentlich ausgeschnitten.“). Auch Äußerungen der Lehrperson an das Filmteam werden mit dieser Kategorie kodiert.

Spezifische Kodierungsregeln

Nach dem Kodieren dieser Unterkategorie wird im folgenden Schritt die Unterkategorie „Zuordnung nicht möglich“ kodiert.

Unterkategorie 3: Sonstige Aktion

Inhaltliche Bestimmung

Mit dieser Unterkategorie werden alle Unterrichtssegmente kodiert, in denen anderweitig aktive Tätigkeiten der Lehrperson die Phasen verbaler bzw. nonverbaler Äußerungen übersteigen.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

Diese Kategorie wird beispielsweise kodiert, wenn die Lehrperson ein Begrüßungslied auf der Gitarre spielt, singt, betet, Bewegungsspiele initiiert oder wenn sie Vorbereitungen für eine folgende Aufgabe trifft, wie z.B. Material bereitlegen, einen CD-Player bedienen, Stationen aufbauen etc.

Spezifische Kodierungsregeln

Keine.

Zuordnung Kompetenzbereiche

Mit dieser Hauptkategorie sollen die Instruktionen der Lehrperson nach den durch die instruierten Aufgaben angesprochenen prozessbezogenen Kompetenzen gemäß den Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe kodiert werden. Die Beschreibungen der Kompetenzbereiche basieren auf Darstellungen in den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich, wie sie in KMK (2005), Leiß & Blum (2006) und Walther, Selter & Neubrand (2008) erörtert wurden. Die Unterkategorien 1-6 werden nur für Instruktionsphasen kodiert, in denen „aufgabenbezogene Instruktion“ kodiert wurde. Alle anderen Phasen werden mit Unterkategorie 0 (Zuordnung nicht möglich) kodiert.

Grundregel: Zuordnung der Unterrichtsereignisse in eine der sieben Unterkategorien (disjunktes Kategoriensystem).

Eine Instruktion wird erst zugeordnet, wenn der Kompetenzbereich, den sie anspricht, zu identifizieren wird. Bis dahin wird „Zuordnung nicht möglich“ kodiert.

Obwohl in vielen Instruktionen bzw. daraus resultierenden mathematischen Tätigkeiten mehrere prozessbezogene Kompetenzen zugleich angesprochen werden, lassen sich Intervalle im Hinblick darauf unterscheiden, welche prozessbezogenen Kompetenzen damit schwerpunktmäßig angesprochen werden (Roppelt & Reiss, 2012). So wurde auch mit diesem Kategoriensystem verfahren, d.h. es wurde im Falle, dass mehrere Kompetenzbereiche in

einem Intervall angesprochen wurden, diejenige Kompetenz kodiert, die durch die Instruktion schwerpunktmäßig angesprochen wurde.

Hauptkategorie 3: Prozessbezogene Kompetenzbereiche

Unterkategorie 0: Zuordnung nicht möglich

Unterkategorie 1: Kommunizieren

Unterkategorie 2: Problemlösen

Unterkategorie 3: Darstellen

Unterkategorie 4: Argumentieren

Unterkategorie 5: Modellieren

Unterkategorie 6: Technische Grundfertigkeiten

Unterkategorie 0: Zuordnung nicht möglich

Inhaltliche Bestimmung

„Zuordnung nicht möglich“ wird für alle Unterkategorien verwendet, die nicht als „Instruktion“ kodiert wurden. Auch als „Instruktion“ kodierte Intervalle können mit dieser Kategorie kodiert werden, wenn unklar ist, ob es sich bei der durch die Instruktion initiierten Handlung um eine Tätigkeit zur Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen handelt, beziehungsweise, wenn in dem zu kodierenden Intervall lediglich die Einleitung zu einer Aufgabe gegeben wird, bevor die eigentliche Instruktion der Schülertätigkeit erfolgt. Diese Unterkategorie wird ebenfalls kodiert, wenn die Instruktion der Schülertätigkeit zwar begonnen wurde, aber erst im nächsten Intervall deutlich wird, welcher Kompetenzbereich dadurch angesprochen wird.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

Diese Unterkategorie wird für alle Unterkategorien der vorhergehenden Hauptkategorie kodiert, die nicht als „Instruktion“ kodiert wurden. Weiterhin wird diese Unterkategorie gewählt für Instruktionsphasen, in denen der Sinn der Aufgabe noch nicht erfasst werden konnte bzw. wenn die Instruktion keinem Kompetenzbereich zugeordnet werden kann. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn in einem Intervall die Instruktion einer Aufgabe beginnt, aus den Äußerungen der Lehrperson jedoch noch kein Kompetenzbereich ersichtlich wird bzw. es sich

um die Einführung einer Aufgabe handelt. Auch wenn die Instruktion der Lehrperson akustisch nicht verstanden wird, wird diese Unterkategorie kodiert.

Spezifische Kodierungsregeln

Keine.

Unterkategorie 1: Kommunizieren

Inhaltliche Bestimmung

Diese Unterkategorie wird kodiert, wenn die Instruktion die Schülerinnen und Schüler anregt, ihre eigenen Vorgehensweisen zu beschreiben, die Lösungswege anderer zu verstehen und gemeinsam darüber zu reflektieren. Weiterhin trifft diese Unterkategorie zu, wenn mathematische Fachbegriffe und Zeichen sachgerecht verwendet werden sollen und die Schülerinnen und Schüler Aufgaben gemeinsam bearbeiten (und dabei Verabredungen treffen und einhalten) sollen. Diese Kompetenz kann durch auf die Aufgabe bezogene Fragen der Lehrperson an die Schülerinnen und Schüler angeregt werden.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

- Verstehen von schriftlichen und mündlichen Äußerungen zu Mathematik
- Verständliches Präsentieren von Überlegungen, Lösungswegen und Ergebnissen
- Erläuterung von Lösungswegen oder Vorgehensweisen gegenüber der Lehrperson oder den Mitschülerinnen und -schülern

Aufgabenbeispiele

- Einschätzen und Erläutern der Gewinnchancen nach der Durchführung eines Zufallsexperiments (Hasemann & Mirwald, 2008)
- „Beschreibe möglichst genau, wie man zwei Zahlen schriftlich addiert“

Spezifische Kodierungsregeln

Die in diesem Kompetenzbereich subsummierten Kompetenzen finden in der Regel in interaktiv angelegten Lehr-Lernprozessen statt. Beim Kodieren sollte darauf geachtet werden,

dass diese Unterkategorie nicht mit der Unterkategorie Argumentieren verwechselt wird, welche sich insofern von dieser Unterkategorie unterscheidet, als dass ein externer Adressat (möglicherweise auch ein fiktiver) beim Kommunizieren eine bedeutende Rolle spielt, dieser beim Argumentieren jedoch nicht zwingend notwendig ist, da auch denkbar ist, dass Argumentationsprozesse zur Veranschaulichung eines mathematischen Inhalts intern erfolgen können (Leiß & Blum, 2006).

Unterkategorie 2: Problemlösen

Inhaltliche Bestimmung

Diese Unterkategorie wird kodiert, wenn die Schülerinnen und Schüler aufgefordert werden, mathematische Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten bei der Bearbeitung problemhaltiger Aufgaben anzuwenden, wenn Lösungsstrategien entwickelt und genutzt werden sollen (z.B. durch systematisches Probieren) und wenn Zusammenhänge erkannt, genutzt und auf ähnliche Sachverhalte übertragen werden sollen.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

- Strategisches Bearbeiten einer Aufgabe durch offensichtliche Lösungsstruktur nicht möglich
- Lösen von Aufgaben durch systematisches Probieren
- Lösen der Aufgabe durch Erkennen und Auswahl einer naheliegenden Strategie
- Reflektieren über verschiedene Lösungswege
- Konstruieren von Strategien zum Lösen einer Aufgabe

Aufgabenbeispiele

- Lösen einer Aufgabe durch Auswahl einer naheliegenden Strategie, wie z.B. das Zeichnen einer Hilfslinie
- „Wie viele Dreiecke könnte man in diesem Quadrat unterbringen?“

Spezifische Kodierungsregeln

Keine.

Unterkategorie 3: Darstellen

Inhaltliche Bestimmung

Diese Unterkategorie wird kodiert, wenn die Instruktion der Lehrperson darauf schließen lässt, dass für die Bearbeitung mathematischer Probleme geeignete Darstellungen entwickelt, ausgewählt und genutzt werden sollen. Weiterhin ist diese Unterkategorie zu kodieren, wenn eine Darstellung in eine andere übertragen wird und wenn Darstellungen miteinander verglichen und bewertet werden sollen.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

- Instruktion erfordert Darstellung eigener Lösungswege
- Kinder werden aufgefordert, ihre Lösungswege für andere verständlich darzustellen
- Aufgaben- bzw. problemadäquates Erstellen oder Verändern einer Darstellung
- Umgang mit bereits gegebenen Darstellungen (bspw. interpretieren oder verändern, nutzen zur Erleichterung des Rechenprozesses)
- Erstellung einer Darstellung eines mathematischen Inhalts (bspw. von Objekten oder Situationen)

Aufgabenbeispiel

- Erstellen des Modells eines Gebäudes anhand von Zeichnungen aus unterschiedlichen Perspektiven

Spezifische Kodierungsregeln

Keine.

Unterkategorie 4: Argumentieren

Inhaltliche Bestimmung

Diese Unterkategorie wird kodiert, wenn die Instruktion anregt, mathematische Aussagen zu hinterfragen und auf Korrektheit zu prüfen, mathematische Zusammenhänge zu erkennen und Vermutungen zu entwickeln und wenn Begründungen gesucht und nachvollzogen werden sollen.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

- Erbringen von einfachen rechnerischen Begründungen (etwa für einen bestimmten Sachverhalt)
- Argumentationen mit Alltagswissen
- Mehrschrittige oder komplexe Argumentationen entwickeln, erläutern oder nachvollziehen
- Argumente bewerten
- Fehler aufdecken und stattdessen richtige Strategien erkennen
- Identifizieren von Zusammenhängen und Anstellen von Vermutungen
- Beispiele nach Leiß & Blum (2006) für Aufforderungen der Lehrperson, die Argumentieren anregen können:
 - Begründe...!
 - Überprüfe...!
 - Beweise...!
 - Widerlege...!
 - Kann es sein, dass...?
 - Warum ist das so?
 - Gilt das immer?
 - Warum sind die alle Fälle, die...?

Spezifische Kodierungsregeln

Diese Unterkategorie weist einige Parallelen zu der Unterkategorie „Kommunizieren“ auf. Im Gegensatz zum Bereich des Kommunizierens bedarf es in dieser Unterkategorie jedoch oftmals keines externen Adressaten, das heißt, dass es sich nicht zwingend um einen interaktiven Lehr-Lern-Prozess handeln muss, da Argumentationsprozesse auch in einem internen mentalen Prozess ablaufen können. Auch zur Kompetenz „Problemlösen“ gibt es Überschneidungen. Während das Erkennen und Nutzen von Zusammenhängen beim Problemlösen jedoch eher Mittel zum Zweck ist, steht das Identifizieren von Zusammenhängen und die Entwicklung von Vermutungen beim Argumentieren im Zentrum der Tätigkeit (Roppelt & Reiss, 2012).

Unterkategorie 5: Modellieren

Inhaltliche Bestimmung

Diese Unterkategorie wird kodiert, wenn die den Instruktionen zugrundeliegenden Inhalte der Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler entspringen, also z.B. Sachtexte und Darstellungen aus der realen Lebenswelt gewählt werden. Die diesem Kompetenzbereich zuzuordnenden Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzen, Sachprobleme in die Mathematik zu übersetzen, mathematisch zu lösen und diese Lösungen anschließend wieder auf die Ausgangssituation zu beziehen bzw. „zurück zu übersetzen“.

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

- Übersetzen einer Realsituation in die Mathematik (anschließend: Lösung durch mathematische Mittel)
- Rückführung des mathematischen Resultats in den realen Kontext
- Vertraute Modelle nutzen (bspw. Dreisatz) oder auch selbstständige, ggf. sogar mehrschrittige Modelle zu gegebenen Situationen erstellen
- Interpretieren eines mathematischen Resultats

Aufgabenbeispiel

- „Vor einer Ampel hat sich ein 100m langer Stau gebildet. Wie viele Fahrzeuge befinden sich darin und wie viele Personen befinden sich in den Fahrzeugen?“ (Wollring & Rinkens, 2008).

Spezifische Kodierungsregeln

Keine.

Unterkategorie 6: Technische Grundfertigkeiten

Inhaltliche Bestimmung

Dieser Kompetenzbereich wurde im Zuge der Weiterentwicklung der Bildungsstandards zu den prozessbezogenen Kompetenzen hinzugefügt, da bei der Operationalisierung der Bildungsstandards durch das IQB festgestellt wurde,

dass sich Aufgaben, die ausschließlich mathematische Basisfertigkeiten fordern, keiner der prozessbezogenen Kompetenzen zuordnen lassen (Roppelt & Reiss, 2012). Die technischen Grundfertigkeiten sind Voraussetzung für den Erwerb inhaltsbezogener Kompetenzen und die produktive Nutzung von Mathematik sowie für weiterführende Lernprozesse (KMK, 2013).

Beschreibung auf der Beobachtungsebene

- mit Zahlen und Rechenausdrücken arbeiten oder Berechnungen vornehmen
- mit geometrischen Elementen arbeiten oder Berechnungen durchführen
- symbolische und formale Sprache in Arithmetik und Geometrie vollständig benutzen bzw. in natürliche Sprache übersetzen
- mathematische Werkzeuge (wie Zirkel, Geodreieck, Lineal) sinnvoll und verständlich einsetzen

Aufgabenbeispiele

- „Wie viele Sekunden haben 5 Minuten?“
- „Berechne $17+6$ “

Spezifische Kodierungsregeln

Keine.

Literatur

- Baumert, J., Bos, W., Brockmann, J., Gruehn, S., Klieme, E., Köller, O., et al. (2000). TIMSS/III-Deutschland. Der Abschlussbericht. Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung am Ende der Schullaufbahn. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich - Jahrgangsstufe 4, Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland Beschluss 15.10.2004.
- Blum, W., Drüke-Noe, C., Hartung, R., Köller, O. (Hrsg.) (2006). Bildungsstandards Mathematik: konkret – Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG.
- Brophy, J., Good T. L., (1986). Teacher Behavior and Student Achievement. In C., Merlin (Hrsg.), Handbook of Research on Teaching, 3rd ed. (328-375). New York: Marcmillian.
- Dalehefte, I.M. & Kobarg (2012). Einführung in die Grundlagen systematischer Videoanalysen in der empirischen Bildungsforschung. In: M. Gläser-Zikuda, T. Seidel, C. Rolfs, A. Gröschner & S. Ziegelbauer (Hrsg.), Mixed Methods in der empirischen Bildungsforschung (S. 16-26). Münster: Waxmann.
- Fischer, C., Kobarg, M., Dalehefte, I.M. & Trepke, F. (2013). Ein Unterrichtsprogramm wissenschaftlich begleiten. Anlage und Hintergründe des Forschungsdesigns. Psychologie in Erziehung und Unterricht 60(1), 26-31.
- Hasemann, K. & Mirwald, E. (2008). Daten, Häufigkeit, Wahrscheinlichkeit. In G. Walther, M. van Den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Eds.), Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen (pp. 141–161). Berlin: Cornelsen, SCIPTOR.
- Kobarg, M., Dalehefte, I. M. & Menk, M. (2012). Der Einsatz systematischer Vodeoanalyse zur Untersuchung der Wirksamkeit des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.),

Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten. Strategien und Methoden (pp. 181–194). Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Kultusministerkonferenz. (2005) Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich

Kultusministerkonferenz. (2013). Kompetenzstufenmodell zu den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich: Auf Grundlage des Ländervergleichs 2011 überarbeitete Version der Fassung vom 11. Februar 2013.

Leiß, D., Blum, W. (2006). Beschreibung zentraler mathematischer Kompetenzen. In W. Blum, C. Dürke Noe, R. Hartung, O. Köller (Hrsg.), Bildungsstandards Mathematik: konkret – Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen (33-50). Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG.

Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an: Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. Zeitschrift für Pädagogik (Beiheft), (51), 47–70.

Neubrand, J. (2002). Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie. Freie Univ., Diss.--Berlin, 1999. Texte zur mathematischen Forschung und Lehre: Vol. 19. Hildesheim: Franzbecker.

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, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Eds.), Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV (pp. 115–132). Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, J., et al. (2003). PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres Zusammenfassung. Retrieved 02.02.2010, from http://pisa.ipn.uni-kiel.de/PISA_2003_Kompetenzentwicklung_Zusfsg.pdf.

- Prenzel, M. & Fischer, C. (2009). Skizze für ein länderübergreifendes Anschlussvorhaben: SINUS an Grundschulen. Kiel.
- Reusser, K. & Pauli, C. Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität: Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht. In Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität (pp. 9–25).
- Rimmele, R. (2002). Videograph. Multimedia-Player zur Kodierung von Videos. Kiel: IPN - Leibnitz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Roppelt, A. & Reiss, K. (2012). Beschreibung der im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011 (pp. 34–48). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Seidel, T. (2003). Lehr-Lernskripts im Unterricht: Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse ; eine Videostudie im Physikunterricht. Univ., Diss.-- Kiel, 2002. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Vol. 35. Münster: Waxmann.
- Seidel, T. (2003). Videobasierte Kodierverfahren in der IPN Videostudie Physik - ein methodischer Überblick. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Eds.), Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht" (pp. 99–111). Kiel.
- Shuell, T. J. (1996). Teaching and learning in a classroom context. In R. C. Calfee (Ed.), Handbook of educational psychology, S. 726-764. New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Steffensky, M. & Steinweg, A. S. (2009). Mathematik und Naturwissenschaften in der Grundschule. MNU Primar, 1.(1/2009), 4–7.
- Walther, G., Selter, C. & Neubrand, J. (2008). Die Bildungsstandards Mathematik. In G. Walther, M. van Den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Eds.),

Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen (pp. 16–41). Berlin: Cornelsen, SCIPTOR

Walther, G., van Den Heuvel-Panhuizen, M., Granzer, D. & Köller, O. (Eds.). (2008). Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen. Berlin: Cornelsen, SCIPTOR

Wirtz, M. & Casper, F. (2002). Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe.

Wollring, B. & Rinkens, H.-D. (2008). Raum und Form. In G. Walther, M. van Den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Eds.), Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen (pp. 118–140). Berlin: Cornelsen, SCIPTOR

Marleen Menk, Inger Marie Dalehefte & Olaf Köller

Beitrag 2

Zur Rolle der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards Mathematik im deutschen Mathematikunterricht in Grundschulen – Befunde aus der Videostudie des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen

1. Einleitung

Im Jahr 1997 führte die Veröffentlichung der Ergebnisse aus der TIMS-Studie, wonach rund 50% der Schülerinnen und Schüler am Ende der Pflichtschulzeit Kernziele mathematischer Bildung verfehlten (Baumert, Bos & Lehmann, 2000), zu Zweifeln an der inputorientierten Steuerung des deutschen Bildungswesen. Infolgedessen kam es zur sogenannten empirischen Wende in der Erziehungswissenschaft, die den Fokus von einer inputgesteuerten curricularen Orientierung in Richtung einer Outcome-Orientierung lenkte (Köller, 2010). Die Aufmerksamkeit richtete sich daraufhin verstärkt auf die Frage, welche konkreten Leistungsniveaus Schülerinnen und Schüler erreichen.

Nachdem die Ergebnisse weiterer Studien (u.a. „Programme for International Student Assessment (PISA) 2000“, die PISA-E Zusatzstudie, sowie die Ergänzungsstudie zur Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchung (IGLU-E) zur Erhebung der Mathematikleistungen deutscher Schülerinnen und Schüler) bei einem nicht unerheblichen Anteil der Schülerinnen und Schüler Defizite im mathematischen Wissen und Können aufzeigten (Neubrand & Klieme, 2002; Klieme, 2004; Walther, Selter & Neubrand, 2008), beschloss die Kultusministerkonferenz der Länder (KMK) die Einführung von Bildungsstandards, mit deren Entwicklung im Mai 2002 unter Federführung der KMK begonnen wurde (Granzer & Köller, 2008; KMK, 2005; Köller, 2010; Walther, van den Heuvel-Panhuizen & Köller, 2010).

Im Jahr 2004 erfolgte schließlich die für alle Länder ab dem Schuljahr 2005/2006 verbindliche Einführung der Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich durch die KMK

(KMK, 2005). Da der Prozess der Implementation von Neuerungen im Schulsystem „ein steiniger Weg“ sein kann (Gräsel & Parchmann, 2004) und Lehrkräfte bei der Implementation der Bildungsstandards Unterstützung benötigen (BMBF, 2003) sind Lehrerfortbildungen, Unterrichts- und Schulentwicklungsmaßnahmen hilfreiche Strategien zur Implementation der Bildungsstandards (Blum, 2006).

Am Beispiel des Lehrerprofessionalisierungsprogramms SINUS an Grundschulen wird in diesem Artikel eine solche Maßnahme zur Unterstützung der Lehrkräfte im Hinblick auf die Aneignung und Umsetzung der Bildungsstandards vorgestellt. Hierbei wird insbesondere auf den Teilbereich der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards in Mathematik eingegangen, da diese bislang in der Forschungsliteratur verhältnismäßig wenig Aufmerksamkeit im Vergleich zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen erhalten haben. Durch eine Videostudie, die im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung von SINUS an Grundschulen durchgeführt wurde, wird Fragen zur Förderung von prozessbezogenen Kompetenzen durch die aufgabenbezogenen Instruktionen der Lehrpersonen nachgegangen, um Hinweise auf deren Umsetzung im Unterricht zu erhalten. Die in diesem Artikel präsentierten Befunde beruhen sowohl auf Videoanalysen von SINUS- als auch regulärem Unterricht, um das Ausmaß der Implementation der Bildungsstandards vergleichen zu können und somit mögliche Einflüsse des Programms erkennen zu können.

2. Die Bildungsstandards im Fach Mathematik

Die Bildungsstandards beschreiben Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler zum Ende bestimmter Jahrgangsstufen erworben haben sollen (KMK, 2005). Alle fünf Jahre wird in Ländervergleichstests erhoben, inwieweit die Grundschülerinnen- und -schüler die Bildungsstandards für den Primarbereich erreichen (Böhme, Richter, Stanat, Pant & Köller, 2012).

Dabei erfüllen die Bildungsstandards mehrere Funktionen, indem sie die Qualitätssicherung des Unterrichts, eine länderübergreifende, gleichmäßige Leistungssteigerung sowie das unterrichtliche Handeln der Lehrkräfte und die Aufgabenkonstruktion fördern (z.B. Blum, 2006; Klieme, 2004; KMK, 2003; Walther, 2004): Ein transparentes System der Qualitätssicherung in Deutschland gewährleisten die Bildungsstandards, indem sie Zielklarheit schaffen, also Kompetenzen festlegen, die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende bestimmter

Jahrgangsstufen erreicht haben sollen (Walther, van den Heuvel-Panhuizen et al., 2008). Zum anderen sollen mit ihnen Disparitäten zwischen den Ländern angeglichen werden. Ergebnisse aus Vergleichsstudien haben gezeigt, dass das Maß der Entwicklung und Förderung mathematischer Kompetenzen zwischen den Bundesländern variiert, bzw. dass es einigen Bundesländern besser als anderen gelingt, die Anteile von Kindern in der sogenannten „Risikogruppe“ zu verkleinern (Walther, Selter et al., 2008). Die Bildungsstandards sollen somit für ein gleichmäßiges Niveau innerhalb Deutschlands sorgen und das Grundniveau steigern (Klieme, 2004). Weiterhin sollen die Bildungsstandards helfen, Unterrichtsprozesse zu optimieren, um höhere Bildungserträge zu erreichen (Walther, van den Heuvel-Panhuizen et al., 2008). Die dafür eigens entwickelten Testaufgaben spiegeln die Standards wider und haben eine wichtige Rückmeldefunktion, da sie die Evaluation der Erträge ermöglichen und feststellen, in welchem Maße die Schülerinnen und Schüler die Standards erreichen (KMK, 2003; KMK, 2013). Als weitere Funktion der Bildungsstandards kann deren Funktion als Aufgabenkonstruktionselement gesehen werden, da Aufgabenbeispiele und deren Zuordnung zu den verschiedenen Kompetenzen den Lehrpersonen helfen, Aufgaben als flexible Instrumente im Unterricht einzusetzen, die durch Analyse und Variation individuell an die Schülerinnen und Schüler angepasst werden können (Walther, 2004).

Nicht zuletzt erfolgte die Einführung der Bildungsstandards auch mit der Zielstellung, das unterrichtliche Handeln von Lehrpersonen stärker auf den Ausbau von Kompetenzen auszurichten (Blum, 2006). Im Fach Mathematik bezieht sich dies vor allem auf die prozessbezogenen Kompetenzen. Das soll zur Folge haben, dass den Schülerinnen und Schülern nicht nur kontextgebundene Kenntnisse und Fertigkeiten vermittelt werden, die lediglich zum Lösen von typischen Mathematikaufgaben ausreichen (Roppelt & Reiss, 2012), sondern dass vielmehr durch die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen ein „wohlorganisiertes, disziplinär, interdisziplinär und lebenspraktisch vernetztes System von flexibel nutzbaren Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnissen und metakognitiven Kompetenzen“ aufgebaut wird (Helmke, 2010, S.43). Im Folgenden wird auf die Dimensionen und Anforderungsbereiche der Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe genauer eingegangen, um die Unterschiede und Zusammenhänge der Kompetenzen darzustellen.

Daran anschließend wird auf den Forschungsstand zu den prozessbezogenen Kompetenzen eingegangen, um den Forschungsbedarf in dieser Hinsicht zu verdeutlichen.

2.1 Dimensionen und Anforderungsbereiche

Die Bildungsstandards für das Fach Mathematik gliedern sich in mehrere Dimensionen. Dabei handelt es sich um prozessbezogene Kompetenzen (sechs Kompetenzbereiche: Kommunizieren, Argumentieren, Darstellen, Problemlösen, Modellieren, technische Grundfertigkeiten), um inhaltsbezogene Kompetenzen (fünf Kompetenzbereiche: Zahlen und Operationen, Raum und Form, Muster und Strukturen, Größen und Messen, Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit) und um drei Anforderungsbereiche (Reproduzieren, Zusammenhänge herstellen und Verallgemeinern sowie Reflektieren), denen der kognitive Anspruch einer Aufgabe zugeordnet werden kann (KMK, 2005). Während bei den inhaltsbezogenen Kompetenzen eine Abgrenzung der einzelnen Kompetenzbereiche noch relativ gut möglich ist, gestaltet sich dies bei den prozessbezogenen Kompetenzen deutlich schwieriger. Dies ist nicht nur bei den Bildungsstandards der Fall, sondern wird beispielsweise auch in der „Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)“ hervorgehoben. So weisen auch Selter, Walther, Wessel und Wendt (2012) darauf hin, dass die prozessbezogenen Kompetenzen in den drei Anforderungsbereichen von TIMSS mit Ausnahme der Kompetenz „Kommunizieren“ zwar durchaus unterschiedlich stark akzentuiert vorkommen, es dennoch aber keine direkte Entsprechung im TIMSS-Rahmenkonzept gibt. Die Problematik besteht darin, dass sich die prozessbezogenen Kompetenzen kaum trennscharf gegeneinander abgrenzen lassen, da die Übergänge zwischen den einzelnen Kompetenzbereichen fließend verlaufen und darüber hinaus bei den meisten mathematischen Tätigkeiten mehrere Kompetenzen zur gleichen Zeit angesprochen werden (Roppelt & Reiss, 2012). Obwohl sich die prozessbezogenen Kompetenzen somit schwieriger operationalisieren lassen als die inhaltsbezogenen Kompetenzen, lassen sich Aufgaben jedoch im Hinblick auf die durch sie schwerpunktmäßig angesprochene prozessbezogene Kompetenz klassifizieren (ebd.).

Der Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen im Hinblick auf die Entwicklung der inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen kommt eine große Bedeutung zu, da die

mathematische Grundbildung der Schülerinnen und Schüler wesentlich davon abhängt, in welchem Maße im Unterricht Anlässe geschaffen werden, die prozessbezogenen Kompetenzen anzuwenden (Walther, Selter & Neubrand, 2008). Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass der Überprüfung der Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen in den Unterricht mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Die hier vorgestellte Studie soll hierzu einen Beitrag leisten.

2.2 Forschungsstand zu den prozessbezogenen Kompetenzen

Obwohl die Bedeutung der prozessbezogenen Kompetenzen nicht angezweifelt wird, deuteten verschiedene Studien auch schon vor der Einführung der Bildungsstandards darauf hin, dass einige der prozessbezogenen Kompetenzen im deutschen Mathematikunterricht kaum vorkommen. Neubrand (2002) analysierte beispielsweise in Unterrichtsvideos aus der TIMSS-Videostudie die Unterrichts- und Aufgabenstrukturen im deutschen, japanischen und US-amerikanischen Mathematikunterricht und stellte fest, dass in den untersuchten deutschen Mathematikstunden kaum Modellierungsaufgaben vorkamen. Auch wenn diese Studie bereits lange vor Einführung der Bildungsstandards stattfand, unterstreichen die Erkenntnisse die Notwendigkeit der Einführung der Bildungsstandards hinsichtlich der Intention, derartig zentrale mathematische Kompetenzen stärker in den Fokus des Unterrichts zu rücken.

Ähnliche Ergebnisse in Bezug auf die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen im deutschen Mathematikunterricht lieferte die Studie „Professionelle Kompetenz von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Unterricht und die mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern“ (COACTIV), in der Mathematikaufgaben der 9. und 10. Jahrgangsstufe analysiert wurden. Das COACTIV-Forschungsteam legte den Fokus bei der Analyse auf die Untersuchung der Gelegenheiten zur kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler. Die Aufgaben wurden in diesem Zusammenhang detailliert untersucht und führten die Autoren zu der Erkenntnis, dass die prozessbezogenen Kompetenzen Modellieren und Darstellen nur auf sehr niedrigem Niveau angeregt werden bzw. stattfinden und dass die

Kompetenz Argumentieren nahezu nicht gefordert wird (Neubrand, Jordan, Krauss, Blum & Löwen, 2011).

Die Befundlage lässt also stark vermuten, dass die prozessbezogenen Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards nur unzulänglich im Unterricht vorkommen. Bislang liegen kaum gesicherte Befunde darüber vor, inwieweit prozessbezogene Kompetenzen der Bildungsstandards im Grundschulunterricht umgesetzt werden. Auch ist wenig über den Erfolg spezifischer Maßnahmen zur Förderung der Bildungsstandards bekannt. Ein Beispiel für eine solche Maßnahme ist das Unterrichtsentwicklungsprogramm SINUS an Grundschulen. Im Rahmen der Begleitforschung zu SINUS an Grundschulen wurde eine Videostudie durchgeführt, die Einblicke in die tatsächliche Umsetzung und Förderung prozessbezogener Kompetenzen im Unterricht ermöglicht.

2.3 Die Implementation der Bildungsstandards

Die Implementation der in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen sollte im Unterricht stattfinden, in dem Lernsituationen geschaffen werden, die den entsprechenden Kompetenzaufbau unterstützen können. De facto sind vor allem die Testverfahren und die Erfassung von Schülerkompetenzen ins Zentrum der bildungspolitischen und öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt. Aus Untersuchungen zur Wirkung von Bildungsmaßnahmen ist jedoch bekannt, dass es nicht einfach ist, die Wirkkette einer Implementation in der Schule, über die Akzeptanz und Umsetzung der Maßnahmen durch die Lehrkräfte in den Unterricht bis hin zu den Lernergebnissen der Schülerinnen und Schüler, nachweisen zu können (Desimone, 2009; Hill, Beisiegel & Jacob, 2013; Renkl, 2015). Übereinstimmend mit dem Modell von Kirkpatrick und Kirkpatrick (2012) zur Evaluation von Trainingsprogrammen kann davon ausgegangen werden, dass mehrere Stufen verbesserten Schülerkompetenzen vorausgehen: Die Akzeptanz der Lehrpersonen (1), das Wissen und die Einstellungen der Lehrpersonen (2), der Unterricht (3) und schließlich auch die Leistungen der Schülerinnen und Schüler (4) (s.a. Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2010).

Vor dem Hintergrund, dass Neuerungen Zeit brauchen, bis sie sich eventuell in Lernergebnissen der Schülerinnen und Schüler zeigen, ist es von Interesse zu untersuchen,

welche Indikatoren der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards zum gegebenen Zeitpunkt im Unterricht umgesetzt und beobachtbar sind. Erst dann kann mit lernförderlichen Effekten bei den Schülerinnen und Schülern gerechnet werden (Desimone, 2009).

Es ist bekannt, dass Lehrpersonen Unterstützung bei der Umsetzung der Kenntnisse aus Untersuchungen zu den Bildungsstandards in ihrer Unterrichtspraxis benötigen (BMBF, 2003). Eine solche Unterstützung können Lehrerprofessionalisierungsmaßnahmen sein. Die SINUS-Programme in der Sekundarstufe I und in der Grundschule sind hierfür beispielhaft. Im Folgenden wird das Professionalisierungsprogramm SINUS an Grundschulen mit seinen Zielen und Maßnahmen kurz vorgestellt.

3. SINUS an Grundschulen

SINUS an Grundschulen war ein bundesweites Unterrichtsentwicklungsprogramm zur Steigerung der Effizienz des mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts, das von 2009 bis 2013 durchgeführt wurde. Am Programm nahmen über 5440 Lehrpersonen an 872 Schulen in zehn Bundesländern teil und entwickelten in kollegialer Kooperation ihren Unterricht weiter (Fischer et al., 2014). Die teilnehmenden Lehrpersonen wurden dabei angeregt, zentrale Entwicklungsbereiche ihres Fachunterrichts zu bearbeiten und so die Qualität des Unterrichts zu erhöhen, um letztlich den Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler zu steigern (Trepke & Fischer, 2012). Dem Programm lag die Überzeugung zugrunde, dass die entscheidenden Faktoren zur Verbesserung der Schülerleistungen zum einen der Unterricht und zum anderen das professionelle Handeln der Lehrpersonen sind (Köller, 2012). Die Arbeitsgrundlage der teilnehmenden Lehrpersonen waren zehn Module und fünf Programmschwerpunkte, die sich mit empirisch belegten Problembereichen des Unterrichts befassten (Demuth, Walther & Prenzel, 2011; Prenzel & Fischer, 2009). Zusätzlich fanden in regelmäßigen Abständen zentrale Fortbildungsveranstaltungen und Workshops statt, an welchen die Lehrpersonen ihren persönlichen Interessen bzw. unterrichtlichen Entwicklungsbereichen entsprechend teilnehmen konnten. In allen SINUS-Programmen (dazu zählen auch die Vorgängerprogramme

SINUS, SINUS-Transfer und SINUS-Transfer-Grundschule) wurde besonderer Wert auf kognitiv aktivierenden, kompetenzorientierten Unterricht gelegt (Köller, 2010). SINUS an Grundschulen erfüllt verschiedene Kriterien, die laut Garet (2001) als Relevant für eine erfolgreiche Implementation angesehen werden: Das Programm ist ein langfristig angelegtes Unterrichtsentwicklungsprogramm für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht und es ist eines der zentralen Merkmale von SINUS an Grundschulen, dass die teilnehmenden Lehrpersonen sich kollegial vernetzen und ihren Unterricht in Kooperation mit Kolleginnen und Kollegen weiterentwickeln (Trepke & Fischer, 2012).

Die Implementation der Bildungsstandards war ein Programmschwerpunkt in SINUS an Grundschulen. In Handreichungen und auf Fortbildungen erhielten die teilnehmenden Lehrkräfte Impulse zur Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen in ihren Unterricht. Sowohl Handreichungen als auch Workshops befassten sich explizit mit der Förderung bzw. Implementation verschiedener prozessbezogener Kompetenzen (Fischer et al., 2014).

3.1 Die wissenschaftliche Begleitforschung in SINUS an Grundschulen

Die wissenschaftliche Begleitforschung von SINUS an Grundschulen setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen und generiert Wissen auf drei Ebenen (Fischer, Kobarg, Dalehefte & Trepke, 2013). Dabei werden die Professionalisierung der Lehrpersonen (1), die Qualität des Unterrichts (2) und die Leistungen der Schülerinnen und Schüler (3) betrachtet. Die wissenschaftliche Begleitforschung umfasst mehrere Studien (Abb.1) (Fischer et al. 2011). Durch die Gesamtbefragung wurde die subjektive Wahrnehmung der Entwicklungen in SINUS an Grundschulen aus der Perspektive der Schulleitungen und Lehrpersonen erfasst. Die mittels Fragebögen selbstberichteten Daten stellen sowohl Wissen auf der Ebene der Programmsteuerung, als auch Informationen über Entwicklungsprozesse der Lehrkräfte innerhalb des Programms bereit (Fischer et al, 2012). Die Dokumentationen und Fallstudien liefern Informationen über konkrete Unterrichtsentwicklungs- und Reflexionsprozesse in den SINUS-Gruppen innerhalb der einzelnen Schulen (Fischer et al., 2012; Trepke, 2014). Ergänzt werden diese Daten durch eine Mathematikstudie, in der vor dem Hintergrund der Bildungsstandards in Mathematik der Auswahl, Analyse und Variation der Aufgaben durch die

Lehrkräfte nachgegangen wurde (Walther, Doering & Fischer, 2013). Zusätzlich wurden die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme ausgewählter SINUS-Klassen am IQB-Ländervergleich und an TIMSS 2011 mit einem externen Kriterium verglichen. Die Videostudie ergänzt diese umfangreiche Begleitforschung mit Beobachtungsdaten des Unterrichts.



Abb. 1: Die wissenschaftliche Begleitforschung im Programm SINUS an Grundschulen

3.2 Die Videostudie in SINUS an Grundschulen

Videostudien haben sich mittlerweile in der Unterrichtsforschung etabliert und gewährleisten sowohl einen nationalen als auch einen internationalen Bezugsrahmen des deutschen Unterrichts. Videostudien haben viele Vorzüge (Jacobs, Kawanaka & Stigler, 1999). Es findet eine systematische Datengewinnung aus tatsächlich stattfindendem Unterricht statt, die es ermöglicht, subjektive Verzerrungen, die oft mit Befragungen von Lehrpersonen und Lernenden einhergehen, zu vermeiden (Clausen, 2002). Weiterhin bieten systematische Videoanalysen im Vergleich zu unsystematischen Formen der (Unterrichts-)Beobachtung den Vorteil, dass methodische Kriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität) durch

theoriegeleitetes Vorgehen, Standardisierung der Aufnahmen und Gewährleistung der Beobachterübereinstimmung stärker Berücksichtigung finden und somit fundierte Vergleiche zwischen Unterrichtsstunden ermöglichen (Dalehefte & Kobarg, 2012).

Videostudien haben bislang weitestgehend das Ziel gehabt, Unterricht zu beschreiben, zu erklären oder zu Handlungswissen beizutragen (Janik & Seidel, 2009). Auch in SINUS an Grundschulen wurden diese Ziele durch die Unterrichtsaufnahmen und ergänzende Befragungen verfolgt. Für die Lehrkräfte im Programm wurden zudem Workshops angeboten, um die Reflektion über Unterricht und die Annäherung an das Videomaterial zu unterstützen (Dalehefte & Kobarg, 2013). In SINUS an Grundschulen kommt darüber hinaus der Videostudie eine weitere, evaluierende Bedeutung zu, da sie sowohl einen Einblick in den Unterricht der teilnehmenden Schulen, als auch einen Fokus auf die Umsetzung der Implementation der Module und Schwerpunkte im Unterricht zulässt (Kobarg, Dalehefte & Menk, 2012). So kann der Implementation der Module und Schwerpunkte des Unterrichtsentwicklungsprogramms nachgegangen und somit auch erfasst werden, inwieweit die Implementation der Bildungsstandards im Unterricht von am Programm teilnehmenden Lehrpersonen stattfindet. Weiterhin ist es von Interesse zu untersuchen, ob und inwieweit der Unterricht in SINUS an Grundschulen sich von Nicht-SINUS-Unterricht unterscheidet.

4. Forschungsfragen

Da die Bildungsstandards einen Schwerpunkt in SINUS an Grundschulen darstellten, wurde der Fokus dieser Studie, die im Rahmen der Evaluation des Programms stattfand, auf die Implementation der Bildungsstandards in den Unterricht gelegt. Die Untersuchung ergänzt bislang durchgeführte Untersuchungen zur Implementation der inhaltsbezogenen Kompetenzen (z.B. durch große Schulleistungsstudien wie TIMSS, PISA und die Ländervergleichsstudie des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen), da die Auswertung von Videodaten es ermöglicht, die durch Testaufgaben schwierig abzubildenden prozessbezogenen Kompetenzen zu erfassen.

Die wenigen, bereits dargestellten Studien, die sich mit prozessbezogenen Kompetenzen befassen, berücksichtigen vorwiegend Analysen von Aufgaben oder Tests. Hier wird lediglich

aus den Aufgabenstellungen als Indikator auf die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht geschlossen. Eine andere, stärker kontextorientierte Herangehensweise wäre es, die Instruktionen der Lehrkräfte zu analysieren und so zu untersuchen, wie die prozessbezogenen Kompetenzbereiche in den Unterricht eingebettet sind. Die Instruktionen der Lehrpersonen liefern interessante Daten zur Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht, da sie aufzeigen, inwieweit die Entwicklung von prozessbezogenen Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern durch die Lehrpersonen angeregt wird. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Videostudie der Fokus auf die Instruktionsphasen gelegt und untersucht, welche prozessbezogenen Kompetenzen in welchem Ausmaß im videographierten Unterricht angesprochen wurden.

Mit Blick auf die die Implementation der Bildungsstandards unterstützenden Programminhalte von SINUS an Grundschulen zielen die dritte und vierte Forschungsfrage auf Erkenntnisse ab, ob bzw. inwieweit die Teilnahme der Lehrpersonen an SINUS an Grundschulen einen Effekt auf die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht hat. Somit sind folgende Forschungsfragen Gegenstand dieser Untersuchung:

1. Wie hoch ist der Anteil an aufgabenbezogenen Instruktionen im Mathematikunterricht der Grundschule?
2. In welchem Maße werden die verschiedenen prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards im Unterricht durch die Instruktion der Lehrpersonen initiiert?
3. Inwieweit unterscheiden sich Unterrichtsstunden im SINUS-Programm von den Unterrichtsstunden einer Kontrollgruppe in der Unterrichtszeit und in aufgabenbezogenen Instruktionen?
4. Gibt es Unterschiede im Hinblick auf das Vorkommen der prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht?

5. Methode

5.1 Konzeption und Durchführung der Erhebung

Nach einem Genehmigungsverfahren wurden die Unterrichtsaufzeichnungen durch geschulte Filmteams nach standardisierten Richtlinien durchgeführt (Seidel, Dalehefte & Meyer, 2003). Um typische SINUS-Merkmale nicht durch externe Vorgaben zu unterlaufen, wurden den Lehrkräften keine Vorgaben zur Thematik oder Durchführung der Unterrichtsstunde gemacht. Alle Lehrkräfte wurden gebeten, drei Stunden für 1) eine Gewöhnungsstunde, 2) eine Mathematikstunde und 3) eine Befragung zur Verfügung zu stellen. Weiterhin wurden sie gebeten, eine für sie „normale“ Unterrichtsstunde zu halten. Der Fokus auf die Bildungsstandards wurde nicht kommuniziert.

5.2 Design und Stichprobe

Die Aufzeichnungen in der SINUS-Stichprobe erfolgten weitestgehend analog zu der IPN-Videostudie in Physik (Seidel, Prenzel, Duit & Lehrke, 2003) über einen Verlauf von drei Messzeitpunkten in drei aufeinanderfolgenden Schulhalbjahren. Die Kontrollgruppe wurde einmalig, parallel zum dritten Messzeitpunkt der SINUS-Stichprobe, gefilmt.

Insgesamt besteht die Mathematik-Stichprobe der Videostudie aus 30 Unterrichtsstunden. Diese setzen sich zusammen aus 9 Mathematikstunden von 9 Lehrpersonen aus der Kontrollgruppe und 21 Mathematikstunden von 10 Lehrpersonen aus der SINUS-Gruppe. Die Inhalte der jeweiligen Stunden sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Alle Lehrpersonen der Vergleichsgruppe waren Frauen. Mit lediglich einer männlichen Lehrperson war auch die SINUS-Stichprobe überwiegend weiblich. Das durchschnittliche Alter der Lehrerinnen der Vergleichsgruppe betrug 41.2 Jahre ($SD = 8.0$), das der SINUS-Gruppe 44.9 Jahre ($SD = 10.6$). Die durchschnittliche Berufserfahrung betrug in der Vergleichsgruppe 13.0 Jahre ($SD = 8.3$), in der SINUS-Stichprobe 18.5 Jahre ($SD = 11.6$). Die Lehrpersonen der SINUS-Stichprobe arbeiteten im Mittel seit 4.3 Jahren mit SINUS an Grundschulen ($SD = 2.1$). In der SINUS-Gruppe wurden sieben erste, fünf zweite, drei dritte und sechs vierte Klassen gefilmt. Die Kontrollgruppe bestand aus fünf ersten, drei zweiten und einer dritten Klasse. Es zeigt sich, dass die ersten bis dritten Klassen relativ gleichmäßig verteilt sind. Zur besseren

Vergleichbarkeit wurden im Folgenden in den Berechnungen sowohl die Gesamtstichproben miteinander verglichen, als auch zusätzliche Berechnungen durchgeführt, in welchen die vierten Klassen aus der SINUS-Stichprobe exkludiert wurden.

Tabelle 1

Stundeninhalte der aufgezeichneten Stunden, zugeordnet zu SINUS oder Kontrollgruppe (KG) und Klassenstufe

Aufnahme	Gruppe	Klassenstufe	Stundeninhalt
1	SINUS	1	Zahlen - Zahlenspiele mit Legeplättchen
2	SINUS	2	Zahlen - Zahlenpyramiden
3	SINUS	4	Zahlen - Bruchrechnung mit Tortenstücken
4	SINUS	3	Zahlen - Rechenhäuser
5	SINUS	4	Formen - Knobelaufgabe mit Streichhölzern
6	SINUS	1+2	Zahlen - Hufeisenmenge für Pferde berechnen
7	SINUS	3	Zahlen - Zielrechnen
8	SINUS	1	Formen - Ein Quadrat zerlegen
9	SINUS	1	Zahlen - Würfelspiele
10	SINUS	4	Zahlen - Quadratzahlen
11	SINUS	4	Zahlen - Zahlenquadrat erstellen
12	SINUS	1+2	Zahlen - Arbeiten mit einem Zahlenstrahl
13	SINUS	2	Zahlen - Anwendung versch. Forschermittel
14	SINUS	2	Zahlen - Arbeiten mit einem Zahlenstrahl
15	SINUS	4	Zahlen - Was kosten die Blumen für ein Fest?
16	SINUS	1	Zahlen - Spiegelzauberaufgaben
17	SINUS	2	Formen -Muster
18	SINUS	1	Zahlen - Preise berechnen
19	SINUS	3	Zahlen - Blitzrechnen
20	SINUS	2	Zahlen - Zahlenhäuser

21	SINUS	4	Formen - Muster gestalten
22	KG	1	Formen - Baupläne schreiben
23	KG	2	Zahlen - Legeaufgaben
24	KG	1	Formen - Figuren legen
25	KG	1	Zahlen - Tauschaufgaben
26	KG	1	Zahlen - Zählen von Gegenständen
27	KG	3	Zahlen - schriftliche Subtraktion
28	KG	1	Formen – Dreiecke
29	KG	2	Zahlen – Maßeinheiten
30	KG	2	Zahlen - Addieren und Multiplizieren

5.3 Methode

Für die Analysen der Unterrichtsaufzeichnungen wurde ein Kategoriensystem zur Erfassung prozessbezogener Kompetenzen in videographierten Mathematikstunden in Grundschulklassen entwickelt, das die Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen in das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen erfasst (Menk, Dalehefte, Niedermeyer & Köller, in Vorb.). Während niedrig-inferente Beobachtungsverfahren eine präzise Beschreibung des Unterrichtsgeschehens (beispielsweise in 10 Sekunden Intervallen) erlauben (Hugener, Rakoczy, Pauli & Reusser, 2006), weisen hoch-inferente Verfahren, die sich auf größere Zeitabschnitte beziehen und einen größeren Interpretationsspielraum bei der Videoanalyse haben, oft stärkere Zusammenhänge zu schulischen Erfolgs- und Entwicklungskriterien auf (Clausen, Reusser & Klieme, 2003). Da mit Hilfe des dieser Untersuchung zugrundeliegenden Kategoriensystems ein Indikator für das zeitliche Ausmaß der prozessbezogenen Kompetenzen in den Instrukionsphasen im Unterricht ermittelt werden sollte und der Fokus auf die konkrete Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen gerichtet war, war es naheliegend, ein niedrig-inferentes Kategoriensystem für die Untersuchung zu wählen.

Das disjunkte, niedrig-inferente Kategoriensystem zur Erfassung von prozessbezogenen Kompetenzen in aufgabenbezogenen Instruktionen im Mathematikunterricht (Abb. 1) wurde anhand einer Pilotstichprobe entwickelt und erprobt (Menk et al., in Vorb.).

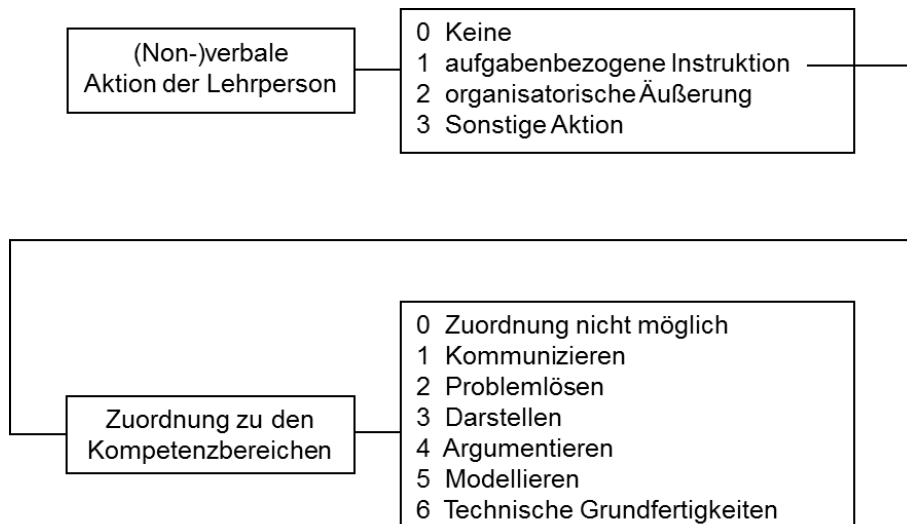


Abb. 2: Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen in den aufgabenbezogenen Instruktionen von Lehrpersonen im Mathematikunterricht der Grundschule.

Die Erstellung des Manuals verlief analog zu Verfahren in anderen Videostudien (Jacobs, Kawanaka & Stigler, 1999; Seidel, 2003) nach einem zyklischen Verfahren in mehreren Schleifen. Es basiert inhaltlich auf Beschreibungen der prozessbezogenen Kompetenzen in den Bildungsstandards und Handbüchern zur Umsetzung der Bildungsstandards Mathematik in der Primar- und Sekundarstufe I (Blum, Drücke-Noe, Hartung & Köller, 2006; Walther, van Den Heuvel-Panhuizen, Granzer & Köller, 2011). In Zusammenarbeit mit fachlichen und fachdidaktischen Expertinnen wurden die Beschreibungen konkretisiert und in kodierbare Kategorien umgewandelt. Die Unterrichtsvideos der Pilotstichprobe wurden anschließend mit Hilfe des Kategoriensystems in 30-Sekunden-Intervallen von zwei Personen unabhängig kodiert und besprochen, bis eine zufriedenstellende Beobachterübereinstimmung (Seidel, 2003b) zwischen zwei Personen erzielt wurde (Cohens $\kappa > .75$).

Nach Kodierung von ca. 30% (1094 Intervalle) der Regelstichprobe wurde die Beobachterübereinstimmung erneut berechnet. Aufgrund der guten Übereinstimmung (Cohens Kappa von .81 für die Kodierung der Kompetenzbereiche (7 Kategorien) und .89 für

die Kodierung der Aktionen der Lehrperson (4 Kategorien)), wurden die weiteren Stunden anschließend von einer Person in ca. 70 Arbeitsstunden kodiert.

Um Unterschiede zwischen Lehrpersonen der Kontrollgruppe und den an SINUS an Grundschulen teilnehmenden Lehrpersonen aufzeigen zu können, wurden Unterrichtsaufzeichnungen der SINUS-Lehrpersonen mit Aufzeichnungen der Kontrollgruppe verglichen. Aufgrund der Stichprobengröße und der Verletzung des Kriteriums einer Normalverteilungsannahme wurde dafür ein non-parametrisches Verfahren für unabhängige Stichproben (Mann-Whitney-Test) gewählt.

6. Ergebnisse

Im Folgenden wird zunächst auf Befunde in der Gesamtstichprobe eingegangen, um zu prüfen, inwieweit diese mit Befunden früherer Untersuchungen übereinstimmen. Danach wird der Frage nach Unterschieden in der Implementierung prozessbezogener Kompetenzen im Unterricht der SINUS- und der Kontrollgruppe nachgegangen.

6.1 Zeitliche Anteile an Unterricht, Instruktionen und Kompetenzbereichen der Gesamtstichprobe

6.1.1 Unterrichtszeit und Zeit an aufgabenbezogenen Instruktionen

Für die videographierten Stunden gab es keine zeitlichen Vorgaben für die Lehrpersonen. So ergab sich für die Gesamtstichprobe eine durchschnittliche Unterrichtszeit von fast einer ganzen Stunde ($M=57.20$; $SD=13.76$; Angaben in Minuten). Die verbalen und nonverbalen Aktionen der Lehrpersonen wurden auf Basis der ersten Ebene des Kodiersystems (Abb. 1) in aufgabenbezogene Instruktionen, organisatorische Äußerungen und sonstige Aktionen kodiert. Aufgabenbezogene Instruktionen kamen dabei in 71.36 Prozent der durchschnittlichen Unterrichtszeit vor ($M=40.82$; $SD=12.04$; Angaben in Minuten).

6.1.2 Prozessbezogene Kompetenzen

Die als aufgabenbezogene Instruktionen kodierten Aktionen der Lehrpersonen wurden mit Hilfe der zweiten Ebene des Kodiersystems den sechs prozessbezogenen Kompetenzen zugeordnet. Um zu prüfen, in welchem Grad prozessbezogene Kompetenzen in der Gesamtstichprobe durch die Lehrkraft initiiert werden, wurden die Kodierungen in Minuten der Unterrichtszeit ermittelt.

Tabelle 2 zeigt deskriptive Befunde, die für die Gesamtstichprobe darstellen, wie viele Minuten auf die Instruktion der einzelnen Kompetenzbereiche verwendet werden. Mit durchschnittlich knapp 17 Minuten ($M=16.80$; $SD=5.52$) nimmt die Kompetenz „Kommunizieren“ den mit Abstand größten Anteil ein. Das entspricht 41% der durchschnittlichen Zeit für aufgabenbezogene Instruktionen. Für den Kompetenzbereich „Technische Grundfertigkeiten“ zeigen die Mittelwerte ($M=5.30$ Minuten, $SD=4.94$), dass dieser Kompetenzbereich in den Instruktionen der Lehrpersonen am zweithäufigsten kodiert wurde. Das entspricht 13% der Zeit für aufgabenbezogene Instruktionen. In weniger großen Abständen folgen „Argumentieren“ ($M=3.81$; $SD=2.93$; 9% der Zeit für aufgabenbezogene Instruktionen) und „Darstellen“ ($M=3.16$; $SD=4.35$; 8% der aufgabenbezogenen Instruktionszeit). „Problemlösen“ nimmt im Schnitt etwas über 2 Minuten pro Stunde ein ($M=2.13$; $SD=2.65$) und somit 5% der Zeit für aufgabenbezogene Instruktionen, während „Modellieren“ mit durchschnittlich einer Minute ($M=1.05$; $SD=3.41$) in den untersuchten Stunden von allen Kompetenzen am seltensten in den Instruktionen der Lehrpersonen initiiert wurde und lediglich 3% der aufgabenbezogenen Instruktionszeit einnahm.

Tabelle 2

Prozessbezogene Kompetenzen in Minuten (für die Gesamtstichprobe)

	M	Mdn	SD
Technische Grundfertigkeiten	5.30	4.25	4.94
Kommunizieren	16.80	15.75	5.52
Problemlösen	2.13	0.75	2.65
Darstellen	3.16	0.75	4.35
Argumentieren	3.81	2.75	2.93
Modellieren	1.05	0.00	3.41

6.2 Zeitliche Unterschiede zwischen den Stichproben bezogen auf Unterricht, Instruktionen und Kompetenzbereiche

6.2.1 Unterrichtszeit und Zeit aufgabenbezogener Instruktionen

Mit Hilfe eines non-parametrischen Verfahrens (Mann-Whitney-Test) wurde ein Vergleich zwischen den beiden Stichproben durchgeführt. Die durchschnittliche Dauer der videographierten Stunden betrug in der SINUS-Gruppe ca. 58 Minuten (Md=61.50). Die Stunden der Kontrollgruppe dauerten im Mittel ca. 54 Minuten (Md=47.00), $U=77.50$, $Z=-.770$, n.s., $r=-0.14$). Es besteht kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Stundendauer in den beiden Gruppen.

Die Instruktionszeit nahm in den Stunden der SINUS-Gruppe durchschnittlich 43 Minuten (Md=39.00) in Anspruch. In den SINUS-Stunden nehmen die aufgabenbezogenen Instruktionsphasen damit einen signifikant größeren Anteil der Stunde ein als in der Kontrollgruppe (Md=29.50, $U=48.50$, $Z=-2.083$, $p=.04$, $r=-0.38$.)

6.2.2 Prozessbezogene Kompetenzen

Tabelle 3 zeigt auf, dass der Kompetenzbereich „Technische Grundfertigkeiten“ in der Kontrollgruppe (Md=4.50) etwas häufiger angesprochen wurde als in der SINUS-Gruppe (Md=4.00), $U=85.50$, $Z=-.408$, n.s., $r=.07$. „Modellieren“ hatte in beiden Gruppen einen

Median von 0.00 ($U=88.00$, $Z=-.453$, n.s., $r=.08$). Alle anderen Kompetenzbereiche wurden von den SINUS-Lehrpersonen häufiger als von den Lehrpersonen der Kontrollgruppe angesprochen, allerdings ist dieser Unterschied nur für die Kompetenzbereiche „Argumentieren“ und „Problemlösen“ signifikant, in welchen mittlere bis starke Effekte erzielt wurden (Argumentieren: $U=38.50$, $Z=-2.544$, $p=.01$, $r=.46$; Problemlösen: $U=48.00$, $Z=-2.224$, $p=.03$, $r=.41$).

Tabelle 3

Vergleich der Dauer der Instruktionen (Md) mit Zuordnung zu den Kompetenzbereichen über beide Stichproben hinweg (N=30) mittels Mann-Whitney-Test für unabhängige Stichproben

	SINUS	KG	U	Z	p	r
	Md	Md				
Techn. Grundfertigkeiten	4.00	4.50	85.50	-.408	.683	.07
Kommunizieren	16.00	12.00	57.50	-1.677	.093	.31
Problemlösen	2.00	0.00	48.00	-2.224	.026	.41
Darstellen	1.00	0.50	89.50	-.234	.815	.04
Argumentieren	4.00	1.50	38.50	-2.544	.011	.46
Modellieren	0.00	0.00	88.00	-.453	.651	.08

Da in der Kontrollgruppe lediglich erste bis dritte Klassen vertreten waren, wurden aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit für eine weitere Berechnung die vierten Klassen (sechs) aus der SINUS-Stichprobe exkludiert (Tabelle 4). Unter dieser Voraussetzung wird einzig der Kompetenzbereich „Argumentieren“ signifikant häufiger und mit starkem Effekt in der SINUS-Stichprobe angesprochen ($Md_{SINUS}=5,00$, $Md_{KG}=1,50$, $U=22,00$, $Z=-2,723$, $p=.01$, $r=.50$). In der Tendenz bleibt jedoch das Bild eines stärkeren Fokus der SINUS-Stunden auf die aufgabenbezogene Instruktion erhalten.

Tabelle 4

Vergleich der Dauer der Instruktionen (Md) mit Zuordnung zu den Kompetenzbereichen ohne vierte Klassen über beide Stichproben hinweg (N=24) mittels Mann-Whitney-Test für unabhängige Stichproben

	SINUS Md	KG Md	U	Z	p	r
Techn. Grundfertigkeiten	4.00	4.50	60.00	-.448	.654	.02
Kommunizieren	16.00	12.00	43.00	-1.466	.143	.06
Problemlösen	1.00	0.00	44.50	-1.533	.125	.06
Darstellen	0.50	0.50	62.50	-.310	.757	.01
Argumentieren	5.00	1.50	22.00	-2.723	.006	.50
Modellieren	0.00	0.00	62.00	-.505	.614	.02

7. Diskussion

Die Bildungsstandards wurden im Jahre 2005 eingeführt. Ein damit einhergehendes Ziel war es, dass die Lehrkräfte die darin angesprochenen Kompetenzen im Unterricht fördern sollten. Aus der Implementationsforschung ist bekannt, dass Innovationen Zeit brauchen, um sich in den Unterricht zu etablieren (Gräsel & Parchmann, 2004). Die vorliegende Videostudie wurde mit dem Ziel durchgeführt, mehr über die Implementation der Bildungsstandards (und speziell über die prozessbezogenen Kompetenzen) im Unterricht zu erfahren. Zusätzlich wurde möglichen Effekten der Maßnahmen zur Unterstützung der Lehrpersonen bei der Implementation der Bildungsstandards im Lehrerprofessionalisierungsprogramm SINUS an Grundschulen nachgegangen.

Die Befunde zu den prozessbezogenen Kompetenzen in der Gesamtstichprobe decken sich mit den Befunden anderer Studien, die vermuten ließen, dass einige der prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht nahezu nicht vorkommen (Neubrand, 2002; Jordan et al., 2008). Die Analysen deutscher, japanischer und US-amerikanischer Unterrichtsvideos aus der TIMSS-Videostudie zeigten beispielsweise auf, dass in den untersuchten Stunden kaum Modellierungsaufgaben vorkamen, so dass die deutschen Schülerinnen und Schüler im Vergleich zu den Schülerinnen und Schülern der anderen beiden Länder die wenigsten

Gelegenheiten hatten, den Umgang mit Modellierungsaufgaben zu üben (Neubrand, 2002). Ähnliches zeigte sich auch in den untersuchten Unterrichtsstunden dieser Studie. Die Kompetenz „Modellieren“ wurde mit durchschnittlich nur knapp über einer Minute am seltensten angesprochen, so dass den Schülerinnen und Schülern in den untersuchten Stunden kaum Gelegenheiten gegeben waren, diese komplexe prozessbezogene Kompetenz zu entwickeln. Auch die Kompetenz „Darstellen“ wurde im Schnitt nur ca. 3 Minuten angesprochen, was Befunde aus der COACTIV-Studie unterstreicht, die bei Untersuchungen der von ihnen untersuchten Aufgaben aus neunten und zehnten Klassen feststellten, dass „Modellieren“ und „Darstellen“ nur auf sehr niedrigem Niveau angeregt werden (Kunter et al., 2011). Auch „Argumentieren“ wurde in den untersuchten Aufgaben nahezu überhaupt nicht gefördert. In der vorliegenden Studie nahmen die Kompetenz „Argumentieren“ anregende Instruktionen im Mittel knapp vier Minuten ein.

Im Hinblick auf Stichprobenunterschiede zeigen die deskriptiven Befunde, dass die aufgabenbezogene Instruktionszeit in der SINUS-Stichprobe trotz nicht signifikantem Unterschied in der Dauer der einzelnen Stunden im Vergleich mit der Kontrollgruppe einen signifikant größeren Teil der Unterrichtszeit in Anspruch nimmt. Im Hinblick darauf, dass ein hoher Anteil an Instruktionszeit in engem Zusammenhang zum Lernerfolg steht (Seidel, 2003a), ist dies ein sehr positiv zu bewertendes Ergebnis. Eine mögliche Erklärung für diesen Unterschied wäre, dass die SINUS-Fortbildungen zu den prozessbezogenen Kompetenzen die Lehrkräfte zur Umsetzung dieser Maßnahmen in den Unterricht angeregt haben könnten. Im Detail betrachtet zeigt sich sogar, dass „Argumentieren“ und „Problemlösen“ von SINUS-Lehrpersonen in ihren Instruktionen signifikant häufiger im Vergleich zur Kontrollgruppe angesprochen und somit gefördert werden. Auch im Kompetenzbereich „Kommunizieren“ zeigt sich eine Tendenz ($p < .10$), dass diese Kompetenzen durch die SINUS-Lehrpersonen stärker gefördert werden. Nach Kontrolle der Klassenstufe bleibt in der Tendenz eine Verteilung der Kompetenzen zugunsten von SINUS bestehen, was möglicherweise auf einen ersten kleinen Implementierungserfolg der prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards hindeutet.

Durch die verhältnismäßig kleine Stichprobe müssen die gewonnenen Erkenntnisse natürlich vorsichtig interpretiert werden. Zur geringen Größe der Stichprobe kommen als weitere Einschränkung die nicht standardisierten Unterrichtsinhalte hinzu. Während die Aufnahmen selbstverständlich nach standardisierten Richtlinien (Seidel et al., 2003) erfolgten, wurde hierauf bei den Unterrichtsinhalten bewusst verzichtet. Durch die Vorgabe von standardisierten Inhalten hätte die Gefahr bestanden, SINUS-spezifische Merkmale im unterrichtlichen Handeln der Lehrpersonen zu verlieren. Auch die ungleiche Verteilung auf die einzelnen Klassenstufen in den beiden Stichproben stellt ein methodisches Problem dar. In den zusätzlichen Analysen ohne die vierten Klassen (die nur in der SINUS-Stichprobe vorkamen), wurde der im Gesamtvergleich signifikant häufiger angesprochene Kompetenzbereich „Problemlösen“ in der SINUS-Stichprobe nicht mehr signifikant häufiger angesprochen, die Tendenz blieb aber sowohl in diesem, als auch anderen Kompetenzbereichen gleich.

Als weitere Einschränkung könnte gekennzeichnet werden, dass pro kodiertem Intervall jeweils nur ein (dominierender) Kompetenzbereich erfasst wurde. Durch die kurze Taktung der Intervalle in 30 Sekunden Einheiten war es jedoch gut möglich, gegebenenfalls auch mehrere dominierende Kompetenzen in den meist deutlich längeren Instrukionsphasen zu erfassen. Auch Roppelt und Reiss (2012) betonen, dass sich die prozessbezogenen Kompetenzen zwar schwieriger operationalisieren lassen als die inhaltsbezogenen Kompetenzen, dass die Erfassung der dominierenden bzw. schwerpunktmäßig angesprochenen Kompetenz jedoch eine geeignete Möglichkeit zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen ist.

In großen Schulleistungsstudien wie auch der IQB-Ländervergleichsstudie ist eine Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen durch Testaufgaben aufgrund der geforderten Objektivität und des geforderten geringen Zeitaufwands in der Umsetzung kaum bzw. nur sehr eingeschränkt möglich (Link, 2006). Vielmehr erfolgt eine Erfassung der Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler in den inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen, welche auch separat erfasst werden (Roppelt & Reiss, 2012). Da die spezifische Messung der prozessbezogenen Kompetenzen jedoch besonders wünschenswert wäre, da diese Kompetenzen eine Schlüsselrolle im Mathematikunterricht einnehmen (Walther, Granzer & van den Heuvel-

Panhuizen, 2009; Roppelt & Reiss, 2012) konnte mit dieser Videostudie ein erster Beitrag zur Evaluation der Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen geleistet werden.

Die Befunde können insgesamt als Hinweis darauf gedeutet werden, dass die Lehrpersonen durch ihre Teilnahme an SINUS an Grundschulen für die Implementation der Bildungsstandards sensibilisiert wurden. Wenn der Unterschied auf die Professionalisierungsmaßnahme zurückgeführt werden könnte, würde dies zeigen, dass eine Förderung dieser Kompetenzen gut möglich ist. Die Ergebnisse bekräftigen den weitest gehenden Konsens darüber, dass Implementationen im Bildungswesen durch Maßnahmen, die die Lehrpersonen bei dieser Aufgabe unterstützen, begleitet werden sollten (Blum, 2006; Gräsel & Parchmann, 2004; Köller, 2010) und dass dies einen positiven Einfluss auf das Gelingen eines Implementationsprozesses haben kann. Nichtsdestotrotz zeigen die Befunde, dass die Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen bei weitem nicht vollständig erfolgt ist und im Hinblick auf das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen weiterer Unterstützungsbedarf besteht.

Während bereits viele Beispiele zur Förderung der inhaltsbezogenen Kompetenzen in Aufgabenform für Lehrpersonen vorliegen, stellt der Transfer der prozessbezogenen Kompetenzen in die Unterrichtspraxis offensichtlich noch eine Hürde dar. Lehrpersonen brauchen Unterstützung, um die prozessbezogenen Kompetenzen zu fördern und gezielt in den Unterricht einzubinden (BMBF, 2003). Auch hier können Unterrichtsaufzeichnungen die Lehrpersonen bei der Reflektion über die Förderung prozessbezogener Kompetenzen im Unterricht unterstützen.

Literatur

- Blum, W. (2006). Einführung. In W. Blum, C. Drücke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenspiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungen* (pp. 14–32). Berlin: Cornelsen SCIP TOR.
- Blum, W., Drücke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Eds.). (2006). *Bildungsstandards Mathematik: konkret: Sekundarstufe I: Aufgabenspiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungen*. Berlin: Cornelsen SCIP TOR.
- Böhme, K., Richter, D., Stanat, P., Pant, H. A. & Köller, O. (2012). Die länderübergreifenden Bildungsstandards in Deutschland. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Clausen, M., Reusser, K. & Klieme, E. (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hoch-inferenter Unterrichtsbeurteilung: Ein Vergleich zwischen Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz. *Unterrichtswissenschaften*, 31(2), 122–141.
- Dalehefte, I. M. & Kobarg, M. (2013). *Aus Unterrichtsbeobachtungen lernen: Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen*. IPN, Leibniz-Inst. für die Pädagogik der Naturwiss. an der Univ. Kiel.
- Demuth, R., Walther, G. & Prenzel, M. (2011). *Unterricht entwickeln mit SINUS: 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule*. Retrieved from <http://www.amazon.de/Unterricht-entwickeln-mit-SINUS-Sachunterricht/dp/3780010917>
- Desimone, L. M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199. doi:10.3102/0013189X08331140
- Fischer, C., Döring, B., Rieck, K., Trepke, F., Dalehefte, I. M., Menk, M. & Köller, O. (2014). *Abschlussbericht: Berichterstattung des Programms SINUS an Grundschulen*. Retrieved from [http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS an Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf](http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS_an_Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf)

- Fischer, C., Kobarg, M., Dalehefte, I. M. & Trepke, F. (2013). Ein Unterrichtsentwicklungsprogramm wissenschaftlich begleiten. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 60(1), 26–31. doi:10.2378/peu2013.art02d
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214. Retrieved from http://www.pedocs.de/volltexte/2013/5813/pdf/UntWiss_2004_3_Graesel_Parchmann_Implementationsforschung.pdf
- Helmke, A. (2010). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (1. Aufl.). Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Hill, H. C., Beisiegel, M. & Jacob, R. (2013). Professional Development Research: Consensus, Crossroads, and Challenges. *Educational Researcher*, 42(9), 476–487. doi:10.3102/0013189X13512674
- Hungener, Isabelle, Rakoczy, Katrin, Pauli, C. & Reusser, K. (2006). Videobasierte Unterrichtsforschung: Integration verschiedener Methoden der Videoanalyse für eine differenzierte Sicht auf Lehr-Lernprozesse. In Rahm, Sibylle; Mammes, Ingelore & M. Schratz (Eds.), *Schulpädagogische Forschung. Unterrichtsforschung. Perspektiven innovativer Ansätze* (Vol. 1, pp. 41–53). Innsbruck: Studien Verlag.
- Jacobs, J. K., Kawanaka, T. & Stigler, J. W. (1999). Integrating qualitative and quantitative approaches to the analysis of video data on classroom teaching. *International Journal of Educational Research*, 31(8), 717–724. doi:10.1016/S0883-0355(99)00036-1
- Janik, T. & Seidel, T. (Eds.). (2009). *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Jodan, A., Krauss, S., Löwen, K., Blum, W., Neubrand, M., Brunner, M., . . . Baumert, J. (2008). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Zeugnisse des kognitiven Aktivierungspotentials im deutschen Mathematikunterricht. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(2), 83–107.
- Kirkpatrick, D. L. & Kirkpatrick, J. D. (2010). *Evaluating training programs: The four levels* (3rd ed., ReadHowYouWant ed.). [Sydney, NSW, Australia], San Francisco, CA: ReadHowYouWant.com; Berrett-Koehler Publishers.

- Klieme, E. (2004). Begründung, Implementation und Wirkung von Bildungsstandards: Aktuelle Diskussionslinien und empirische Befunde.: Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(5), 625–634.
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss*. München.
- Köller, O. (2010). Bildungsstandards. In R. Tippelt & B. Schmidt (Eds.), *Handbuch Bildungsforschung* (3rd ed., pp. 529–548). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Köller, O. (2012). Einleitung. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten. Strategien und Methoden* (pp. 9–14). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Kultusministerkonferenz. (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich: Beschluss vom 15.10.2004*. Retrieved from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Eds.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Link, M. (2006). *Zur Einordnung der Ergebnisse von Vergleichsarbeiten*. Dortmund.
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie*. Freie Univ., Diss.--Berlin, 1999. *Texte zur mathematischen Forschung und Lehre: Vol. 19*. Hildesheim: Franzbecker.
- 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, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Eds.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (pp. 115–132). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Neubrand, M. & Klieme, E. (2002). *Mathematische Grundbildung*. In J. Baumert, C. Artelt, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, . . . M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich* (pp. 95–128). Opladen: Leske + Budrich.

- Prenzel, M. & Fischer, C. (2009). Skizze für ein länderübergreifendes Anschlussvorhaben: SINUS an Grundschulen. Kiel.
- Roppelt, A. & Reiss, K. (2012). Beschreibung der im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011 (pp. 34–48). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Seidel, T. (2003a). Lehr-Lernskripts im Unterricht: freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse - eine Videostudie im Physikunterricht. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Vol. 35. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Seidel, T. (2003b). Videobasierte Kodierverfahren in der IPN Videostudie Physik - ein methodischer Überblick. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Eds.), Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht" (pp. 99–111). Kiel.
- Seidel, T., Dalehefte, I. M. & Meyer, L. (2003). Aufzeichnen von Physikunterricht. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Eds.), Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht" (pp. 47–75). Kiel.
- Selter, C., Walther, G., Wessel, J. & Wendt, H. (2012). Mathematische Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Eds.), TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Trepke, F. (2014). Dokumentierte Entwicklungsprozesse-Dokumentieren und Reflektieren als Beitrag zur professionellen Weiterentwicklung von Grundschullehrkräften in SINUS an Grundschulen (Doctoral dissertation, Kiel, Christian-Albrechts-Universität, Diss., 2014).
- Trepke, F. & Fischer, C. (2012). Was Dokumentationen von Lehrkräften über ihren Professionsentwicklungsprozess erkennen lassen - am Beispiel des Programms SINUS an Grundschulen. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.),

Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten. Strategien und Methoden (pp. 163–179). Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Walther, G., Doering, B. & Fischer, C. (2013). Aufgabenauswahl, -analyse und -variation. Welche kompetenzfördernden Merkmale von Mathematikaufgaben nutzen Lehrkräfte in einem Professionalisierungsprogramm an Grundschulen?

Walther, G., Selter, C. & Neubrand, J. (2008). Die Bildungsstandards Mathematik. In G. Walther, M. van Den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen* (pp. 16–41). Berlin: Cornelsen, SCIP TOR.

Walther, G., van Den Heuvel-Panhuizen, M., Granzer, D. & Köller, O. (Eds.). (2008). *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen*. Berlin: Cornelsen, SCIP TOR.

Walther, G., van Den Heuvel-Panhuizen, M., Granzer, D. & Köller, O. (2011). *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret* (5.th ed.). Berlin: Cornelsen. Retrieved from <http://dnb.ddb.de>

Winkelmann, H., Robitzsch, A., Stanat, P. & Köller, O. (2012). Mathematische Kompetenzen in der Grundschule. *Diagnostica*, 58(1), 15–30. doi:10.1026/0012-1924/a000061

Marleen Menk, Helene Wagner, Nicole Haag, Inger Marie Dalehefte & Olaf Köller

Beitrag 3

Mathematikleistungen von Schülerinnen und Schülern in SINUS an Grundschulen auf dem Prüfstand – Wie schneiden sie im Ländervergleich 2011 ab?

1. Einleitung

Seit der empirischen Wende, die insbesondere durch die unbefriedigenden Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler in internationalen Vergleichsstudien (beispielsweise in der Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) und dem Programme for International Student Assessment (PISA)) ausgelöst wurde, ist die Beobachtung des Bildungssystems unter einer ergebnisorientierten Perspektive immer wichtiger geworden (Drechsel, Prenzel & Seidel, 2015). Die Einführung von Bildungsstandards und damit einhergehend ländergemeinsamen Vergleichsstudien sind als unmittelbare Folgen dieser Entwicklungen im deutschen Bildungssystem erfolgt (KMK, 2005). Somit ist der Output, im Sinne der Erträge von Bildungssystemen, im Rahmen von Schulleistungstudien zum entscheidenden Bezugspunkt für die Beurteilung, Verbesserung und Weiterentwicklung des Schulsystems geworden (Drechsel, Prenzel & Seidel, 2015). Die Vergleichsstudien dienen dem Zweck des Monitorings (BMBF, 2003), welches es ermöglicht, den Ertrag der eingeführten Maßnahmen zu evaluieren und somit Auskunft über die erreichte Qualität zu erhalten. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse tragen auf diese Weise zur Steuerung des Bildungssystems bei.

Eine Implementation von Neuerungen, wie die der Bildungsstandards, erfordert gezielte Veränderungen auf mehreren Ebenen des Bildungssystems sowie eine Unterstützung der Lehrpersonen, da die Bildungsstandards in Lehrplänen, Schulbüchern sowie im Unterricht einen Platz finden müssen (Klieme et al., 2003; Köller, 2009). Die Implementationsforschung zeigte auf, dass die Implementation von Neuerungen ein mühsamer Prozess sein kann, der ein Umdenken auf allen Ebenen des Schulsystems erfordert (Gräsel & Parchmann, 2004). Vor

diesem Hintergrund wurde im Lehrerprofessionalisierungs- und Unterrichtsentwicklungsprogramm SINUS an Grundschulen beschlossen, die Implementierung der Bildungsstandards für das Ende der 4. Jahrgangsstufe als einen von fünf Programmschwerpunkten aufzunehmen (Fischer et al., 2014). Um möglichen Effekten der SINUS-Intervention nachgehen zu können, nahmen ausgewählte und etablierte SINUS-Schulen am Ländervergleich des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) im Jahr 2011 im Fach Mathematik teil (vgl. Stanat, Pant, Böhme & Richter, 2012). Im Folgenden werden die Charakteristiken des Programms SINUS an Grundschulen und dessen Maßnahmen zur Implementierung des Schwerpunkts „Umsetzung der Bildungsstandards in Mathematik“ sowie seine wissenschaftliche Begleitforschung dargestellt, bevor auf den Ländervergleich und auf spezifische Merkmale und Befunde der Bildungsstandards im Fach Mathematik eingegangen wird. Daran anschließend werden die Forschungsfragen dargestellt, bevor die Ergebnisse dieser Studie präsentiert und vor dem Hintergrund ihrer Relevanz für zukünftige Unterrichtsentwicklungsprogramme sowie Maßnahmen zur Implementation der Bildungsstandards diskutiert werden.

2. SINUS an Grundschulen - Professionalisierung von Lehrkräften und Weiterentwicklung des Unterrichts

Die Wurzeln des Programms SINUS an Grundschulen gehen zurück auf das erste Modellversuchsprogramm SINUS zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, das 1998 aufgrund der wenig überzeugenden Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler in TIMSS 1995 (die sich später auch in der PISA-Studie zeigten) in die Wege geleitet wurde und das zum Ziel hatte, die Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verbessern (Prenzel, Carstensen, Senkbeil, Obermeier & Seidel, 2005). Aufgrund der hohen Akzeptanz und des vielversprechenden Ansatzes wurden insgesamt vier Programme, zwei in der Sekundarstufe I und zwei in der Grundschule, durchgeführt. Das letzte Programm, SINUS an Grundschulen, wurde von 2009 bis 2013 bundesweit durchgeführt, weiterhin mit dem Ziel, den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht der Grundschule zu verbessern. Neu an SINUS an Grundschulen war der zusätzlich eingeführte Schwerpunkt zur Implementation der Bildungsstandards.

2.1 SINUS an Grundschulen

Getragen wurde SINUS an Grundschulen von der Überzeugung, dass es hilfreich ist, Professionalisierungsmaßnahmen vom Fach aus zu gestalten und dabei sowohl das fachliche als auch das fachdidaktische Wissen zu fördern (Dalehefte et al., 2015). Dies geht auf Befunde zurück, die das fachdidaktische Wissen in Verbindung mit dem Fachwissen als zentral für die kognitive Aktivierung der Schülerinnen und Schüler herausstellten (Baumert et al., 2010). Auch weitere Merkmale von SINUS an Grundschulen weisen Parallelen zu Empfehlungen für Lehrerprofessionalisierungsprogramme auf (Garet, Porter, Desimone, Birman & Yoon, 2001): So lässt sich beispielsweise die lange Laufzeit des Programms durch die Annahme begründen, dass die Chance, wonach das Gelernte von den Lehrpersonen in den Unterricht transferiert wird und sich so positiv auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler auswirkt, umso größer ist, je länger und nachhaltiger ein Fortbildungsprogramm angelegt ist und je mehr Zeit die Lehrpersonen in die Teilnahme am Programm investiert haben. Auch der Fokus auf kollegiale Kooperation, der ebenfalls oft als Erfolgsfaktor hervorgehoben wird, war eines der zentralen Merkmale von SINUS an Grundschulen. Es war Teil des Programmkonzepts, dass sich Lehrpersonen untereinander vernetzten und so in Kooperation mit ihren Kolleginnen und Kollegen ihren Unterricht weiterentwickelten (Trepke & Fischer, 2012). Abschließend sei die Unterstützung der Zusammenarbeit von Schulpraxis, Fachdidaktik und Bildungsforschung durch SINUS an Grundschulen (Fischer et al., 2014) aufgeführt.

Grundlage der inhaltlichen Arbeit der Lehrpersonen in SINUS an Grundschulen waren 10 Module und 5 Schwerpunkte (siehe Abbildung 1), die sich allesamt mit empirisch belegten Problembereichen des Grundschulunterrichts befassten (Demuth, Walther & Prenzel, 2011; Prenzel & Fischer, 2009). In den Modulen wurden Inhalte der Bildungsstandards immer wieder aufgegriffen und deren Implementation durch fachdidaktische Anregungen zur Weiterentwicklung des Unterrichts im Sinne der Bildungsstandards gefördert. So liefern die Module beispielsweise Anregungen zur Analyse und Entwicklung von Aufgaben, die die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler im Sinne der Bildungsstandards fördern sollen, und zeigen auf, wie durch eine inhalts- und prozessbezogene Öffnung des

Mathematikunterrichts die geforderten Kompetenzen der Bildungsstandards erworben werden können (Schipper, 2011; Selter, 2011; Walther, 2011).

Dementsprechend wurde der Schwerpunkt der Umsetzung der Bildungsstandards in Mathematik in SINUS an Grundschulen getragen von der Überzeugung, dass zum Erreichen von Erfolgen durch die Einführung der Bildungsstandards eine Förderung der Implementation sowie Unterstützung der Lehrpersonen bei einer kompetenzorientierten Unterrichtsentwicklung unabdingbar sind (Böhme, Richter, Stanat, Pant & Köller, 2012). So wurde in den Handreichungen des Schwerpunktes zur Umsetzung der Bildungsstandards beispielsweise die Erhebung und Förderung mathematischer Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards thematisiert (Guder, 2012).

2.2 Der Schwerpunkt „Umsetzung der Bildungsstandards in Mathematik“ in SINUS an Grundschulen

Lehrerfortbildungen, Unterrichts- und Schulentwicklungsmaßnahmen sind als hilfreiche Strategien zur Implementation der Bildungsstandards anzusehen (Blum, 2006). SINUS an Grundschulen war das erste große Professionalisierungsprogramm, das dies systematisch und bundesweit in seiner Konzeption für den Grundschulbereich aufgriff. Abbildung 1 zeigt die Module und Programmschwerpunkte von SINUS an Grundschulen.

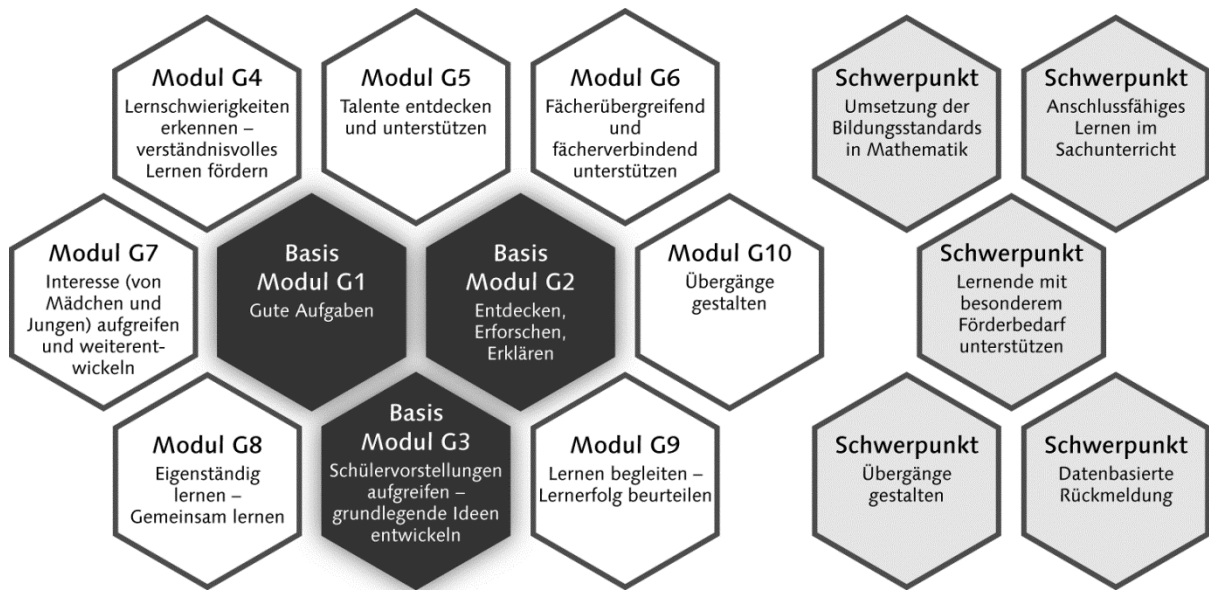


Abb. 1: Module und Schwerpunkte in SINUS an Grundschulen

Zusätzlich zu den Modulen und Handreichungen erhielten die an SINUS an Grundschulen teilnehmenden Lehrpersonen die Möglichkeit, ihren Interessen und Entwicklungsbereichen entsprechend, in regelmäßigen Abständen an Workshops, Vorträgen und zentralen Fortbildungsveranstaltungen, die vom Programmträger ausgerichtet wurden, teilzunehmen. Sowohl in den Programmmaterialien als auch in Fortbildungsveranstaltungen wurden den Lehrpersonen Impulse zur Implementation der Bildungsstandards in ihren Unterricht gegeben. Die Bildungsstandards nahmen von Beginn an eine zentrale Rolle in den Fortbildungsveranstaltungen des Programms ein. Dies zeigt sich auch in der Anzahl der Handreichungen: Mit insgesamt sieben Handreichungen zur Umsetzung der Bildungsstandards wurden in diesem Schwerpunkt mehr Handreichungen als in den anderen Schwerpunkten veröffentlicht (Fischer et al., 2014).

2.2 Die wissenschaftliche Begleitforschung in SINUS an Grundschulen

Ziel der wissenschaftlichen Begleitforschung von SINUS an Grundschulen war es, Wissen über die Programmsteuerung, die Unterrichtsentwicklung sowie die Wirkung des Programms zu

generieren (Fischer, Kobarg, Dalehefte & Trepke, 2013). Aus diesem Grund setzte sich die Begleitforschung aus mehreren Komponenten zusammen und generierte Wissen auf drei Ebenen (Fischer et al., 2013). Betrachtet wurden (1) die Professionalisierung der Lehrpersonen, (2) die Qualität des Unterrichts, sowie (3) die Leistungen der Schülerinnen und Schüler. Da in diesem Artikel der Fokus auf den Kompetenzen der Lernenden liegt, soll an dieser Stelle auf Befunde eingegangen werden, die bereits über die Implementierung der Bildungsstandards und die Kompetenzen der Lernenden in SINUS an Grundschulen vorliegen.

2.3. Befunde zu den Kompetenzen der Lernenden in SINUS an Grundschulen

Ein wichtiger Teil der wissenschaftlichen Begleitforschung war die Teilnahme von SINUS-Schulen an groß angelegten Leistungsstudien, wie der Erhebung von TIMSS 2011 (Dalehefte et al., 2015). Im Vergleich der Leistungen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler mit den Leistungen der Kinder der regulären TIMSS-Stichprobe zeigten sich sowohl im Bereich Mathematik als auch im Bereich Naturwissenschaften auf der Gesamtskala Kompetenzvorsprünge zugunsten der SINUS-Kinder, die einem Kompetenzzuwachs von einem knappen halben Schuljahr entsprachen (Dalehefte et al., 2014; Rieck, Dalehefte & Köller, 2014). Dabei zeigten die SINUS-Schülerinnen und -Schüler in allen Inhalts- und Anforderungsbereichen im Fach Mathematik höhere Kompetenzen als die Schülerinnen und Schüler der TIMSS-Stichprobe (Dalehefte et al., 2015). Die Verteilung der Kinder auf die Kompetenzstufen zeigte einen vergleichsweise geringen Anteil von Schülerinnen und Schülern unterhalb der Kompetenzstufe 3 und einen signifikant höheren Anteil von leistungsstarken Kindern aus SINUS-Klassen (über Kompetenzstufe 3), was auf eine gelungene Förderung sowohl leistungsschwacher als auch leistungsstarker Schülerinnen und Schüler durch SINUS an Grundschulen hinweisen könnte. Einschränkend muss hier allerdings erwähnt werden, dass die Befunde nicht mit Sicherheit auf die Implementation durch SINUS an Grundschulen zurückgeführt werden können, da diese durch die Querschnittserhebung und Störvariablen nicht ausreichend abgesichert sind (Dalehefte et al., 2015).

Ebenfalls im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung von SINUS an Grundschulen wurde eine Videostudie zur Erfassung der prozessbezogenen mathematischen Kompetenzen der Bildungsstandards im Unterricht durchgeführt, in der die Förderung prozessbezogener

Kompetenzen durch Instruktionen von Lehrpersonen ermittelt wurde (Menk, Dalehefte & Köller, in Vorb.). Die Ergebnisse deckten sich mit den Befunden anderer Studien, die vermuten ließen, dass einige der prozessbezogenen Kompetenzen kaum bis überhaupt nicht im deutschen Mathematikunterricht angeregt werden (Neubrand, 2002; Neubrand, Jordan, Krauss, Blum & Löwen, 2011). In der Tendenz zeigte sich jedoch, dass im Unterricht von an SINUS an Grundschulen teilnehmenden Lehrpersonen die prozessbezogenen Kompetenzen häufiger angesprochen wurden als durch Lehrpersonen einer Kontrollgruppe, was als Implementierungserfolg der Bildungsstandards durch SINUS an Grundschulen gedeutet werden könnte (Menk, Dalehefte & Köller, in Vorb.).

Neben TIMSS nahmen die SINUS-Schülerinnen und -Schüler auch am Ländervergleich 2011 in Mathematik teil. Ziel dieser Studie war es herauszufinden, inwieweit sich hier ebenfalls ein höherer Gesamtkompetenzwert und höhere Werte in den einzelnen Inhaltsbereichen zeigen. Zwar wurden sowohl in TIMSS als auch im Ländervergleich Kompetenzen gemessen, jedoch liegen den Studien unterschiedliche Konzeptionen zugrunde: während der Fokus in TIMSS auf das Curriculum ausgerichtet war, ist der Ländervergleichstest kompetenzorientiert und orientiert sich explizit an den Vorgaben der Bildungsstandards für das Ende der 4. Jahrgangsstufe (Drechsel et al., 2015). Ziel dieser Untersuchung ist nun zu prüfen, ob sich trotz der unterschiedlichen Konzeption ähnliche Ergebnisse wie im SINUS-TIMSS-Vergleich im Vergleich der beiden Stichproben SINUS an Grundschulen und Ländervergleich 2011 in den Tests der kompetenzorientierten Ländervergleichsstudie der Bildungsstandards zeigen. Im Folgenden wird zunächst auf die Konzeption der Ländervergleichsstudie der Bildungsstandards eingegangen.

3. Bildungsstandards und Ländervergleiche

Nach dem Beschluss der KMK zur Einführung der Bildungsstandards verpflichteten sich die Länder, die Bildungsstandards in der Lehreraus- und Weiterbildung zu implementieren (Böhme, Richter, Stanat, Pant & Köller, 2012; KMK, 2005; Rabe, 2012). Die empirische Überprüfung des Erreichens der Bildungsstandards ist Teil der Gesamtstrategie der KMK zum Monitoring des deutschen Bildungssystems (KMK, 2006). Das Monitoring ermöglicht es,

Informationen über den Zustand des Bildungssystems zu gewinnen, da die Bildungsergebnisse Auskunft über die erreichte Qualität geben und somit zur Steuerung (indem bspw. Nachverbesserungsbedarf aufgezeigt wird) des Systems genutzt werden können (Böhme et al., 2012; Drechsel, Prenzel & Seidel, 2015). Die zyklische Anlage der Ländervergleichsstudie soll Aussagen darüber ermöglichen, inwieweit der Teil der Schülerinnen und Schüler, die die Bildungsstandards erreichen, in den einzelnen Ländern zu- oder abnimmt. Die vom IQB durchgeführte Ländervergleichsstudie zu den Bildungsstandards nimmt einen zentralen Stellenwert im Bildungsmonitoring ein und ergänzt die Teilnahme deutscher Schülerinnen und Schüler an internationalen Schulleistungstudien wie PISA und TIMSS, da im Jahr 2006 mit Einführung der Gesamtstrategie zum Bildungsmonitoring der Kultusministerkonferenz (Kultusministerkonferenz, 2015) beschlossen wurde, in die internationalen Schulleistungstudien nicht länger Teilstichproben auf Ebene der Bundesländer einzubeziehen, sondern aus diesen Studien nun ausschließlich Ergebnisse für Deutschland insgesamt zu berichten (Böhme et al., 2014). Im Hinblick auf die Evaluation von SINUS an Grundschulen bot die Teilnahme am Ländervergleich 2011 interessante Möglichkeiten, die Leistungen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler zusätzlich zu einem bereits durchgeführten Vergleich mit der TIMSS-Stichprobe mit dem im Ländervergleich ermittelten Bundesdurchschnitt der Leistungen von Viertklässlerinnen und Viertklässlern in Deutschland zu vergleichen. Da die Ländervergleichsstudie auf ländervergleichende Aussagen ausgerichtet ist, war die Stichprobe mit 27081 Schülerinnen und Schülern deutlich größer als die in TIMSS (3995 Schülerinnen und Schüler) (Böhme et al., 2014). Weiterhin ist ein Vergleich der SINUS-Stichprobe mit der Ländervergleichsstichprobe vor dem Hintergrund interessant, dass die Bildungsstandards in Deutschland politisch verbindlich sind, während TIMSS auf fachdidaktisch internationalen, politisch jedoch unverbindlichen Setzungen basiert. Durch die stärker internationale Orientierung in TIMSS wurden lediglich 80% der Testaufgaben als curricular valide in Deutschland eingestuft, was darauf schließen lässt, dass die curriculare Validität in TIMSS weniger stark ausgeprägt ist als im Ländervergleich 2011 (Böhme et al., 2014). Vor dem Hintergrund, dass durch den Ländervergleich die Kompetenzen der Kinder im Hinblick auf die für alle Länder verbindlich definierten Bildungsstandards erfasst werden, könnte der Vergleich der Kompetenzstände der SINUS-Stichprobe mit der Ländervergleichsstichprobe interessante Ergebnisse, auch im Hinblick auf die Rolle von

Unterrichtsentwicklungs- und Lehrerprofessionalisierungsmaßnahmen bei der Implementation von Neuerungen im Bildungssystem (in diesem Fall der Bildungsstandards), liefern.

3.1 Bildungsstandards

Die Bildungsstandards sind somit ein wichtiger Bestandteil eines umfassenden Qualitätssicherungssystems schulischer Bildung (KMK, 2005; Rabe, 2012) und formulieren verbindliche Anforderungen an das Lehren und Lernen in Schulen (Böhme, Richter, Stanat, Pant & Köller, 2012; Klieme et al., 2007; KMK, 2005). Die Bildungsstandards benennen, als erwünschte Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler ausgedrückt, die Ziele des Unterrichts und liefern so eine konkrete Vorlage des durch die Schulen zu erfüllenden Bildungsauftrags. Dies geschieht durch die Formulierung von Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler zum Ende bestimmter Jahrgangsstufen erworben haben sollen (Böhme et al., 2014). Diese Kompetenzen sind so genau formuliert, dass sie sowohl in Aufgabenstellungen umgesetzt werden, als auch prinzipiell durch Tests erfasst werden können (Klieme et al., 2007).

3.2 Mathematische Kompetenzen im Sinne der Bildungsstandards

Im Fach Mathematik beschreiben die Bildungsstandards Kompetenzen, die sich in drei Dimensionen kategorisieren lassen. Hierbei handelt es sich um eine Prozess-, eine Inhalts- und eine Anspruchsdimension (Kultusministerkonferenz, 2005). Die *prozessbezogene Dimension* besteht aus sechs allgemeinen mathematischen Kompetenzen (Kommunizieren, Argumentieren, Darstellen, Problemlösen, Modellieren, technische Grundfertigkeiten), die *inhaltsbezogene Dimension* aus fünf Kompetenzbereichen (Zahlen und Operationen, Raum und Form, Muster und Strukturen, Größen und Messen, Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit). Die *Anforderungsdimension* gliedert sich in drei Bereiche, nach denen der kognitive Anspruch einer Aufgabe eingeordnet werden kann (Reproduzieren, Zusammenhänge herstellen und Verallgemeinern sowie Reflektieren) (Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland 2005b).

Die drei Dimensionen der Bildungsstandards sind untrennbar miteinander verbunden, so dass Aufgaben stets einen Bezug zu allen drei Dimensionen aufweisen (Roppelt & Reiss, 2012). Das bedeutet allerdings auch, dass diese sich nicht trennscharf gegeneinander abgrenzen lassen, was für psychometrische Messungen, die eine auf präzisen Definitionen basierende Operationalisierbarkeit der Kompetenzen erfordern, eine große Herausforderung darstellt (Roppelt & Reiss, 2012). Zudem lassen sich in besonderer Weise die prozessbezogenen Kompetenzen kaum oder nur mit erheblichen Unschärfen durch Leistungstests messen. Aus diesem Grund werden in großen Schulleistungsstudien üblicherweise die inhaltlichen Kompetenzen separat erfasst und in den entsprechenden Publikationen berichtet (Roppelt & Reiss, 2012).

Die mathematischen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler werden im Ländervergleich der Bildungsstandards Mathematik für den Primarbereich in allen Inhaltsbereichen erfasst. In der Berichtlegung des Ländervergleichs 2011 werden analog zum Vorgehen früherer Schulleistungsstudien aus dem Sekundarbereich die Ergebnisse sowohl in Form eines die gesamte Breite der inhaltlichen mathematischen Kompetenzen umfassenden Globalwertes berichtet als auch zusätzlich in einigen Analysen nach inhaltlichen Kompetenzbereichen differenziert dargestellt (Roppelt & Reiss, 2012). Ob eine getrennte Analyse sinnvoll ist oder ob die Betrachtung eines alle inhaltlichen Bereiche umfassenden Globalwertes ausreichend ist, hängt von den Zielen der Untersuchung ab (Roppelt & Reiss, 2012). In der Ergebnisdarstellung des Ländervergleichs 2011 werden nach den Inhaltsbereichen differenzierte Ergebnisse sowohl für die einzelnen Länder (Haag & Roppelt, 2012) als auch im Rahmen einer Studie zu geschlechtsbezogenen Kompetenzunterschieden berichtet (Böhme & Roppelt, 2012). Für die Evaluation von SINUS an Grundschulen ist sowohl ein Vergleich der beiden Stichproben auf der Globalskala, als auch in den einzelnen Inhaltsbereichen sinnvoll, da somit wertvolle Erkenntnisse über die Wirksamkeit des Programms, auch im Hinblick auf die Förderung der einzelnen Inhaltsbereiche, gewonnen werden können, was auch im Hinblick auf zukünftige Unterrichtsentwicklungsprogramme von Interesse sein dürfte.

3.3 Die Ländervergleichsstudie

In bundesweiten Ländervergleichstests wird alle 5 Jahre überprüft, inwieweit die Schülerinnen und Schüler der vierten Klassen die Vorgaben der Bildungsstandards für den Primarbereich erreichen (Böhme et al., 2012). Die Vergleiche erfolgen mithilfe Bildungsstandards-basierter Testverfahren, die es ermöglichen zu erfassen, wie groß die Anteile der Lernenden sind, die die einzelnen Vorgaben bzw. Ziele der Standards erreichen oder verfehlen. Verortet werden die Leistungen der Schülerinnen und Schüler auf Kompetenzstufen, die jeweils für die verschiedenen Fächer entwickelt wurden. Durch die Definition von Mindest-, Regel- und Optimalstandards kann so erfasst werden, wie groß die Anteile der Schülerinnen und Schüler sind, die diese Standards erreichen bzw. verfehlen (Köller, 2009).

Getestet wurden die Kinder in den Bereichen Deutsch und Mathematik. Im Fach Mathematik wurden alle fünf inhaltsbezogenen Kompetenzen überprüft (Zahlen und Operationen, Raum und Form, Muster und Strukturen, Größen und Messen sowie Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit) (Roppelt & Reiss, 2012). Da es im Rahmen dieser Untersuchung ausschließlich um den Vergleich mathematischer Kompetenzen geht, werden nun auch lediglich Ergebnisse im Fach Mathematik dargestellt.

Die Auswertungen der Mathematikleistungen im Ländervergleich 2011 zeigten, dass die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler auf der Globalskala in Bayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Baden-Württemberg signifikant über dem deutschen Mittelwert lagen. Während sechs Länder in der Mittelgruppe sich nicht signifikant vom deutschen Mittelwert unterschieden, lagen Brandenburg, Schleswig-Holstein, Hessen, Hamburg, Bremen und Berlin signifikant unter dem deutschen Mittelwert (Haag & Roppelt, 2012). Für die einzelnen inhaltlichen Kompetenzbereiche zeigte sich ein sehr ähnliches Bild: Während die Kompetenzstände in allen Kompetenzbereichen in Schleswig-Holstein, Hessen und den drei Stadtstaaten ebenfalls signifikant unterhalb des deutschen Mittelwertes liegen, sind die Ergebnisse aus Bayern, Sachsen und Sachsen-Anhalt in vier und in Baden-Württemberg in drei Kompetenzbereichen als deutlich überdurchschnittlich zu bezeichnen. Obwohl kein Land in allen fünf Inhaltsbereichen signifikant über dem deutschen Mittelwert lag, sind diese vier Länder somit als Spitzengruppe zu bezeichnen (Haag & Roppelt, 2012).

In einer zusätzlichen Analyse wurden für jedes Land die Abweichungen der in jedem Kompetenzbereich erzielten mittleren Kompetenzstände vom Landesmittelwert der Globalskala bestimmt, wobei sich allerdings nur wenig ausgeprägte Kompetenzprofile für einzelne Länder (und nicht für Ländergruppen) zeigten, was darauf hinweist, dass die Abweichungen auf länderspezifische Schwerpunkte im Unterricht zurückzuführen sein könnten (Haag & Roppelt, 2012).

4. Forschungsfragen

Eine Monitoringstudie wie der Ländervergleich des IQB liefert zwar Daten über die Entwicklung eines Bildungssystems, untersucht jedoch nicht systematisch die Effekte bestimmter Maßnahmen zur Implementierung der Bildungsstandards. Da im Programm SINUS an Grundschulen explizit auf die Implementation der Bildungsstandards eingegangen wurde, ist es Gegenstand dieser Untersuchung zu prüfen, ob sich Unterschiede in den Kompetenzen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Vergleich mit der Regelstichprobe des Ländervergleichs 2011 zeigen. Dies könnte Hinweise auf eine erfolgreiche Implementation eines kompetenzorientierten Unterrichts durch SINUS an Grundschulen liefern. Im Vergleich der Kompetenzstände beider Stichproben in den inhaltlichen Kompetenzbereichen könnten die Ergebnisse Hinweise auf eine spezielle Förderung einzelner Kompetenzbereiche durch SINUS an Grundschulen zeigen.

Im Hinblick auf die SINUS-Module G4 und G5 wird erwartet, dass sich in den Ergebnissen Hinweise auf eine gelungene Förderung sowohl leistungsstarker als auch leistungsschwächerer Schülerinnen und Schüler in der SINUS-Stichprobe zeigen werden.

Eine Verortung der Lernenden auf den erreichten Kompetenzstufen soll zeigen, welche kriterial definierten Ziele in den SINUS-Schulen in welchem Ausmaß erreicht werden.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- 1.) Zeigt sich ein Kompetenzvorsprung zugunsten der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Hinblick auf die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler im mathematischen Globalwert?
- 2.) Zeigt sich ein Kompetenzvorsprung zugunsten der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Hinblick auf die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler in den inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen?
- 3.) Wie unterscheiden sich die beiden Stichproben im Hinblick auf die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen?

5. Design und Methode

5.1 Konzeption und Durchführung der Erhebung

Die Stichprobenziehung für den IQB-Ländervergleich 2011 erfolgte für jedes Land als Zufallsstichprobe aus allen gemeldeten Schulen. Anschließend wurde in jeder Schule, ebenfalls per Zufallsprinzip, eine vierte Klasse zur Teilnahme an der Untersuchung ausgewählt. Während Privatschulen die Teilnahme ablehnen konnten, war die Teilnahme für alle Schulen in öffentlicher Trägerschaft sowie für deren Schülerinnen und Schüler verbindlich (Richter, Engelbert et al., 2012).

Im Fach Mathematik wurden alle fünf inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche überprüft (Zahlen und Operationen, Raum und Form, Muster und Strukturen, Größen und Messen sowie Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit) (Roppelt & Reiss, 2012). Die eingesetzten Aufgaben entstammten allesamt dem Itempool des IQB, der von erfahrenen Lehrpersonen in Zusammenarbeit mit fachdidaktischen Expertinnen und Experten entwickelt und anschließend in großen nationalen Erhebungen pilotiert und normiert wurde (Richter, Engelbert et al., 2012).

Da die eingesetzten Aufgaben das gesamte Leistungsspektrum von Kindern der vierten Jahrgangsstufe abdecken sollten, wurden sowohl Aufgaben eingesetzt, für deren Lösung Kompetenzen erforderlich sind, die die Schülerinnen und Schüler zum Ende der dritten Klasse

erworben haben sollten, als auch Aufgaben, deren Anforderungen auch am Ende der vierten Klasse noch sehr herausfordernd sind. Durch dieses Vorgehen sollte sichergestellt werden, dass die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern auch am oberen und unteren Ende des Leistungsspektrums in ausreichender Genauigkeit erfasst wurden (Richter, Engelbert et al., 2012).

Die Durchführung der Testungen erfolgte in der Regel an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im Zeitraum zwischen Mai und Juli 2011. Dabei bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler an einem Tag ausschließlich Aufgaben im Fach Deutsch, am anderen Tag ausschließlich Aufgaben im Fach Mathematik. Die Zuordnung der Fächer auf die Testtage erfolgte zufällig. Durchgeführt wurden die Testungen unter hoch standardisierten Bedingungen durch schulexterne Testleiterinnen und Testleiter, die im Vorfeld vom *IEA Data Processing and Research Center* (DPC) geschult wurden (Richter, Engelbert et al., 2012).

5.2 Design und Stichprobe

Am Ländervergleich 2011 nahmen 27081 Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse aus allen 16 Bundesländern teil. Da die Population der Viertklässlerinnen und Viertklässler für jedes Bundesland möglichst genau repräsentiert sein sollte, wurde zunächst mithilfe einer Schulstatistik für die dritte Jahrgangsstufe aus dem vorangegangenen Schuljahr die Zielpopulation präzise bestimmt. Dabei zeigte sich, dass die Anteile von Schülerinnen und Schülern in Förderstufen zwischen den Ländern deutlich variieren. Da es für die Validität des Ländervergleichs erforderlich war, die Zielpopulation einheitlich zu definieren, wurden in den Ländervergleich 2011 nicht nur Regel-, sondern auch Förderschulen einbezogen und dabei sichergestellt, dass Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf in allen Ländern in vergleichbarem Maße repräsentiert waren (Richter, Engelbert et al., 2012). In die für diese Untersuchung vorgenommenen Analysen gingen Daten von 26483 Schülerinnen und Schülern ein. Das durchschnittliche Alter der Kinder der Ländervergleichsstichprobe betrug 10.5 Jahre (SD = 0.5). 50.6% der Kinder waren Jungen, 48.9% Mädchen (für 0.5% der in die Analysen eingegangenen Kinder fehlte die Angabe zum Geschlecht).

Die teilnehmenden Schulen bzw. Klassen der SINUS-Stichprobe wurden analog zur Ländervergleichsstichprobe durch das DPC getestet und mussten zwei wichtige Kriterien erfüllen, um an der Erhebung teilnehmen zu können: Zum einen mussten die Schulen seit mindestens fünf Jahren am SINUS-Programm beteiligt sein und zum anderen war es Voraussetzung, dass die untersuchten vierten Klassen seit mindestens einem Jahr von einer SINUS-Lehrperson unterrichtet wurden (Dalehefte et al. 2015). Insgesamt konnten 80 Klassen aus 78 Schulen in zehn Bundesländern für die Teilnahme an der Testung gewonnen werden. In die Analysen für diesen Beitrag gingen die Daten von 1584 Schülerinnen und Schülern ein. Das durchschnittliche Alter der an SINUS an Grundschulen teilnehmenden Kinder betrug 10.5 Jahre (SD = 0.6). 50.7% der Kinder waren Jungen, 48.9% Mädchen (für 0.4% der in die Analysen eingegangenen Kinder fehlte die Angabe zum Geschlecht). Hinsichtlich des Geschlechts und des Alters der Kinder sind die beiden Stichproben somit in ihrer Zusammensetzung vergleichbar.

Das Vorgehen zur Analyse der Daten ist ausführlich im Bericht zum Ländervergleich 2011 (Stanat, Pant, Böhme & Richter, 2012) von Richter et al. (2012) beschrieben: So wurde zur Skalierung der Testdaten ein Rasch-Modell aus der Familie der probabilistischen Testmodelle herangezogen, bei dem für jedes Item ein Schwierigkeitsparameter geschätzt wurde. Die Kalibrierung erfolgte unter Einbeziehung aller zur Verfügung stehenden Testdaten pro Fach und Kompetenzbereich in eindimensionalen Modellen. Im Anschluss an die Kalibrierung wurden die Personenfähigkeiten als Plausible Values geschätzt. Da die Ziehung der SINUS-Stichprobe nach anderen Kriterien als im Ländervergleich vorgenommen wurde, konnten bei der Berechnung der Plausible Values keine Schülergewichte berücksichtigt werden. Die so ermittelten Personenfähigkeiten wurden, dem üblichen Vorgehen in Schulleistungsstudien entsprechend, für jeden Kompetenzbereich auf eine Skala mit dem Mittelwert 500 und der Standardabweichung 100 transformiert.

Um die Kennwerte der SINUS-Schülerinnen und -Schüler mit den Werten der Ländervergleichsstichprobe vergleichbar zu machen, wurden die Plausible Values für den SINUS-Datensatz sowohl für den Globalwert als auch für die einzelnen inhaltsbezogenen Kompetenzbereiche sowie die Kompetenzstufen identisch zum Vorgehen mit der

Ländervergleichsstichprobe durch das IQB berechnet und auf die Ländervergleichsmetrik transformiert.

Die im Ergebnisteil berichteten Kennwerte basieren auf Plausible Values und wurden mittels inferenzstatistischer Verfahren abgesichert. Es wurden zunächst mittels gängiger deskriptiver Verfahren Mittel- und Prozentwerte berechnet. Anschließend wurde die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen mithilfe eines Homogenitätstests (Chi-Quadrat-Test) auf signifikante Unterschiede zwischen den Stichproben untersucht. Zusätzlich wurden die beiden Stichproben in Hintergrundmerkmalen, die Aufschluss über Schüler-, Lehrer- und Schulmerkmale liefern, kontrolliert.

5.3 Einfluss von Hintergrundmerkmalen

Der Kompetenzerwerb von Schülerinnen und Schülern und damit einhergehend auch ihre Testleistungen werden durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Dazu zählen sowohl Strukturmerkmale des familiären Umfeldes, als auch individuelle Merkmale der Schülerinnen und Schüler, sowie Merkmale auf Schul- und Klassenebene.

Es besteht weitestgehend Konsens, dass herkunftsbedingte Einflüsse zu Disparitäten in Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb führen (Baumert, Watermann & Schümer, 2003; Bos, Lankes, Prenzel, Schwippert & Walther, 2003; Richter, Kuhl & Pant, 2012). Die Befunde internationaler Leistungsstudien zeigten auf, dass die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland in besonders starkem Maß mit der sozialen Herkunft ihrer Familie zusammenhängen (Richter, Kuhl et al., 2012). Im Bereich Mathematik in der Grundschule zeigte die TIMSS-Studie einen signifikant positiven Zusammenhang zwischen der sozialen Herkunft und den erreichten Kompetenzwerten der Schülerinnen und Schüler (Bos et al., 2008). Kinder aus Familien mit niedrigem sozioökonomischen Status erreichten deutlich niedrigere Kompetenzwerte als Kinder aus Familien mit einem höheren sozioökonomischen Status (Richter, Kuhl et al., 2012). Ein Indikator für den soziokulturellen Status der Familie von Schülerinnen und Schüler ist die Anzahl der Bücher zuhause (Anders, Grosse, Rossbach, Ebert & Weinert, 2013; Richter, Kuhl & Pant 2012). So konnte sowohl in der IGLU- als auch in der PISA-Studie ein deutlicher Leistungsvorsprung in der Lesekompetenz bei Kindern festgestellt

werden, die aus Familien mit mehr als 100 Büchern stammen (Bos, Lankes, Prenzel, Schwippert, Valtin et al., 2003).

Die TIMS-Studie zeigte weiterhin, dass für Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund bereits in der Grundschule erhebliche Nachteile im Kompetenzerwerb festzustellen sind (Baumert, Bos & Lehmann, 2000; Haag, Böhme & Stanat, 2012; Tarelli, Schwippert & Stubbe, 2012). Zu einem großen Teil lassen sich diese Disparitäten auf Merkmale der sozialen Herkunft der Familie zurückführen, wie zum Beispiel die Umgangssprache in der Familie (Anders, Grosse, Rossbach, Ebert & Weinert, 2013; Haag, Böhme & Stanat, 2012). Während in fast 62 Prozent der Familien mit einem im Ausland geborenen Elternteil immer deutsch gesprochen wird, ist dies in Familien mit zwei im Ausland geborenen Elternteilen nur in 34 Prozent der Familien der Fall (Haag et al., 2012). So konnte ein enger Zusammenhang zwischen dem Kompetenzniveau von Schülerinnen und Schülern und der zuhause gesprochenen Sprache festgestellt werden (Haag, Böhme & Stanat, 2012; Stanat, 2006; Tarelli, Schwippert & Stubbe, 2012).

Vor dem Hintergrund der Erkenntnisse und Befunde zu Bildungs- und Entwicklungsprozessen in früher Kindheit, die weitgehend von den Umwelten abhängen, in die Kinder hineingeboren werden, ergibt sich die große Herausforderung, die Qualität der Bildungswelten zu optimieren (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2005). Betrachtet man die Bildungsprozesse im Schulalter, wird eine Vielzahl von Bildungsorten und Lernwelten sichtbar, die jedoch nicht von allen Kindern gleichermaßen genutzt werden. In der schulbezogenen Jugendsozialarbeit werden beispielsweise explizite Bildungsangebote sowie kompensatorische Leistungen für schulpflichtige Kinder und Jugendliche erbracht, um diese bei Schul- und Lernschwierigkeiten zu unterstützen. Allerdings erreichen die außerschulischen Bildungs- und Förderangebote bislang nur bedingt diejenigen Schülerinnen und Schüler, die auf solche Förderangebote besonders angewiesen wären (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2005). Der Ausbau von Ganztagschulen gewinnt vor diesem Hintergrund an Aktualität und markiert einen bildungspolitischen Paradigmenwechsel mit weitreichenden Implikationen für Schulen und Jugendhilfe, da diese Angebote ein hohes Potenzial zur Kompensation primärer Herkunftseffekte bieten, da sie die kognitive und soziale

Entwicklung benachteiligter Kinder fördern können (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2005; Solga & Dombrowski, 2009). Da der aktuelle Forschungsstand zur Wirkung von Ganztagschulen noch nicht auf einer breiten empirischen Basis steht, besteht hinsichtlich des Potenzials dieser außerschulischen Förderangebote zum Abbau sozialer Ungleichheit erheblicher Forschungsbedarf (Habben, Rau & Schwippert, 2013; Solga & Dombrowski, 2009). Um jedoch auszuschließen, dass die Wahrnehmung außerschulischer Förderangebote zu Stichprobenunterschieden in der mathematischen Leistung führt, wurden außerschulische Förderangebote als Variablen in die Untersuchung mit einbezogen.

Als weitere personenbezogene Variablen wurden die Werte der Schülerinnen und Schüler beider Stichproben im kognitiven Fähigkeitstest, sowohl für verbale, als auch figurale Analogien als Markersubtests für schlussfolgerndes Denken (Baumert, Brunner, Lüdtke & Trautwein, 2007) in die Untersuchung mit einbezogen, um auszuschließen, dass Unterschiede in der mathematischen Leistung zwischen den Stichproben durch Unterschiede in der Intelligenz zustande kommen.

Neben allgemeinen soziokulturellen Rahmenbedingungen hängt die Leistung der Schülerinnen und Schüler laut Hosenfeld, Helmke und Schrader (2002) auch von Schul- und Klassenkontexten, unter anderem der Klassengröße, ab. Allerdings gibt es keine deutsche Studie, die einen eindeutigen Effekt der Klassengröße auf die Leistung bestätigt und zudem wenig Hinweise darauf, dass sich der Unterricht in großen und kleinen Klassen nachhaltig unterscheidet (Drossel, Wendt, Schmitz & Eickelmann, 2012; Im Brahm, 2006). Jedoch steigert das Unterrichten größerer Klassen das von Lehrpersonen empfundene Maß der Überarbeitung (Windlin, Kuntsche & Delgrande Jordan, 2011).

Das Alter der Lehrpersonen unterscheidet sich mit 46,6 Jahren in der SINUS-Stichprobe nicht signifikant vom durchschnittlichen Alter der Lehrpersonen der Ländervergleichsstichprobe (46,9 Jahre). Es lässt sich nicht pauschal beantworten, inwieweit Alter und Berufserfahrung der Lehrpersonen Einfluss auf die Unterrichtsqualität und auf die Leistung der Schülerinnen und Schüler haben. So kann gleichermaßen argumentiert werden, dass Schülerinnen und Schüler von den Erfahrungen älterer Lehrpersonen profitieren können, oder dass bei jüngeren Lehrpersonen ein höheres Potential bezogen auf die Unterrichtsmethoden vermutet werden

kann (Drossel et al., 2012). Windlin, Kuntsche und Delgrande Jordan (2011) konnten einen Zusammenhang zwischen dem Alter der Lehrpersonen und ihrer Arbeitszufriedenheit sowie der von ihnen empfundenen Überforderung zeigen: So fühlten sich ältere Lehrpersonen leichter überfordert und waren eher unzufrieden mit ihrer Tätigkeit als jüngere Kolleginnen und Kollegen. Die Zufriedenheit der Lehrpersonen wirkt sich in der Folge auf deren unterrichtliches Handeln aus: So hat der Unterricht von Lehrpersonen, die ihren Beruf mit Begeisterung ausüben eine höhere Qualität, was wiederum zu besseren Ergebnissen bei den Schülerinnen und Schülern führt (Kunter, 2011).

Um auszuschließen, dass die Ergebnisse durch Unterschiede in der Zusammensetzung der beiden Stichproben beeinflusst sind, wurde unter Berücksichtigung dieser Variablen und der Mehrebenenstruktur der Daten eine Regressionsanalyse in Mplus 7.4 (Muthén & Muthén, 2010) durchgeführt.

6. Ergebnisse

An dieser Stelle werden die Kompetenzstände der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Vergleich mit den Kompetenzständen der Ländervergleichsstichprobe dargestellt. Zunächst werden Befunde auf der Globalskala Mathematik berichtet, bevor detaillierte Befunde zu den inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen und zur Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen vorgestellt werden. Um Hinweise auf mögliche Wirkungen von SINUS an Grundschulen auf Ebene der Schülerinnen und Schüler zu erhalten, wurde in diesen Analysen untersucht, ob und inwiefern sich die Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik in SINUS an Grundschulen von den Kompetenzständen der Schülerinnen und Schüler der für Deutschland repräsentativen Stichprobe des Ländervergleichs 2011 unterscheiden. Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte und Standardfehler sowie die Differenz der Mittelwerte beider Stichproben auf der Globalskala Mathematik. Es zeigt sich, dass die Kinder aus SINUS-Klassen auf der Globalskala signifikant höhere Testwerte erzielten als die Kinder der Ländervergleichsstichprobe. Die festgestellte Mittelwertdifferenz von 38 Punkten entspricht einer Effektstärke von $d = 0.37$ und somit einem deutlichen Kompetenzvorsprung der SINUS-Schülerinnen und -Schüler (Köller & Baumert, 2012).

Tabelle 1

Testleistungen der Schülerinnen und Schüler des Ländervergleichs 2011 im Vergleich mit Testleistungen der Schülerinnen und Schüler der SINUS-Stichprobe auf der Globalskala Mathematik

	M _{LV} (SE)	M _S (SE)	M _{LV} -M _S (SE)
Gesamtskala Mathematik	491 (0.6)	529 (2.2)	-38 (2.3)**

Signifikanzniveau: * = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .05$); ** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .01$) LV=Ländervergleichsstichprobe, S=SINUS-Stichprobe

Aus Tabelle 2 wird erkenntlich, dass sich der signifikante Kompetenzvorsprung der SINUS-Schülerinnen und -Schüler ebenfalls in den fünf inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen zeigt: Im Bereich „Muster und Strukturen“ ergab sich eine Mittelwertdifferenz von 28 Punkten ($d=0.28$), im Bereich „Größen und Messen“ betrug die Differenz der Mittelwerte 29 Punkte ($d=0.28$). In den Bereichen „Zahlen und Operationen“ sowie „Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit“ entsprach die festgestellte Mittelwertdifferenz jeweils 34 Punkten ($d=0.33$ bzw. $d=0.32$) und im Bereich „Raum und Form“ 42 Punkten ($d=0.42$). Diese Effektstärken zeigen ebenfalls deutliche Kompetenzvorsprünge der SINUS-Schülerinnen und -Schüler.

Tabelle 2

Testleistungen der Schülerinnen und Schüler des Ländervergleichs 2011 im Vergleich mit Testleistungen der Schülerinnen und Schüler der SINUS-Stichprobe in den inhaltlichen mathematischen Kompetenzbereichen

	M _{LV} (SE)	M _S (SE)	M _{LV} -M _S (SE)
Zahlen und Operationen	490 (0.6)	524 (2.2)	-34 (2.2)**
Raum und Form	493 (0.6)	535 (2.3)	-42 (2.4)**
Muster und Strukturen	489 (0.6)	517 (2.4)	-28 (2.5)**
Größen und Messen	491 (0.6)	520 (2.4)	-29 (2.4)**
Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	493 (0.6)	526 (2.2)	-34 (2.3)**

Signifikanzniveau: * = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .05$); ** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .01$)

Die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen zeigt ebenfalls signifikante Vorsprünge zugunsten der SINUS-Stichprobe: $\chi^2(4)=207, p < .001$. Bei Betrachtung der prozentualen Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen zeigt sich, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler aus der Ländervergleichsstichprobe, die maximal die Mindeststandards (Kompetenzstufe 2) erreichen (Reiss, Roppelt, Haag, Pant & Köller, 2012), bei 36.5% liegt (Tabelle 3). Demgegenüber befinden sich in der SINUS-Stichprobe lediglich 20.3% der Schülerinnen und Schüler auf den Kompetenzstufen I und II. Der Optimalstandard (Kompetenzstufe V) wird von 18.8% der SINUS-Schülerinnen und -Schüler, jedoch nur von 13.4% der Kinder der Ländervergleichsstichprobe erreicht.

Tabelle 3

Prozentualer Anteil der Schülerinnen und Schüler und mittlere Testleistungen auf der Globalskala Mathematik nach Kompetenzstufenzugehörigkeit

	% _{LV}	M _{LV} (SE)	% _S	M _S (SE)	% _{LV} -% _S	M _{LV} -M _S (SE)
Auf Stufe V	13.4	643 (0.6)	18.8	648 (2.1)	-5.4	-5 (2.2)*
Auf Stufe IV	22.9	562 (0.3)	31.1	563 (0.9)	-8.2	-1 (0.9) n.s.
Auf Stufe III	27.3	495 (0.2)	29.9	496 (0.9)	-2.6	-1 (0.9) n.s.
Auf Stufe II	21.3	427 (0.3)	15.1	431 (1.3)	6.2	-4 (1.3)**
Auf Stufe I	15.2	331 (0.9)	5.2	361 (2.7)	10	-30 (2.8)**

Signifikanzniveau: n.s. = kein statistisch signifikanter Unterschied; * statistisch signifikanter Unterschied ($p < .05$); ** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .01$). Die Prozentzahlen auf den Kompetenzstufen I bis V basieren auf einer Berechnung der prozentualen Verteilung auf die Kompetenzstufen unter Verwendung des Mittelwerts der fünf Plausible Values.

In den Hintergrundvariablen, die als Indikatoren für soziale Disparitäten erfasst wurden, zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern der beiden Stichproben (Tabelle 4) in Bezug auf das Geschlecht der Kinder, die Klassengrößen sowie die Anzahl der Bücher und die Häufigkeit des Gebrauchs der deutschen Sprache zuhause. Bei der Betrachtung der KFT-Werte in den Bereichen figurale und verbale Analogien zeigt sich jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichproben: Während die Ländervergleichsstichprobe besser mit den verbalen Analogien umgehen kann, schneidet die SINUS-Stichprobe besser bei den figuralen Analogien ab.

Bei Betrachtung der Lehrermerkmale zeigt sich lediglich im Hinblick auf das Geschlecht der Lehrpersonen ein signifikanter Unterschied, der im Betrag jedoch sehr klein ist. Während 93.2% der SINUS-Schülerinnen und -Schüler von Lehrerinnen unterrichtet werden, sind es in der Ländervergleichsstichprobe lediglich 86.8%. Im Alter und der Berufserfahrung der Lehrpersonen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Stichproben. Als zusätzliche Kontrollvariable zur Aufklärung von Stichprobenunterschieden wurde die Wahrnehmung außerschulischer Förderangebote durch die Eltern der Schülerinnen und Schüler betrachtet (Tabelle 5). Hierbei zeigte sich lediglich bei der Wahrnehmung von Kursen

zur Verbesserung der Lern- oder Arbeitstechniken eine signifikante, im Betrag jedoch sehr kleine, häufigere Wahrnehmung durch die SINUS-Schülerinnen und -Schüler. In den übrigen Bereichen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben.

Tabelle 4

Vergleich der SINUS- und Ländervergleichsstichprobe anhand von Schüler-, Lehrer- und Schulmerkmalen

	M_{LV} (SE)	M_S (SE)	$M_{LV}-M_S$ (SE)
Schülermerkmale			
Häufigkeit des Gebrauchs der deutschen Sprache zu Hause	1.18 (0.00)	1.15 (0.01)	0.03 (0.01) ^{n.s.}
N Schülerinnen und Schüler pro Klasse	21.63 (0.03)	22.04 (0.09)	-0.41 (0.11) ^{n.s.}
Anzahl der Bücher zuhause	3.26 (0.01)	3.18 (0.03)	0.08 (0.03) ^{n.s.}
KFT figurale Analogien	16.53 (0.05)	18.35 (0.15)	-1.82 (0.18) ^{***}
KFT verbale Analogien	15.94 (0.04)	11.40 (0.10)	4.54 (0.11) ^{***}
Lehrermerkmale			
Alter der Lehrpersonen	46.89 (0.08)	46.56 (0.25)	0.33 (0.30) ^{n.s.}
Berufserfahrung der Lehrpersonen	21.64 (0.10)	20.23 (0.31)	1.41 (0.36) ^{n.s.}

Signifikanzniveau: * = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .05$); ** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .01$); *** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .001$). Häufigkeit des Gebrauchs der deutschen Sprache zu Hause (1=Ich spreche zu Hause immer oder fast immer Deutsch, 2=Ich spreche zu Hause manchmal Deutsch und manchmal eine andere Sprache, 3=Ich spreche zu Hause niemals Deutsch); Anzahl der Bücher zuhause (1=0-10, 2=11-25, 3=26-100, 4=101-200, 5=über 200).

Tabelle 5

Vergleich der SINUS- und Ländervergleichsstichprobe anhand von Schülermerkmalen

	M _{LV} (SE)	M _S (SE)	M _{LV} -M _S (SE)
Außerschulische Förderangebote			
Zusatzangebote für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler	1.07 (0.002)	1.08 (0.009)	-0.01 (0.009) ^{n.s.}
Förderkurs/ergänzende Angebote in Mathematik	1.15 (0.003)	1.17 (0.014)	-0.02 (0.014) ^{n.s.}
Kurs zur Verbesserung von Lern- oder Arbeitstechniken	1.07 (0.002)	1.09 (0.011)	-0.02 (0.011)*
Förderkurs für Dyskalkulie/Rechenschwäche	1.05 (0.002)	1.06 (0.009)	-0.01 (0.009) ^{n.s.}

Signifikanzniveau: * = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .05$); ** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .01$); *** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .001$). Außerschulische Förderangebote (1=nein, nie, 2=ja, gelegentlich, 3=ja, regelmäßig).

Zur zusätzlichen Absicherung der ermittelten Leistungsunterschiede der Schülerinnen und Schüler beider Stichproben wurde unter Berücksichtigung der in den Tabellen 4 und 5 aufgeführten Hintergrundvariablen und der Mehrebenenstruktur der Daten eine Regressionsanalyse in Mplus 7.4 (Muthén & Muthén, 2010) durchgeführt (Tabelle 6). Auch unter Kontrolle der Hintergrundvariablen blieb der signifikante Kompetenzvorsprung der SINUS-Stichprobe bestehen. Die Regressionskoeffizienten bewegen sich in Abhängigkeit der Inhaltsbereiche, bezogen auf die Plausible Values, zwischen .53 und .60 und, bezogen auf die Verortung der einzelnen Inhaltsbereiche auf die Kompetenzstufen, zwischen .61 und .79.

Tabelle 6

Regression der mathematischen Kompetenz auf die Teilnahme am SINUS-Programm unter Kontrolle der in Tabelle 4 genannten Merkmale

	β (SE)
PV	
Globalwert	0.59 (0.04)***
Zahlen und Operationen	0.57 (0.05)***
Raum und Form	0.54 (0.04)***
Muster und Strukturen	0.59 (0.04)***
Größen und Messen	0.53 (0.05)***
Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	0.60 (0.05)***
Kompetenzstufe	
Globalwert	0.79 (0.05)***
Zahlen und Operationen	0.73 (0.05)***
Raum und Form	0.70 (0.05)***
Muster und Strukturen	0.61 (0.04)***
Größen und Messen	0.65 (0.05)***
Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	0.69 (0.05)***

Signifikanzniveau: * = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .05$); ** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .01$); *** = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .001$).

7. Fazit und Ausblick

Ziel des Programms SINUS an Grundschulen war die Verbesserung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts, wozu auch die Implementation der Bildungsstandards zählt. Effekten auf Ebene der Leistungen der Schülerinnen und Schüler gehen jedoch mehrere Stufen, wie die Akzeptanz sowie das Wissen und die Einstellungen der Lehrpersonen und deren Unterricht, voraus (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2010).

Durch die Datenerhebung mit den Instrumenten des Ländervergleichs 2011 an SINUS-Grundschulen konnte im Rahmen dieser Untersuchung evaluiert werden, ob SINUS-

Schülerinnen und -Schüler höhere Kompetenzstände als die Kinder an den im Rahmen des Ländervergleichs untersuchten Regelschulen erreichten. Die Befunde zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler der SINUS-Stichprobe sowohl auf der Globalskala im Fach Mathematik als auch in allen Inhaltsbereichen signifikant höhere Kompetenzstände im Vergleich zu den Schülerinnen und Schülern der Ländervergleichsstichprobe erreichten. Diese Befunde könnten Hinweise auf eine gelungene Implementation der Bildungsstandards in SINUS an Grundschulen liefern.

Ein weiterer interessanter Befund ist, dass der Anteil von SINUS-Kindern auf den Kompetenzstufen unterhalb des Regelstandards (Kompetenzstufe III) vergleichsweise niedrig, der Anteil der leistungsstarken SINUS-Schülerinnen und -Schüler, deren Leistungen oberhalb der Kompetenzstufe III verortet wurden, jedoch deutlich höher ist als der der Ländervergleichsstichprobe. Diese Befunde liefern Hinweise auf eine gelungene Förderung sowohl leistungsstarker als auch leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler in SINUS an Grundschulen, was als weiterer Effekt der Programminhalte gedeutet werden könnte. Trotz des signifikanten Kompetenzvorsprungs der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Vergleich mit der Ländervergleichsstichprobe bleibt durch die Anlage der Untersuchung mit lediglich einem Messzeitpunkt offen, inwiefern diese Kompetenzvorsprünge auf die Maßnahmen in SINUS an Grundschulen zurückgeführt werden können. Auch kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Effekte zumindest teilweise auf eine generell höhere Innovationsbereitschaft von Schulen und Lehrpersonen zurückzuführen sind, die sich freiwillig bereit erklären, an Unterrichtsentwicklungsprogrammen wie SINUS an Grundschulen teilzunehmen.

An dieser Stelle ist jedoch hervorzuheben, dass sich die Stichproben in fast allen untersuchten Variablen zur Kontrolle des Einflusses sozialer Disparitäten nicht signifikant voneinander unterscheiden, sich aber dennoch in allen Kompetenzbereichen signifikant höhere Kompetenzwerte der SINUS-Schülerinnen und -Schüler zeigen. Diese Befunde festigen die Annahme, dass diese Kompetenzvorsprünge als Effekt der Inhalte von SINUS an Grundschulen gedeutet werden könnten.

Festzuhalten bleibt weiterhin, dass sich die Befunde dieser Untersuchung mit den Befunden vorausgegangener Studien decken. So zeigten sich bereits im Vorgängerprogramm von SINUS an Grundschulen für die Sekundarstufe vergleichsweise gute Ergebnisse in Bezug auf die

Kompetenzen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt in der PISA Studie (Prenzel et al., 2005). Auch eine Untersuchung des Kompetenzunterschieds zwischen SINUS-Schülerinnen und -Schülern mit Schülerinnen und Schülern der TIMSS-Stichprobe zeigte deutliche Kompetenzvorsprünge der SINUS-Kinder in allen mathematischen Inhalts- und Anforderungsbereichen (Dalehefte et al., 2015). Zudem wurden in beiden Studien ebenfalls Hinweise auf eine gelungene Förderung der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler gefunden. Da diese Förderung der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler Teil der Module und Schwerpunkte in SINUS an Grundschulen war, stützen die berichteten Befunde den Eindruck einer Wirkung des Programms auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler und heben die Bedeutung von Unterrichtsentwicklungs- und Lehrerprofessionalisierungsmaßnahmen hervor.

Diese im Bereich Mathematik ermittelten Befunde zu den Kompetenzständen der SINUS-Kinder decken sich mit Befunden aus Vergleichen im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts (Rieck et al., 2014).

Durch diese Studie konnten nicht nur Hinweise auf die Bedeutung von Unterrichtsentwicklungs- und Lehrerprofessionalisierungsprogrammen im Hinblick auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler erbracht werden, es wurde weiterhin gezeigt, dass die Verknüpfung der Leistungen von Schülerinnen und Schülern aus Unterrichtsentwicklungsprogrammen mit den Leistungen von Schülerinnen und Schülern aus repräsentativ angelegten Leistungsstudien einen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlichen Begleitforschung und Evaluation von Unterrichtsentwicklungs- und Lehrerprofessionalisierungsprogrammen leisten kann, da dies die Möglichkeit bietet, Vergleiche mit einem programmunabhängigen Außenkriterium anzustellen und so Hinweise auf die Wirksamkeit der Programminhalte zu erhalten (Dalehefte et al., 2015).

Die im Rahmen dieses Beitrags berichteten Ergebnisse können weiterhin als Hinweise auf die Bedeutung von Unterrichts- und Lehrerprofessionalisierungsmaßnahmen im Hinblick auf die Implementation der Bildungsstandards bzw. der grundsätzlichen Implementation von Neuerungen im Bildungssystem interpretiert werden.

Literatur

- Anders, Y., Grosse, C., Rossbach, H.-G., Ebert, S. & Weinert, S. (2013). Preschool and primary school influences on the development of children's early numeracy skills between the ages of 3 and 7 years in Germany. *School Effectiveness and School Improvement*, 24(2), 195–211. <https://doi.org/10.1080/09243453.2012.749794>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., . . . Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (Eds.). (2000). TIMSS/III Dritte Internationale Mathematik und Naturwissenschaftsstudie: Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn; Band 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit; Band 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe: Waxmann Verlag GmbH.
- Baumert, J., Brunner, M., Lüdtke, O. & Trautwein, U. (2007). Was messen internationale Schulleistungsstudien? - Resultat kumulativer Wissenserwerbsprozesse. *Psychologische Rundschau*, 58(2), 118–145.
- Baumert, J., Watermann, R. & Schümer, G. (2003). Disparitäten der Bildungsbeteiligung und des Kompetenzerwerbs. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 6(1), 46–71. <https://doi.org/10.1007/s11618-003-0004-7>
- Blatchford, P. (2003). *The class size debate: Is small better?* Buckingham [England], Philadelphia: Open University.
- Blum, W. (2006). Einführung. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenspiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungen* (pp. 14–32). Berlin: Cornelsen SCIP TOR.
- Böhme, K., Richter, D., Stanat, P., Pant, H. A. & Köller, O. (2012). Die länderübergreifenden Bildungsstandards in Deutschland. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

- Böhme, K., Richter, D., Weirich, S., Haag, N., Wendt, H., Bos, W., . . . Stanat, P. (2014). Messen wir dasselbe? Zur Vergleichbarkeit des IQB-Ländervergleichs 2011 mit den internationalen Studien IGLU und TIMSS 2011. *Unterrichtswissenschaft*, 42(4), 342–365.
- Böhme, K. & Roppelt, A. (2012). Geschlechtsbezogene Disparitäten. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 173–189). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Bos, W., Bensen, M., Baumert, J., Prenzel, M., Selter, C. & Walther, G. (2008). TIMSS 2007: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, Berlin [u.a.]: Waxmann.
- Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., Schwippert, K., Valtin, R. & Walther, G. (2003). *Erste Ergebnisse aus IGLU: Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster [u.a.]: Waxmann.
- Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., Schwippert, K., Walther, G., Valtin, R. & Voss, A. (2003). Welche Fragen können aus einer gemeinsamen Interpretation der Befunde aus PISA und IGLU fundiert beantwortet werden? *Zeitschrift für Pädagogik*, 49(2), 198–212.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. (2005). Zwölfter Kinder- und Jugendbericht: Bericht über die Lebenssituation junger Menschen und die Leistungen der Kinder- und Jugendhilfe in Deutschland.
- Dalehefte, I. M., Rieck, K., Wendt, H., Kasper, D., Köller, O. & Bos, W. (2015). Mathematische Kompetenzen von Lernenden aus SINUS-Grundschulen im Vergleich zu TIMSS 2011. In H. Wendt, T. C. Stubbe, K. Schwippert & W. Bos (Eds.), *10 Jahre international vergleichende Schulleistungsforschung in der Grundschule. Vertiefende Analysen zu IGLU und TIMSS 2001 bis 2011* (pp. 185–200). Münster: Waxmann.
- Demuth, R., Walther, G. & Prenzel, M. (Eds.). (2011). *Unterricht entwickeln mit SINUS: 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule* (1. Aufl.). *Sinus-Transfer Grundschule*. Stuttgart, Seelze: Klett; Kallmeyer. Retrieved from <http://www.amazon.de/Unterricht-entwickeln-mit-SINUS-Sachunterricht/dp/3780010917>

- Drechsel, B., Prenzel, M. & Seidel, T. Nationale und internationale Schulleistungstudien. In *Pädagogische Psychologie* (pp. 343–368). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_15* (Original work published 2015).
- Drossel, K., Wendt, H., Schmitz, S. & Eickelmann, B. (2012). Merkmale der Lehr- und Lernbedingungen im Primarbereich. In W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Eds.), *TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 171–202). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Finn, J. D., Pannozzo, G. M. & Achilles, C. M. (2003). The "Why's" of Class Size: Student Behaviour in Small Classes. *Review of Educational Research*, 73(3), 321–368.
- Fischer, C., Döring, B., Rieck, K., Trepke, F., Dalehefte, I. M., Menk, M. & Köller, O. (2014). Abschlussbericht: Berichterstattung des Programms SINUS an Grundschulen. Retrieved from [http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS an Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf](http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS_an_Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf)
- Fischer, C., Kobarg, M., Dalehefte, I. M. & Trepke, F. (2013). Ein Unterrichtsentwicklungsprogramm wissenschaftlich begleiten. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 60(1), 26–31. <https://doi.org/10.2378/peu2013.art02d>
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L. M., 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.
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214. Retrieved from http://www.pedocs.de/volltexte/2013/5813/pdf/UntWiss_2004_3_Graesel_Parchmann_Implementationsforschung.pdf
- Guder, K. U. (2012). *Mathematische Kompetenzen erheben, fördern und herausfordern*. Kiel: IPN Leibniz-Institut f. d. Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität Kiel.
- Haag, N., Böhme, K. & Stanat, P. (2012). Zuwanderungsbezogene Disparitäten. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 209–235). Münster: Waxmann Verlag GmbH.

- Haag, N. & Roppelt, A. (2012). Der Ländervergleich im Fach Mathematik. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 117–127). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Habben, I., Rau, A. & Schwippert, K. (2013). Die Nutzung außerschulischer und schulischer Bildungsangebote in der Sekundarstufe I und deren Einfluss auf die Lesekompetenz. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*. (4), 417–435.
- Im Brahm, G. (2006). Klassengröße: eine wichtige Variable von Schule und Unterricht? *Bildungsforschung*, 3(1), 1–23.
- Kirkpatrick, D. L. & Kirkpatrick, J. D. (2010). *Evaluating training programs: The four levels* (3rd ed., ReadHowYouWant ed.). [Sydney, NSW, Australia], San Francisco, CA: ReadHowYouWant.com; Berrett-Koehler Publishers.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., . . . Vollmer, H. J. (2007). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Bonn, Berlin.
- KMK. (2005). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss. München.
- Köller, O. & Baumert, J. (2012). Schulische Leistungen und ihre Messung. In W. Schneider, U. Lindenberger, R. Oerter & L. Montada (Eds.), *Psychologie 2012. Entwicklungspsychologie. [mit Online-Materialien ; Nachfolger von Oerter & Montada]* (7th ed., pp. 645–661). Weinheim: Beltz.
- Kultusministerkonferenz. (2005). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich: Beschluss vom 15.10.2004. Retrieved from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf
- Kultusministerkonferenz. (2015). Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring: Beschluss der 350. Kultusministerkonferenz vom 11.06.2015. Berlin, Bonn.
- Kunter, M. (2011). Motivation als Teil der professionellen Kompetenz - Forschungsbefunde zum Enthusiasmus von Lehrpersonen. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S.

- Krauss & M. Neubrand (Eds.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (pp. 259–275). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Neubrand, J. (2002). Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie. Freie Univ., Diss.--Berlin, 1999. Texte zur mathematischen Forschung und Lehre: Vol. 19. Hildesheim: Franzbecker.
- 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, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Eds.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (pp. 115–132). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Prenzel, M., Carstensen, C. H., Senkbeil, M., Obermeier, C. & Seidel, T. (2005). Wie schneiden SINUS-Schulen bei PISA ab? Ergebnisse der Evaluation eines Modelversuchsprogramms. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 8(4), 540–562. Retrieved from 1862-5215
- Prenzel, M. & Fischer, C. (2009). Skizze für ein länderübergreifendes Anschlussvorhaben: SINUS an Grundschulen. Kiel.
- Rabe, T. (2012). Vorwort des Präsidenten der Kultusministerkonferenz. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 9–10). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Reiss, K., Roppelt, A., Haag, N., Pant, H. A. & Köller, O. (2012). Kompetenzstufenmodelle im Fach Mathematik. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 72–84). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Richter, D., Engelbert, M., Böhme, K., Haag, N., Hannighofer, J., Reimers, H., . . . Stanat, P. (2012). Anlage und Durchführung des Ländervergleichs. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 85–102). Münster: Waxmann Verlag GmbH.

- Richter, D., Kuhl, P. & Pant, H. A. (2012). Soziale Disparitäten. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 191–207). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Rieck, K., Dalehefte, I. M. & Köller, O. (2014). SINUS-Schülerinnen und -Schüler lösen naturwissenschaftliche Aufgaben häufiger - Ergebnisse am Beispiel der freigegebenen Aufgaben aus TIMSS 2011. In H.-J. Fischer, H. Giest & M. Peschel (Eds.), *Lernsituationen und Aufgabekultur im Sachunterricht* (pp. 147–154). Julius Klinkhardt.
- Roppelt, A. & Reiss, K. (2012). Beschreibung der im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 34–48). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Schipper, W. (2011). Schülervorstellungen im Mathematikunterricht aufgreifen - grundlegende Ideen entwickeln. In R. Demuth, G. Walther & M. Prenzel (Eds.), *Sinus-Transfer Grundschule. Unterricht entwickeln mit SINUS. 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule* (1st ed.). Stuttgart, Seelze: Klett; Kallmeyer.
- Selter, C. (2011). Mathematikunterricht - mehr als Kenntnisse und Fertigkeiten. In R. Demuth, G. Walther & M. Prenzel (Eds.), *Sinus-Transfer Grundschule. Unterricht entwickeln mit SINUS. 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule* (1st ed., pp. 33–54). Stuttgart, Seelze: Klett; Kallmeyer.
- Solga, H. & Dombrowski, R. (2009). Bedeutung außerschulischer Bildung für soziale Bildungsungleichheiten. In Hans-Böckler-Stiftung (Ed.), *Soziale Ungleichheiten in schulischer und außerschulischer Bildung*. Düsseldorf: Setzkasten GmbH.
- Stanat, P. (2006). Disparitäten im schulischen Erfolg: Forschungsstand zur Rolle des Migrationshintergrunds. *Unterrichtswissenschaft*, 34(2), 98–124.
- Stanat, P., Pant, H. A., Böhme Katrin & Richter, D. (Eds.). (2012). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

- Tarelli, I., Schwippert, K. & Stubbe, T. C. (2012). Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund. In W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Eds.), *TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 247–267). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Trepke, F. & Fischer, C. (2012). Was Dokumentationen von Lehrkräften über ihren Professionsentwicklungsprozess erkennen lassen - am Beispiel des Programms SINUS an Grundschulen. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten. Strategien und Methoden* (pp. 163–179). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Walther, G. (2011). Gute Aufgaben: Die Entwicklung allgemeiner mathematischer Kompetenzen fördern. In R. Demuth, G. Walther & M. Prenzel (Eds.), *Sinus-Transfer Grundschule. Unterricht entwickeln mit SINUS. 10 Module für den Mathematik- und Sachunterricht in der Grundschule* (1st ed., pp. 13–32). Stuttgart, Seelze: Klett; Kallmeyer.
- Windlin, B., Kuntsche, E. & Delgrande Jordan, M. (2011). Arbeitsüberforderung und -unzufriedenheit von Lehrpersonen in der Schweiz. National repräsentative Ergebnisse demografischer, klassen- und schulbezogener Faktoren. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 33, 125–144.

Gesamtdiskussion

Zusammenfassung, Diskussion und Limitationen

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, mögliche Wirkungen des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen auf die Implementation der Bildungsstandards Mathematik in den Unterricht teilnehmender Lehrpersonen festzustellen. Neben der Evaluation des Programms, im Rahmen dessen wissenschaftlicher Begleitforschung die hier vorgestellten Studien durchgeführt wurden, hatten die Untersuchungen das Ziel, Informationen über geeignete Unterstützungsmaßnahmen zur Implementation von Innovationen des Bildungssystems in die Unterrichtspraxis zu liefern. Angelegt waren die Studien in einem multi-methodischen Design, um belastbare Aussagen über mögliche Wirkungen des Programms auf verschiedenen Ebenen zu erhalten. Die Kombination einer qualitativen und einer quantitativen Studie ermöglichte es, die Ergebnisse einer an einer kleinen Stichprobe durchgeführten Videostudie zur Untersuchung der Implementation der Bildungsstandards in das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen mit Ergebnissen zu Schülerkompetenzen aus Daten der bundesweit durchgeführten IQB-Ländervergleichsstudie zu ergänzen.

Die Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler gemäß der Bildungsstandards Mathematik für die Primarstufe bis zum Ende der vierten Jahrgangsstufe erworben haben sollen, werden in zwei Dimensionen unterteilt: Allgemeine (prozessbezogene) und inhaltsbezogene Kompetenzen. In großen Schulleistungstudien ist die Messung inhaltsbezogener Kompetenzen üblich, da sich prozessbezogene Kompetenzen empirisch schwer differenzieren lassen und für eine psychometrische Messung eine große Herausforderung darstellen (Roppelt & Reiss, 2012).

Die Einführung der Bildungsstandards erfolgte mit dem Ziel, das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen stärker auf den Ausbau von Kompetenzen auszurichten, wobei sich dies im Fach Mathematik insbesondere auf die prozessbezogenen Kompetenzen bezog. Dies sollte zur Folge haben, dass im Unterricht nicht nur isolierte, kontextgebundene Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt werden, die die Schülerinnen und Schüler lediglich zum Lösen typischer Mathematikaufgaben befähigen, sondern dass die Entwicklung von auf Verständnis

gegründeten inhaltlichen mathematischen Kompetenzen gefördert wird (Roppelt & Reiss, 2012; Walther et al., 2008). Der Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen kommt somit eine große Bedeutung zu, da die mathematische Grundbildung der Schülerinnen und Schüler wesentlich davon abhängt, in welchem Maß im Unterricht Möglichkeiten geschaffen werden, die prozessbezogenen Kompetenzen anzuwenden (Walther et al., 2008).

Trotz der Bedeutung, die den prozessbezogenen Kompetenzen nicht erst seit Einführung der Bildungsstandards zukommt, zeigen Studien, dass diese nahezu nicht oder allenfalls auf sehr niedrigem Niveau im Unterricht vorkommen (Neubrand et al., 2011). Ziel der ersten Studie im Rahmen dieser Arbeit war es, Effekte des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen auf die Implementation der prozessbezogenen Kompetenzen in das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen zu untersuchen. Obwohl die Operationalisierung prozessbezogener Kompetenzen im Vergleich zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen ein schwieriges Unterfangen ist, ist die Bestimmung der dominierenden bzw. schwerpunktmäßig angesprochenen Kompetenz eine geeignete Möglichkeit zur Erfassung prozessbezogener Kompetenzen (Roppelt & Reiss, 2012). Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen einer Videostudie ein zu diesem Zweck mit Hilfe eines fachlichen und fachdidaktischen Expertenteams entwickeltes Kategoriensystem zur Erfassung der prozessbezogenen Kompetenzen in den Instruktionen der Lehrpersonen angewendet und insgesamt 30 Unterrichtsstunden von 10 SINUS-Lehrpersonen und 9 nicht am Programm teilnehmenden Lehrpersonen analysiert. Dabei bestätigten die Ergebnisse Befunde früherer Studien, die zeigten, dass einige der prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht nahezu nicht vorkommen. Dennoch zeigte sich, dass die aufgabenbezogene Instruktionszeit in der SINUS-Stichprobe einen signifikant größeren Anteil an der Unterrichtszeit in Anspruch nahm als in den Stunden der Kontrollgruppe. Im Hinblick darauf, dass ein hoher Anteil an Instruktionszeit in engem Zusammenhang zum Lernerfolg steht (Seidel, 2003), ist dies aus Sicht der Begleitforschung von SINUS an Grundschulen ein positiv zu bewertendes Ergebnis. Abgesehen vom Kompetenzbereich „Technische Grundfertigkeiten“, der von den Lehrpersonen der Kontrollgruppe ($Md=4.50$) etwas häufiger angesprochen wurde als von den SINUS-Lehrpersonen ($Md=4.00$), $U=85.50$, $Z=-.408$, n.s., $r=.07$. und dem Kompetenzbereich „Modellieren“, der in beiden Stichproben einen Median von 0.00 ($U=88.00$, $Z=-.453$, n.s., $r=.08$) hatte, wurden alle anderen prozessbezogenen Kompetenzbereiche von den SINUS-

Lehrpersonen häufiger angesprochen, wobei sich ein signifikanter Unterschied für die Kompetenzbereiche „Argumentieren“ und „Problemlösen“ zeigte. Diese Befunde können als Hinweise auf die Wirksamkeit des Programms SINUS an Grundschulen hinsichtlich der Implementation der Bildungsstandards bzw. der prozessbezogenen Kompetenzen interpretiert werden. Im Rahmen von SINUS an Grundschulen nahm die Förderung der Entwicklung prozessbezogener Kompetenzen einen großen Stellenwert ein: So wurden nicht nur in den Modulen Anregungen und Hinweise zur Förderung prozessbezogener Kompetenzen gegeben, auch zahlreiche Handreichungen und im Rahmen der zentralen Fortbildungsveranstaltungen durchgeführte Workshops befassten sich mit dem Thema und lieferten den Lehrpersonen Informationen und Anregungen zur Implementation der Förderung prozessbezogener Kompetenzen in ihr unterrichtliches Handeln (Fischer et al., 2014).

Limitierend bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Studie ist zu beachten, dass die Stichprobe verhältnismäßig klein war. Diese Einschränkung betrifft eine Vielzahl von Videostudien und liegt begründet in dem Umstand, dass die Durchführung von Videostudien einen hohen logistischen, organisatorischen und finanziellen Aufwand bedeutet (Kobarg, Dalehefte & Menk, 2012; Seidel & Prenzel, 2003).

Einen weiteren, die Interpretationsweite der Ergebnisse einschränkenden Faktor stellen die nicht standardisierten Unterrichtsinhalte in den aufgezeichneten Stunden dar. Die Entscheidung zu diesem Vorgehen wurde jedoch bewusst getroffen, um der Gefahr entgegenzuwirken, durch standardisierte Inhalte SINUS-spezifische Handlungen im unterrichtlichen Handeln der Lehrpersonen zu verlieren. Zuletzt muss zudem darauf hingewiesen werden, dass der Unterricht von Lehrpersonen nur auf freiwilliger Basis aufgezeichnet werden und somit nur eine selektive Stichprobe erfasst werden kann. Diese Limitationen erschweren es, aus den durch Videostudien ermittelten Befunden generalisierbare Aussagen abzuleiten. Nichtsdestotrotz lohnt sich der Aufwand einer Videostudie, um eine objektive Perspektive auf die Veränderungen, die eine Lehrerprofessionalisierungsmaßnahme im Unterricht bewirkt, zu erhalten (Kobarg et al., 2012).

Zur Ergänzung der qualitativ durch die Videostudie gewonnenen Befunde zur Implementation

der prozessbezogenen Kompetenzen in den Unterricht wurden im Rahmen dieser Arbeit Daten aus dem Ländervergleich 2011 zur Erfassung der mathematischen Kompetenzen analysiert und die Leistungen der Schülerinnen und Schüler der Gesamtstichprobe mit den Leistungen der SINUS-Schülerinnen und -Schüler verglichen. Hierbei wurden sowohl die globalmathematischen, als auch die inhaltsbezogenen Kompetenzstände betrachtet. Auch in dieser Untersuchung zeigte sich ein signifikanter Kompetenzvorsprung der SINUS-Schülerinnen und -Schüler, sowohl auf der Globalskala, als auch in allen inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen. Weiterhin zeigte sich, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler, deren Leistungen auf Kompetenzstufen unterhalb des Regelstandards (Kompetenzstufe III) verortet wurden, in der SINUS-Stichprobe kleiner war als in der Ländervergleichsstichprobe. Gleichzeitig war der Anteil der leistungsstarken SINUS-Schülerinnen und -Schüler, deren Leistungen oberhalb der Kompetenzstufe III verortet wurden, deutlich höher als in der Ländervergleichsstichprobe.

Diese Befunde liefern sowohl Hinweise auf eine gelungene Implementation der Bildungsstandards in den Unterricht von an SINUS an Grundschulen teilnehmenden Lehrpersonen als auch auf das Gelingen der Förderung sowohl leistungsstarker als auch leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler in SINUS an Grundschulen, was als weiterer Effekt des Programms gedeutet werden könnte.

Eine Limitation stellt hierbei das Design der Studie dar. Trotz des signifikanten Kompetenzvorsprungs der SINUS-Schülerinnen und -Schüler im Vergleich mit der Ländervergleichsstichprobe können diese Effekte aufgrund der Anlage der Studie mit lediglich einem Messzeitpunkt nicht mit Sicherheit auf die Programminhalte von SINUS an Grundschulen zurückgeführt werden. Geschuldet ist dies dem Umstand, dass die Ländervergleichsstudie im Rahmen des Bildungsmonitoring in einem fünfjährigen Turnus durchgeführt wird und die nächste Erhebung somit erst nach Abschluss des Programms SINUS an Grundschulen durchgeführt wurde.

Dass sich die Stichproben jedoch in fast allen in die Analysen eingegangenen Variablen zur Kontrolle des Einflusses sozialer Disparitäten nicht signifikant voneinander unterscheiden, kann als weiterer Hinweis auf eine Erklärung der Kompetenzvorsprünge durch Effekte von SINUS an Grundschulen gewertet werden.

In diesem Zusammenhang hervorzuheben ist auch die Tatsache, dass sich die Befunde dieser

Untersuchung mit Befunden vorausgegangener Studien decken. So zeigten sich bereits im Vorgängerprogramm SINUS für die Sekundarstufe gute Ergebnisse im Vergleich der Kompetenzen von SINUS-Schülerinnen und -Schülern mit dem Bundesdurchschnitt der PISA-Studie (Prenzel et al., 2005). Auch ein Vergleich der Kompetenzunterschiede der Schülerinnen und Schüler von SINUS an Grundschulen mit Schülerinnen und Schülern der TIMSS-Stichprobe belegte deutliche Kompetenzvorsprünge der SINUS-Kinder in allen mathematischen Inhalts- und Anforderungsbereichen (Dalehefte et al., 2015). In beiden Studien wurden ebenfalls Hinweise auf eine gelungene Förderung leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler gefunden. All diese Studien untersuchten den mathematischen Unterricht, die Befunde decken sich jedoch mit Befunden aus Untersuchungen des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts (Rieck et al., 2014).

In beiden im Rahmen dieser Promotion durchgeführten Studien zeigten sich Hinweise auf den Einfluss von Unterrichtsentwicklungs- und Lehrerprofessionalisierungsprogrammen auf die Implementation von Innovationen im Bildungssystem. Neben Hinweisen auf die Implementation der Bildungsstandards in das unterrichtliche Handeln der an SINUS an Grundschulen teilnehmenden Lehrpersonen konnten Hinweise auf Effekte des Programms auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler durch die Ländervergleichsstudie festgestellt werden. Mit der Entwicklung des Kategoriensystems zur Erfassung der Förderung prozessbezogener Kompetenzen durch Instruktionen der Lehrpersonen wurde ein Instrument zur Erfassung dieser Kompetenzen in Unterrichtsvideos geschaffen. Die Befunde aus beiden Untersuchungen unterstreichen die Bedeutung von Unterrichtsentwicklungs- und Lehrerprofessionalisierungsprogrammen im Hinblick auf die Implementation von Innovationen im Bildungssystem.

Implikationen für die zukünftige Implementierung von Innovationen

Die Veröffentlichung der Ergebnisse des Ländervergleichs 2016 zeigte eine signifikante Verschlechterung in allen mathematischen inhaltsbezogenen Bereichen sowie im Globalwert gegenüber den Kompetenzständen in der Ländervergleichsstudie 2011 (Haag & Kohrt, 2017). Auch die Kompetenzstufenverteilungen im Fach Mathematik haben sich zwischen den Jahren

2011 und 2016 ungünstig entwickelt. Das bedeutet, dass 2016 weniger Schülerinnen und Schüler die von den Bildungsstandards definierten Kompetenzziele erreichten als 2011. Dieser negative Trend zeigt sich sowohl für das Erreichen bzw. Übertreffen des Regelstandards, das Verfehlen des Mindeststandards sowie das Erreichen des Optimalstandards (Kohrt, Haag & Stanat, 2017). Diese Befunde können als Bestätigung vielfach geäußerter Kritik an der Einführung der Bildungsstandards verstanden werden, die betonte, dass sich eine neu eingeführte Maßnahme nicht allein durch deren Beschluss, bzw. ohne unzureichend konzipierte begleitende Maßnahmen durchsetzen wird (Gräsel & Parchmann, 2004; Wernstedt & John-Ohnesorg, 2009).

Der Blick auf diese besorgniserregende Entwicklung unterstreicht den Wert von Unterrichtsentwicklungsprogrammen als flankierende Maßnahmen zur Implementation der Bildungsstandards und allgemein zur Implementation von Innovationen des Bildungssystems in die Unterrichtspraxis. Dabei sollte bereits in der Planungsphase die Prozesshaftigkeit der Implementation von Neuerungen in ein bestehendes System beachtet und die Laufzeit in ausreichender Länge geplant werden. Zudem sollten personelle, finanzielle und zeitliche Ressourcen in einer größeren Dimension als bislang für die Implementationsphase eingeplant werden, anstatt wie bislang den Großteil der Ressourcen lediglich für die Entwicklung der Innovationen aufzuwenden (Hall & Hord, 2004).

Weiterhin kommt bislang in vielen Studien der Erfassung organisatorischer Aspekte für die erfolgreiche Implementation der Inhalte von Unterrichtsentwicklungsprogrammen zu wenig Beachtung zu (van Driel, Meirink, van Veen & Zwart, 2012). Da diese Aspekte jedoch eine große Rolle bei der Implementation der Programme spielen, empfehlen van Driel und Kollegen den Einfluss organisatorischer Faktoren in zukünftigen Studien mit zu untersuchen. Als Beispiele nennen die Autoren die Erfassung der Zeit, die den Lehrpersonen für die Teilnahme an den Unterrichtsentwicklungsprogrammen zur Verfügung gestellt wird sowie die Einschätzung der Lehrpersonen, welche Form der Führung für sie am hilfreichsten ist.

Darüber hinaus ist zu bemängeln, dass bislang kaum die Phase nach Abschluss von Implementationsmaßnahmen untersucht wird (Lipowsky, 2010). Für zukünftige Implementationsprogramme wäre ein Monitoring, ähnlich dem der Bildungsstandards, das durch die Ländervergleichsstudien wertvolle Informationen über die erreichten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler generiert, auch für Unterrichtsentwicklungsprogramme

wünschenswert. Ein solches Monitoring würde es ermöglichen, die Entwicklung des Implementationsprozesses auch über die Programmdauer hinaus zu untersuchen und so Erkenntnisse über die Wirksamkeit und den Entwicklungstrend der Maßnahmen zu erlangen. Dies böte zusätzlich eine Möglichkeit, bei (drohendem) Verlust der implementierten Innovationsinhalte Ursachenforschung für die Entwicklung zu betreiben und auf diesen Erkenntnissen basierend gegensteuern zu können.

Auch im Hinblick darauf, dass in den nächsten Jahren der produktive Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen eine zentrale Aufgabe des Bildungssystems sein wird (Prenzel & Fischer, 2014) und nach wie vor große Anstrengungen unternommen werden müssen, um den Anteil leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler zu verringern, die Potenziale der leistungsstarken Kinder zu fördern und die soziale Selektivität des Schulsystems einzudämmen (Köller et al., 2014), konnten die in dieser Arbeit vorgestellten Studien den Wert und den Nutzen von Lehrerprofessionalisierungs- und Unterrichtsentwicklungsprogrammen unterstreichen.

Ideen für zukünftige Forschung

Vor dem Hintergrund, dass die Schülerinnen und Schüler der SINUS-Stichprobe im Vergleich mit den Schülerinnen und Schülern des Ländervergleichstests in allen inhaltlichen Kompetenzbereichen signifikant höhere Kompetenzwerte erzielten und zusätzlich fast alle der prozessbezogenen Kompetenzen im Unterricht der videographierten SINUS-Lehrpersonen häufiger gefördert wurden als im Unterricht der Kontrollgruppe, wäre ein weiterer Vergleich der beiden Stichproben zu einem anderen Messzeitpunkt eine interessante Ergänzung gewesen, die eine Trendanalyse der Leistung der SINUS-Schülerinnen und -Schüler ermöglicht hätte.

Hilfreich für zukünftige Unterrichtsentwicklungsprogramme könnten Informationen zu den die Veränderungen im Handeln der Lehrpersonen auslösenden Faktoren sein. Dazu wäre es interessant, die Implementation der Bildungsstandards in das unterrichtliche Handeln der Lehrpersonen, beispielsweise erfasst durch die Unterrichtsaufzeichnungen aus der

Videostudie oder durch die Leistungen der Schülerinnen und Schüler in der Ländervergleichsstudie, mit den von den Lehrpersonen wahrgenommenen Angeboten aus SINUS an Grundschulen in Bezug zu setzen. Somit könnten in spezifischen Bereichen Hinweise auf eine Förderung der Kompetenzen durch die von den Lehrpersonen bearbeiteten Module sowie den von ihnen wahrgenommenen Fortbildungsaktivitäten festgestellt werden. Auch mit weiteren Elementen der wissenschaftlichen Begleitforschung des Programms könnte die Kompetenzentwicklung der Lehrpersonen gekoppelt werden, so z.B. mit den Dokumentationen der Kooperationsgruppen. Erkenntnisse darüber, welche Inhalte von SINUS an Grundschulen die Grundlagen der untersuchten Unterrichtsentwicklung der Lehrpersonen waren, könnten anschließend in Handlungsempfehlungen für zukünftige Unterrichtsentwicklungsprogramme Berücksichtigung finden.

Die Verknüpfung der Leistungen von Schülerinnen und Schülern eines Unterrichtsentwicklungsprogramms mit den Leistungen von Schülerinnen und Schülern aus repräsentativ angelegten Leistungsstudien bietet die Möglichkeit, Vergleiche mit einem programmunabhängigen Außenkriterium anzustellen und so Hinweise auf Effekte des Programms zu erhalten (Dalehefte et al., 2015). Für zukünftige Unterrichtsentwicklungsprogramme könnte der Vergleich der Leistungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler mit den Leistungen der Schülerinnen und Schüler einer repräsentativen Schulleistungsstudie zu verschiedenen Messzeitpunkten somit interessante Ergebnisse zur Entwicklung der Leistung liefern.

Auch hier wäre eine Erhebung der Daten über die Programmdauer hinaus eine interessante Ergänzung, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Implementation der Programminhalte liefern könnte und somit einen Beitrag zur Erforschung der bislang wenig beachteten Phase nach Abschluss einer Unterrichtsentwicklungsmaßnahme leisten könnte (Lipowsky, 2010). Die ergänzende Durchführung einer Videostudie böte die Möglichkeit, die Erkenntnisse und Zusammenhänge aus Vergleichsstudien zu überprüfen und vertiefen, da diese oft eingeschränkte Interpretationsmöglichkeiten bieten (Drechsel et al., 2015).

Literatur

- Dalehefte, I. M., Rieck, K., Wendt, H., Kasper, D., Köller, O. & Bos, W. (2015). Mathematische Kompetenzen von Lernenden aus SINUS-Grundschulen im Vergleich zu TIMSS 2011. In H. Wendt, T. C. Stubbe, K. Schwippert & W. Bos (Eds.), *10 Jahre international vergleichende Schulleistungsforschung in der Grundschule: Vertiefende Analysen zu IGLU und TIMSS 2001 bis 2011* (pp. 185–200). Münster: Waxmann.
- Drechsel, B., Prenzel, M. & Seidel, T. Nationale und internationale Schulleistungstudien. In *Pädagogische Psychologie* (pp. 343–368). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_15* (Original work published 2015).
- Fischer, C., Döring, B., Rieck, K., Trepke, F., Dalehefte, I. M., Menk, M. & Köller, O. (2014). Abschlussbericht: Berichterstattung des Programms SINUS an Grundschulen. Retrieved from [http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS an Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf](http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SINUS_an_Grundschulen/SINUS-an-Grundschulen_Abschlussbericht_2014_fin.pdf)
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214. Retrieved from http://www.pedocs.de/volltexte/2013/5813/pdf/UntWiss_2004_3_Graesel_Parchmann_I mplementationsforschung.pdf
- Haag, N. & Kohrt, P. (2017). Mittelwerte und Streuungen der im Fach Mathematik erreichten Kompetenzen. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Haag, C. Rjosk & S. Weirich (Eds.), *IQB-Bildungstrend 2016: Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe in zweiten Ländervergleich* (pp. 168–186). Münster, New York, Münster, New York: Waxmann.
- Kobarg, M., Dalehefte, I. M. & Menk, M. (2012). Der Einsatz systematischer Videoanalyse zur Untersuchung der Wirksamkeit des Unterrichtsentwicklungsprogramms SINUS an Grundschulen. In M. Kobarg, C. Fischer, I. M. Dalehefte, F. Trepke & M. Menk (Eds.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten: Strategien und Methoden* (pp. 181–194). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Kohrt, P., Haag, N. & Stanat, P. (2017). Kompetenzstufenbesetzungen im Fach Mathematik. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Haag, C. Rjosk & S. Weirich (Eds.), *IQB-Bildungstrend 2016:*

- Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe in zweiten Ländervergleich* (pp. 140–152). Münster, New York, Münster, New York: Waxmann.
- Köller, O., Schneider-Pregel, V. & Böttcher, M. (2014). Unterricht entwickeln mit SINUS. In C. Fischer (Ed.), *Zusammenwirken - zusammen wirken: Unterrichtsentwicklung anstoßen, umsetzen, sichern ; [SINUS an Grundschulen, Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts]* (1st ed., pp. 21–30). [Stuttgart], Seelze: Klett; Kallmeyer.
- 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, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Eds.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (pp. 115–132). Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Prenzel, M., Carstensen, C. H., Senkbeil, M., Obermeier, C. & Seidel, T. (2005). Wie schneiden SINUS-Schulen bei PISA ab? Ergebnisse der Evaluation eines Modelversuchsprogramms. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 8(4), 540–562. Retrieved from 1862-5215
- Prenzel, M. & Fischer, C. (2014). 15 Jahre SINUS - Bilanz und Perspektiven. In C. Fischer (Ed.), *Zusammenwirken - zusammen wirken: Unterrichtsentwicklung anstoßen, umsetzen, sichern; [SINUS an Grundschulen, Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts]* (1st ed., pp. 9–20). [Stuttgart], Seelze: Klett; Kallmeyer.
- Rieck, K., Dalehefte, I. M. & Köller, O. (2014). SINUS-Schülerinnen und -Schüler lösen naturwissenschaftliche Aufgaben häufiger - Ergebnisse am Beispiel der freigegebenen Aufgaben aus TIMSS 2011. In H.-J. Fischer, H. Giest & M. Peschel (Eds.), *Lernsituationen und Aufgabekultur im Sachunterricht* (pp. 147–154). Julius Klinkhardt.
- Roppelt, A. & Reiss, K. (2012). Beschreibung der im Fach Mathematik untersuchten Kompetenzen. In P. Stanat, H. A. Pant, Böhme Katrin & D. Richter (Eds.), *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangsstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik: Ergebnisse des IQB-Ländervergleichs 2011* (pp. 34–48). Münster: Waxmann Verlag GmbH.

- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht: freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse - eine Videostudie im Physikunterricht. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Vol. 35*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2003). Einleitung und Überblick. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Eds.), *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"* (pp. 7–11). Kiel.
- Walther, G., Selter, C. & Neubrand, J. (2008). Die Bildungsstandards Mathematik. In G. Walther, M. van Den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Eds.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen* (pp. 16–41). Berlin: Cornelsen, SCIPTOR.
- Wernstedt, R. & John-Ohnesorg, M. (Eds.). (2009). *Bildungsstandards als Instrument schulischer Qualitätsentwicklung: Zementierung des Selektionsprinzips oder Mittel zur Chancengerechtigkeit? Dokumentation der Sitzung des Netzwerk Bildung vom 26. Januar 2009* (1. Aufl.). *Netzwerk Bildung: Vol. 11*. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Marleen Menk



Persönliche Daten

Geburtsdatum	01.08.1984
Geburtsort	Lich
Nationalität	deutsch

Ausbildungshintergrund

Seit 10/2010	<i>Doktorandin am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel</i>
2005 - 2009	<i>Studium an der Justus-Liebig-Universität Gießen</i> Abschluss:Diplom-Pädagogin Schwerpunkte: Erwachsenenbildung und außerschulische Jugendbildung
2004	<i>Abitur am Weidiggymnasium Butzbach</i> Allgemeine Hochschulreife