

$$i(x) = x$$

$$i : A \hookrightarrow B \text{ mit } A \subseteq B$$

Inklusiver Mathematikunterricht - Mathematiklernen in ausgewählten Förderschwerpunkten

Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2016



University
of Bamberg
Press

6 Mathematikdidaktik Grundschule

Mathematikdidaktik Grundschule

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

Band 6

Inklusiver Mathematikunterricht - Mathematiklernen in ausgewählten Förderschwerpunkten

Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2016

hg. von Anna Susanne Steinweg

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

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

Herstellung und Druck: docupoint, Magdeburg
Umschlaggestaltung: University of Bamberg Press, Anna Hitthaler
Umschlagfoto: © A. Steinweg

© University of Bamberg Press Bamberg 2016
<http://www.uni-bamberg.de/ubp/>

ISSN: 2193-2905
ISBN: 978-3-86309-439-3 (Druckausgabe)
eISBN: 978-3-86309-440-9 (Online-Ausgabe)
URN: urn:nbn:de:bvb:473-opus4-478718

Inhaltsverzeichnis

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

Hauptvorträge

Uta Häsel-Weide

Mathematik gemeinsam lernen - Lernumgebungen für den inklusiven Mathematikunterricht	9
---	---

Natascha Korff

„...und dann kommst du aber in eine Klasse, die gewohnt ist nur Arbeitsblätter zu bearbeiten.“ - Herausforderungen der Lehrer*innenbildung für inklusiven Unterricht	25
--	----

Juliane Leuders

Inklusives Mathematiklernen bei Sehbeeinträchtigung und Blindheit – Herausforderungen und Konzepte	41
---	----

Elisabeth Moser Opitz

Inklusiver Mathematikunterricht – auch für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung (FGE)	57
---	----

... aus den Arbeitsgruppen

Arithmetik

Kann ein Schulbuch „gut“ oder „schlecht“ sein? Zum Einfluss des Schulbuchs auf die Leistungsentwicklung von Grundschulkindern	61
---	----

Daten, Zufall und Wahrscheinlichkeit

Zählen, ohne zu Zählen – Strategien von Drittklässlern beim Lösen kombinatorischer Anzahlbestimmungsprobleme	65
---	----

Geometrie

Eine differenzierte Sicht auf Begründungen von Grundschülerinnen und Grundschülern bei Geometrieaufgaben	69
---	----

Kommunikation & Kooperation

Theoretische Grundlegung & erste Orientierungen zur Analyse sprachlicher Mittel bei der Interpretation mathematischer Anschauungsmittel	73
---	----

Lehrerfortbildung

Fortbildungen von Grundschullehrkräften im Bereich der Stochastik – Qualitative Untersuchung von qualifikationsheterogenen Lerngruppen	77
--	----

Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien

Zahlverständnis mit dem Tablet unterstützen	81
---	----

Sachrechnen

Dezimalzahlen im Kontext von Größen im Mathematikunterricht der Grundschule	85
--	----

Vorschulische Bildung

Modellierung fachspezifischer professioneller Kompetenzen von frühpädagogischen Fachkräften und ihre Bedeutung für die Qualität der Lernumgebung	89
--	----

Vorwort

In dem hier vorliegenden sechsten Band der Reihe „Mathematikdidaktik Grundschule“ sind die Ergebnisse der Herbsttagung des Arbeitskreises Grundschule in der GDM zusammengefasst. Die Tagung fand vom 11. bis 13. November 2016 in Bad Salzdetfurth (Niedersachsen) statt. Das diesjährige Tagungsthema „Inklusiver Mathematikunterricht – Mathematiklernen in ausgewählten Förderschwerpunkten“ wurde mit großem Interesse unter verschiedenen Blickwinkeln diskutiert.

Das Thema Inklusion ist in der aktuellen wissenschaftlichen, bildungspolitischen und praxisorientierten Diskussion allgegenwärtig. Seit Inkrafttreten der UN-Behindertenrechtskonvention von 2006 (in Deutschland 2009 ratifiziert) haben behinderte Kinder das Recht auf eine gemeinsame Beschulung mit nicht behinderten Kindern. Dies stellt einen Paradigmenwechsel von der Integration einzelner Kinder an bestimmten Standorten (z. B. im Gemeinsamen Unterricht) hin zur inklusiven Beschulung als systemisches Prinzip dar. Inklusion ist demnach viel mehr als eine Frage nach der Wahl des Schulstandortes der Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf, es geht um den generellen Umgang mit Verschiedenheit. Natürlich sind individuelle Förderung, Diversität und Differenzierung keine neuen pädagogischen, didaktischen und fachdidaktischen Grundsätze. Neu ist jedoch das Spektrum an Verschiedenheit und die Tatsache, dass eine systemische Veränderung stattfindet. Dadurch stehen alle an Bildung Beteiligten vor großen Herausforderungen. Die Tagung leistete einen Beitrag dazu, aktuelle Forschung zu dieser Thematik vorzustellen, Ergebnisse zu diskutieren und Anregungen weiterzugeben.

In den Hauptvorträgen wurden verschiedene Aspekte zum Themengebiet Inklusion in den Blick genommen. So ging Natascha Korff (Universität Bremen) auf die Herausforderungen ein, die inklusiver Unterricht an die (Aus-)Bildung der Lehrkräfte stellt. Elisabeth Moser Opitz (Universität Zürich) stellte vor, welche Anforderungen inklusi-

ver Mathematikunterricht mit Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung stellt und leitete Folgerungen für die mathematische Förderung ab. Juliane Leuders (Pädagogische Hochschule Freiburg) widmete sich in ihrem Beitrag dem inklusiven Mathematiklernen bei Sehbeeinträchtigung und Blindheit. Außerdem stellte Uta Häsel-Weide (Universität Paderborn) Lernumgebungen für den Mathematikunterricht vor. Dabei ging sie vorrangig auf das Spannungsfeld zwischen Gemeinsamkeit und individueller Förderung ein.

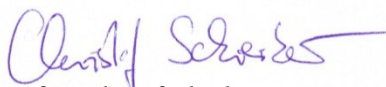
Auch in diesem Jahr haben wieder viele Kolleginnen und Kollegen ihre Arbeiten aus der aktuellen mathematikdidaktischen Grundschulforschung im Rahmen der Arbeitsgruppen vorgestellt und somit neue Denkanstöße geboten. Der Sprecherrat bedankt sich dafür herzlich bei allen Vortragenden. Unser Dank gilt auch den Koordinatorinnen und Koordinatoren der Arbeitsgruppen. Durch ihr kontinuierliches Engagement ist es möglich, dass u. a. auch Nachwuchsforscherinnen und -forscher Gelegenheit zur Präsentation und Diskussion ihrer Projekte bekommen.



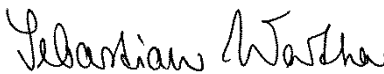
Prof. Dr. Hedwig Gasteiger



Dr. Claudia Lack



Prof. Dr. Christof Schreiber



Prof. Dr. Sebastian Wartha

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

Mathematik gemeinsam lernen

- Lernumgebungen für den inklusiven Mathematikunterricht

von Uta Häsel-Weide

Mathematiklernen findet in Lernumgebungen statt. Für den inklusiven Mathematikunterricht werden Lernumgebungen benötigt, die einen gemeinsamen Gegenstand in den Mittelpunkt stellen. Im Beitrag werden dazu theoretische Überlegungen, konkrete Beispiele und Eindrücke aus dem Kooperationsprojekt LUIS-M (Lernumgebungen im inklusiven Mathematikunterricht) präsentiert.

Schlüsselwörter: Inklusion, Kooperation, Lernumgebung, Multiplikation, Schwierigkeiten beim Mathematiklernen

1 Zur Klärung und Einführung

Der Titel „Mathematik gemeinsam lernen“ weckt, je nachdem mit welchem Blick man darauf schaut, unterschiedliche Assoziationen. Einerseits stellt er in den Fokus, dass das Lernen von Mathematik ein sozialer Prozess ist und als kollektives, gemeinschaftliches Lernen im Austausch mit anderen verstanden werden kann. Andererseits betont er die Vielfalt der Schülerinnen und Schüler, die zusammen Mathematik lernen, wird doch mit „Gemeinsamem Lernen“ der Förderort von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf in der allgemeinen Schule bezeichnet (§ 16 AO-SF). Mit einer Fokussierung auf den Aspekt „sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf“ steht zunächst ein enges Inklusionsverständnis im Vordergrund (Löser & Werning, 2015). Wird die Vielfalt der Schülerinnen und Schüler bezogen auf unterschiedliche Heterogenitätsdimensionen in den Blick genommen, d.h. sowohl „Behinderungen im Sinne der Behindertenrechtskonvention [...], als auch besondere Ausgangsbedingungen z. B. Sprache, soziale Lebensbedingungen, kulturelle und religiöse Orientierungen, Geschlecht sowie besondere Begabungen und Talente“ (KMK/HRK, 2015), spricht man von einem weiten Verständnis von Inklusion (Löser & Werning, 2015). Konzeptionen und Lernumgebungen für inklusiven Mathematikunterricht unterscheiden sich entsprechend ihres Inklusionsverständnisses und der fokussierten Heterogenitätsaspekte (Käpnick, 2015; Schäfer & Werner, 2014; Scherer, 2015).

In diesem Beitrag wird auf die Vielfalt in den mathematischen Kompetenzen fokussiert, die sich in einer Spanne von besonderen Begabungen zu besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen zeigt. Dabei ist neben dieser „vertikalen Heterogenität“ stets wichtig zu berücksichtigen, dass sich Kinder auch in ihren Vorgehensweisen von anderen unterscheiden, was Spiegel und Walter (2005) unter dem Stichwort „horizontale Heterogenität“ beschreiben. Diese Vielfalt in den Kompetenzen und Vorgehensweisen macht gerade ein kollektives, gemeinschaftliches Lernen aus.

2 Gemeinsames Lernen von Mathematik

2.1 Lernsituationen des gemeinsamen Mathematiklernens

Inklusiver Unterricht verläuft in unterschiedlichen Lernsettings, um der Heterogenität der Lernenden gerecht zu werden und um sowohl individuelle Förderung als auch kollektives Lernen zu ermöglichen. Dabei können vor allem folgende drei Lernsituationen idealtypisch voneinander unterschieden werden (Jennessen & Wagner, 2012; Wocken, 1998):

- Zieldifferentes Lernen in exklusiven Einzel- oder Kleingruppensituationen
- Zieldifferentes Lernen an verschiedenen Gegenständen in heterogenen/oder homogenen Gruppen
- Zieldifferentes Lernen durch differenzierende, reichhaltige Lernangebote am gemeinsamen Gegenstand in heterogenen Gruppen.

In allen Lernsituationen findet zieldifferentes Lernen als notwendige Rahmenbedingung des gemeinsamen Lernens statt. Die Lernsituationen unterscheiden sich in der Sozialform, in der Zusammensetzung der Lerngruppe und darin, ob und inwiefern Lernende an verschiedenen oder gemeinsamen Gegenständen arbeiten. Alle Lernsituation sollten im inklusiven Unterricht ausbalanciert werden, so dass sowohl die Verschiedenheit der Kinder als auch die Gemeinsamkeit des fachlichen und sozialen Lernens in der Gruppe in ausgewogener Weise zur Geltung kommen (Wocken, 1998, S. 40).

Zieldifferentes, kooperatives Lernens am gemeinsamen Gegenstand, genießt besonders hohe Wertschätzung (Lütje-Klose & Miller, 2015).

Die Idee des gemeinsamen Lernens am gemeinsamen Gegenstand wurde von Feuser als Grundprinzip des inklusiven Unterrichts formuliert (1989, S. 22) und meint, dass „alle Kinder in Kooperation miteinander auf ihrem jeweiligen Entwicklungsniveau und mittels ihrer momentanen Denk- und Handlungskompetenzen an und mit einem gemeinsamen Gegenstand lernen und arbeiten“ (Feuser, 1989, S. 22).

Das Ziel und die Idee, die hiermit verbunden werden, sind, dass die Lernenden bei der gemeinsamen Arbeit inhaltlich voneinander profitieren. Lernende arbeiten zusammen, „aber jeder auf der ihm gemäßen Stufe, am gleichen Gegenstand [...], und diese Zusammenarbeit soll es sowohl denen auf niedriger Stufe wie denen auf höherer Stufe ermöglichen, ihre Stufe zu erhöhen, denen auf niedriger Stufe, weil sie sich auf die höhere Stufe orientieren können, denen auf höherer Stufe, weil die Sicht auf die niedrigere Stufe ihnen neue Einsichten verschafft“, so formuliert Freudenthal (1974, S. 166). Er hatte allerdings nicht den inklusiven Unterricht im engeren Sinne im Blick, sondern das gemeinsame Lernen im Rahmen der Vielfalt der Lernenden der Sekundarstufe. In der Idee stimmt er jedoch mit Feuser überein: Der kollektive Blick auf einen gemeinsamen Gegenstand kann gerade durch die Differenz bereichernd sein.

Weder Feuser noch Freudenthal arbeiten ihre Überlegungen so aus, dass eine Übertragung auf den inklusiven Mathematikunterricht sofort möglich wäre. Freudenthal skizziert einige Beispiele und bei Feuser bleibt die differenzierte Auseinandersetzung mit der inhaltlichen Ebene sehr allgemein (Seitz, 2006). Eine Konkretisierung der Ideen für den inklusiven Mathematikunterricht in Lernumgebungen sowie eine Erforschung der kooperativen Lernprozesse oder eine curriculare Umsetzung ist eine Aufgabe unserer Zeit.

2.2 Lernumgebungen für das gemeinsame Mathematiklernen am gemeinsamen Gegenstand

Ausgangspunkt für die Konkretisierung der Idee des gemeinsamen Lernens am gemeinsamen Gegenstand ist die Orientierung an den fundamentalen Ideen. Sie ermöglichen Themen so zu wählen, dass diese für alle Kinder – unabhängig von ihren mathematischen Kompetenzen – bedeutsam sind. Dies liegt zum einen im Vertikalkriteri-

um der fundamentalen Ideen begründet (Deutscher, 2012), mit anderen Worten: Das Wesen einer fundamentalen Idee ist, dass sie auf verschiedenen Niveaus aufzeig- und vermittelbar ist. Damit ist eine Bearbeitung der gleichen Idee auf unterschiedlichen Ebenen und auf verschiedene Weise möglich. Zum anderen wird eine Anschlussfähigkeit sowohl an die individuellen Kompetenzen der Kinder als auch an den Lehrplan der besuchten Lerngruppe (Sasse, 2014) ermöglicht. Dies erfordert, dass die Lernumgebung so gestaltet ist, dass einerseits mit Blick auf Kinder mit Schwierigkeiten beim Mathematiklernen eine niedrige Einstiegsschwelle besteht, andererseits die Lernumgebung ausreichend mathematisch reichhaltig ist, so dass alle Kinder auf ihrem Niveau herausgefordert werden.

Für Schülerinnen und Schüler mit Schwierigkeiten beim Mathematiklernen ist es wichtig, dass sie ausreichend Gelegenheit haben, den mathematischen Basisstoff zu erlernen und dieser vernetzt mit weiterführenden Themen erarbeitet wird (Häsel-Weide, im Druck; Schmassmann, 2009). Dies sollte auch in Lernsituationen des gemeinsamen Lernens am gemeinsamen Gegenstand berücksichtigt werden. Zudem sind die Lernumgebungen mit Blick auf den Charakter des gemeinsamen Lernens als kollektives Lernen im Austausch miteinander so zu gestalten, dass die Kinder in der Lernumgebung zur Kooperation angeregt werden. Ein Großteil der dargestellten Anforderungen an Lernumgebungen zum gemeinsamen Lernen am gemeinsamen Gegenstand wird bereits erfüllt, wenn substantielle Lernumgebungen mit natürlicher Differenzierung eingesetzt werden (Wittmann 1995, 2010; Krauthausen & Scherer, 2014; vgl. Häsel-Weide & Nührenböcker 2015), denn

- sie repräsentieren zentrale Ziele, Inhalte und Prinzipien des Mathematikunterrichts.
- sie bieten reichhaltige Möglichkeiten für mathematische Aktivitäten, so dass die mathematischen Tätigkeiten und Erkenntnisprozesse auf unterschiedlichen Ebenen aus der aktiven und produktiven Auseinandersetzung mit den Aufgaben erwachsen.
- sie können im Sinne der natürlichen Differenzierung zum Erkunden, Darstellen und Erörtern mathematischer Zu-

sammenhänge genutzt werden und bieten zugleich Raum für sozial-interaktive Auseinandersetzungen der Kinder untereinander.

- sie sind flexibel und können an individuelle Gegebenheiten angepasst werden, so dass individuelle Entwicklungs- und Lernverläufe realisiert werden.

Für die inklusive Klasse muss jedoch zudem überlegt werden, inwieweit eine Thematisierung mathematischen Basisstoffs möglich ist und inwieweit die natürliche Differenzierung ausreicht, um die Kriterien der Kooperation und der niedrigen Einstiegsschwelle zu erfüllen. Ergänzend kann ein Arbeiten auf mehreren Ebenen durch Parallelisierungen (Nührenbörger & Pust, 2011; Rathgeb-Schnierer & Rechtsteiner-Merz, 2010) oder Überlegungen zur unterrichtsintegrierenden Förderung gestärkt werden (Häsel-Weide & Nührenbörger, 2012). Zudem können Elemente des kooperativen Lernens eingesetzt werden, um den Austausch aus der Sache heraus für alle Schülerinnen und Schüler stärker zu initiieren und zu strukturieren. Wird die Aufgabenstellung in einfacher Sprache gestellt und werden die Arbeitsphasen visualisiert, entlastet dies die Gedächtniskapazität für das Verstehen der Aufgabe und stützt die Arbeit am Inhalt (Häsel-Weide & Nührenbörger, 2015). Dabei besteht ein Spannungsfeld zwischen der Offenheit und der Möglichkeit der Kooperation der Kinder über eine Sache sowie der Fokussierung des mathematischen Basisstoffs und der mathematischen Reichhaltigkeit.

3 Entwicklung und Erforschung einer Lernumgebung zu multiplikativen Beziehungen

Im Kooperationsprojekt LUIS-M (Lernumgebungen für den inklusiven Mathematikunterricht) wurden fünf Lernumgebungen für das zweite Schuljahr entwickelt und im Schuljahr 2015/2016 in sechs inklusiven Grundschulklassen erprobt. Die Vorgehensweisen, Deutungen und Kooperationsprozesse der Schülerinnen und Schülern werden dabei unter unterschiedlichen Fragestellungen analysiert (Häsel-Weide, ang.).

Am Beispiel multiplikativer Beziehungen werden im weiteren Verlauf die Überlegungen zur Konstruktion von Lernumgebungen für den

inklusive Mathematikunterricht verdeutlicht, Chancen und Grenzen aufgezeigt und Eindrücke aus den Analysen exemplarisch dargestellt.

3.1 Lernumgebung zu multiplikativen Beziehungen

Multiplikation als eine der vier Rechenoperationen und das Einmaleins als beziehungsreiches Feld von Aufgaben ist ganz wesentlich der arithmetischen Kernidee „Rechnen, Rechengesetze und Rechenvorteile“ zuzuordnen (Wittmann, 1995a). Für ein Multiplikationsverständnis ist es zentral, dass die Kinder die Beziehung zwischen den Zahlen verstehen, zwischen unterschiedlichen Darstellungen übersetzen und eine Vorstellung davon aufbauen, dass sie mit zusammengesetzten Einheiten umgehen (Transchel, 2014). Das multiplikative Verständnis stellt gleichzeitig eine sogenannte kritische Stelle im Lernprozess dar, d.h. es wird für viele Kinder mit Schwierigkeiten beim Mathematiklernen zu einer stofflichen Hürde (Meyerhöfer, 2011), wie Ergebnisse empirischer Studien (Freeseemann, 2014; Moser Opitz, 2013) und die Erfahrungen aus der Förderung zeigen (Gaidoschik, 2015). Es ist deshalb angezeigt, dass gerade die Kinder mit Schwierigkeiten viele Gelegenheiten zum Aufbau eines multiplikativen Verständnisses erhalten, z. B. indem der Schwerpunkt auf den Wechsel der Repräsentationsebenen gelegt wird (Kuhnke, 2013). Zudem ist zu bedenken, inwieweit auf Grund der Voraussetzungen der Kinder eine Fokussierung auf bestimmte Ausschnitte vorgenommen werden sollte (z. B. Mini-Einmaleins, Verdopplungsaufgaben). Die Einstiegsschwelle sollte so gewählt sein, dass die Aufgaben auch bearbeitet werden können, wenn die Kinder den Zahlenraum bis 100 noch nicht vollständig erschlossen haben. Im Sinne der Zielspanne können leistungstärkere Kinder auf die multiplikativen Beziehungen zwischen den Aufgaben fokussieren und die erkundeten Beziehungen zum Ableiten von Ergebnissen nutzen.

Beispiel „Punktebilder deuten“

In der Lernumgebung erhalten die Kinder als Paar Serien mit Punktebildern. Voraus gingen Aktivitäten zum Erzeugen von Punktebildern mit Punkttestreifen. Während dabei durch eine Vervielfachung das Punktebild von Kindern hergestellt wurde, werden nun an Punktebildern additive und / oder multiplikative Deutungen vorgenommen (vgl. Abb. 3). Die Aufgaben der Serien werden zwischen den

Kindern aufgeteilt und jedes Kind nimmt zunächst für sich erste Deutungen vor. Die Kinder bearbeiten dabei eine oder mehrere Serien. Die Serien können auch in der Mitte geteilt werden, so dass Kinder ausschließlich die Aufgaben mit Faktor Eins und Zwei bearbeiten und sich entsprechend im vertrauten kleineren Zahlenraum bewegen, während andere komplexe Punktebilder interpretieren (vgl. Abb. 2). Im Sinne einer Zielspanne kann damit auf additive Zerlegungen, Verdopplungen, multiplikatives Verstehen und multiplikative Beziehungen fokussiert werden (Abb. 1). Die Beziehungen zwischen den Aufgaben unterstützen die Kinder bei einem operativen Finden der Produkte. Die Einstiegsschwelle ist niedrig, aber durch die vielfältigen multiplikativen Beziehungen entsteht ein anforderungsreiches Muster. Der mathematische Basisstoff „Verstehen multiplikativer Beziehungen“ wird durch die Betonung der Relationen und den Wechsel der Repräsentationen verkörpert.

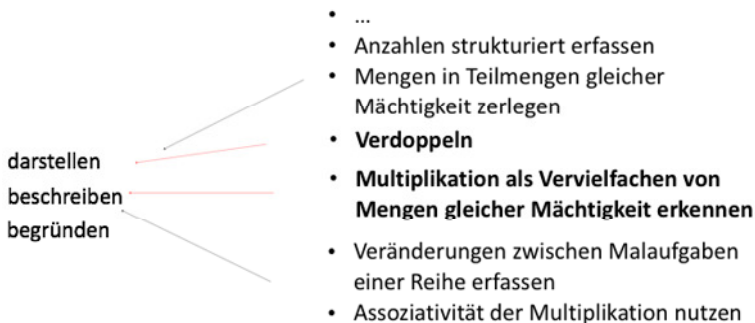


Abb. 1 Aktivitäten in der Lernumgebungen "Punktebilder deuten"

Nach einiger Zeit ordnen die Kinder ihre Serien zu einem Gesamtmuster, vergleichen ihre Deutungen, ergänzen diese und formulieren Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Beim Vergleich werden alle Bearbeitungen der Kinder einbezogen und gewürdigt. Unterschiede in den Deutungen oder Fehler können auffallen und besprochen werden. Das komplette Muster der Aufgaben und die vielfältigen Beziehungen zwischen den Aufgaben können von einem Kinderpaar, in einer kleinen Gruppe oder mit der gesamten Klasse beschrieben werden und durch den Austausch können vielfältige multiplikative

Beziehungen erkannt werden, um sie im weiteren Verlauf für die gezielte Ableitung von Aufgaben zu nutzen (Gaidoschik, 2015).

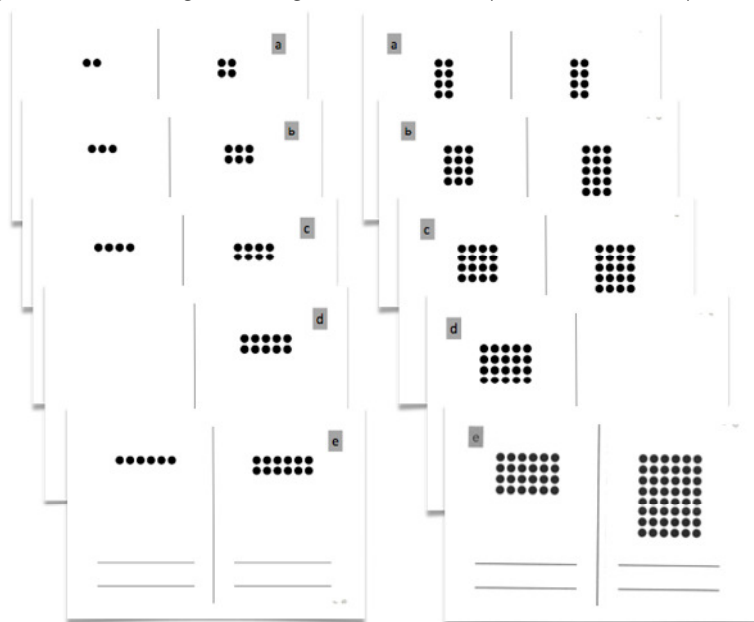


Abb. 2 Multiplikative Beziehungen im Muster aus Punktembildern

3.2 Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Gemeinsamen Lernen

Susan und Selma deuten eine Serie

Nach dem individuellen Deuten der Punktembilder betrachten Susan und Selma nun gemeinsam die Aufgabenserien. In der ersten Arbeitsphase hatten die Mädchen die Serien so geteilt, dass jede zwei Aufgaben einer Serie bearbeitet hat. Beide Kinder haben die Serien also noch nicht in der Gesamtheit betrachtet. Dies eröffnet nun die Chance eines neuen gemeinsamen Blicks auf das Muster.

In der individuellen Bearbeitung haben die Mädchen die Punktembilder beide spaltenweise gedeutet (vgl. Abb. 3) nun nehmen sie eine zeilenweise Deutung vor. Ausgelöst scheint diese Umdeutung durch den Anstoß der Lehrkraft die Veränderung zwischen den Punktembildern einer Serie zu beschreiben.

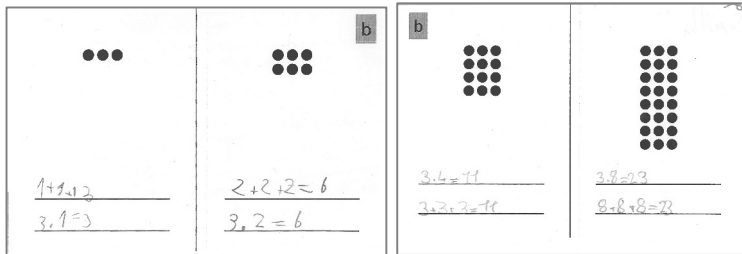


Abb. 3 Bearbeitungen von Susan (links) und Selma (rechts) zur Serie b

- 1 Selma Drei (zeigt auf das Punktbild 1·3¹) und da verändert sich sechs (zeigt auf das Punktbild 2·3) # also immer drei, da hatte ich drei
- 2 Susan Also ja, hier (.) hier sind die gleichen (zeigt mit dem Stift auf die oberen Punktereihen im Punktbild 1·3 und 2·3) und da (zeigt auf die untere Punktereihe von 2·3) wenn noch mal welche zusammenkommen sind sechs
- 3 Selma Siehst du, warte kurz drei (schreibt über Punktemenge 1·3 die Zahl 3) das sind drei, ne? Und, ähm, das hier sind sechs (schreibt über das Punktbild 2·3 die Zahl 3) das verändert sich immer drei mehr hier zwischen (notiert in dem Bereich zwischen den beiden Punktbildern 1·3 und 2·3 die Zahl 3). Und hier ist es so, dass sich halt (betrachtet das Punktbild 4·3) warte mal (.) ähm, warte mal (.) noch mal sechs (zeigt auf das Punktbild 2·3) zwei mal. Genauso wie hier (zeigt auf das Punktbild 2·2 aus Serie a) vier ist hier ja zwei mal [unverständlich], ne?
- 4 Susan (schaut auf die Aufgabenkarten 1·2 und 2·2).
- 5 Selma Und hier ist es genauso, sechs (zeigt auf das Punktbild 2·3) zwei mal (zeigt auf das Punktbild 4·3, schaut zu Susan) Hier (zeichnet eine Linie zwischen die oberen und die unteren Punktereihen des Punktbildes 4·3) #
- 6 Susan # Achsooo! Ja, sechs (zeigt auf das Punktbild 2·3) sechs hat man und dann sechs sind dann noch (zeigt auf das Punktbild 4·3) #

...

¹ Die Beschreibung des Punktbildes als „Punktbild 1 · 3“ ist bereits eine Deutung und entspricht der zeilenweise, multiplikativen Betrachtung. Diese Beschreibung wird ausschließlich zu dem Zwecke genutzt, im Text möglichst kurz auf das Punktbild verweisen zu können und entspricht nicht zwangsläufig mit der Deutung der Kinder.

- 33 Selma Und deswegen ist es hier auch so. Hier ist es aber so (*zeigt auf das Punktebild 4.3*), das hier, wird das hier noch mal zwei mal verdoppelt (*zeigt auf das Punktebild 8.3*). Genauso wie da, das hier (*zeigt auf das Punktebild 4.2*) wurde noch mal zwei mal verdoppelt (*zeigt auf das Punktebild 8.2*)

Selma vergleicht zunächst die Punktebilder $1 \cdot 3$ und $2 \cdot 3$ und formuliert „also immer drei, da hatte ich drei“. An dieser Stelle ist unklar, ob sie darauf fokussiert, dass bei Aufgaben dieser Serie eine Menge von drei vervielfacht wird oder ob sie meint, dass von einem zum anderen Punktebild immer drei Punkte hinzukommen. Letzteres trifft nur auf die ersten beiden Punktebilder zu, in der die Ausgangsmenge von drei Punkten verdoppelt wird.

Susan betrachtet daraufhin die drei oberen Plättchen der Punktebilder $1 \cdot 3$ und $2 \cdot 3$ und scheint das Punktebild $2 \cdot 3$ in Dreiermengen zu zerlegen: „hier sind die gleichen“. Sie sieht hier möglicherweise im Punktebild $2 \cdot 3$ zweimal die gleiche Menge oder sie sieht in dem Bild $2 \cdot 3$ die gleiche Menge wieder, die sie bereits im Bild $1 \cdot 3$ erkannt hat. Analog könnte sie mit der Formulierung „wenn noch mal welche dazu kommen sind es sechs“ die Beziehung zwischen den ersten Punktebildern oder innerhalb des Punktebildes $2 \cdot 3$ beschreiben. Dabei bezeichnet „welche“ die vervielfachte Anzahl.

Selma fokussiert auf die Verdopplung von einem Punktebild zum nächsten und scheint zu erkennen, dass sowohl die Gesamtanzahl sich von $1 \cdot 3$ zu $2 \cdot 3$ als auch von $1 \cdot 2$ zu $2 \cdot 2$ und zudem von $2 \cdot 3$ zu $4 \cdot 3$ verdoppelt. Sie beschreibt dies zunächst als „hier zwei mal“, später spricht sie von „zwei mal verdoppeln“. Über die Betrachtung einer Aufgabenserie hinaus erkennt sie eine Struktur des Gesamtmusters. Susan scheint die Erkenntnis nachzuvollziehen, bleibt aber in ihrer Deutung auf ein konkretes Aufgabenpaar fokussiert: „sechs hat man und dann noch sechs“ (Z. 6). Selma hingegen überprüft die Struktur an weiteren Beispielen und scheint die vervielfachte Verdopplung zu erkennen (Z. 33).

Der gemeinsame Blick auf das gesamte Muster und die Aufforderung dieses zu beschreiben, scheint die Mädchen anzuregen, verstärkt struktur-fokussierende Deutungen vorzunehmen (Häsel-Weide, 2016) und über das einzelne Punktebild hinaus Strukturen zwischen

Aufgabenpaaren, Serien oder im gesamten Muster zu erkennen. Das Erkennen der Struktur führt an dieser Stelle noch nicht dazu, dass diese zur Überprüfung oder Korrektur der Ergebnisse genutzt wird.

Dave findet das fehlende Punktebild

In der Betrachtung des gesamten Musters (vgl. Abb. 2) in einer Kleingruppenreflexion anschließend an die Partnerarbeit, erläutern die Kinder die erkannten Strukturen des Musters. Die Lehrkraft fokussiert auf einzelne Aspekte und Besonderheiten und spricht einzelne Kinder immer wieder gezielt an und bindet sie in das Gespräch ein. So wird David, ein Schüler mit Schwierigkeiten beim Mathematiklernen, z. B. aufgefordert, das von ihm gefundene Punktebild (vgl. Abb. 4) mit Blick auf das Gesamtmuster zu betrachten. Seine Bearbeitung und die notierten Terme lassen die Interpretation zu, dass er in dieser Serie eine Strukturierung in Fünfer erkannt hat, eine passende Aufgabe gefunden und diese additiv korrekt interpretiert hat. Die multiplikative Deutung scheint ihm jedoch Schwierigkeiten zu machen. Dies zeigt sich auch in Termen zu anderen Punktebildern.

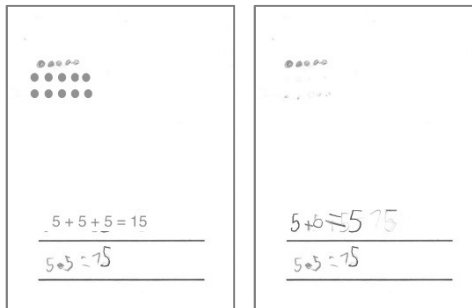


Abb. 4 Davids Bearbeitung zu Beginn der Reflexion (rekonstruiert) und korrigiert

Mit dem Blick auf das Gesamtmuster korrigiert er sein Punktebild zu einer Punktereihe mit fünf Punkten. Dabei scheint sich Dave an der Reihe der natürlichen Zahlen zu orientieren, da er bei seiner Erläuterung die Zahlen „Eins, zwei, drei, vier, fünf“ nennt und dabei auf die entsprechenden Punktekarten zeigt (vgl. Abb. 1). Ein Indiz, dass er trotzdem die Zerlegung in Fünfer im Blick behält, ist, dass er die Additionsaufgabe zu $5+0$ korrigiert. Allerdings lässt er die multiplikative Deutung $5 \cdot 5$ unverändert. Das Gesamtmuster scheint ihm also

zu helfen, ein Punktebild zu finden, dass in die Struktur des Musters passt. Die multiplikative Deutung insgesamt und vor allem die Deutung der Aufgaben mit Faktor Eins scheint ihm Schwierigkeiten zu machen. Diese vermeindlich einfachen Aufgaben, sind als Sonderfall der Multiplikation vor allem dann zu erkennen, wenn bereits ein multiplikatives Verständnis aufgebaut wurde (Gaidoschik, 2015).

Spanne der Bearbeitung

Betrachtet man über die einzelnen Szenen hinaus die Deutungen der Kinder im Rahmen der Lernumgebungen zu multiplikativen Beziehungen, lässt sich analog zur Zielspanne eine Spanne der Bearbeitungen rekonstruieren. Diese besteht

- zwischen einem ersten Erkennen des Vervielfachens und einer flexiblen multiplikativen Deutung
- zwischen dem (zählenden) Bestimmen der Anzahlen und dem mentalen Berechnen des Produkts unter Nutzung von multiplikativen Beziehungen
- zwischen dem Blick auf einzelne konkrete Zahlen oder Objekten und dem Beschreiben unterschiedlicher multiplikativer Beziehungen

Die Analysen zeigen, dass die Kinder in der Lernumgebung unterschiedliche Einsichten und Kompetenzen zeigen und auf unterschiedlichen Niveaus an dem gemeinsamen Gegenstand multiplikative Beziehungen tätig sind. Inwieweit durch die Interaktion eine Erweiterung der Kompetenzen und neue Einsichten angeregt werden, wird an anderer Stelle genauer analysiert (Häsel-Weide, ang.). Die skizzierten kooperativen Situationen zeigen jedoch bereits beispielhaft, wie Kinder in einer Situation, die unterschiedliche Deutungen zulässt, miteinander Einsichten teilen und weiterentwickeln können.

Ein Spannungsfeld bleibt stets zwischen einer Offenheit für die individuellen Möglichkeiten der Kinder und der Notwendigkeit der Begrenzung mit dem Ziel des inhaltlichen Austausches. Die Orientierung an einem gemeinsamen Gegenstand, der in der kooperativen Erarbeitung und im Gespräch auch allen als solcher deutlich werden soll, erfordert eine Begrenzung, damit alle Kinder die gemeinsame Idee zumindest punktuell teilen können. Nur auf diese Weise können

im inklusiven Unterricht gemeinsame, fachlich orientierte Aktivitäten aller Schülerinnen und Schüler stattfinden und so eine Separation in der Inklusion vermieden werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Inklusiver Unterricht ist geprägt von unterschiedlichen Lernsituationen, zu denen wesentlich das gemeinsame Lernen an einem gemeinsamen Gegenstand gehört. In diesem Beitrag wurde aufgezeigt, wie Lernumgebungen in diesem Sinne konkretisiert werden können. Dabei bleibt stets ein Spannungsfeld zwischen den individuellen Potentialen und der Begrenzung zum Zweck des fachlichen Austausches. Zudem ist nicht zu erwarten, dass alle Kinder zu jeder Zeit gleichermaßen von jeder Lernsituation profitieren. Erst die Bereitstellung unterschiedlicher Lernumgebungen mit unterschiedlicher Ausrichtung des Spannungsfeldes von Offenheit und Kooperation sowie eine Balance unterschiedlicher Lernsituationen kann zu einem gelingenden und für alle lernförderlichen guten inklusiven Unterricht betragen.

Die weitere Entwicklung muss sich insbesondere auf eine Passung der Lernsituationen richten. Dabei ist zu überlegen, wie Kinder mit unterschiedlichen Kompetenzen im Anschluss an gemeinsame Lernsituationen an dem Gegenstand auf ihrem Niveau weiterlernen können und an welchen Situationen eine erneute kooperative Begegnung stattfindet. Die Lernprozesse von Kindern mit besonderen Schwierigkeiten und unterschiedlichen Unterstützungsbedarfen, aber auch mit besonderen Kompetenzen in einem derartigen inklusiven Unterricht zu fördern und zu erforschen, ist ein lohnendes Entwicklungs- und Forschungsfeld (Peter-Koop & Rottmann, 2015).

Literatur

- Deutscher, T. (2012). *Arithmetische und geometrische Fähigkeiten von Schulanfängern. Eine empirische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung des Bereichs Muster und Strukturen*. Wiesbaden: Vieweg.
- Feuser, G. (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik. *Behindertenpädagogik*, 28 (1), 4-48.
- Freeseemann, O. (2014). *Schwache Rechnerinnen und Rechner fördern. Eine Interventionsstudie an Haupt-, Gesamt- und Förderschulen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Freudenthal, H. (1974). Die Stufen im Lernprozeß und die heterogene Lerngruppe im Hinblick auf die Middenschool. *Neue Sammlung*, 14, 161-172.

Gaidoschik, M. (2015). *Einmaleins verstehen, vernetzen, merken. Strategien gegen Lernschwierigkeiten. (2. Auflage)*. Seelze: Klett.

Häsel-Weide, U. (2016). *Vom Zählen zum Rechnen. Struktur-fokussierende Deutungen in kooperativen Lernumgebungen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Häsel-Weide, U. (ang.). Mistakes as occasions for productive interactions in cooperative settings in inclusive mathematics classrooms. *Proceedings of CERME10*.

Häsel-Weide, U. (im Druck). Inklusiven Mathematikunterricht gestalten. Anforderungen an die Lehrerbildung. In J. Leuders, M. Lehn, T. Leuders, S. Ruwisch & S. Prediger (Hrsg.), *Mit Heterogenität im Mathematikunterricht umgehen lernen – Konzepte und Perspektiven für eine zentrale Anforderung an die Lehrerbildung*. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Häsel-Weide, U., & Nührenbörger, M. (2012). Fördern im Mathematikunterricht. In H. Bartnitzky, U. Hecker & M. Lassek (Eds.), *Individuell fördern – Kompetenzen stärken in der Eingangsstufe (Kl. 1 und 2). Heft 4*. Frankfurt a. M.: Arbeitskreis Grundschule e. V.

Häsel-Weide, U., & Nührenbörger, M. (2015). Aufgabenformate für einen inklusiven Arithmetikunterricht. In A. Peter-Koop, T. Rottmann & M. M. Lüken (Eds.), *Inklusiver Mathematikunterricht in der Grundschule* (S. 58-74). Offenburg: Mildenerger Verlag.

Jennessen, S., & Wagner, M. (2012). Alles so schön bunt hier!? Grundlegendes und Spezifisches zur Inklusion aus sonderpädagogischer Perspektive. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 8, 335-344.

Käpnick, F. (Ed.). (2015). *Verschieden verschiedene Kinder. Inklusives Fördern im Mathematikunterricht der Grundschule*. Seelze: KlettKallmeyer.

KMK/HRK. (2015). *Lehrerbildung für eine Schule der Vielfalt*. Abgerufen von http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_03_12-Schule-der-Vielfalt.pdf

Krauthausen, G., & Scherer, P. (2010). Umgang mit Heterogenität. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht der Grundschule. *Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen*.

Kuhnke, K. (2013). *Vorgehensweisen von Grundschulkindern beim Darstellungswechsel. Eine Untersuchung am Beispiel der Multiplikation im 2. Schuljahr*. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Löser, J. M., & Werning, R. (2015). Inklusion - allgegenwärtig, kontrovers, diffus? *Erziehungswissenschaft*, 26 (51), 17-24.

Lütje-Klose, B., & Miller, S. (2015). Inklusiver Unterricht - Forschungsstand und Desiderata. In A. Peter-Koop, T. Rottmann & M. M. Lüken (Hrsg.), *Inklusiver Mathematikunterricht in der Grundschule* (S. 10-32). Offenburg: Mildenerberger.

Meyerhöfer, W. (2011). Vom Konstrukt der Rechenschwäche zum Konstrukt der nicht bearbeiteten stofflichen Hürden. *Pädagogische Rundschau*, 65(4), 401-426.

Moser Opitz, E. (2013). *Rechenschwäche / Dyskalkulie. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern* (2. Auflage). Bern: Haupt.

Nührenbörger, M., & Pust, S. (2011). *Mit Unterschieden rechnen. Lernumgebungen und Materialien im differenzierten Anfangsunterricht Mathematik* (2. Auflage). Seelze: Kallmeyer.

Peter-Koop, A., & Rottmann, T. (2015). Impulse und Implikationen für Forschung und Praxis. In A. Peter-Koop, T. Rottmann & M. M. Lüken (Hrsg.), *Inklusiver Mathematikunterricht in der Grundschule* (S. 211-215). Offenburg: Mildenerberger.

Rathgeb-Schnierer, E., & Rechtsteiner-Merz, C. (2010). *Mathematiklernen in der jahrgangsübergreifenden Eingangsstufe. Gemeinsam, aber nicht im Gleichschritt*. München: Oldenbourg.

Sasse, A. (2014). Unterrichtsvorbereitung und Leistungseinschätzung im Gemeinsamen Unterricht. In S. Peters & U. Widmer-Rockstroh (Hrsg.), *Gemeinsam unterwegs zur inklusiven Schule* (S. 118-137). Frankfurt a. M. : Grundschulverband e.V. .

Schäfer, A. & Werner, B. (2014). Warum ist eigentlich drei mal drei gleich zehn? Anregungen zur Gestaltung eines Mathematikunterrichts in inklusiven Settings - Perspektiven der Fachdidaktik und Sonderpädagogik. In S. Trumpa, S. Seifried, E. Franz & T. Klauß (Hrsg.), *Inklusive Bildung: Erkenntnisse und Konzept aus Fachdidaktik und Sonderpädagogik* (S. 321-333). Weinheim: Beltz.

Scherer, P. (2015). Inklusiver Mathematikunterricht der Grundschule – Anforderungen und Möglichkeiten aus fachdidaktischer Perspektive. In T. H. Häcker & M. Walm (Hrsg.), *Inklusion als Entwicklung – Konsequenzen für Schule und Lehrerbildung* (S. 267-284). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Schmassmann, M. (2009). "Geht das hier ewig weiter?" Dezimalbrüche, Größen, Runden und der Stellenwert. In A. Fritz & S. Schmidt (Hrsg.), *Fördernder Mathematikunterricht in der Sek. I* (S. 167-185). Weinheim: Beltz.

Seitz, S. (2006). Inklusive Didaktik: Die Frage nach dem "Kern der Sache". *Zeitschrift für Inklusion*.

Abgerufen von

<http://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/issue/view/18>

Spiegel, H. & Walter, M. (2005). Heterogenität im Mathematikunterricht der Grundschule. In K. Bräu & U. Schwerdt (Hrsg.), *Heterogenität als Chance* (S. 219-238). Münster: Lit Verlag.

Transchel, S. (2014). Entwicklung und Erforschung multiplikativer Aufgabenformate für den Gemeinsamen Unterricht. In J. Roth & A. J. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 1131-1134). Münster: WTM.

Wittmann, E. C. (1995a). Aktiv-entdeckendes und soziales Lernen im Arithmetikunterricht. In G. N. Müller & E. C. Wittmann (Hrsg.), *Mit Kindern rechnen* (S. 10-41). Frankfurt a. M.: Arbeitskreis Grundschule.

Wittmann, E. C. (1995b). Mathematics Education as a Design Science. *Educational Studies in Mathematics*, 29, 355-374.

Wittmann, E. C. (2010). Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht der Grundschule - vom Fach aus. In P. Hanke, G. Möves-Buschko, A. K. Hein, D. Berntzen & A. Thielges (Hrsg.), *Anspruchsvolles Fördern in der Grundschule* (S. 63-78). Münster: Waxmann.

Wocken, H. (1998). Gemeinsame Lernsituationen. Eine Skizze zur Theorie des gemeinsamen Unterrichts. In A. Hildes Schmidt & I. Schnell (Hrsg.), *Integrationspädagogik: Auf dem Weg zu einer Schule für alle* (S. 37-52). Weinheim: Juventa.

Prof. Dr. Uta Häsel-Weide

Universität Paderborn

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Warburger Str. 100

33098 Paderborn

uta.haesel.weide@math.uni-paderborn.de

„...und dann kommst du aber in eine Klasse, die gewohnt ist nur Arbeitsblätter zu bearbeiten.“

Herausforderungen der Lehrer*innenbildung für inklusiven Unterricht

von Natascha Korff

*Erkenntnisse einer Interviewstudie zum inklusiven Mathematikunterricht mit integrationserfahrenen Lehrkräften werden zusammenfassend dargestellt und ein Einblick in Herausforderungen für Lehramtsstudierende in der Entwicklung inklusiver Lernumgebungen im Praxissemester gegeben. Die Ergebnisse werden zu den bisher verhandelten Professionsprofilen von Grundschul- und Sonderpädagogiklehrkräften ins Verhältnis gesetzt, um Perspektiven einer Lehrer*innenbildung für inklusiven Unterricht zu entwickeln.*

Schlüsselwörter: Inklusion, Lehrkraftprofessionalisierung, Praxissemester, Lehramts-typen

1 Einleitung

Im inklusiven Unterricht liegt die Verantwortung für die gelingende Teilhabe bei der Schule und bei den Lehrkräften und nicht bei den Lernenden, von denen entsprechend keine bestimmten Leistungen (bzw. bestimmtes Verhalten) als Voraussetzung für Teilnahme und Teilhabe verlangt werden. „Dementsprechend muss das pädagogische Personal zum Umgang mit Heterogenität qualifiziert sein, um derart individualisierend auf Schüler/innen eingehen zu können, so dass nach Möglichkeit keine exkludierenden Settings entstehen“ (Heinrich et al., 2013, 78).

Was aber bedeutet dies für Lehrerinnen und Lehrer und deren (Aus-) Bildung? Dieser Frage wird im Folgenden nachgegangen. In der Anlage dieses Beitrags sind dabei zwei Widersprüchlichkeiten zu konstatieren:

Erstens wird trotz eines sogenannten ‚weiten Inklusionsverständnisses‘ vorrangig die Differenzlinie Behinderung-Befähigung bzw. das sonderpädagogische Lehramtsstudium betrachtet. Hierzu erfolgt einleitend eine Einordnung des Beitragsthemas ‚Lehrer*innenbildung für inklusiven Unterricht‘ im Zusammenhang mit dem Fokus der Tagung auf ‚ausgewählte Förderschwerpunkte‘ (Kapitel 1).

Zweitens werden trotz der hier entwickelten Position, dass sich Lehrer*innenbildung für inklusiven Mathematikunterricht im Kern auf fachdidaktische Überlegungen berufen muss, zunächst vorrangig Ergebnisse zu übergreifenden pädagogischen Fragen wie der Öffnung von Unterricht oder der grundsätzlichen Haltung von Lehrkräften thematisiert. Dies begründet sich darin, dass genau diese Fragen für erfahrene Lehrkräfte wie Studierende Grundvoraussetzung der inklusiven Unterrichtsentwicklung sind (Kapitel 2) und zudem die bisherigen Forschungs- und Diskurslinien fast ausschließlich diese Aspekte umfassen (Kapitel 3).

1.1 Inklusiver Mathematikunterricht – mit Fokus auf ausgewählte Förderschwerpunkte?

Mathematiklernen als einen individuellen, sozial vermittelten Prozess der eigenen Konstruktion von Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu verstehen, zieht nach sich, dass Mathematiklehren sich stets auf individuelle Lernmöglichkeiten einstellen muss. Es wäre daher anzunehmen, für ‚inklusive Mathematikunterricht‘ gäbe es keine eigene Diskussion zu führen. Dass es allerdings doch spezifische Klärungsbedarfe gibt, zeigen nicht zuletzt die Beiträge in diesem Band. Es wird die Frage gestellt, welche Anforderungen sich ergeben, wenn auch Lernende einbezogen sind, denen bislang ein sonderpädagogischer Förderschwerpunkt zugewiesen wurde bzw. wird.¹ Die bisherigen Antworten sind insofern nicht hinreichend zufriedenstellend, als sie durchaus zu einer anderen Frage führen, nämlich: Gibt es (überhaupt) spezifische Anforderungen?

Mit Prengel (2003) und anderen wird davon ausgegangen, dass pädagogische Interventionen sich vorrangig an der individuellen Ebene zu orientieren haben und nicht entlang der (schulorganisatorischen) Kategorie sonderpädagogischen Förderbedarfs erfolgen können. Auch andere gruppenbezogene Aussagen – sei es etwa über ‚Kinder aus sozial benachteiligten Milieus‘ oder ‚Kinder mit Trisomie 21‘ – grei-

¹ Eine Überwindung der Status-Diagnostik, die unvermeidlich mit einem Etikettierungs-Ressourcen-Dilemma einhergeht (erstmalig: Füssel & Kretschmann, 1993), wird in einigen Bundesländern versucht. So erfolgt in Bremen – zumindest für einen Teil der Förderschwerpunkte – eine systembezogene Ressourcenvergabe bis zur 5. Klasse.

fen für die Ableitung pädagogischer Maßnahmen zu kurz. Sie können zwar zur Ordnung von Wissen oder dem Aufdecken gesellschaftlicher Marginalisierungsprozesse hilfreich sein, taugen aber lediglich als Orientierung und nicht als feststehende Aussagen über Einzelpersonen.

Die Fokussierung von Forschungen auf bestimmte Bedarfe entlang der Differenzlinie Behinderung-Befähigung bzw. sonderpädagogischer Förderbedarf und ‚sonderpädagogisches Lehramt‘ scheint an vielen Stellen unumgänglich, um die Diskussion überschaubar zu halten. Sie muss aber stets vor dem Hintergrund erfolgen, den weiten Inklusionsbegriff als regulative Idee zu erhalten, d. h. „[...] dass auch die konkreten, am engen Inklusionsbegriff ausgerichteten Veränderungen letztlich zu einer schulischen Praxis führen müssen, die nach Möglichkeit dem weiten Inklusionsverständnis gerecht wird“ (Heinrich et al., 2013, 77).

Welchen Anforderungen müsste vor diesem Hintergrund nun ein Mathematikunterricht genügen, der niemanden ausschließt?

1.2 Mathematikdidaktik für Inklusiven Unterricht – mit Fokus auf grundlegende Prinzipien

Führt man die Erkenntnisse zur Unterrichtsgestaltung aus der Integrations- und Inklusionsforschung mit denen der mathematikdidaktischen Forschung und Entwicklung zusammen, ergeben sich unmittelbare Parallelen und Anknüpfungspunkte – wenn auch keine Deckungsgleichheit (Korff, 2015, 57ff.). Die Art, wie mathematikdidaktische Entwicklungen erfolgen, bietet zudem eine ideale Ausgangsbasis für die Erweiterung zu einer Didaktik ohne Ausschluss: Sie fußen auf der genauen Analyse von kindlichen Zugängen und Herangehensweisen, die mit stoffdidaktischen Analysen verbunden werden. Dies ist für die Zielsetzungen inklusiven Unterrichts überaus gewinnbringend, da das Denken der Lernenden in seiner Vielfalt im fachdidaktischen Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle spielt. Bislang wurden jedoch vorrangig Lernende der allgemeinen Schulen eingebunden. So muss das Ziel sein, diese Nicht-Beachtung von im Schulsystem marginalisierten Gruppen zu überwinden und „bei künftigen For-

schungsvorhaben die Lernprozesse aller Kinder zu berücksichtigen“ (Korff & Schulz, 2016, 119–120).

Der gezielte Einbezug diverserer Lern- und Entwicklungsbedingungen ist ein zentraler Schritt für die Entwicklung eines Mathematikunterrichts ohne Ausschluss (vgl. die Beiträge von Leuders und Moser-Opitz in diesem Band). Er sollte ergänzt werden um die grundlegende Auseinandersetzung mit der Umsetzung einer konsequenten Zieldifferenz und der Anregung des mit- und voneinander Lernens (vgl. Korff, 2012; Häsel-Weide in diesem Band).

2 Inklusive Professionalisierung – empirische Einblicke

In der Überwindung der oben angedeuteten noch vorhandenen Ausgrenzungen geht es letztlich um die Entwicklung eines guten (Mathematik-)Unterrichts für alle Kinder. Was aber benötigen Lehrkräfte, um in einem solchen Unterricht Barrieren und Diskriminierungsprozesse zu minimieren, um also Lernumgebungen umzusetzen, die uneingeschränkte inhaltliche Teilhabe am Mathematikunterricht ermöglichen und zugleich das fachliche Lernen der Kinder im sozialen Austausch anregen?

2.1 Herausforderung inklusive – integrationserfahrene Lehrkräfte

Eine Interviewstudie zur Perspektive von Lehrerinnen und Lehrern auf inklusiven Mathematikunterricht (Korff, 2015) ergab zunächst, dass die zentrale inhaltliche Herausforderung für die Lehrkräfte in der Gestaltung von gemeinsamen Lernsituationen im Sinne des mit- und voneinander Lernens liegt. Im Hinblick auf diese fachdidaktische Ebene zeigte sich, dass deren Bewältigung eng mit einem fachlich fundierten auf kognitive Aktivierung ausgerichteten Materialeinsatz sowie der entsprechenden Veranschaulichung verknüpft ist.

Als zweite zentrale Erkenntnis ergab die Analyse, dass elementare Barrieren aus einem Zwei-Gruppen-Denken resultieren, welches strukturell durch ein Kooperations-Klassen-System begünstigt wird. Diese Aspekte werden bereits vor der bzw. unabhängig von der eigentlichen Unterrichtsgestaltung und ihren (fachdidaktischen) Herausforderungen relevant. Es konnte gezeigt werden, dass sich integrationserfahrene Lehrkräfte (zunächst) auf der Ebene der ‚sozialen‘ Gemeinsamkeit von einem Zwei-Gruppen-Denken gelöst haben und

so ein Möglichkeitsraum für Entwicklungen und Entdeckungen des fachlichen mit- und voneinander Lernens entsteht, welcher wiederum auf den oben genannten fachdidaktisch fundierten Umgang mit Materialien und Veranschaulichungen angewiesen ist. Die Ergebnisse verweisen auf ganz grundlegende Aspekte von Schul- und Unterrichtsentwicklung.

Die Aussagen der integrationserfahrenen Lehrkräfte ließen sich weiterhin als ein Teil eines spezifischen Professionsverständnisses deuten, welches es als selbstverständlich erfasst, sich immer wieder neu und individuell auf einzelne Lernende und Lerngruppenkonstellationen einzustellen – ohne die Zugehörigkeit der Schülerinnen und Schüler zur Lerngruppe zu hinterfragen. ‚Fehlversuche‘ werden als normaler Teil eines Entwicklungsprozesses verstanden, der im Team bewältigt wird. Damit verbundene Herausforderungen und Schwierigkeiten werden weder negiert noch als Belastung oder Besonderheit empfunden. Folgendes Zitat fasst dieses Verständnis treffend zusammen:

Wenn ich aber ausgerüstet bin mit meinem bestimmten Rucksack, den ich habe und losmarschiere, werde ich sehen, dass ich in der Praxis immer wieder neue Herausforderungen kriege, weil ich immer wieder neue und spannende und andere Kinder bekomme, wo ich meinen Rahmen verändern muss, damit das Kind einen Platz hat, ja?

(Integrationslehrerin, vgl. Korff, 2015, 217 Unterstrichen=laut gesprochen)

Im Anschluss hieran stellt sich für die Lehrer*innenbildung unter anderem die Frage, wie eine solche Haltung zu vermitteln ist, aber auch, welche konkrete ‚Ausrüstung‘ im Rucksack vorhanden sein muss. Bevor dies in Kapitel 3 mit Blick auf die Literaturlage betrachtet wird, erfolgt nun ein Einblick in konkrete Herausforderungen, denen Studierende im Praxissemester begegnen.

2.2 Auf dem Weg zum inklusiven Mathematikunterricht – Studierende im Praxissemester

Für einen guten inklusiven Unterricht gehören in den metaphorischen ‚Rucksack‘ sowohl fachdidaktische Zugänge (bspw. fachlich fundierte Veranschaulichungen) als auch eine grundlegende Haltung zur (sozialen) Gemeinsamkeit der Lerngruppe und zu Anpassungsbedarfen für verschiedene Lernende. Als zentraler Entwicklungsbe-

darf lässt sich das mit- und voneinander Lernen ausmachen. In einem Projekt zur Begleitung des Praxissemesters an der Universität Bremen wurde dieses ermittelte ‚Rüstzeug‘ und die herausfordernde Zielsetzung der Entwicklung gemeinsamer Lernumgebungen aufgegriffen. In der begleitenden Erhebung konnte dabei eine weitere grundsätzliche Hürde herausgearbeitet werden, nämlich die Gestaltung geöffneter Aufgaben und Unterrichtssituationen. Den Rahmen der dargestellten Erhebung bildet das von der Telekom Stiftung geförderte Projekt ‚Konzeption, Gestaltung und Implementation adaptiver Lernumgebungen im Praxissemester‘.²

Die Studierenden, über die im Folgenden berichtet wird, haben neben Mathematik das Studienfach Inklusive Pädagogik gewählt und erwerben die Abschlüsse für die Lehrämter Grundschule und Sonderpädagogik als Doppelqualifikation. Zielsetzung war es, mathematikdidaktische und inklusionspädagogische Studienanteile gezielt aufeinander zu beziehen, um die Entwicklung mathematischer Lernumgebungen zum zieldifferenten fachlichen Lernen im sozialen Miteinander zu unterstützen. In der Begleitung des Praxissemesters, die in Kooperationsseminaren der beiden Studienbereiche erfolgte, lag der Fokus inhaltlich auf selbstdifferenzierenden Sachrechenaufgaben. Das Seminarkonzept wird in drei Zyklen durchgeführt, evaluiert und überarbeitet.³

Als erste Ergebnisse zeigen sich in verschiedenen Bereichen Herausforderungen und Chancen: Hürden, die sich aus der vorgefundenen schulischen Praxis ergeben, sind verknüpft mit grundlegenden Fragen zum Theorie-Praxis-Verhältnis. Für deren reflexive Bearbeitung

² An der Universität Bremen sind in diesem seit Oktober 2014 laufenden Projekt des Entwicklungsverbundes zur ‚Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen 4-DiF‘ die AGs Mathematikdidaktik Primarstufe und Inklusive Didaktik sowie Mathematik- und Chemiedidaktik der Sekundarstufe beteiligt und im Verbund die Universitäten Dortmund, Oldenburg und Gießen (www.mint-lehrerbildung.de/home/#!/Diagnose-und-Foerderung-heterogener-Lerngruppen). Das dargestellte Teilprojekt wird gemeinsam mit D. Bönig verantwortet.

³ Neben einer qualitativen Seminarevaluation und der Analyse studentischer Arbeitsergebnisse erfolgen Interviews und Gruppendiskussionen. Ausgewertet wurden bislang die studentischen Arbeitsergebnisse sowie drei Interviews und eine Gruppendiskussion aus dem ersten Zyklus. Eine entsprechende Erhebung zum zweiten Zyklus findet aktuell statt und verweist auf gleiche Tendenzen wie die hier dargestellten Auswertungen.

scheint wiederum die inhaltliche Verbindung von inklusiver Didaktik und Fachdidaktik ein gewinnbringender Zugang. Diese Erkenntnisse sollen nun genauer dargelegt werden.

Die Studierenden müssen aufgrund der *vorgefundenen schulischen Praxis* erst zahlreiche ‚Störfaktoren‘ wie die Organisation von Gruppenarbeiten oder die Entwicklung einer Kommunikationskultur bearbeiten, bevor sie sich mit fachlich-fachdidaktischen Fragen auseinandersetzen (können). Sie treffen mehrheitlich auf ein Praxisfeld, in dem sie grundlegende Elemente der unterrichtlichen Öffnung überhaupt erst initiieren müssen. So dringen die Studierenden weder in der Planung und noch weniger in der Umsetzung zu einer hinlänglich differenzierten Entfaltung (inklusive) Lernumgebungen vor. Hinzu kommt eine hohe Verunsicherung der Studierenden in Bezug auf die Komplexität geöffneter Aufgaben, die eine natürliche Differenzierung ermöglichen. Dies wird vielfach von den Mentoren und Mentorinnen vor Ort gespiegelt bzw. befördert (es fallen Äußerungen wie ‚mit diesen Kindern geht das nicht...‘).

Trotz dieser also relativ widrigen Bedingungen ziehen die Studierenden am Ende eine positive Bilanz und erleben sich rückblickend in großen Teilen als kompetent in der Gestaltung offener und auf innere Differenzierung ausgelegte Unterrichtsformen, wie folgendes Zitat veranschaulicht:

Auch wenn wir vorher ein bisschen Angst hatten mit diesen offenen Aufgaben – an sich lässt es sich mit Fermi-Aufgaben ja super ausprobieren. Also klar hatten nicht alle Kinder dann das Gleiche gelernt. Mancher hat dann gelernt, wie man ein Lineal hält, der andere konnte das schon rechnen. [...] Aber da können sie dann alle das für sich mitnehmen.

(Abschlussinterview 1)

Dieser ‚erfolgreiche‘ Ausgang wird fast durchgängig sichtbar, wenn Studierende ihre Unsicherheiten überwunden, den Kindern das geöffnete Arbeiten ohne Ausschluss zugetraut und sich selbst die Veränderung der vorgefundenen Unterrichtspraxis zugemutet wird. Nicht zuletzt weil die Studierenden dabei von den Möglichkeiten der Kinder positiv überrascht wurden, lässt sich vermuten, dass ihre Erfahrungen zur Entwicklung einer ‚ausprobierenden‘ Haltung beitragen, wie sie bei den Inklusionserfahrenen Lehrkräften dokumentiert werden konnten.

In den wenigen Fällen, in denen die Resümees der Studierenden anhaltende Schwierigkeiten dokumentieren, lassen sich problematische fachdidaktische Entscheidungen ausmachen, die insbesondere die Aufgabenauswahl betreffen. Und auch die Ergebnisse der Studierenden, die ihre Erprobung als gelungen wahrnehmen, lassen erkennen, dass für einen qualitativ guten (inklusive) Unterricht weitere fachdidaktische Überlegungen und Unterstützungen notwendig sind. Es lässt sich – beispielhaft und exemplarisch auch zum obigen Zitat – fragen, was bzw. welche Mathematik ‚alle für sich mitnehmen‘. Weiterhin dokumentiert ein Teil der Praktikumsberichte, dass das Gelingen der offenen Situation und auch des Austausches auf sozialer Ebene bereits als alleiniges Merkmal gelingenden (inklusive) Mathematikunterrichts herangezogen wird. So erscheint einigen Studierenden der Austausch über die Aufgaben bereits dann gelungen, wenn die Lernenden sich gegenseitig zuhören. Es wird dann etwa nicht weiter thematisiert, ob und inwiefern unterschiedliche Lösungswege nachvollzogen wurden oder welche Unterstützung z. B. durch Material hierfür hilfreich gewesen wäre (vgl. Korff, 2016).

Die Dominanz der pädagogisch-organisatorischen Elemente der Unterrichtsgestaltung als Kriterien für deren Gelingen, ist nachvollziehbar. Denn genau diese haben sich in der Ausgangssituation für die Studierenden als zentrale Hürde dargestellt – womit auf eine grundlegende Diskrepanz zwischen (universitären, fachdidaktischen) Ansprüchen und (schulischer, für Novizen leistbarer) Praxis verwiesen ist. Eine Studentin hält fest:

Ich wünsche mir viel mehr sowas konkretes, was man nachmachen kann. Und mein Problem ist immer, dass man ganz viel Tolles mitkriegt in der Uni, was man alles Schönes machen kann. Und dann kommst du aber in eine Klasse, die gewohnt sind nur Arbeitsblätter zu bearbeiten.

(Gruppeninterview 1)

In dem Zitat wird im ersten Teil auch ein weiterer Bereich der Herausforderungen deutlich: In der Auseinandersetzung mit dem *Theorie-Praxis-Verhältnis* geht es immer auch um die Frage, wie viel ‚Konkretes zum Nachmachen‘ Studierenden in einem wissenschaftlichen Studium geboten werden kann und sollte. Eine Möglichkeit zur reflexiven (und nicht nachahmenden) Konkretisierung bietet die *Verbindung inklusiver Didaktik mit fachdidaktischen* Umsetzungen bzw.

Modellen. Im genannten Projekt wurden hierfür in der vorbereitenden Veranstaltung zur ‚Vertiefung Inklusiver Didaktik‘ die Studierenden aufgefordert, verschiedene Modelle Inklusiver Didaktik auf ihre Kompatibilität mit Prinzipien und Konzepten der Mathematikdidaktik zu prüfen. Dies sollten sie in einer kurzen schriftlichen Ausarbeitung darlegen und exemplarisch an Unterrichtssituationen veranschaulichen. Diese wurden einem Peer-Feedback-Prozess unterzogen und auch im Seminar aufgegriffen. Den Studierenden fiel es zunächst schwer, Prinzipien für ‚guten Unterricht‘ aus ihrem Fachdidaktik-Studium abzuleiten. Über mehrere Bearbeitungsschritte und die Befassung mit unterschiedlichen inklusionsdidaktischen Modellen gelang der Bezug der verschiedenen Studieninhalte aufeinander aber zunehmend differenzierter. Man kann den Aufgabendarstellungen an vielen Stellen auch entnehmen, dass in den Gruppenarbeiten die Diskussion didaktischer Prinzipien eine persönliche Bedeutung gewonnen hat:

Der Zusammenhang zwischen dem Kern der Sache [Seitz, 2006] und der Mathematikdidaktik war unser größter und hitzigster Diskussionspunkt. Wir würden diesen gerne im Seminar noch einmal erörtern wollen. Zum Arbeitsprozess: Diesmal waren wir alle vorbereitet und jede/jeder hat ein anderes Verständnis, mal enger, mal weiter, vom Kern der Sache. Wir hoffen den Kern getroffen zu haben.

(Ausarbeitung zur Gruppenarbeit, Gruppe K4)

Das Vorgehen bot insgesamt die Gelegenheit, reflexives und auf allgemeine Strukturen bezogenes Wissen zu entwickeln. Durch die Aufforderung, die Erkenntnisse jeweils auch anhand von Beispielen zu illustrieren, wurde weiterhin der Bezug der fach- und inklusionsdidaktischen Perspektive aufeinander praxisbezogen konkretisiert. Allerdings wurde auch deutlich, dass die Bearbeitung einer engen Begleitung bzw. ausführlichen Nachbesprechung bedurfte – und zwar in abgestimmter Form von Seiten beider Studienbereiche, also der inklusiven Pädagogik und Mathematikdidaktik.

3 Einordnung in den Forschungsstand **– Unterschiedliche Profile der Lehramtstypen?**

In beiden dargestellten Erhebungen wird deutlich: Neben fachdidaktischer Expertise ist als wichtige Ressource für die Entwicklung inklusiven (Mathematik-)Unterrichts eine grundlegende Verantwortungs-

übernahme für alle Lernenden zu betrachten. Damit verbunden ist das Aushalten von Unsicherheit und die Bereitschaft, sich mit neuen Herausforderungen, die sich im Anschluss an den ‚Nicht-Ausschluss‘ ergeben, produktiv – im Team – auseinanderzusetzen.

Diese Komponenten spiegeln grundlegende Anforderungen an Expertinnen und Experten in einem Feld, das – unabhängig von der konkreten Lerngruppe – durch Handeln in unsicheren Situationen, teilweise widersprüchliche Handlungsanforderungen gekennzeichnet ist und den routinierten Umgang mit Neuem verlangt (Koch-Priewe, 2002).

Für die Lehrer*innenbildung ist die Frage zu klären, wie sich eine entsprechende (inklusive) Haltung entwickeln kann, aber auch, was an konkretem Rüstzeug ‚in den Rucksack‘ gepackt werden muss, um neue Herausforderungen (qualitätsvoll) lösen zu können. Spätestens an dieser Stelle ergibt sich dann auch die Diskussion, ob und welche *unterschiedlichen* ‚Grundausrüstungen‘ durch verschiedene Personen in die Gestaltung von Schule und Unterricht eingebracht werden sollten.

Die genannten Fragen werden vor dem Hintergrund des stark ausdifferenzierten (Förder-)Schulsystems und der entsprechenden Struktur der Lehramtsausbildung in Deutschland insbesondere entlang der Differenz zwischen den ‚allgemeinen‘ regelschulbezogenen Studiengängen und denen für ein sonderpädagogisches Lehramt diskutiert. Daran anschließend wird erörtert, welche ‚sonderpädagogische Professionalität‘ in inklusiven Unterricht einzubringen wäre.

Heinrich et al. (2013) konstatieren anhand des Forschungsstandes zu dieser Frage, dass es für eine inklusive Schule einer Annäherung der verschiedenen Ausbildungsprofile bedürfe, die ‚Grundausstattung des Rucksacks‘ also jeweils verbreitert werden müsse: „Sonderpädagog/inn/en benötigen mehr Fachlichkeit bezogen auf die Unterrichtsfächer, Lehrkräfte der allgemeinen Schule mehr sonderpädagogisches Wissen!“ (ebd., 77). Aus dieser Aussage, die sich in ähnlicher Form auch bei anderen Autoren und Autorinnen findet, wird auch deutlich, welche Schwerpunkte bisher in den verschiedenen Studiengängen gesehen werden: Das Regelschullehramt sei vorrangig auf fachbezogene Aspekte orientiert sowie auf die gruppenbezogenen

Lehr-/Lernsituationen zur Vermittlung dieser Inhalte. Im sonderpädagogischen Lehramt steht als fachlicher Inhalt hingegen vorrangig die Sonderpädagogik im Fokus, wobei die Lehrkräfte sich vorrangig durch einen individualisierten Blick auf die Lernausgangslagen des Kindes auszeichnen sowie durch eine „Anwaltschaft für Benachteiligte und Ausgegrenzte“ (Hillenbrand 2007, 202, mit Bezug auf Haeberlin).

Entsprechend ergibt sich als zentrale Diskussionslinie im Diskurs um die Kompetenz, die (Regelschul-)Mathematiklehrkräfte entwickeln müssten, die Frage nach der Bedeutung des mathematischen Fachwissens. Dieses wird als Teil der fachdidaktischen Expertise differenziert erfasst (vgl. Ball et al., 2005) und unterschiedliche Komponenten von fachlichem und pädagogischem Wissen in ihrer Bedeutsamkeit für die Unterrichtsqualität und dem Verhältnis zu Einstellungen oder Haltungen (häufig als Beliefs oder subjektive Theorien gefasst) bearbeitet (vgl. Kunter et al., 2011).

Hingegen findet sich in Untersuchungen, die sich mit sonderpädagogischer Professionalität befassen, fast ausschließlich eine Auseinandersetzung mit dem ‚sonderpädagogischen Blick‘, also dem Erwerb einer Haltung sowie der klientenbezogenen (therapeutischen) Komponente pädagogischen Handelns.⁴

Diese Unterscheidung findet sich in theoretischen Abhandlungen ebenso wie empirisch in der Perspektive von Lehrkräften selbst. So arbeiten beispielsweise Weiß et al. (2013, 2014) anhand von Gruppendiskussionen mit Lehrkräften verschiedener Schulformen als zentrales (und alleiniges) Unterscheidungsmerkmal zwischen Sonder- und Regelschullehrkräften heraus, dass bei ersteren eine geringe Bedeutung des Fachwissens und eine Orientierung auf das einzelne Kind zu verzeichnen ist. Exemplarisch veranschaulicht dies die Aussage einer sonderpädagogischen Lehrkraft: „Das ist typisch Sonder-schullehrer, da steht nirgends ‚Vermittlung von Wissen‘ [...], das ‚so-

⁴ In Anlehnung an Oevermann wird konstatiert, es ergebe sich „sehr wohl eine spezifisch sonderpädagogische Kompetenz, die sich in der ausdrücklichen Bearbeitung der therapeutischen Funktion zeigt“ (Hillenbrand 2007, 202). Neben der Frage nach der Verbindung mit der Kernaufgabe des ‚Unterrichtens‘ wäre diese Perspektive m. E. in Bezug auf eine mögliche ‚Pathologisierung‘ genauer zu beleuchten.

ziale Feingefühl‘ steht jetzt evtl. bei Gymnasialen nicht so im Vordergrund [...]. *Das Fachwissen von Förderschullehrern ist die Sozialkompetenz*“ (ebd., 2014, 180, Hervorh. Natascha Korff).

Zwar finden sich in der genannten sowie in anderen Untersuchungen auch bei allen Lehramtstypen durchaus beide Aspekte, aber die Gewichtung zwischen (fachbezogenem) Fachwissen und (kindbezogener) Haltung scheint doch unterschiedlich zu sein – und zwar sowohl in der Wahrnehmung der Lehrkräfte selbst als auch in ihrer Bedeutung im wissenschaftlichen Diskurs.

Was wiederum neben der individuumsbezogenen, teilweise als ‚therapeutisch‘ gefassten sonderpädagogischen Haltung, an konkreten Aufgaben und Anforderungen an sonderpädagogische Lehrkräfte erhoben wurde, spielt sich auf sehr allgemeiner Ebene ab. Empirisch herausgearbeitet wurden hier – überwiegend mit Bezug auf den integrativen/gemeinsamen Unterricht und in Abgrenzung zu den dort tätigen Regelschullehrkräften – neben diagnostischen Kompetenzen, vor allem Beratung, Kooperation, und Teamfähigkeit (Moser & Kropp, 2014). Als spezielle Aufgabe wird weiterhin die ‚Vermittlung‘ sozialemotionaler Aspekte thematisiert (z. B. Melzer et al., 2015, 72), was wiederum schlüssig an die o. g. Fassung von sonderpädagogischem Fachwissen als Sozialkompetenz anschließt. Weiterhin werden die Organisationsform Einzelförderung und beratende sowie koordinierend administrative Tätigkeiten als spezifische Aufgaben genannt (ebd.).

Moser & Kropp bemerken zur Forschungslage sowie den Ergebnissen ihrer eigenen Erhebung, dass diese Kompetenzen oder Aufgabenbereiche mitnichten nur sonderpädagogischen Lehrkräften vorbehalten sind, sondern (mittlerweile) Teil aller Lehrämter (2014, 2). Anzumerken ist hier, dass sich in der genauen Ausgestaltung insbesondere der diagnostischen Tätigkeiten Unterschiede ergeben (ebd.). Insgesamt wäre dies sicher noch differenzierter zu betrachten.

Zum anderen muss auch darauf verwiesen werden, dass ein größerer Teil der Untersuchungen sich auf Lehrende in den Förderschwerpunkten Lernen und emotional-soziale Entwicklung bezieht, was sowohl die Betonung der sozialen Aspekte als auch die geringe Thematisierung von ‚spezifischen Wissensbeständen‘ zumindest teilwei-

se erklärt. Nicht zuletzt, weil diese beiden Förderschwerpunkte die (zahlenmäßig) Größten darstellen, lässt sich an die genannten Ergebnisse anknüpfend durchaus die grundsätzliche Frage stellen, weshalb es für diese Aufgabenbereiche bzw. Kompetenzbereiche eine spezifische Lehramtsausrichtung braucht, respektive warum in der allgemeinen Lehramtsausbildung diese Aspekte nicht vorrangig ausgebildet werden.

4 Fazit und Ausblick

In den in Kapitel 2 skizzierten Erhebungen wurde nur am Rande auf eine spezifische sonderpädagogische Professionalität rekurriert. Aspekte, die diesem Bereich zugeschrieben werden können, wurden in den theoretischen Vorarbeiten wie auch den empirischen Ergebnissen hingegen als vorrangig fachdidaktische Fragen verhandelt. Dies betrifft etwa non-verbale Kommunikation oder den Einbezug von Handlungsorientierung. Die erarbeitete ‚inklusive Haltung‘ unterscheidet sich wiederum von dem in Kapitel 3 erläuterten viel zitierten ‚sonderpädagogischen Blick‘.

Der ‚inklusionsorientierte Blick‘ der interviewten Lehrkräfte richtet sich nämlich nicht nur auf einzelne Kinder, sondern betrachtet diese stets im Kontext der Lerngruppe. Hiermit verknüpft ist die Betrachtung des Gesamtunterrichtsgeschehens und dessen Adaption zur Verminderung von Barrieren. Damit wären in die ‚inklusionspädagogische Professionalität‘ solche Aspekte einbezogen, die in der in Kapitel 3 angesprochenen Literatur eher als Perspektive von ‚Regelschullehrkräften‘ thematisiert werden. Die geforderte Annäherung der Lehramtsprofile scheint also durch Professionalisierungsprozesse in der (inklusionen) Praxis bereits geglückt oder zumindest angebahnt. Für guten Unterricht ist ohne Zweifel beides – der Blick auf das einzelne Kind und jener auf die Inhalte sowie auf die gesamte Lerngruppe – vonnöten. Und diese Verbindung findet sich auch in anderen Untersuchungen zur Expertise integrationserfahrener Lehrkräfte (unabhängig vom studierten Lehramtstyp):

Ne, also es gibt _n Gemeinsames und da drin gucken wir, was will das einzelne Kind. Also, was braucht das eine Kind, um sich da zu entwickeln.
(Integrationslehrerin, vgl. Scheidt, in Vorb.)

Eine solche Perspektive knüpft letztlich an die Maßgabe einer inklusiven Didaktik an. Diese sucht nicht einfach nach einer Balance zwischen individuellen Zugängen und Gemeinsamkeit, sondern begreift beide Aspekte als wechselseitig aufeinander bezogen. Gerade diese Verbindung kann damit als spezifisch inklusive Professionalität gefasst werden, wobei zu den darauf bezogenen Professionalisierungsprozessen ein deutliches Forschungsdesiderat zu verzeichnen ist.

Dabei ist auch zu beachten, dass die benannte inklusive *Haltung* alleine nicht ausreicht. Lehrkräfte können nicht einschätzen, was das einzelne Kind ‚braucht‘, wenn sie nicht auf Wissen über den zu lehrenden Inhalt, dessen Didaktik ebenso wie auf solches zu den speziellen Entwicklungsbedingungen des Kindes zurückgreifen können. Fachliches und fachdidaktisches Wissen sind hier unverzichtbar und stehen letztlich in Wechselwirkung mit den genannten Haltungen wie diverse Forschungen zum Mathematikunterricht zeigen (Blömeke et al., 2008). Allerdings fehlen bislang zum einen Untersuchungen, die explizit (zielfferent unterrichtete) heterogene Lerngruppen mit einbeziehen. Und zum anderen gibt es bislang keine Analysen zu (spezifischen) kindbezogenen Wissensbeständen.

Zu klären wäre unter anderem, wie das ‚Wissen‘ über kindliche Lern- und Entwicklungsbedingungen organisiert sein kann, um für mögliche Barrieren sensibel zu sein und für nötige Anpassungen Orientierung zu bieten – und zugleich vorwegnehmende Zuschreibungen zu vermeiden. Zudem wäre zu erarbeiten, wie das Wissen über spezifische Entwicklungsbedingungen mit fachdidaktischem Wissen verbunden werden kann. Denn ein vom Inhalt losgelöster ‚Blick auf das Kind‘ scheint nur bedingt tragfähig für die Gestaltung fachlicher Lehr-/Lernsituationen. Im Sinne der einleitend skizzierten Perspektive auf inklusiven Mathematikunterricht muss es um spezifische Anpassungen und die Beseitigung von Barrieren gehen und nicht um eine grundlegend anders ausgerichtete Fachdidaktik.

Letztlich sind die zunächst fachunspezifisch formulierten Aspekte wie ‚ein kindorientierter Blick‘, ‚eine positive Haltung gegenüber Anpassungsbedarfen des Unterrichts‘ oder ‚die Überwindung von Verunsicherung bei der Öffnung von Aufgaben‘ als Herausforderung, auch in der fachbezogenen Lehrer*innenbildung, für inklusi-

ven Unterricht aufzuarbeiten. Für die Studienstrukturen scheint hier eine Vernetzung bisher getrennter Bereiche angezeigt. So kann die Auseinandersetzung mit speziellen Entwicklungsbedingungen (bislang in der Sonderpädagogik verortet) mit diskriminierungssensiblen Reflexionsfähigkeiten (bislang in der Inklusiven Pädagogik fokussiert) verbunden werden und eine inhaltsbezogene Konkretisierung (anhand der fachdidaktischen Perspektive) erfahren.

Literatur

Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing Mathematics for Teaching. Who Knows Mathematics Well Enough To Teach Third Grade, and How Can We Decide? *American Educator (Fall)*, 30 (3), 14–22, 43–46.

Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (Hrsg.) (2008). *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann.

Füssel, H.-P., & Kretschmann, R. (1993). *Gemeinsamer Unterricht für behinderte und nicht-behinderte Kinder*. Witterschlick/Bonn: Wehle.

Heinrich, M., Urban, M., & Werning, R. (2013). Grundlagen, Handlungsstrategien und Forschungsperspektiven für die Ausbildung und Professionalisierung von Fachkräften für inklusive Schulen. In H. Döbert & H. Weishaupt (Hrsg.), *Inklusive Bildung professionell gestalten. Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen* (S. 69–133). Münster: Waxmann.

Hillenbrand, C. (2007). Zur Vermittlung sonderpädagogischer Kompetenzen im Rahmen universitärer Lehrerbildung am Beispiel der Metakognition. In W. Mutzeck & K. Popp (Hrsg.), *Professionalisierung von Sonderpädagogogen. Standards, Kompetenzen und Methoden* (Beltz Bibliothek, 2. Aufl., S. 192–215). Weinheim: Beltz.

Koch-Priewe, B. (2002). Der routinierte Umgang mit Neuem. Wie die Professionalisierung von Junglehrern und Junglehrerinnen gelingen kann. *Jahrbuch für Lehrerforschung und Bildungsarbeit* (3), 1–18.

Korff, N. (2012). Inklusiver Unterricht – didaktische Modelle und Forschung. In R. Benkmann, S. Chilla, & E. Stapf (Hrsg.), *Inklusive Schule. Einblicke und Ausblicke* (S. 138–157). Immenhausen: Prolog.

Korff, N. (2015). *Inklusiver Mathematikunterricht in der Primarstufe: Erfahrungen, Perspektiven und Herausforderungen*. Hohengehren: Schneider (Basiswissen Grundschule).

Korff, N. (2016). ‚Ich bin froh, dass ich mir und den Kindern das zugetraut habe‘. *Grundschulunterricht Mathematik, Themenheft Inklusion*, 1/2016.

Korff, N. & Schulz, A. (2016). Inklusive Fachdidaktik Mathematik. In K. Ziemmen (Hrsg.), *Lexikon Inklusion* (S. 118–120). Vandenhoeck & Ruprecht.

Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (2011) (Hrsg.). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 163–192). Münster u. a: Waxmann.

Melzer, C., Hillenbrand, C., Sprenger, D., & Hennemann, T. (2015). Aufgaben von Lehrkräften in inklusiven Bildungssystemen – Review internationaler Studien. *Erziehungswissenschaft* 26 (51), 61–80.

Moser, V., & Kropp, A. (2014). ‚Kompetenzen in inklusiven settings‘ (KIS) – Vorarbeiten zu einem Kompetenzstrukturmodell sonderpädagogischer Lehrkräfte. Abschlussbericht. Abgerufen von www.reha.hu-berlin.de/lehrgebiete/arp/forschung/moser-kropp_kis_abschlussbericht_2014.03.pdf.

Prenzel, A. (2003). Kinder akzeptieren, diagnostizieren, etikettieren? Kulturen- und Leistungsvielfalt im Bildungswesen. In B. Warzecha (Hrsg.), *Heterogenität macht Schule. Beiträge aus sonderpädagogischer und interkultureller Perspektive* (S. 27–40). Münster: Waxmann.

Scheidt (in Vorb.). Praktiken und Orientierungen inklusionserfahrener Lehrer/innen zur Zusammenführung von Individualisiertem und Gemeinsamen Lernen – ein Beitrag zur Inklusiven Didaktik (Dissertation Universität Bremen).

Seitz, S. (2009). Inklusive Didaktik: Die Frage nach dem ‚Kern der Sache‘. *Zeitschrift Für Inklusion*, 1 (1). Abgerufen von <http://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/184/184>

Weiß, S., Kollmannsberger, M., & Kiel, E. (2013). Sind Förderschullehrkräfte anders? Eine vergleichende Einschätzung von Expertinnen und Experten aus Regel- und Förderschulen. *Empirische Sonderpädagogik*, 5 (2), 167–186.

Weiß, S., Kollmannsberger, M., & Kiel, E. (2014). Was sollen Lehrerinnen und Lehrer im Förderschwerpunkt Lernen können? Ein Anforderungsprofil aus Sicht von Lehrkräften und Ausbildungspersonen. *VHN*, 83 (4), 305–317.

Prof. Dr. Natascha Korff
Universität Bremen
Inklusive Pädagogik | Schwerpunkt Didaktik
Bibliothekstraße (GW2)
28359 Bremen
nkorff@uni-bremen.de

Inklusives Mathematiklernen bei Sehbeeinträchtigung und Blindheit – Herausforderungen und Konzepte

von Juliane Leuders

Die Inklusion von Lernenden mit Förderschwerpunkt Sehen stellt besondere Anforderungen an Lehrkräfte. Im Beitrag wird erörtert, was über die Entwicklung mathematischer Fähigkeiten von Kindern mit Sehschädigung bekannt ist. Mit Hilfe dieses Wissens und unter Einbezug mathematikdidaktischer Konzepte werden Vorschläge für die Adaption von Lernmaterialien für den inklusiven Unterricht gemacht. Abschließend wird diskutiert, wie dieses Thema in Fortbildungen für Regelschul- und Beratungslehrkräfte umgesetzt werden kann.

Schlüsselwörter: Inklusion, Förderschwerpunkt Sehen, Mathematik, Veranschaulichungen, Fortbildung

Circa 3000 Schülerinnen und Schüler mit Förderschwerpunkt Sehen besuchen eine allgemeine Schule, 1200 davon eine Grundschule (Klemm, 2013). Auch bei bester Versorgung mit optischen und technischen Hilfsmitteln (z. B. Vergrößerungen, Schulbücher in Brailleschrift (Abb. 1)) bleiben für die Lehrkräfte viele Fragen offen.



Abb. 1 Die Zahl 6 in Brailleschrift

Gibt es Besonderheiten beim Lernen von Mathematik, die zu beachten sind? (Wie) kann Mathematik nicht-visuell „veranschaulicht“ werden? Mit Hilfe eines theoriebasierten Reviews (Döring & Bortz, 2016) zum inklusiven Mathematikunterricht mit blinden Lernenden konnten diese Fragestellungen näher untersucht werden (Leuders, 2012, 2016).

1 Mathematiklernen und Wahrnehmung¹

1.1 Tasten

Der Mathematikunterricht basiert üblicherweise stark auf visuell-räumlichen Veranschaulichungen und Grundvorstellungen, wie z. B. dem Zwanzigerfeld oder dem Zahlenstrahl. Da auch der Tastsinn Informationen über räumliche Strukturen vermittelt, ist es häufig möglich, Visuelles tastbar und damit zugänglich für blinde Lernende zu machen. Im Folgenden wird dementsprechend ein weites Verständnis des Begriffs „Veranschaulichungen“ verwendet, das nicht auf visuelles Material beschränkt bleibt. Allerdings ist zu prüfen, wie ähnlich sich die beiden Sinnesmodalitäten wirklich sind, bzw. welche Unterschiede in Wahrnehmung und Kognition sich ergeben.

Tastwahrnehmung wird als Expertensystem für die Identifikation von Objekten charakterisiert (Lederman & Klatzky, 1997). Die hohe Effizienz bei dieser Aufgabe wird erreicht, indem Objektmerkmale wie Textur, Temperatur und auffällige Eigenschaften (Spitzen, Löcher) in den Fokus genommen werden. Beobachtungen an blinden Kindern zeigen, dass auch sie ihre Aufmerksamkeit bevorzugt auf diese Merkmale richten (Argyropoulos, 2002; Simpkins, 1979) und so leicht und verlässlich Objekte erkennen können. Dabei spielt die genaue räumliche Struktur oft eine untergeordnete Rolle, weil sie für die Identifizierung nicht wichtig ist. Veranschaulichungen im Mathematikunterricht erfordern aber meist die Wahrnehmung und Verarbeitung der räumlichen Relationen (z. B. die genaue Anordnung der Punkte in einem Muster). Der gewohnte Zugang über auffällige Merkmale reicht dann nicht aus. Informationen zu Oberflächenstruktur und Temperatur dagegen, die für Identifizierung wichtig sind, sind häufig sogar irrelevant für den mathematischen Gehalt, da es nicht wichtig ist, ob das Material aus z. B. Holz oder Metall besteht.

Die Aufgabe, über aktives Tasten die genauen räumlichen Zusammenhänge zu erfassen, erfordert zudem ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und Planung. Ein blindes Kind, das die Anzahl von Punkten

¹ Abschnitt 1 und 2 basieren auf der Übersetzung eines Artikels im *British Journal of Visual Impairment and Blindness* (Leuders 2016)

in einem Muster ermitteln möchte, muss sicherstellen, dass es keinen Punkt auslässt oder doppelt zählt. Da das Tasten keinen leicht zugänglichen orientierenden Überblick zur Verfügung stellt, ist dies deutlich schwieriger als beim Sehen. Sicilian (1988) hat analysiert, wie Kinder in dieser Situation zählen, und stellt fest, dass sie sich auf drei Dimensionen entwickeln müssen:

- Vorbereitendes Scannen: Sie lernen, eine Struktur vor dem Zählen bewusst zu scannen
- Zählorganisation: Sie lernen, gegebenen Strukturen wie Linien oder Kreisen zu folgen
- Aufteilen: Sie lernen, bereits gezählte Elemente zur Seite zu schieben oder mit einer Hand abzuteilen

Selbst wenn diese Strategien entwickelt wurden, erfordert das Tasten mehr Planung und Kontrolle als das Sehen. Es geschieht grundsätzlich langsamer und fordert daher stärker das Arbeitsgedächtnis (Ballesteros et al., 2005; Millar, 2000).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Tasten und Sehen im Bezug auf räumliche Wahrnehmung unterschiedliche Sinnesbereiche mit unterschiedlichen Charakteristika und Stärken sind. Für die Veranschaulichung mathematischer Strukturen und Zusammenhänge ist das Tasten vor allem bei jüngeren Kindern möglicherweise problematisch. Drei Implikationen sind daraus abzuleiten:

1. Blinde Kinder müssen effektive Taststrategien entwickeln, um ihr Verständnis räumlicher Strukturen zu verbessern.
2. Tastbare Veranschaulichungen müssen didaktisch gut durchdacht sein. Sie sollten eine klare und leicht erkennbare Struktur aufweisen, die dem mathematischen Gehalt entspricht.
3. Das Ertasten und Verstehen räumlich dargestellter Zusammenhänge erfordert Zeit und Aufmerksamkeit. Daher kann es mit dem Erarbeiten mathematischer Konzepte, auf die das Material abzielt, ungünstig konkurrieren – selbst wenn (1) und (2) erfüllt sind.

1.2 Hören

Es stellt sich die Frage, ob auch das Hören (jenseits der Sprache) beim Mathematiklernen hilfreich sein kann. Ahlberg und Csocsán (1999) konnten zeigen, dass blinde Kinder sehr effektiv und erfolgreich die Anzahl von Schlägen in einem Rhythmus angeben konnten, und dass sie diese Fähigkeit spontan und ohne formale Instruktion beim Zählen und Rechnen einsetzen.

Andererseits gibt Anlass zur Besorgnis, dass der Umgang mit gehörten Anzahlen das zählende Rechnen unterstützen könnte, da Hörereignisse (z. B. Klatschgeräusche) immer sequentiell angeordnet sind und nicht simultan erfasst werden können. Dies gilt natürlich auch für tastendes Zählen, was dieses Problem für blinde Kinder noch verschärft. Mit Blick auf inklusiven Unterricht ist aber auch fraglich, ob auditive Materialien für den Einsatz mit der ganzen Klasse geeignet sind.

Um diese Fragen zu klären, ist ein Blick in den Forschungsstand zur mathematischen Kognition und zur Hörwahrnehmung hilfreich.

1.2.1 Zahlverarbeitung

In Kognitions- und Neuropsychologie hat sich das Triple-Code-Modell für die Zahlverarbeitung etabliert. Dehaene et al. (2005) beschreiben drei anatomisch getrennte Bereiche als maßgeblich: Im auditiv-alphabetischen System werden Zahlen als geschriebene oder gesprochene Zahlwörter repräsentiert. Im visuell-arabischen System können Ziffern verarbeitet werden. Das semantische System (auch „Approximate Number System“, Feigenson et al., 2004) wird als nonverbale Repräsentation der Anzahlen beschrieben. Es ermöglicht z. B. das Schätzen der Anzahl von Punkten in einem Bild und verleiht gehörten oder gelesenen Zahlen Bedeutung, indem es eine Verknüpfung zur zugehörigen Menge herstellt. Aus diesem Grund ist das Funktionieren dieses Systems zwingend notwendig für die Verarbeitung von Zahlen im Gehirn.

Das semantische System ist für die vorliegende Fragestellung von besonderem Interesse, weil sich zeigen lässt, dass es nicht abhängig ist von der Sinnesmodalität, über die die zahlbezogenen Informationen aufgenommen wurden (Barth et al., 2003; Meck & Church, 1983).

Auditiv-sequentielle Anzahlen (z. B. Töne) werden vom semantischen System nicht grundlegend anders verarbeitet als visuell-simultane Anzahlen (z. B. Punkte). Zudem konnten Ergebnisse aus Studien mit sehenden Teilnehmern für die Gruppe der blinden Erwachsenen reproduziert werden (Castronovo & Seron, 2007; Szűcs & Csépe, 2005). Offenbar gibt es keine grundsätzliche Einschränkung bei der Zahlverarbeitung auf dieser basalen und essentiellen Ebene.

Es stellt sich die Frage, wie es möglich ist, dass so unterschiedliche Wahrnehmungen vom Gehirn trotzdem gleich behandelt werden. Eine Antwort ergibt sich bei der Beschäftigung mit der Hörwahrnehmung und der Rolle des Gedächtnisses.

1.2.2 Hören und Gedächtnis

Aufgenommene Reize werden zuerst im sensorischen Gedächtnis gespeichert, das im Fall des Hörens auch als Echogedächtnis bezeichnet wird. Rohe, unverarbeitete auditive Information wird so für wenige Sekunden festgehalten. Dies ist auch notwendig, da Hörereignisse meist flüchtig sind und nicht so leicht wie Gesehenes erneut betrachtet werden können. Das Echogedächtnis unterstützt den Vergleich von neuen Hörreizen mit bereits vergangenen, z. B. für das Verständnis von mehrsilbigen Wörtern oder Melodien (Winkler & Cowan, 2005). Forschungen zeigen, dass dies auf erstaunlich abstrakter Ebene möglich ist. In EEG-Untersuchungen ist eine sehr stabile Reaktion auf Hörreize festzustellen, die sich von den voran gegangenen Reizen unterscheiden, z. B. in Tonhöhe, Tonlänge, Melodiekontur oder Rhythmus (Näätänen et al., 2001). Diese Reaktion wird als „mismatch negativity“ (MMN) bezeichnet. Auch die Veränderung von Anzahlen der Töne in einem Rhythmus führt zu einer MMN (Zuijlen et al., 2003).

Diese Ergebnisse können ebenso mit Hilfe der Gestaltpsychologie beschrieben werden, die sich auch auf das Hören anwenden lässt: Töne werden anhand ihrer Eigenschaften gruppiert mit Hilfe der Gesetze der Nähe, der Ähnlichkeit und der Kontinuität (Deutsch, 1999; Koffka, 1935; Kubovy & Valkenburg, 2001). Die so entstandenen Gruppen umfassen in der Musik ein Motiv aus wenigen Tönen.

Für die weitere Verarbeitung müssen die Informationen im Arbeitsgedächtnis gespeichert werden, um eine Synthese über die Zeit herzustellen und z. B. ganze gesprochene Sätze oder Melodien zugänglich zu machen. Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist auf 5-7 Einheiten beschränkt (Miyake & Shah, 1999), aber diese Einheiten können nicht nur einzelne Töne, sondern auch vorverarbeitete Motive oder Wörter sein. Daher hat die Gruppierung auf der Ebene des Echogedächtnisses einen positiven Effekt auf das Fassungsvermögen des Arbeitsgedächtnisses.

Die kognitive Verarbeitung von sequentiellen Hörreizen kann als sehr effizient beschrieben werden. Im Vergleich mit anderen Sinnesmodalitäten ist die Hörwahrnehmung am geeignetsten für die Verarbeitung von sequentiellen Reizen (Conway & Christiansen, 2005; Kubovy & Valkenburg, 2001). Bezogen auf Anzahlen konnte gezeigt werden, dass sequentiell präsentierte Reize genauer quantifiziert werden können, wenn sie akustisch (Töne) statt visuell (Blitze) wahrgenommen werden (Barth et al., 2003).

Die bisher dargestellten Studien zur Hörwahrnehmung wurden mit sehenden Versuchspersonen durchgeführt. Forschung zu Kindern mit Blindheit oder Sehbeeinträchtigung ist naturgemäß weitaus seltener. Einige Studien konnten zeigen, dass diese Kinder sequentiell-auditive Information besser im Gedächtnis behalten können als sehende Kinder. Dies ist ein Nebenergebnis der Forschung zu Intelligenztests (Dekker, 1993; Tillman & Osborne, 1969), oder Piaget-Experimenten (Hatwell, 1985). Ahlberg und Csocsán (1994, 1997) beobachteten, dass viele blinde Kinder auditive Repräsentationen für das Rechnen benutzen, obwohl dies in der Schule nicht thematisiert wurde. Sie zählten spontan rhythmisch oder in Gruppen, um die Differenz zweier Zahlen zu bestimmen. Dies könnte auch damit zusammenhängen, dass blinde Kinder meist kein Fingerzählen einsetzen (Ahlberg & Csocsán, 1997; Crollen et al., 2011). Die Ursache dafür ist vermutlich, dass die nicht-visuelle Körperwahrnehmung (Propriozeption) der Finger nicht ausreicht, um Zahlen salient darzustellen.

1.2.3 Fazit

Die Effizienz, mit der in der Hörwahrnehmung sequentiell wahrgenommene Reize miteinander verknüpft werden, führt dazu, dass das Ergebnis sich kaum von der Simultanität des Sehens unterscheidet: Quasi-simultane Ganzheiten (z. B. Rhythmen) werden in Kooperation von Echo- und Arbeitsgedächtnis erzeugt. Daher fördert das Nutzen von hörbaren Veranschaulichungen nicht zwangsläufig das zählende Rechnen, und das Gehirn arbeitet mit gehörten Anzahlen ebenso wie mit gesehenen Anzahlen.

2 Lernmaterialien für den inklusiven Unterricht

Die bisher dargestellten Forschungsergebnisse zu Wahrnehmung und Kognition können zu einer empirisch fundierten Bewertung von Hör- und Tastmaterialien im Mathematikunterricht führen.

Sie stellen aber nur eine Perspektive auf Lernmaterialien dar. Im konkreten Unterricht gilt es immer, die Bedürfnisse der einzelnen Kinder und der gesamten Lerngruppe im Blick zu haben. Anders als im vorherigen Abschnitt werden nun auch Kinder mit Sehbeeinträchtigungen mit einbezogen. Zudem sind mathematikdidaktische und inklusionspädagogische Aspekte zu beachten. Um mit dieser Komplexität umzugehen, ist es hilfreich, Schritt für Schritt neue Perspektiven hinzuzuziehen. Dieser Prozess soll im Folgenden an einem Beispiel dargestellt werden: Wimmelbilder werden häufig als Zählhilfen zu Beginn des ersten Schuljahres eingesetzt (Abb. 2). Wie können sie adaptiert werden, so dass Kinder mit Sehbeeinträchtigung oder Blindheit ebenfalls damit arbeiten können?

2.1 Schritt 1: Mathematische Lernziele

Wie bei jeder Art von Unterrichtsplanung erscheint es auch hier sinnvoll, zunächst die Lernziele in den Blick zu nehmen. Ziel der Planung ist es ja, möglichst alle Kinder beim Erreichen dieser Lernziele zu unterstützen – insbesondere, wenn ein Kind mit Sehbeeinträchtigung oder Blindheit zielgleich unterrichtet wird.

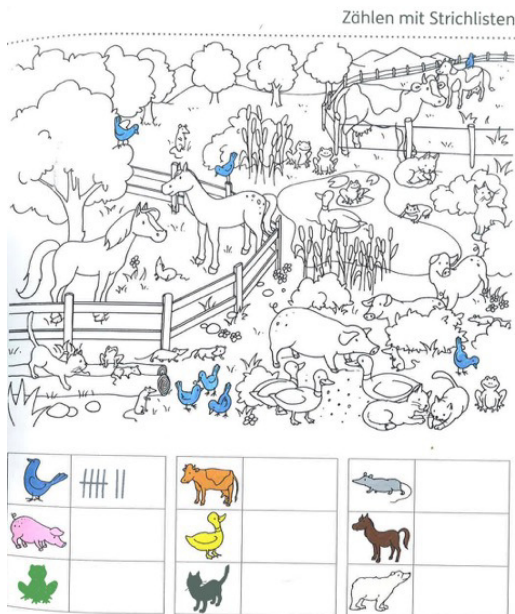


Abb. 2 Wimmelbild zur Zählförderung, Quelle: Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2012). *Das Zahlenbuch 1*. Leipzig: Klett, S. 21

Wimmelbilder (Abb. 2) dienen im Mathematikunterricht meist der Festigung oder dem Erwerb von Zählstrategien zu Beginn der ersten Klasse, wobei die Ablösung vom zählenden Rechnen zu diesem Zeitpunkt noch nicht im Zentrum steht. Auch die visuelle Wahrnehmung wird damit gefördert, z. B. in Bezug auf Figur-Grund-Wahrnehmung. Kinder mit Sehbeeinträchtigungen können z. B. mit Hilfe einer Lupe oder einer Vergrößerung auf DIN A3 mit einem Wimmelbild arbeiten. Für blinde Kinder können Tastbilderbücher zum Einsatz kommen, die durch unterschiedliche Texturen und tastbare Linien der haptischen Wahrnehmung zugänglich sind.

Als dritte Möglichkeit bietet es sich an, ein „Hörbild“ zu verwenden, also eine Tonaufnahme einer akustisch interessanten Situation (z. B. Tiergeräusche auf einem Bauernhof oder eine Stadtszene mit Kirchenglocken, vorbeifahrenden Autos und Ähnlichem (Cslovjecsek, 2001).

2.2 Schritt 2: Individuelle Bedingungen

Im nächsten Schritt sind die individuellen Bedingungen und Bedürfnisse einzelner Kinder in den Blick zu nehmen. In diesem Beitrag liegt der Schwerpunkt auf Kindern mit Sehbeeinträchtigung und Blindheit; in einer heterogenen, inklusiven Klasse können aber auch noch andere Kinder in den Entscheidungsprozess einbezogen werden. Vor allem in diesem Schritt ist es hilfreich, Unterstützung von einer Beratungslehrkraft mit sonderpädagogischer Ausbildung zu bekommen.

Insbesondere (aber nicht nur) für Kinder mit Sehbeeinträchtigungen gilt, dass sie sehr unterschiedliche Wahrnehmungsbedingungen mitbringen, abhängig von der Art der Sehschädigung, aber auch z. B. dem Entwicklungsstand und der Tagesform (Breitenbach & Leuders, 2017). Daher muss mit Hilfe der Beratungslehrkraft geklärt werden, wie die Adaption zu gestalten ist, beispielsweise in Bezug auf das Maß der Vergrößerung, Kontraste oder Linienstärke.

In diesem Schritt sollte auch Beachtung finden, dass Kinder mit einem spezifischen Förderbedarf auch zusätzliche, spezifische Lernziele verfolgen können und müssen. Bei blinden wie auch bei sehbeeinträchtigten Kindern stellt sich die Frage, welche Bedeutung (zum aktuellen Zeitpunkt, für das betreffende Kind) dem Erwerb von Seh- bzw. Taststrategien zukommt, die Teil des spezifischen Curriculums für diese Kinder sind (VBS, 2011). Werden diese Wahrnehmungsstrategien als sehr wichtig eingeschätzt, spricht das für die visuelle bzw. taktile Variante.

2.3 Schritt 3: Inklusive Eigenschaften des Materials

Mit Blick auf das eben genannte spezifische Curriculum ist festzuhalten, dass nicht absolut jede Unterrichtssituation kooperatives Lernen am gemeinsamen Gegenstand (Wocken, 1998) ermöglichen muss. Markowetz (2016) vertritt sogar die Ansicht, dass auch exklusive Lernsituationen notwendig sind. Damit bleibt aber unbestritten, das gemeinsame Lernen angestrebt werden sollte, wann immer dies möglich ist. Es ist also zu fragen, ob die möglichen Varianten des Wimmelbildes dies unterstützen.

Durch die Anpassung an die Bedingungen des Tastens oder beeinträchtigten Sehens werden in der Regel Vereinfachungen des Ausgangsbildes nötig. Dies führt dazu, dass die betreffenden Kinder andere Materialien als ihre sehenden Mitlernenden bekommen. Da sie zudem nicht oder nur eingeschränkt Zugang zu den Materialien der anderen haben, ist die Kommunikation darüber in der Lerngruppe erschwert. Ein weiteres Inklusionshindernis ergibt sich daraus, dass Tasten oder beeinträchtigtes Sehen in der Regel vergleichsweise mehr Zeit benötigen.

Beim Einsatz des Hörbildes können dagegen alle Kinder mit demselben Material arbeiten und darüber sprechen. Zudem profitieren auch Kinder mit geringfügigen oder bisher unerkannten visuellen Wahrnehmungsstörungen von dieser Variante.

2.4 Schritt 4: Mathematikdidaktische Kriterien

Abschließend müssen Kriterien für gute Lernmaterialien für die Bewertung herangezogen werden. Hier geht es nicht vordringlich um Argumente für oder gegen Wimmelbilder, sondern darum, die möglichen Adaptionen mathematikdidaktisch zu bewerten.

Wie schon in Abschnitt 1.1 beschrieben, stellt das Tasten erhöhte Anforderungen an Handlungsplanung und Gedächtnis und kann dadurch die kognitiven Ressourcen, die für den mathematischen Gehalt zur Verfügung stehen, einschränken. Abhängig von der Art der Sehbeeinträchtigung gilt das ebenso für visuell adaptierte Wimmelbilder. Dem steht die Forderung entgegen, dass der mathematische Gehalt von Lernmaterialien immer möglichst gut betont und Ablenkungen vermieden werden sollten (s. z. B. Gerster (1994)).

Die Ergebnisse aus Abschnitt 1.2 deuten darauf hin, dass die Verarbeitung der Höreindrücke nicht zu erhöhter kognitiver Belastung führt. Allerdings ist diese Variante vor allem für sehende Kinder oft ungewohnt und der Umgang damit muss zunächst gelernt werden. Dies kann positiv als Förderung der Zuhörkompetenz verbucht werden (Imhof, 2010), weist aber darauf hin, dass die Einarbeitungszeit für die Kinder nicht zu unterschätzen ist.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich aus der Flüchtigkeit der Höreindrücke. Auf einem Bild genügt es, auf ein Objekt zu zeigen, um

darauf hinzuweisen. Bei einer Hörszene ist es notwendig, diese erneut abzuspielen.

2.5 Fazit

Insgesamt wurden auf diese Weise Argumente für und gegen die unterschiedlichen Varianten des Wimmelbildes gesammelt, die mit Blick auf die konkrete, immer heterogene Lerngruppe und mit Blick auf die Bedürfnisse einzelner Kinder zu unterschiedlichen Entscheidungen führen können. Ist der Stand der Zählentwicklung zufriedenstellend und ein hoher Bedarf an Förderung von Taststrategien vorhanden, dann wird eher das Tastbild zu Einsatz kommen. Steht dagegen das gemeinsame Arbeiten am gemeinsamen Gegenstand im Zentrum, empfiehlt sich eher das Hörbild.

Weitere Beispiele für die Durchführung der vorgestellten Schritte finden sich zum Thema Blitzblick (Leuders, 2014, 2015) und dem Größenbereich Längen (Breitenbach & Leuders, 2017).

3 Desiderata und Ausblick

Insgesamt wird deutlich, dass die Gestaltung von gutem inklusiven Unterricht nicht gelingen kann, wenn nur eine Profession dafür herangezogen wird. Mathematikdidaktik und Sonderpädagogik müssen auf allen Ebenen zusammenarbeiten. Daher ist es unerlässlich, Lehrkräfte und Studierende bei der interdisziplinären Kooperation zu unterstützen. Auch in Forschung und Lehre an den Hochschulen sollten Kooperationen angestrebt werden, um fachdidaktische Konzepte für die Inklusion (weiter) zu entwickeln.

Zudem erscheint es wichtig, Lehrkräfte für den inklusiven Unterricht mit diesen Kindern besser aus- und fortzubilden. Um dies zu erreichen, bietet sich der Design-Research-Ansatz an (Plomp, 2013).

Im ersten Schritt des Design-Kreislaufs ist zu klären, welche Kompetenzen in solchen Modulen vermittelt werden sollen. Dafür ist aus den vielen möglichen Themen von Fortbildungen zu Inklusion eine Auswahl zu treffen, die auf die tatsächlichen Bedarfe von Lehrkräften zugeschnitten ist und somit praxisrelevant wird. Dies war der Ausgangspunkt für eine Onlinebefragung von Lehrkräften, die inklusiven Mathematikunterricht mit blinden und sehbeeinträchtigten Lernen-

den durchführen oder beratend unterstützen. Es zeigte sich, dass innerhalb der Stichprobe der Teilnehmenden (N=81) insbesondere Interesse am Thema der Adaption von Lernmaterialien, an besonderen Lernhürden bei Sehbeeinträchtigung und Blindheit und an didaktischen Konzepten für den inklusiven Unterricht besteht. Professionsübergreifende, gemeinsame Fortbildungen werden ausdrücklich bevorzugt (Leuders, 2017a).

Im zweiten Schritt soll auf dieser Basis ein Modul entwickelt werden, zunächst mit Fokus auf die erste Phase der Lehrerbildung. Dieses wird im dritten Schritt erprobt (WS 16/17, TU Dortmund und PH Heidelberg). Anhand von Dokumenten der Teilnehmenden (Arbeitsergebnisse, Lerntagebücher, Fragebögen) soll erhoben werden, wie die gewählten Themen und die Umsetzung im Modul verbessert werden können. Im vierten Schritt ergeben sich aus diesem Prozess lokale Theorien bezüglich der Gestaltung solcher Module. Diese können sich z. B. auf die Auswahl der Themen, die Zusammensetzung der Gruppe und die methodische Gestaltung beziehen. Zusätzlich werden sich aus der Modulplanung und den Arbeitsergebnissen der Teilnehmenden vermutlich auch didaktische Theorien zum inklusiven Mathematikunterricht im Förderschwerpunkt Sehen ergeben. Um den Unterricht und die Lernmaterialien für Lernende mit Sehbeeinträchtigung oder Blindheit weiterzuentwickeln, wird es in Zukunft notwendig sein, die Nutzung von Tast- und Hörmaterialien durch die Kinder genauer zu analysieren.

Im zweiten Durchgang durch den Kreislauf ist geplant, das Modul mit Blick auf Fortbildungen (3. Phase) zu überarbeiten.

Literatur

Ahlberg, A., & Csocsán, E. (1994). *Grasping Numerosity Among Blind Children: Reports from the department of Education and Educational Research*. Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för Specialpedagogik.

Ahlberg, A., & Csocsán, E. (1997). *Blind children and their experience of numbers*. Specialpedagogiska rapporter No.8. Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för Specialpedagogik.

Ahlberg, A., & Csocsán, E. (1999). How Children who Are Blind Experience Numbers. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 9, 549-561.

- Argyropoulos, V. S. (2002). Tactual shape perception in relation to the understanding of geometrical concepts by blind students. *British Journal of Visual Impairment*, 20, 7-16.
- Ballesteros, S., Bardisa, D., Millar, S., & Reales, J. M. (2005). The haptic test battery: A new instrument to test tactual abilities in blind and visually impaired and sighted children. *British Journal of Visual Impairment*, 23, 11-24.
- Barth, H., Kanwisher, N., & Spelke, E. (2003). The construction of large number representations in adults. *Cognition*, 86, 201-221.
- Breitenbach, S., & Leuders, J. (2017). Blindheit und Sehbeeinträchtigung. Hinweise zum inklusiven Mathematikunterricht. In U. Häsel-Weide & M. Nührenböcker (Hrsg.), *Gemeinsam Mathematik lernen - mit allen Kindern rechnen*. Frankfurt a.M.: Grundschulverband.
- Castronovo, J., & Seron, X. (2007). Numerical Estimation in Blind Subjects: Evidence of the Impact of Blindness and Its Following Experience. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 1089-1106.
- Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2005). Modality-constrained statistical learning of tactile, visual, and auditory sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 24-39.
- Crollen, V., Mahe, R., Collignon, O., & Seron, X. (2011). The role of vision in the development of finger-number interactions: Finger-counting and finger-montring in blind children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109, 525-539.
- Cslovjecsek, M. (2001). *Mathe macht Musik: Impulse zum musikalischen Unterricht zum Zahlenbuch 1 und 2*. Zug: Klett und Balmer.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2005). Three parietal circuits for number processing. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (S. 433-454). Hove: Psychology Press.
- Dekker, R. (1993). Visually Impaired Children and Haptic Intelligence Test Scores: Intelligence Test for Visually Impaired Children (ITVIC). *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 478-489.
- Deutsch, D. (1999). Grouping mechanisms in music. In D. Deutsch (Hrsg.), *The psychology of music* (S. 299-348). San Diego, London: Academic Press.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 307-314.
- Gerster, H.-D. (1994). Arithmetik im Anfangsunterricht. In A. Abele & H. Kalmbach (Hrsg.), *Erstes und zweites Schuljahr* (Bd. 1, S. 35-102). Stuttgart: Klett.

Hatwell, Y. (1985). *Piagetian Reasoning and The Blind*. New York: American Foundation for the Blind.

Imhof, M. (2010). Zuhören lernen und lehren. Psychologische Grundlagen zur Beschreibung und Förderung von Zuhörkompetenzen in Schule und Unterricht. In V. Bernius & M. Imhof (Hrsg.), *Zuhörkompetenz in Unterricht und Schule. Beiträge aus Wissenschaft und Praxis* (S. 15-30). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Klemm, K. (2013). *Inklusion in Deutschland - eine bildungsstatistische Analyse*. Abgerufen von https://www.unesco.de/fileadmin/medien/Dokumente/Bildung/Studie_Inklusion_Klemm_2013.pdf

Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt

Kubovy, M., & Valkenburg, D. (2001). Auditory and visual objects. *Cognition*, 80, 97-126.

Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1997). Relative availability of surface and object properties during early haptic processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 1680-1707.

Leuders, J. (2012). *Förderung der Zahlbegriffsentwicklung bei sehenden und blinden Kindern. Empirische Grundlagen und didaktische Konzepte*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.

Leuders, J. (2014). Zahlen veranschaulichen: Sehen, Hören, Tasten. Veranschaulichungen im gemeinsamen Unterricht für Kinder mit und ohne Sehschädigung. *mathematik differenziert*(4).

Leuders, J. (2015). Inklusion von Kindern mit Sehschädigungen im Mathematikunterricht. Welche Lernmaterialien sind geeignet? *Grundschule aktuell*, 130(Mai), 8-10.

Leuders, J. (2016). Tactile and acoustic teaching material in inclusive mathematics classrooms. *British Journal of Visual Impairment*, 34(January), 42-53.

Leuders, J. (2017). Inklusion in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften: Eine Bedarfserhebung am Beispiel Mathematikunterricht und Förderschwerpunkt Sehen. *Bildung und Erziehung*(4).

Markowetz, R. (2016). Theoretische Aspekte und didaktische Dimensionen inklusiver Unterrichtspraxis. In E. Fischer & R. Markowetz (Hrsg.), *Inklusion im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung* (S. 239-288). Stuttgart: Kohlhammer.

Meck, W. H., & Church, R. M. (1983). A mode control model for counting and timing processes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 9, 320-334.

Millar, S. (2000). Modality and mind: Convergent active processing in interrelated networks as a model of development and perception by touch. In M. A.

Heller (Hrsg.), *Touch, representation, and blindness* (S. 99-135). Oxford: Oxford Univ. Press.

Miyake, A., & Shah, P. (1999). Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions. In A. Miyake & P. Shah (Hrsg.), *Models of Working Memory* (S. 442-481). Cambridge: Cambridge University Press.

Näätänen, R., Tervaniemi, M., Sussman, E., Paavilainen, P., & Winkler, I. (2001). 'Primitive intelligence' in the auditory cortex. *Trends in Neurosciences*, 24, 283-288.

Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational Design Research. Part A: An Introduction* (S. 9-50). Enschede: SLO.

Sicilian, S. P. (1988). Development of Counting Strategies in Congenitally Blind Children. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 82, 331-335.

Simpkins, K. E. (1979). Tactual discrimination of shapes. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 73, 93-101.

Szücs, D., & Csépe, V. (2005). The parietal distance effect appears in both the congenitally blind and matched sighted controls in an acoustic number comparison task. *Neuroscience Letters*, 384, 11-16.

Tillman, H. M., & Osborne, R. T. (1969). The Performance of Blind and Sighted Children on the Wechsler Intelligence Scale for Children: Interaction Effects. *Education of the Visually Handicapped*, 1, 1-4.

VBS (2011). *Bildung, Erziehung und Rehabilitation blinder und sehbehinderter Kinder und Jugendlicher in einer inklusiven Schule in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland. Standards - Spezifisches Curriculum - Modell-Leistungsbeschreibung*. Abgerufen von <https://www.ew.uni-hamburg.de/ueber-die-fakultaet/personen/degenhardt/files/110721-vbs-spezifisches-curriculum-und-standards.pdf>

Winkler, I., & Cowan, N. (2005). From Sensory to Long-Term Memory: Evidence from Auditory Memory Reactivation Studies. *Experimental Psychology*, 52, 1-17.

Wocken, H. (1998). Gemeinsame Lernsituationen. Eine Skizze zur Theorie des gemeinsamen Unterrichts. In A. Hildes Schmidt & I. Schnell (Hrsg.), *Integrationspädagogik. Auf dem Weg zu einer Schule für alle* (S. 37-52). Weinheim: Juventa.

Zuijlen, T. L., Sussman, E., Winkler, I., Näätänen, R., & Tervaniemi, M. (2003). Grouping of Sequential Sounds: An Event-Related Potential Study Comparing Musicians and Nonmusicians. *Journal of cognitive neuroscience*, 16, 331-338.

Juliane Leuders

Dr. Juliane Leuders
Pädagogische Hochschule Freiburg
Institut für mathematische Bildung
Kunzenweg 21
79117 Freiburg
juliane.leuders@ph-freiburg.de

Inklusiver Mathematikunterricht – auch für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung (FGE)

von Elisabeth Moser Opitz

Kinder mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung (FGE) mathematisch adäquat zu fördern, stellt für Lehrkräfte häufig eine große Herausforderung dar, insbesondere auch im inklusiven Unterricht. Der folgende Kurzbeitrag gibt einen Einblick in den momentanen Stand der Forschung und verweist auf zahlreiche Literaturquellen zur weiteren Vertiefung.

Schlüsselwörter:

Förderschwerpunkt geistige Entwicklung, intellektuelle Beeinträchtigung, Zahlbegriffserwerb, Differenzierung

Die mathematische Förderung von Kindern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung stellt für die Lehrkräfte eine große Herausforderung dar, unabhängig von der Schulungsform. Das hängt mit mehreren Faktoren zusammen: Erstens handelt es sich bei den Schülerinnen und Schülern dieses Förderschwerpunkts – im Folgenden als Lernende mit einer intellektuellen Beeinträchtigung (IB) bezeichnet – um eine sehr heterogene Gruppe mit sehr unterschiedlichen Leistungsniveaus (Entwicklungsalter von wenigen Monaten bis zu Schülerinnen und Schülern, die dem Regelunterricht zumindest teilweise folgen können). Zweitens gibt es – unter anderem aufgrund dieser Ausgangslage – nur wenig Forschung und somit wenig empirische Grundlagen für die Entwicklung von Konzepten. Drittens sind in der Praxis Konzepte verbreitet, die nicht den aktuellen Erkenntnissen zum Zahlbegriffserwerb entsprechen. Vorgeschlagen werden häufig prä-numerisches Arbeiten, die Förderung von Wahrnehmung und Motorik sowie das Lösen von Rechenaufgaben, in der Regel unterstützt mit (Finger)Zählstrategien (Atkinson, 2006; de Vries, 2014; Kistler, Schneider & Zeller, 2010; Moser Opitz, Schnepel, Ratz & Iff, 2016; Ratz & Moser Opitz, 2016; Riekmann, 2016; Rosenkranz, 1992; Verein Hand in Hand, 2011).

Forschungsergebnisse weisen jedoch darauf hin, dass sich die mathematische Entwicklung von Schülerinnen und Schüler mit IB grundsätzlich gleich vollzieht wie bei anderen Kindern. Das heißt,

dass auch für diese Kinder numerische Kompetenzen wie das Zählen oder das Vergleichen von Mengen zentral sind. Allerdings sind die Entwicklungsprozesse der Kinder mit IB oft stark beeinträchtigt und vollziehen sich auch langsamer als bei Kindern und Jugendlichen ohne Beeinträchtigungen (Bashah, Outhred & Bochner, 2003; Brankaer, Ghesquière & de Smedt, 2011, 2013). Studien zeigen, dass viele Kinder mit IB über sogenannte Basisfertigkeiten verfügen (z. B. Subitizing, Zahlwortreihe, einzelne Zahlen benennen), jedoch Schwierigkeiten haben, das präzise Anzahlkonzept zu erwerben bzw. Mengen korrekt abzuzählen und der Menge die richtige Zahl zuzuordnen (Moser Opitz, Garrote & Ratz, 2014; Garrote, Moser Opitz & Ratz, 2015). Diese Kompetenz ist eine wichtige Voraussetzung nicht nur für das Rechnen, sondern auch für alltagsbezogene mathematische Aktivitäten.

Für den inklusiven Mathematikunterricht stellt sich die Frage, ob und wie Lerngelegenheiten geschaffen werden können, die auch den Lernvoraussetzungen der Kinder mit IB gerecht werden, ohne dass diese separiert unterrichtet werden. Eine Möglichkeit besteht darin, ausgehend von Erkenntnissen zur Zahlbegriffsentwicklung von Schülerinnen und Schülern mit IB (z. B. Moser Opitz, Garrote & Ratz, 2014; Garrote, Moser Opitz & Ratz, 2015) zu überlegen, wie ausgewählte Inhalte, die aktuell in der Klasse erarbeitet werden, angepasst werden können, sodass sie auch für Kinder mit IB adäquate Lernmöglichkeiten bieten. Konkrete Beispiele dazu werden in den Publikationen von Krähenmann, Labhart, Schnepel, Stöckli & Moser Opitz (2015), Ratz & Moser Opitz (2015), Schnepel, Krähenmann, Moser Opitz, Hepberger & Ratz (2015) und Schnepel & Krähenmann (2016) vorgestellt.

Literatur

- Atkinson, R. (2006). Numicon. Bilder – Ziffern – Worte. Kinderleichtes Rechnenlernen. Troisdorf: Bildungsverlag eins.
- Bashah, L., Outhred, L. & Bochner, S. (2003). Counting skills and number concepts of students with moderate intellectual disability. *International Journal of Disability, Development and Education*, 50, 325-345.

- Brankaer, C., Ghesquière, P. & De Smedt, B. (2011). Numerical magnitude processing in children with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32 (6), 2853-2859.
- Brankaer, C., Ghesquière, P. & De Smedt, B. (2013). The development of numerical magnitude processing and its association with working memory in children with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 34 (10), 3361-3371.
- De Vries, C. (2014). *Mathematik im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung*. 3. Aufl.. Dortmund: Modernes Lernen.
- Garrote, A., Moser Opitz, E., & Ratz, C. (2015). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung: Eine Querschnittstudie. *Empirische Sonderpädagogik*, 7(1), 24-40.
- Kistler, A., Schneider, S. & Zeller, E. (2010). *Rechnen ohne Stolperstein* (2. Aufl.). Augsburg: Brigg Pädagogik.
- Krähenmann, H. & Schnepel, S. (2016). „Das Doppelte oder noch einmal so viel“. Unterrichtsideen zum Verdoppeln im inklusiven Mathematikunterricht. *Grundschulunterricht*, 1, 26-29.
- Krähenmann, H., Labhart, D., Schnepel, S., Stöckli, M., & Moser Opitz, E. (2015). Gemeinsam lernen - individuell fördern: Differenzierung im inklusiven Mathematikunterricht. In A. Peter-Koop, M. M. Lüken, & T. Rottmann (Hrsg.), *Inklusiver Mathematikunterricht in der Grundschule* (S. 43-57). Offenburg: Mildenerberger Verlag.
- Krajewski, K. & Ennemoser, M. (2013). Entwicklung und Diagnostik der Zahl-Größen-Verknüpfung zwischen 3 und 8 Jahren. In M. Hasselhorn, A. Heinze, W. Schneider & U. Trautwein (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen. Tests & Trends N.F. 11* (S. 41-65). Göttingen [u.a.]: Hogrefe Verlag.
- Moser Opitz, E., Schnepel, S., Ratz, C., & Iff, R. (2016). Diagnostik und Förderung mathematischer Kompetenzen. In J. Kuhl & N. Euker (Hrsg.), *Evidenzbasierte Diagnostik und Förderung von Kindern und Jugendlichen mit intellektueller Beeinträchtigung* (S. 123–151). Bern: Hogrefe.
- Moser Opitz, E., Garrote, A., & Ratz, C. (2014). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung: Erste Ergebnisse einer Pilotstudie. *Sonderpädagogische Förderung heute*, 59(1), 19-31.

- Ratz, C. & Moser Opitz, E. (2016). Mathematische Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Down-Syndrom. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 9, 400-411.
- Ratz, C. & Moser Opitz, E. (2015): Aktiv-entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht. *Lernen konkret*, 34(3), 14-15.
- Riekman, T. (2016). Kognitive Entwicklung und Mathematik. In A. Zimpel (Hrsg.), *Trisomie 21. Was wir von Menschen mit Down Syndrom lernen können* (S. 166-183). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Rosenkranz, C. (1992). *Kieler Zahlenbilder. Ein Förderprogramm zum Aufbau des Zahlbegriffs für rechenschwache Kinder*. Kiel: Veris-Verlag.
- Schnepel, S., Krähenmann, H., Moser Opitz, E., Hepberger, B., & Ratz, C. (2015). Integrativer Mathematikunterricht - auch für Schülerinnen und Schüler mit intellektueller Beeinträchtigung. *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik*, 21(4), 6-12.
- Verein Hand in Hand. (2011). *Yes, we can!* Loeben, Austria.

Prof. Dr. Elisabeth Moser Opitz
Universität Zürich
Institut für Erziehungswissenschaft
Freiestraße 36
8032 Zürich
elisabeth.moseropitz@uzh.ch

Arbeitsgruppe Arithmetik

Koordination: Elisabeth Rathgeb-Schnierer
rathgeb-schnierer@mathematik.uni-kassel.de

Beitrag: Inga Niedermeyer, Ann-Katrin van den Ham, Aiso Heinze
niedermeyer@ipn.uni-kiel.de

Kann ein Schulbuch „gut“ oder „schlecht“ sein?

Zum Einfluss des Schulbuchs auf die Leistungsentwicklung von Grundschulkindern

Über Schulbücher wird in der Mathematikdidaktik viel diskutiert. Eine empirische Grundlage für die Einschätzung eines Schulbuchs als „gut“ oder „schlecht“ fehlt jedoch häufig. In der vorliegenden Studie mit 90 Schulklassen konnte gezeigt werden, dass das Schulbuch einen Einfluss auf die Leistungen von Schülerinnen und Schülern in der ersten und zweiten Jahrgangsstufe hat. Damit werden Bestrebungen bestärkt, sich mit der Qualität von Schulbüchern auseinanderzusetzen.

1 Hintergrund

Vor dem Hintergrund der Annahme, dass Schulbücher einen substantiellen Einfluss auf das Lehren und Lernen haben, hat die Schulbuchforschung in den letzten 20 Jahren stark zugenommen. Es liegt beispielsweise Evidenz darüber vor, dass Schulbücher den Unterricht beeinflussen – sowohl die Unterrichtsinhalte als auch die Unterrichtsmethoden (Krammer, 1985). Für den Einfluss von Schulbüchern auf Schülerleistungen sind die Ergebnisse uneinheitlich. Törnroos (2005) beispielsweise untersuchte den Einfluss von neun Mathematik-Schulbüchern auf die Schülerleistungen mithilfe der Daten von 162 Schulen aus TIMSS 1999 in Finnland. Es zeigte sich, dass die Schülerleistungen signifikant korreliert waren mit dem Umfang der TIMSS-relevanten Inhalte im Schulbuch.

Eine Schwierigkeit beim Vergleich von verschiedenen Schulbüchern und der Interpretation entsprechender Studien liegt darin, dass unterschiedliche Schulbücher in vielen Ländern (z. B. USA) an unterschiedlichen Curricula orientiert sind. In diesen Studien lässt sich

nicht unterscheiden, ob ein Effekt auf das Schulbuch oder das dahinterliegende Curriculum zurückgeführt werden kann. Eine der wenigen Studien, bei denen die untersuchten Schulbücher das gleiche Curriculum repräsentieren, ist die belgische Untersuchung von van Steenbrugge et al. (2013) mit fünf Schulbüchern in 89 Grundschulklassen. In dieser Studie wurde allerdings kein Effekt des Schulbuchs auf die Schülerleistungen gefunden.

Ein Mangel an Studien besteht unserer Meinung nach vor allem zum Einfluss des Schulbuchs auf Schülerleistungen (und nicht nur auf den Unterricht), an Studien in der Grundschule und an längsschnittlichen Untersuchungen des Einflusses. Diese Forschungslücken versuchen wir mit unserer Studie zu bearbeiten.

2 Methode

Um den Einfluss des Schulbuchs auf die Schülerleistungen zu untersuchen, haben wir Daten einer größeren längsschnittlichen Evaluationsstudie aus Schleswig-Holstein mit ca. 1700 Schülerinnen und Schülern aus 90 Klassen von 39 Schulen reanalysiert. Es wurden vier verschiedene Schulbücher einbezogen, die in ausreichend vielen Klassen verwendet wurden. Zwei dieser Bücher (Bücher A und B) sind dabei „klassische“ Schulbücher, während die Reihen C und D in mehrere Schülerhefte untergliedert sind. Das Buch C ist dabei inhaltlich und didaktisch mit den Büchern A und B vergleichbar, während die Hefte von Reihe D eine lineare Struktur aufweisen und von den Schülerinnen und Schülern vorwiegend individuell bearbeitet werden sollen. Die Inhalte sind dabei in kleine Schritte untergliedert und Verbindungen zwischen mathematisch zusammenhängenden Themen werden kaum adressiert.

Erhoben wurden als abhängige Variablen das prozedurale und konzeptuelle arithmetische Wissen der Schülerinnen und Schüler jeweils am Ende des ersten und zweiten Schuljahres. Als Kontrollvariablen dienten mathematische sowie sprachliche Lernvoraussetzungen zu Schulanfang und kognitive Grundfähigkeiten (erhoben in der Mitte des ersten Schuljahres). Darüber hinaus wurden die Evaluationsgruppen aus der eigentlichen Studie (Fördermaterial für leistungs-

schwache Kinder) sowie die Qualifikation der Lehrkraft (fachfremd oder nicht) kontrolliert.

Als statistisches Verfahren wurde die Mehrebenenanalyse gewählt um der Bedingung gerecht zu werden, dass die Schülerinnen und Schüler nicht unabhängig voneinander sind, sondern in Klassen gemeinsam unterrichtet wurden. Fehlende Werte in den abhängigen Variablen wurden auf Basis eines Hintergrundmodells geschätzt (fünf plausible values), bzw. bei den Kontrollvariablen auf Schüler-ebene mit dem FIML-Verfahren in Mplus 7. Auf der Klassenebene wurden keine fehlenden Werte geschätzt.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analysen deuten darauf hin, dass sich – unter Einbezug der Kontrollvariablen – das Schulbuch auf die Schülerleistungen auswirkt. Am Ende des ersten Schuljahres weisen die Schülerinnen und Schüler von Klassen mit den Schulbüchern A und B signifikant höhere Leistungen im *prozeduralen Wissen* auf als diejenigen, die mit Schulbuch D unterrichtet wurden. Zwischen den Büchern C und D besteht kein signifikanter Unterschied.

Am Ende des zweiten Schuljahres schneiden Schülerinnen und Schüler, die mit Schulbuch D unterrichtet wurden, signifikant schlechter ab als Schülerinnen und Schüler aus den anderen Gruppen. Alle Effekte erklären dabei einen großen Anteil der Varianz zwischen Schülerinnen und Schülern und lassen sich mit dem Effekt eines Fünftel Schuljahres Unterricht (oder mehr) vergleichen.

In Bezug auf das *konzeptuelle Wissen* zeigen sich im ersten Schuljahr keine Effekte des Schulbuchs. Im zweiten Schuljahr dagegen zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Buch A und den Büchern C und D. Schülerinnen und Schüler, die mit Buch A unterrichtet wurden, schneiden dabei besser ab als Schülerinnen und Schüler aus Klassen mit den Büchern C oder D.

4 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen einen signifikanten Effekt von Mathematik-Schulbüchern auf Schülerleistungen und unterscheiden sich damit von denen von van Steenbrugge et al. (2013). Diese un-

terschiedlichen Ergebnisse können möglicherweise dadurch erklärt werden, dass wir längsschnittliche Daten ausgewertet haben und sich die Schulbücher in ihrer didaktischen Orientierung stark unterscheiden. Insbesondere Schulbuch D, das sehr kleinschrittig eine lineare Abfolge der Hefte für die individuelle Bearbeitung durch die Schülerinnen und Schülern vorgibt, hat dabei einen negativen Effekt. Dieser zeigt sich nicht nur beim konzeptuellen Wissen, sondern auch in prozeduralen Rechenfertigkeiten, obwohl diese in diesem Schulbuch sehr kleinschrittig geübt werden. Eine mögliche Erklärung ist, dass die sehr starke Individualisierung zu wenig Möglichkeiten für eine Korrektur von Fehlvorstellungen erlaubt.

Mögliche Limitationen der Ergebnisse liegen in der Anlage der Studie als Re-Analyse begründet. Aus diesem Grund konnten nicht gezielt Variablen erhoben werden, die weiteren Aufschluss ermöglicht hätten (z. B. über den genauen Einsatz der Schulbücher im Unterricht). Daher dient diese Studie vor allem als Hinweis darauf, dass unterschiedliche Schulbücher einen nicht zu ignorierenden Einfluss auf Schülerleistungen haben können und motiviert hoffentlich weitere Studien, die diesen Effekt genauer untersuchen, so dass dann auch Konsequenzen für den Unterricht bzw. die Herausarbeitung von Qualitätskriterien für Schulbücher gezogen werden können.

Literatur

Krammer, H. P. M. (1985). The textbook as classroom context variable. *Teaching and Teacher Education*, 1 (4), 273-278.

Törnroos, J. (2005). Mathematics textbooks, opportunity to learn and student achievement. *Studies in Educational Evaluation*, 31 (4), 315-327.

Van Steenbrugge, H., Valcke, M., & Desoete, A. (2013). Teachers' views of mathematics textbook series in Flanders: Does it (not) matter which mathematics textbook series schools choose? *Journal of Curriculum Studies*, 45 (3), 322-353.

Arbeitsgruppe Daten, Zufall und Wahrscheinlichkeit

Koordination: Bernd Neubert

Bernd.Neubert@math.uni-giessen.de

Beitrag: Karina Höveler

karina.hoeveler@math.tu-dortmund.de

Zählen, ohne zu Zählen – Strategien von Drittklässlern beim Lösen kombinatorischer Anzahlbestimmungsprobleme

Studien zeigen, dass Lernende verschiedener Altersklassen beim Lösen von Anzahlbestimmungsproblemen im Kontext kombinatorischer Problemstellungen erhebliche Schwierigkeiten haben (vgl. u. a. Batanero et al., 1997; Lockwood, 2011). Ein fehlendes Verständnis der zugrundeliegenden fachlichen Strategien und Konzepte wird als Ursache angenommen (Hefendehl-Hebeker & Törner, 1984). Zur Verständnisförderung bedarf es im Sinne des genetischen Prinzips der Kenntnis über Lernendenstrategien und -konzeptualisierungen, mit dem Ziel diese als Ausgangspunkt für die Thematisierung fachlicher Lösungszugänge und Konzepte zu nutzen. Diesbezüglich liegen jedoch keine ausreichenden Forschungsbefunde vor (Lockwood, 2011).

Aus fachlicher Sicht lassen sich bezugnehmend auf Schrage (1996) drei zentrale Zugänge unterscheiden: Die gesuchte Figurenmenge kann über die Auflistung und anschließende Abzählung aller Figuren, durch die Anwendung von Zählprinzipien oder den Einsatz kombinatorischer Operationen bestimmt werden. Auf der Basis des Grundschulwissens sind die beiden Erstgenannten zugänglich. Frühe Studien von Piaget und Inhelder (1975) geben Hinweise darauf, dass Lernende Anzahlbestimmungsprobleme im Grundschulalter bereits mit additiven und rekursiven Strategien lösen, genauere Darstellungen dieser Strategien fehlen jedoch, ebenso wie Informationen über Beziehungen zu fachlichen Vorgehensweisen. Bekannt ist aus Studien mit Sekundarstufenschülern, dass die Vorgehensweisen und Lösungserfolge durch verschiedene Größen, u.a. die kombinatorische Figur und die Art und Anzahl der zu kombinierenden Elemente, beeinflusst werden (vgl. Batanero et. al., 1997). Detailliertere Informationen liegen über kombinatorische Auflistungsstrategien von Grundschulern vor (vgl. English, 1991; Hoffmann, 2003). Diese be-

rücksichtigen allerdings die verschiedenen Einflussfaktoren nicht und beziehen sich auf Auflistungs- und nicht auf Anzahlbestimmungsprobleme. Entsprechend bedarf es hinsichtlich der Anzahlbestimmungsstrategien von Lernenden detaillierterer Informationen.

Um einen Beitrag zu dem beschriebenen Forschungsdefizit zu leisten, wurden die Anzahlbestimmungsstrategien von Drittklässlern bei Kombinationen mit und ohne Wiederholung und zu Variationen ohne Wiederholung erhoben und deren Beziehungen zu fachlichen Konzepten untersucht. Die Lernenden erhielten in zwei klinischen Interviewserien ($n=18$ & $n=45$) einen Aufgabensatz zu einer der drei Figuren, welcher jeweils zwei zueinander isomorphe Probleme in verschiedenen Kontexten mit einer Grund- (mit $n=4$, $k=2$) und einer Erweiterungsaufgabe ($n=5$, $n=6$, $k=2$) umfasste (vgl. Höveler, 2014).

Die mittels zentraler Techniken der Grounded Theory (vgl. Glaser & Strauss, 1967) vorgenommene Analyse offenbart, dass Lernende die Mächtigkeit durch Auflistungs- und Zählstrategien bestimmen, welche auf vorgenommenen Strukturierungen beruhen. Strukturierungsstrategien bilden entsprechend die Basis zur Beschreibung dieser Strategien. Zu differenzieren ist, ob eine allgemeine, eine figurspezifische oder eine kontextspezifische Strategie verwendet wurde oder aber Kombinationen aus allgemeinen und figurspezifischen Strategien. Insgesamt wurden drei allgemeine, d.h. aufgabenstrukturunabhängige Strategien identifiziert: die «Disjunkte Paarbildung», die «Zyklische Musterbildung» und die «Elementfixierung». Für die Kombinationen mit und die Variationen ohne Wiederholung wurden zusätzlich figurspezifische Strategien rekonstruiert. Diese beziehen sich bei erstgenannter Figur auf die Anzahl der Wiederholungen gleicher Elemente, bei letztgenannter auf den Umgang mit der Vertauschung der Anordnung der Elemente in den Figuren. Mittels dieser rekonstruierten Strukturierungsstrategien lassen sich auch dargestellte Handlungsmuster aus Studien zu Auflistungsstrategien beschreiben, daher ist zu folgern, dass diese Strategien bei bestimmten kombinatorischen Problemstellungen typischerweise von Lernenden verwendet werden. Eine Analyse hinsichtlich des Potentials die Vollzähligkeit der Figurenmenge sicherzustellen, zeigt, dass sowohl allgemeine Strategien als auch Kombinationen aus allgemeinen und

figurspezifischen Strategien geeignet sind, nicht jedoch die alleinige Anwendung figurspezifischer Strategien. Die bei der Aufgabe „Dominosteine“ verwendete kontextspezifische Strategie eignet sich, anders als die ausschließlich im Kontext „Zahlen aus Ziffernkarten“ verwendete Strategie, ebenfalls nicht. Ausschlaggebend für die Vollzähligkeit ist neben der Strategie und deren vollständiger Anwendung das zugrundeliegende Figurenbildungskonzept: Anders als beim unabhängigen Figurenbildungskonzept, werden bei einem abhängigen bereits erstellte Figuren bei der Komposition neuer Figuren nicht berücksichtigt, so dass systematisch doppelte Figuren entstehen (vgl. Höveler, 2014).

Die Zählstrategien werden in der Regel aus einer vorherigen Auflistung abgeleitet, teilweise erfolgen sie auch direkt auf der Grundlage einer gedanklichen Strukturierung. Zu unterscheiden ist zwischen additiven und multiplikativen Strategien, sowie Kompensationsstrategien. Alle multiplikativen Strategien und einige additive Strategien erzeugten in der Studie eine zu großen Anzahl an Lösungen, ursächlich war in allen Fällen ein zugrundeliegendes unabhängiges Figurenbildungskonzept. Bei Entdeckung des Fehlers verwendeten einige Lernende Kompensationsstrategien, die auf der Handlungsebene mathematischen Zählprinzipien entsprechen. Neben den genannten Strategien verwendeten Lernende bei der Erweiterung der Problemstellungen auch rekursive Strategien oder bestimmten die Anzahl indirekt durch Rückgriff auf isomorphe Strukturen (vgl. Höveler, 2014).

Die Ergebnisse der empirischen Studie verdeutlichen, welche nicht zu unterschätzenden Kompetenzen Lernende bereits vor der unterrichtlichen Thematisierung in Hinblick auf das Lösen kombinatorischer Anzahlbestimmungsprobleme mitbringen. Diese beziehen sich insbesondere auf verschiedene Strukturierungsstrategien, die geeignet sind, die Figurenmenge vollzählig zu erstellen und auf Zählstrategien, die enge Bezüge zu den fachlichen Zählprinzipien aufweisen und entsprechend als Ausgangspunkte zur Thematisierung letztgenannter verwendet werden können und sollten.

Literatur

- Batanero, C., Navarro-Pelayo, V., & Godino, J. D. (1997). Effect of the implicit combinatorial model on combinatorial reasoning in secondary school pupils. *Educational Studies in Mathematics*, 32 (2), 181-199.
- English, L. D. (1991). Young children's combinatoric strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 22 (5), 451-474.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. New York: Aldine De Gruyter.
- Hefendehl-Hebeker, L., & Törner, G. (1984). Über Schwierigkeiten bei der Behandlung der Kombinatorik. *Didaktik der Mathematik*, 12 (4), 245-262.
- Höveler, K. (2014). *Das Lösen kombinatorischer Anzahlbestimmungsprobleme: Eine Untersuchung zu den Strukturierungs- und Zählstrategien von Drittklässlern*. Dortmund: TU Dortmund. Abgerufen von <http://hdl.handle.net/2003/33604>
- Hoffmann, A. (2003). *Elementare Bausteine der kombinatorischen Problemlösefähigkeit*. Hildesheim: Franzbecker.
- Lockwood, E. (2011). Student connections among counting problems: An exploration using actor-oriented transfer. *Educational Studies in Mathematics*, 78 (3), 307-322.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1975). *The origin of the idea of change in children*. London: Routledge and Kegan Paul Ltd.
- Schrage, G. (1996). Analyzing Subject Matter: Fundamental Ideas of Combinatorics. In T. Cooney, S. Brown, J. Dossey, G. Schrage, & E. Ch. Wittmann (Hrsg.), *Mathematics, Pedagogy and Secondary Teacher Education* (S. 167-220). Portsmouth: Heinemann.

Arbeitsgruppe Geometrie

Koordination: Carla Merschmeyer-Brüwer & Simone Reinhold
c.merschmeyer-bruewer@tu-bs.de, simone.reinhold@uni-leipzig.de

Beitrag: Stephanie Schmid
stephanie.schmid@leuphana.de

Eine differenzierte Sicht auf Begründungen von Grundschülerinnen und Grundschülern bei Geometriaufgaben

Schriftliches Begründen bei Geometriaufgaben stellt eine bereits für die Grundschule eingeforderte, aber weitgehend unbestimmte Kompetenz dar. Dementsprechend interessant ist die übergeordnete Fragestellung, wie (gut) Grundschulkinder bei geometrischen schriftlichen Aufgaben tatsächlich begründen. Dies umfasst die Frage nach beschreibenden Niveaustufen, aber auch einen genaueren Blick auf qualitative Merkmale.

1 Geometrische Begründungsaufgaben

Begründen kann grundschulgerecht als die Angabe eines Grunds bzw. mehrerer Gründe zu einer feststehenden Aussage verstanden werden (Winter, 1972; Schwarzkopf, 2003; Neumann et al., 2014). Dabei liegen zwei grundlegend verschiedene Aufgabentypen in den Schulbüchern vor. Einerseits gibt es Aufgaben, die explizit, z. B. über ein „Begründet!“ oder „Warum ist das so?“, zu einer Begründung auffordern. Andererseits lassen sich Aufgaben finden, die aufgrund ihres Strukturgehaltes auch einen Begründungsanlass besitzen, hierzu aber nur durch Fragen wie „Was fällt dir auf?“ oder „Ist das immer so?“ implizit auffordern. Angelehnt an diese unterschiedlichen Anforderungen wurden für die eigene Studie parallele Sets impliziter und expliziter Aufgaben entwickelt. Dabei berücksichtigen die inhaltlichen Schwerpunkte „geometrische Muster“ und „Raumvorstellung“ sowohl zwei- als auch dreidimensionale Bereiche. In einer der zweidimensionalen Aufgabenstellungen (s. Abb. 1) soll bspw. die Fortsetzung einer Musterfolge begründet werden.

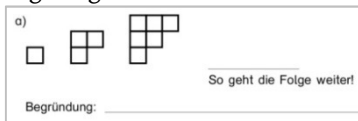


Abb. 1 Explizite Beispielaufgabe Muster

Die Teilaufgaben b und c sind analog gestaltet, allerdings mit zu a gespiegelten bzw. aus a und b zusammengesetzten Figuren, so dass die Gesamtaufgabe selbst zu entdeckende Zusammenhänge beinhaltet, die auch für Vergleiche in den weiteren Teilaufgaben d und e noch verwendet werden können. In der impliziten Version wird nur nach den Lösungen bzw. Auffälligkeiten gefragt. Diese werden jedoch erst mittels der Begründung nachvollziehbar. Insofern wird implizit dazu aufgefordert, die eigene Aussage auch zu begründen.

2 Niveaustufen der Schülerlösungen

Mithilfe von Niveaustufen arithmetischer Begründungskompetenz (Neumann et al., 2014) und der Auswertung eigener Vorstudientaten der dritten und vierten Klasse wurde ein zu den geometrischen Anforderungen passendes Modell entwickelt (s. Abb. 2).

Vorstufen
0) kein Zugang
1) Lösung (Aussagenfindung)
2) Beschreibung als deklarierte Begründung
Begründung auf einer Ebene
3) Konkretes Begründen (Einzelfallebene)
a) einzelfallbezogene Grundnennung (eher unbewusst)
b) einzelfallbezogene Begründungsformulierung (bewusst)
4) Abstraktes Begründen (verallgemeinerte Ebene)
a) verallgemeinerte Grundnennung (eher unbewusst)
b) verallgemeinerte Begründungsformulierung (bewusst)
Begründung auf zwei Ebenen
5) Konkretes und abstraktes Begründen in logischer Schlussfolge (beide Ebenen)
a) Grundnennung auf einzelfallbezogener und verallgemeinerter Ebene (eher unbewusst)
b) Begründungsformulierung auf einzelfallbezogener und verallgemeinerter Ebene (bewusst)

Abb. 2 Niveaustufen bei Begründungsaufgaben

Stufe 0 bis 2 beschreiben Vorstufen von Begründungen. Stufe 0 umfasst dabei fehlende, vollständig fehlerhafte und unpassende Antworten. Stufe 1 werden die alleinigen Lösungsbeschreibungen bei impli-

ziten Aufgaben zugeordnet. Sobald eine Beschreibung dabei durch die explizite Aufgabenstellung oder durch die Antwort als willentliche Begründung gekennzeichnet wurde (z. B. „Das ist so, weil...“), wird diese der Stufe 2 zugeordnet. Stufe 3 steht für Begründungen, die sich auf konkrete Einzelfälle beziehen (z. B. „Erst kommen zwei, dann drei, dann vier dazu.“). Werden stattdessen abstrakte, also verallgemeinerte Aspekte formuliert (z. B. „Immer eine Stufe höher und breiter.“), werden die Begründungen Stufe 4 zugeordnet. Je nachdem, ob diese auch sprachlich als Begründungen erkennbar sind, erfolgt dabei die Einordnung als eher unbewusste Grundnennung oder bewusst angegebene Begründung, wobei die Grundnennungen (wie Stufe 1) nur bei den impliziten Aufgaben möglich sind. Stufe 5 schließlich erfasst die leistungsstarken Begründungen, die sowohl auf einzelfallbezogener als auch auf verallgemeinerter Ebene in logischer Schlussfolge zueinander vorliegen (z. B. „Diagonal sind es erst eins, dann zwei, dann drei Kästchen. Also immer eins mehr.“).

3 Qualitative Unterschiede geometrischer Begründungen

Die Begründungen (ab Stufe 3) sollen in Bezug auf ihre qualitativen Merkmale vertiefend betrachtet werden. Für die Entwicklung eines Kategoriensystems werden zunächst die Darstellung, die angegebenen Gründe und die Art der Aussagenlegitimierung fokussiert.

Auf Darstellungsebene kann theoretisch zwischen der äußeren Präsentation und der inneren Repräsentation unterschieden werden. Dabei steht die äußere Präsentation für die vorliegende schriftsprachliche Begründung mit oder ohne Zeichnung/Markierung. Vollrath (1980) unterscheidet hier zwischen bildbezogenen, beschreibenden und stärker formalen Begründungen. Die Repräsentation dagegen bezeichnet den „gedachten Modus“. Dieser kann eher einer visuell-bildlichen oder einer sprachlich-logischen mentalen Aktivität entsprechen und somit eine geometrische oder analytische Tendenz im Denken aufweisen (Krutetskii, 1976). Battista und Wheatley (1989) differenzieren feiner zwischen zeichnerischer, visualisierender und nicht-räumlicher Strategie, womit zusätzlich der Unterschied zwischen der Bezugnahme auf eine Zeichnung oder ein mentales Bild berücksichtigt wird.

Hinsichtlich der angegebenen Gründe ist zunächst interessant, inwieweit es sich dabei tatsächlich um geometrische Gründe handelt oder ob die Kinder sich auf andere, z. B. arithmetische Gründe, beziehen. Zusätzlich lassen sich die Gründe nach der Art der gewählten Denkvorgänge als statisch bzw. prädikativ oder dynamisch bzw. funktional klassifizieren (Kiel et al., 2015).

Bei der Legitimationsart schließlich sind zum einen Verweise auf bestehende Erfahrungen, zum anderen Verweise auf neue Einsichten möglich (Vollrath, 1980). Die Erfahrungen können dabei extern (z. B. von Autoritäten) oder intern (z. B. bekannte analoge Situationen) sein (Winter, 1972). Die Einsichten können empirisch über konkrete Fälle gewonnen oder durch logische Schlüsse aus Grundannahmen hergestellt werden (Harel & Sowder, 1998; Schwarzkopf, 2003).

Literatur

Battista, M. T., & Wheatley, G. H. (1989). Spatial Visualization, Formal Reasoning, and Geometric Problem-Solving Strategies of Preservice Elementary Teachers. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11 (4), 17-30.

Harel, G., & Sowder, L. (1998). Students' Proof Schemes: Results from Exploratory Studies. *CBM Issues in Mathematics Education*, (7), 234-283.

Kiel, E., Meyer, M., & Müller-Hill, E. (2015). Erklären. Was? Wie? WARUM? *PM - Praxis der Mathematik in der Schule*, 57 (64), 2-9.

Krutetskii, V. A. (1976). *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. Chicago: Univ. of Chicago Press (Survey of recent East European mathematical literature).

Neumann, A., Beier, F., & Ruwisch, S. (2014). Schriftliches Begründen im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 7 (1), 20-32.

Schwarzkopf, R. (2003). Begründungen und neues Wissen: Die Spanne zwischen empirischen und strukturellen Argumenten in mathematischen Lernprozessen der Grundschule. *Journal für Mathematikdidaktik*, 24 (3), 211-235.

Vollrath, H.-J. (1980). Eine Thematisierung des Argumentierens in der Hauptschule. *Journal für Mathematikdidaktik*, 1 (1), 28-41.

Winter, H. (1972). Vorstellungen zur Entwicklung von Curricula für den Mathematikunterricht in der Gesamtschule. In Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), *Beiträge zum Lernzielproblem* (S. 67-95). Ratingen: A. Henn Verlag.

Arbeitsgruppe Kommunikation & Kooperation

Koordination: Birgit Brandt & Marcus Nührenböcker

birgit.brandt@zlb.tu-chemnitz.de

marcus.nuehrenboecker@tu-dortmund.de

Beitrag: Elke Söbbeke, Frederike Welsing

soebbeke@uni-wuppertal.de, welsing@uni-wuppertal.de

Theoretische Grundlegung & erste Orientierungen zur Analyse sprachlicher Mittel bei der Interpretation mathematischer Anschauungsmittel

1 Anschauungsmittel als Denk- und Kommunikationsmittel für *alle* Kinder

In den letzten 30 Jahren erfolgte im Mathematikunterricht der Grundschule ein grundlegender Perspektivenwechsel, der ausgelöst wurde durch eine neue Sicht auf Lernprozesse, aber auch durch ein neues Verständnis der (Schul-)Mathematik. Durch diesen Paradigmenwechsel erfuhr die Bedeutung der *Sprache* für das *Mathematiklernen* eine verstärkte Aufmerksamkeit. Es soll im Unterricht nicht mehr ausschließlich um das sprachfreie Berechnen von Aufgaben gehen, sondern u.a. auch darum, über die den Rechenoperationen zu Grunde liegenden abstrakten Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten nachzudenken und zu sprechen.

Insbesondere in inklusiven Lerngruppen stellen diese Bedingungen eine besondere Herausforderung für den Mathematikunterricht dar. Vor diesem Hintergrund erhalten *Anschauungsmittel* eine ganz neue Bedeutung und Funktion für das Mathematiklernen, da diese *alle* Kinder darin unterstützen sollen, über die – eben nicht direkt sichtbaren – abstrakten mathematischen Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten nachzudenken und zu kommunizieren.

Kinder müssen aber hierfür das Bewusstsein entwickeln, dass Anschauungsmittel nicht wie Objekte aus ihrer Alltagswelt zu verstehen und zu benutzen sind. Im Mathematikunterricht stehen nicht die konkreten Eigenschaften des Materials im Vordergrund, vielmehr ist das Anschauungsmittel in einer "systemischen Welt" zu verstehen, mit all seinen *nicht direkt sichtbaren* Beziehungen und Strukturen (vgl. Söbbeke 2015; Steenpaß 2014). Mit dieser Anforderung an die Nut-

zungsweise von Anschauungsmitteln *ändert* sich aber maßgeblich auch die *Anforderung an die Sprache* der Kinder.

2 Anschauungsmittel aus epistemologischer und sprachlicher Perspektive

Am Beispiel von 36 Plättchen soll verdeutlicht werden, inwiefern sich dieses Verstehen von Anschauungsmitteln (vgl. Söbbeke 2015) und hiermit auch die *Sprache* der Kinder bei der Nutzung dieser Materialien verändern muss. Im Anfangsunterricht stellt bspw. das Zählen von konkreten Dingen eine wichtige Grundlage für die Entwicklung des Zahlbegriffs dar. Die konkreten didaktischen Mittel, mit denen das Kind handelt, sollen den erklärenden Hintergrund für die zu verstehenden neuen Zahlzeichen und Zahlworte sein. Die Materialien scheinen somit eine direkte und eindeutige Basis für die neuen Zeichen und Symbole zu liefern: Ein Plättchen entspricht »1« und 36 Plättchen entsprechen der Zahl »36«.

Diese zu Beginn beim Zählen von Dingen benutzte dingliche Deutung erfährt eine Wandlung, wenn die 36 Plättchen zum Beispiel so angeordnet werden, dass sie verschiedene – strukturanaloge – Rechenoperationen visualisieren (Abb. 1). Auch hier können die Plättchen wieder so genutzt werden, dass sie eine *direkte und eindeutige Basis* für die *Berechnung der einzelnen Additionsaufgaben* liefern. Gleichzeitig können diese aber auch, erste systemische Beziehungen repräsentieren: Die Anordnung der Plättchen in den Zahldarstellungen ermöglicht die Deutung einer übergeordneten Beziehung, dass etwa die Addition zweier ungerader Zahlen eine gerade Zahl ergibt. Darüber hinaus verweist die abstrakte Struktur der Plättchenanordnung darauf, dass diese Beziehung allgemeingültig ist.

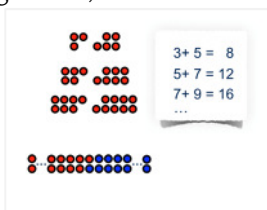


Abb. 1

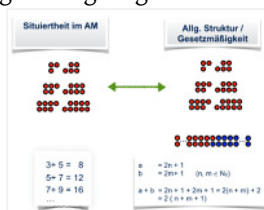


Abb. 2

Damit Kinder diese verschiedenen Sichtweisen auf das gleiche Material überhaupt entwickeln können, bedarf es eines gemeinsamen *Sprechens* über das Anschauungsmittel. Hiermit stellen sich dann

auch neue Anforderungen an die Sprache der Kinder: Im linken Beispiel (Abb. 2) genügt eine sprachliche Darstellung der Plättchen als diskrete Objekte, die gezählt werden. Im rechten Beispiel müssen Kinder kommunikative Mittel nutzen, um auszudrücken, was die *Funktion* der Plättchen ist, welche *Rolle* diese im Gesamtsystem einnehmen. Auch im Hinblick auf ein anschaulich, operatives Beweisen ist es notwendig, eine entsprechende Sprache mit den Kindern zu entwickeln.

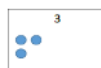
3 Kommunikative Mittel bei der Erkundung von Strukturen

Das nachfolgende Beispiel wird an dieser Stelle keiner ausführlichen Analyse unterzogen, es *illustriert* lediglich in welcher Spanne sich die kommunikativen Äußerungen von Lara bewegen – hinsichtlich einer Situiertheit im Material und einem ersten Verweisen auf allgemeingültige Beziehungen. Lara stellt bei der Bearbeitung ihres Rechenpäckchens fest, dass bei der Addition zweier ungerader Zahlen immer eine gerade Zahl entsteht. Für die Erklärung dieser Beobachtung bezieht sie sich zunächst auf die einzelnen Aufgaben im Rechenpäckchen:

La: Das sind ja zwei ungerade Zahlen und das ergibt eine gerade Zahl [*zeigt auf die Summanden der ersten Aufgabe*]. Und wenn man ungerade plus ungerade [*zeigt auf die Summanden der zweiten Aufgabe*], das ist ja nochmal die Gleiche.

Wenngleich sich Laras Äußerung zunächst auf konkrete Beispiele (die 1. und 2. Aufgabe des Päckchens) bezieht, deutet sie hier an, dass eine *strukturelle Beziehung* in den unterschiedlichen Beispielen beibehalten wird („das ist ja nochmal die Gleiche“). Denn trotz der Unterschiedlichkeit auf der sichtbaren Ebene (andere Summanden, Summen) sieht Lara in der Verschiedenheit der beiden Gleichungen eine wiederkehrende systemische Beziehung. Um diese systemische Beziehung zu erläutern, konstruiert sie eine neue Gleichung („ $3+5=8$ “) und benennt, dass auch hier wieder die Addition zweier ungerader Zahlen eine gerade Zahl ergibt. Zur weiteren Begründung nutzt sie die Zahlenkarten Z3 und Z5 und entwickelt beispielhaft am Material eine erste Idee für eine *Umstrukturierung* der Punktefelder: Wenn ich zwei ungerade Zahlen habe, kann ich durch Verschieben eines Punktes von der einen zur anderen Zahl, beide Zahlen zu geraden Zahlen machen. Sie erläutert dieses beispielgebunden mit Hilfe der Karten:

La: ... wenn man das zum Beispiel, die Drei [zeigt auf Z3] auf eine gerade Zahl machen würde, die weiter ähm unten ist oder die die höher ist. Da könnte, bei der Drei könnte ich dann also Zwei und oder Vier auswählen, würde ich einfach nur den Punkt wegnehmen [zeigt auf den einzelnen Punkt in Z3]...



La: ...der würde dann ähm zu der Fünf gehen [zeigt auf Z5]. Dann wär die fünf ne sechs.

Durch ihre Zeigehandlungen und verbalen Äußerungen wird deutlich, dass sie das Material hier nicht als eine *direkte und eindeutige Basis* für die *Berechnung der einzelnen Additionsaufgaben* nutzt. Vielmehr kommuniziert sie in Ansätzen einen *allgemeineren Aspekt für eine produktive Umstrukturierung der Punktefelder*.

Das kurze Beispiel zeigt, dass das Lernen von Mathematik äußerst komplexen epistemologischen Voraussetzungen und in Folge dessen sehr anspruchsvollen sprachlichen Bedingungen unterliegt. Eine Charakterisierung der „mathematischen Sprache der Kinder muss damit mehr umfassen, als die Analyse des *Wortschatzes* und der *linguistischen Sprachmittel* (vgl. Vogel & Huth, 2010, 1034).

Im Rahmen eines Forschungsprojektes werden diese kommunikativen Mittel hinsichtlich der beschriebenen epistemologischen und sprachlichen Anforderungen insbesondere auch im Hinblick auf inklusive Lerngruppen charakterisiert.

Literatur

Steenpaß, A. (2014). *Grundschulkinder deuten Anschauungsmittel. Eine epistemologische Kontext- und Rahmenanalyse zu den Bedingungen der visuellen Strukturierungskompetenz*. Abgerufen von

https://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-37000/Steenpa%C3%9F_Dissertation.pdf

Söbbecke, E. (2015). Language use, mathematical visualizations, and children with language impairments. In K. Krainer, & N. Vondrova (Hrsg.), *Proceedings of the 9th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 1497- 1502), Prague: Charles University. Abgerufen von https://hal.archives-ouvertes.fr/CERME9/public/CERME9_NEW.pdf

Vogel, R., & Huth, M. (2010). Mathematical cognitive processes between the poles of mathematical technical terminology and the verbal expressions of pupils. In V. Durand-Guerrier, et al. (Hrsg.), *Proceedings of the 6th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 1033-1042), Lyon. Abgerufen von http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~erme/doc/cerme6/cerme6_proceedings.pdf

Arbeitsgruppe Lehrerfortbildung

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

Beitrag: Elke Binner
elke.binner@dzlm.de

Fortbildungen von Grundschullehrkräften im Bereich der Stochastik – Qualitative Untersuchung von qualifikationsheterogenen Lerngruppen

Die Bewältigung der Anforderungen eines inklusiven Unterrichts erfordert neben einem fachdidaktischen auch ein fachlich ausgerichtetes Fortbildungsangebot für Lehrpersonen. Im Deutschen Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) wurden entsprechende fachwissenschaftlich ausgerichtete Fortbildungen für Lehrpersonen Mathematik an einer sechsjährigen Grundschule entwickelt und durchgeführt.

1 Das Konzept einer fachlich orientierten Fortbildung

Ansatzpunkt für eine Konzeptentwicklung war die Auswahl und Bearbeitung fachwissenschaftlicher Schwerpunkte und deren Betrachtung unter fachdidaktischer Perspektive auf der Grundlage des Kompetenzrahmens des DZLM (2015). Die Kurse orientieren sich an den Themenfeldern des Rahmenlehrplans 1-6 in Berlin, fokussieren auf jeweils einen mathematischen Inhaltsbereich und stellen Bezüge zu anderen Inhaltsbereichen und Unterrichtsfächern her. Die fachdidaktische Perspektive greift den Umgang mit Heterogenität auf, thematisiert in diesem Zusammenhang die Entwicklung prozessbezogener mathematischer Kompetenzen, deren Bedeutung für die Unterrichtsgestaltung und die individuelle Förderung aller Kinder bezogen auf den jeweiligen mathematischen Inhaltsbereich. Um die Nachhaltigkeit der Fortbildung zu sichern, werden auf der einen Seite Impulse und Anregungen für Unterrichtsentwicklung der Teilnehmenden gegeben. Andererseits werden Arbeitsprozesse einer Professionellen Lerngemeinschaft (DZLM PLG 2015) initiiert und reflektiert, um Kooperationen in den Fachschaften anzuregen. Der Fortbildungskurs zur Leitidee *Daten und Zufall* wurde als erster fachlich ausgerichteter Kurs entwickelt und seit 2013 mehrfach durchgeführt. Aus diesem Grund wird er auch näher untersucht.

1.1 Struktur und Ablauf

Der Kurs *Stochastik in der Grundschule* ist für ein Schulhalbjahr konzipiert und umfasst vier Präsenztage. Zu jedem der inhaltlichen Schwerpunkte (Statistik, Kombinatorik, Wahrscheinlichkeitsrechnung) wird ein Fortbildungstag gestaltet. Am abschließenden Präsenztage wird die Umsetzung der Leitidee *Daten und Zufall* in der sechsjährigen Grundschule betrachtet. Die Praxisphasen zwischen den Präsenztagen dienen der fachlichen Vertiefung, der Erprobung im eigenen Unterricht und Durchführung von kollegialen Unterrichtsbesuchen.

1.2 Gestaltungsprinzipien

Den Kursteilnehmer wird von Anfang an bewusst gemacht, dass sie in verschiedenen Rollen im Kurs agieren. Als *Lernende* sollen sie bei der Bearbeitung von Aufgaben selbst erkennen, was sie können bzw. sich neue Inhalte erschließen. Die Referenten erhalten dadurch Informationen zu den Vorerfahrungen, genutzten Strategien und Lernfortschritten der Teilnehmenden und können die Kursgestaltung entsprechend anpassen. Die Reflexion über das eigene „Mathematiktreiben“ ermöglicht dann auch die Rolle zu wechseln und als *Lehrende* über die Umsetzung mit Grundschulkindern nachzudenken.

1.3 Dokumentation und Evaluation

Um Aussagen zur Fortbildung treffen zu können, werden verschiedene Evaluationsinstrumente genutzt.

- Eine *Vorabbefragung* liefert Informationen zur Berufsbiografie, der aktuellen Tätigkeit und Vorerfahrungen zum inhaltlichen Schwerpunkt der Fortbildung
- Eine skalierte *Zielscheibe* am Ende einer Präsenz lieferte Informationen zu Gestaltungsprinzipien und Lernzielen.
- *Zwischenbefragungen* (nach jeder Praxisphase und Reflexion zu Beginn der nächsten Präsenz) beziehen sich auf Gestaltungsprinzipien und als Selbsteinschätzung (vorher-nachher) werden Lernfortschritte der Teilnehmenden erfasst.
- *Pre-Post-Test* (Schüler/Stahnke) zur Erfassung des Wissenszuwachses
- *Leitfadeninterviews* zur Ausdifferenzierung der Informationen
- *Erfahrungsberichte* als Dokumente der Praxisphase

2 Ergebnisse

Die Teilnehmenden der Berliner Kurse hatten folgende Ausbildungshintergründe:

Lehrpersonen (LP)...	Kurs 1	Kurs 2	Kurs 3	Kurs 4
fachfremd Unterrichtende	40 %	20 %	54 %	38 %
LP GS – unterschiedl. Ausbildungsanteil in Ma	10 %	15 %	30 %	46 %
LP unterer Klassen [DDR, Inst. f. Lehrerbild.]	20 %	23 %	8 %	8 %
Dipl.-LP Ma/... [DDR, PH o. Uni]	30 %	42 %	8 %	8 %

Im Pre-Post-Vergleich liegen aus dem letzten Kurs Daten von 14 Teilnehmenden vor. Die Lösungshäufigkeit betrug im Pre-Test 50,6 %. Im Post-Test stieg sie auf 68,2 %. Das bestätigt vergleichbare Lernzuwächse in den vorangegangenen Kursen.

Von den Teilnehmenden mit unterschiedlichem Ausbildungshintergrund wurden die Möglichkeiten zur selbstständigen Problemlösung und zum fachlichen Austausch als wesentlich für die Lernprozesse angesehen. Mit Blick auf den Unterricht und heterogene Lerngruppen war es für sie sehr bedeutsam, dass im Kurs immer wieder gefordert wurde, möglichst vielfältige Lösungswege und Darstellungen zu finden. Die Teilnehmende, insbesondere die fachfremd Unterrichtenden brachten weiterhin zum Ausdruck, dass sie bezogen auf die Einstellung zur Mathematik und die eigenen mathematischen Fähigkeiten bei sich selbst eine positive Entwicklung wahrgenommen haben.

Die Ergebnisse der Arbeit in der Praxisphase werden von den Teilnehmenden in Erfahrungsberichten dokumentiert. Sie geben Auskunft über die Erprobung ausgewählter Inhalte des Kurses im Unterricht und werden durch Schülerarbeiten illustriert. Die Berichte und Unterrichtsdokumente werden nach Kursabschluss zu einer erprobten Aufgabensammlung zusammengestellt. Die vorliegenden Dokumente zeigen, dass die Lehrpersonen mit viel Engagement und Ideenreichtum an die Umsetzung der Anregungen aus der Fortbildung gegangen sind. In Reflexionen findet man zwei immer wiederkehrende Aussagen:

„Erstaunlich war, dass sich alle Kinder mit Feuereifer auf stochastische Aufgabenstellungen eingelassen haben...“

„Ich war überrascht, was die Kinder geschafft haben - auch die sonst schwierigen oder schwachen...“

Lehrpersonentandems in unterschiedlichen Klassenstufen berichteten, dass zu ihrer Überraschung die jüngeren Kinder nicht weniger leisteten als die älteren, dass alle Kinder einen Zugang zur jeweils gewählten Thematik fanden und erwartete Schwierigkeiten häufig ausblieben.

Zu den acht Leitfadeninterviews liegen Transkripte vor, die jetzt ausgewertet werden.

3 Fazit

Die Ergebnisse der Untersuchung und ihre Einordnung in bereits vorliegende Erkenntnisse aus der Bildungsforschung könnten einen weiteren Zugang bieten, um mit der Bildungsadministration der Länder über die Implementierung neuer Erkenntnisse und eine konzeptionelle Gestaltung eines adressaten- und bedarfsgerechten Fortbildungsangebotes für im Mathematikunterricht Tätige ins Gespräch zu kommen bzw. dazu beratend tätig zu sein und weitere Forschungsfelder in der 3. Phase der Lehrerbildung aufzuzeigen.

Literatur

Tenorth, H.-E. et al. (2010). *Mathematik entlang der Bildungskette: Empfehlungen einer Expertengruppe zur Kompetenzentwicklung und zum Förderbedarf im Lebenslauf*. Abgerufen von dmv.mathematik.de/index.php/aktuell-presse/studien/a/329-dts-mathematik-entlang-der-bildungskette-2010/file

DMV, GDM, MNU (2008). *Standards für die Lehrerbildung im Fach Mathematik: Empfehlungen von DMV, GDM, MNU*. Abgerufen von http://madipedia.de/images/2/21/Standards_Lehrerbildung_Mathematik.pdf

DZLM (2015). *Theoretischer Rahmen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik*. Abgerufen von www.dzlm.de/files/uploads/DZLM-0.0-Theoretischer-Rahmen-20150218_FINAL-20150324.pdf

DZLM (2015). *Professionelle Lerngemeinschaften als Programmlinie des DZLM*. Abgerufen von www.dzlm.de/files/uploads/DZLM-2.2-Konzept-PLGen-20150309_FINAL-20150324.pdf

Stanat, P., Pant, H. A., Böhme, K., & Richter, D. (Hrsg.) (2012). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der vierten Jahrgangstufe in den Fächern Deutsch und Mathematik. Ergebnisse der Ländervergleichsstudie 2011*. Münster: Waxmann.

Arbeitsgruppe Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien

Koordination: Silke Ladel & Christof Schreiber

ladel@math.uni-sb.de, schreiber@math.uni-giessen.de

Beitrag: Heiko Etzold

heiko.etzold@uni-potsdam.de

Zahlverständnis mit dem Tablet unterstützen

Betrachtet man, mit welchen (realen oder mentalen) Hilfsmitteln im Grundschulunterricht das Zahlverständnis unterstützt wird, so stößt man unweigerlich auf die Stellenwerttafel und den Zahlenstrahl. Beide Werkzeuge ermöglichen die Veranschaulichung mathematischer Grundrechenoperationen, entsprechenden Handlungen auf dem Zahlenstrahl werden sogar sekundäre Grundvorstellungen zugesprochen (vom Hofe, 2014).

Im Rahmen des durch die Deutsche Telekom Stiftung geförderten Projektes „Digitales Lernen Grundschule“ wird an der Universität Potsdam untersucht, inwieweit Tablets hier weitere Unterstützung bieten können, die bisherige Materialien nicht leisten. Neben der Einbettung in Modelle der Tätigkeitstheorie steht die konkrete unterrichtliche Umsetzung und die Integration in die Lehrerbildung im Zentrum des Interesses. Dieser Beitrag stellt erste theoriegebundene Überlegungen am Beispiel des Zahlenstrahls dar.

1 Problem: Der Zahlenstrahl ist endlich

Möchte man die Addition zweier Zahlen a und b am Zahlenstrahl darstellen, können Schwierigkeiten auftreten, wenn der Zahlenstrahl derart gestaltet ist, dass a und $a + b$ nicht gleichzeitig zu sehen sind oder für eine optische Unterscheidung zu nah beieinanderliegen. Dann ist eine Veränderung des Zahlenstrahls nötig: wenn möglich, wird er ein Stück nach rechts erweitert oder aber er muss neu erstellt werden. Mit einem digitalen Hilfsmittel ist dagegen eine *beliebige* Erweiterung nach rechts (oder nach links bei der *Zahlengeraden*) bzw. eine *sofortige* Skalierung möglich. Der Zahlenstrahl kann also immer derart manipuliert werden, dass a und $a + b$ gleichzeitig und unterscheidbar dargestellt sind. Hier drängt sich die Frage auf, wie konkret die Interaktion zwischen Nutzer und Medium (mathematikdidaktisch

sinnvoll) gestaltet werden kann, was nun aus tätigkeitstheoretischer Sicht betrachtet wird.

2 Tätigkeitstheorie und Zahlenstrahl

Ein Grundkonzept der Tätigkeitstheorie ist eine dreiteilige Hierarchie von Aktivitäten (Kaptelinin et al., 1995): An oberster Stelle stehen *Tätigkeiten*, in der Regel aus menschlich-kulturellen Bedürfnissen heraus motiviert, zu deren Erreichen zielgerichtete *Handlungen* ausgeführt werden müssen. Im konkreten Kontext ist ein Ziel, den Zahlenstrahl zu erweitern bzw. zu skalieren. Um Handlungen zu ermöglichen, sind *Operationen* nötig. Diese ergeben sich aus instrumentellen Bedingungen und Zwängen, wobei die Gestaltung des zum Erreichens der Handlung eingesetzten *Werkzeugs* (hier das digitale Medium) bestimmt, welche Operationen möglich sind.

2.1 Operationen am Zahlenstrahl

Der zu kurze Zahlenstrahl muss so verändert werden, dass weiter rechts liegende Zahlen sichtbar werden. Steht bereits die gesamte Bildschirmbreite für den Zahlenstrahl zur Verfügung, so ist dafür (bei Beibehaltung der Skalierung) nur eine Verschiebung des Zahlenstrahls möglich. Technische Lösungen dafür sind:

1. Betätigung einer (realen oder virtuellen) Taste
2. Spracheingabe, die zum Verschieben auffordert
3. Verschiebung mithilfe einer Mausbewegung
4. Verschiebung mittels einer Pan-Geste (Bewegung des Fingers auf dem Bildschirm)

Aus mathematischer Sicht ist die Verschiebung des Zahlenstrahls eine eindimensionale Abbildung $x \mapsto x + c$. Bei den ersten beiden Lösungen ist die Größe von c nicht klar bzw. muss durch weitere Eingaben definiert werden. Bei der dritten Lösung ist ein weiteres Eingabegerät nötig, dessen Verschiebung nicht zwingend der Verschiebung auf dem Bildschirm entspricht (dies hängt i. d. R. von der Bildschirmgröße und der Geschwindigkeit der Mausbewegung ab). Die vierte Lösung hat diese Nachteile nicht: Die Verschiebung erfolgt direkt auf dem Bildschirm, Richtung und Betrag entsprechen denen

der Fingerbewegung.¹ Es bedarf nur eines Fingers, da die Abbildung auch nur eine Dimension hat. Auch unter dem Gesichtspunkt, dass eine entsprechende Geste bei Kindern durch deren Tablet- und Smartphone-Nutzung in der Regel bereits ausgeprägt ist, bietet sich diese Lösung als routinemäßige *Operation* an.

Gleichzeitig wird deutlich, dass eine entsprechende Geste nicht auf den Zahlenstrahl-Verschiebungskontext beschränkt ist. Beispielsweise wird sie auch bei der App „Stellenwerttafel“ verwendet, jedoch mit einer anderen Bedeutung verbunden bzw. – je nach verwendetem Artefakt – sogar innerhalb desselben mathematischen Kontextes mit verschiedenen Bedeutungen (vgl. Ladel & Kortenkamp, 2014). Dies betont nochmals den Unterschied zwischen *Operation* und *Handlung* und die Abhängigkeit vom verwendeten Werkzeug.

Eine analoge Diskussion kann auch zur Skalierung geführt werden, wofür sich die Pinch-Geste (Zusammen- oder Auseinanderbewegung zweier Finger auf dem Bildschirm) anbietet.

Doch selbst wenn Kinder entsprechende Gesten (z. B. von Bildern) kennen, übertragen sie diese nicht zwingend auf mathematische Kontexte (Zahlenstrahl). Dies zeigen die Ergebnisse einer Masterarbeit (Leddin, 2016), auf die im Folgenden eingegangen wird.

2.2 Verschieben oder Skalieren?

Schülern einer fünften Klasse wurden verschiedene Aufgaben präsentiert, in denen Zahlen auf einem Zahlenstrahl eingetragen werden mussten. Um diese korrekt zu lösen, war bei manchen Aufgaben die Verschiebung oder Skalierung des Zahlenstrahls nötig. Zum Vergleich wurden im Vorfeld Bilder mit ähnlichen Fragestellungen präsentiert und bei allen Aufgaben erfasst, welche Handlung (Verschieben oder Skalieren) ausgeführt wurde. Die Ergebnisse zeigen:

- Wenn es zur Beantwortung der Aufgaben nicht zwingend notwendig ist, wird weder verschoben noch skaliert.
- Sofern eine der Lösungsstrategien angewendet wird ist dies vorzugsweise das Verschieben.

¹ Dabei wird jedoch nur der Bewegungsanteil des Fingers in Richtung des Zahlenstrahls erfasst, nicht quer dazu.

- Eine Kombination von Verschieben und Skalieren wird selten genutzt.
- Die Vorgehensweise wird i. d. R. über die Aufgaben hinweg beibehalten.

Sichtbar wurden auch Unterschiede in den Handlungen von Schülern, abhängig von deren Erfahrung mit Tablets: Schüler mit mehr Erfahrung nutzen etwas häufiger Skalierungen. Ebenfalls zeigt sich, dass sich Schüler bei der Präsentation von Bildern in ihren Handlungen flexibler verhalten als bei der Präsentation eines Zahlenstrahls. Entsprechende Operationen stehen also zwar zur Verfügung, werden aber bei Bildern und dem Zahlenstrahl nicht gleichermaßen zielgerichtet für Handlungen genutzt.

3 Entwicklungspotenzial für den Unterricht

Die dargestellten Überlegungen und Ergebnisse werden für die weiteren Entwicklungen im Projekt genutzt. Folgende Fragestellungen begleiten die Umsetzung:

- Welche mathematischen Handlungen korrelieren mit dem Verschieben, welche mit dem Skalieren des Zahlenstrahls?
- Wie können Pan- und Pinch-Gesten, die aus außermathematischen Kontexten in der Regel bekannt sind, gewinnbringend in mathematische Handlungen integriert werden?

Literatur

vom Hofe, R. (2014). Primäre und sekundäre Grundvorstellungen. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1267-1270). Münster: WTM-Verlag.

Ladel, S., & Kortenkamp, U. (2014). Tätigkeitsorientiert zu einem flexiblen Verständnis von Stellenwerten – Ein Ansatz aus Sicht der Artefact-Centric Activity Theory. In S. Ladel & C. Schreiber (Hrsg.), *Von Audiopodcast bis Zahlen Sinn* (S. 151-175). Münster: WTM-Verlag.

Kapteinin, V., Kuutti, K., & Bannon, L. (1995). Activity Theory: Basic Concepts and Applications. *5th International Conference, EWHCI '95 Moscow, Russia, July 3–7 1995 Selected Papers*, 189-201.

Leddin, M. (2016). *Skalieren oder Verschieben? – Strategien im Umgang mit dem Zahlenstrahl* (Nicht veröffentlichte Masterarbeit). Universität Potsdam, Deutschland.

Arbeitsgruppe Sachrechnen

Koordination: Dagmar Bönig
dboenig@uni-bremen.de

Beitrag: Tobias Wollenweber
tobias.wollenweber@math.tu-dortmund.de

Dezimalzahlen im Kontext von Größen im Mathematikunterricht der Grundschule

Bereits in der Grundschule sammeln Kinder erste Erfahrungen mit Dezimalzahlen, indem sie diese – häufig dann als Kommazahlen bzw. Kommaschreibweise bezeichnet – als eine von meist drei verschiedenen Schreib- und Sprechweisen im Kontext unterschiedlicher Größenangaben kennenlernen (Franke & Ruwisch, 2010; Padberg, 2009).

Eine Einheit	Zwei Einheiten	Kommaschreibweise
1405 cm	14 m 5 cm	14,05 m

Abb. 1 Schreibweisen von Größenangaben

Die Einführung von Kommazahlen in der Grundschule greift somit einen Inhalt der frühen Sekundarstufe auf, der an vielfältigen Vorerfahrungen der Lernenden anknüpft (Padberg, 2009; Heckmann, 2006). Allerdings können (und sollen) die Schülerinnen und Schüler diese Zahlen mit den (neu dazukommenden) Nachkommastellen eigentlich nicht in einem rein dekadischen Sinne interpretieren. Denn ein solch inhaltliches Verständnis benötigt letztlich auch ein Wissen um Bruchzahlen und ist daher der frühen Sekundarstufe vorbehalten (Steinbring, 1993).

Vielmehr sind – darauf hat bereits Oehl (1962) hingewiesen - Dezimalzahlen in der Grundschule so anzusprechen, dass der Inhalt „für die Schüler faßbar ist, ohne daß sachlich etwas Falsches gelehrt wird, was später mit der vollinhaltlichen Erfassung in Widerspruch geraten müßte.“ In diesem Sinne werden Dezimalzahlen als Maßzahlen angesprochen. Das Verfeinern und Vergrößern von Maßeinheiten tragen ebenso wie auch der Vergleich verschiedener Schreibweisen (z. B. $1,25\text{ m} = 125\text{ cm}$) schließlich zu einem Verständnis der Bezie-

hungen der einzelnen Maßeinheiten innerhalb eines Größenbereiches bei (Franke & Ruwisch, 2010).

1 Forschungsergebnisse

Ohne an dieser Stelle die verschiedenen Studien zur Entwicklung eines Dezimalzahlverständnisses anzuführen, sei diesbezüglich ein zentrales Ergebnis der empirischen Längsschnittstudie zur Entwicklung des Dezimalbruchverständnisses von Heckmann (2006) hervorgehoben: Demnach verfügen etwa $\frac{3}{4}$ der Schülerinnen und Schüler in der Jahrgangsstufe 6 vor Behandlung der gemeinen Brüche über eine sog. Komma-Trennt-Vorstellung. Konkret heißt das, dass ein Großteil der Lernenden in der frühen Sekundarstufe Dezimalzahlen so deuten, dass die Zahlen vor und nach dem Komma als voneinander getrennte natürliche Zahlen betrachtet werden. Dies kann z. B. beim Größenvergleich zu Fehlern führen ($3,14 > 3,2$, weil gilt: $14 > 2$). Heckmann (2006) führt diesen Umstand u.a. auf die Einführung der Kommazahlen in der Grundschule zurück, in welcher das Komma häufig als Trennmarke zwischen zwei (benachbarten) Einheiten einer Größenangabe fungiert (z. B. Heckmann, 2008; Peter-Koop & Nührenbörger, 2011; Steinbring, 1993).

2 Forschungsprojekt

Es ergibt sich also aus mathematikdidaktischer Sicht die Frage, wie ein anschlussfähiges Verständnis von Dezimalzahlen im Kontext von Größen in der Grundschule angebahnt werden kann, ohne auf Inhalte der Sekundarstufe I vorzugreifen? Hierzu wurden im Rahmen eines qualitativen Forschungsprojektes mithilfe produktiver Aufgabenstellungen authentische Gesprächsanlässe geschaffen, mithilfe derer Dritt- und Viertklässler dazu angeregt werden sollten, Dezimalzahlen im Kontext der Größenbereiche Geldwerte, Längen und Gewichte zu erkunden und innerhalb des jeweiligen Größenbereichs explizit miteinander zu vergleichen. Dabei werden einerseits auf einer eher diagnostischen Ebene die individuellen Vorstellungen der Schüler zu Kommazahlen herausarbeitet und andererseits *produktive* Förderchancen ermöglicht, indem ein besonderer Begründungsbedarf bzgl. der Interpretation der Größenangaben bei den Schülerin-

nen und Schülern hervorgerufen wird (Nührenbörger & Schwarzkopf, 2013).

3 Exemplarisches Ergebnis

Im Rahmen der Interviews sortieren die Kinder u.a. Karten mit Längenangaben der Größe nach. Im folgenden Beispiel liegt die Karte „3,9 m“ bereits auf dem Tisch. Die Kinder erhalten nun als zusätzliche Karte die „ungewöhnliche“ Längenangabe „3,100 m“. Sie vergleichen diese Karte mit „3,9 m“ und interpretieren sie als größer:

61	Interviewer	Mhm, erklärt einmal, warum habt ihr das so einsortiert‘
62	Schüler 1	Weil das vier Meter sind (<i>zeigt auf das Kärtchen mit 3,100m</i>)
63	Schüler 2	Weil hundert Zentimeter sind ein Meter plus <u>dreihundert</u> Zentimeter sind <u>vier</u> Meter.
64	Schüler 1	vierhundert Zentimeter und vierhundert Zentimeter sind vier Meter. Ha

Offensichtlich liegt hier eine Komma-Trennt-Vorstellung vor, die zum fehlerhaften Einsortieren der Karte „3,100 m“ führt. Gleichwohl formulieren die beiden Schüler – hier zunächst Schüler 2 in Zeile 63 – in ihrer Begründung eine *Bündelungsidee*. Die Nachkommazahl „100“ wird der Untereinheit Zentimeter zugeordnet. Dies mag nicht verwunderlich sein, da Dezimalzahlen mit der Maßeinheit Meter oftmals so gebildet werden, dass zwei Nachkommastellen zu sehen sind, die letztlich als Teil des Meters in Zentimeter benannt werden können. Die Kinder bündeln nun die „100 cm“ zu einem weiteren (ganzen) Meter um, den sie mit der bisherigen Anzahl an Metern zu 4 m addieren. Schüler 1 greift diese Idee in Zeile 64 ebenfalls nochmal auf, indem er erkennt, dass „400 cm“ eben dasselbe seien wie „4 m“, also auch in der Lage ist die Ziffer „3“ vor dem Komma als drei ganze Meter zusammen mit den einhundert Zentimetern flexibel in „400 cm“ umzudeuten.

Grundlegend sind demnach nicht allein dekadische Zusammenhänge und Bündelungen innerhalb eines Größenbereichs (1 m = 100 cm, 1 cm = 10 mm, usw.), sondern auch das Verständnis der Teil-Ganzes-Relation innerhalb einer Dezimalzahl im Bereich Größen (s. auch Abb. 2). Und diese Beziehung zwischen Teil und Ganzem innerhalb

einer Größenangabe wird durch die Position des Kommas wesentlich mit konstruiert.

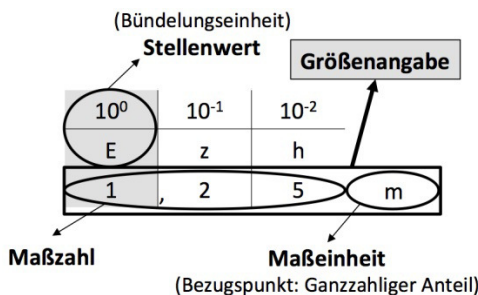


Abb. 2 Besondere Merkmale einer Größenangabe

Steinbring (1993) spricht bei solchen Größenangaben von einer „zeichenmäßig geronnenen Form von Ziffern und Komma“, hinter der sich letztlich eine „Modellierung von *Längen mit variablen Einheiten*“ verbirgt. Denn die Stellung des Kommas ist in Relation zu den einzelnen Ziffern der Maßzahl und der gegebenen Maßeinheit (s. Abb. 2) zu interpretieren. In diesem Sinne erfolgt mit einer Verschiebung oder dem Verzicht auf das Komma immer auch eine Umdeutung mit Blick auf die Maßeinheit.

Literatur

- Franke, M., & Ruwisch, S. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Heckmann, K. (2006). *Zum Dezimalbruchverständnis von Schülerinnen und Schülern. Theoretische Analyse und empirische Befunde*. Berlin: Logos Verlag.
- Nührenböcher, M., & Schwarzkopf, R. (2013). Gleichungen zwischen ‚Ausrechnen‘ und ‚Umrechnen‘. In G. Greefrath, F. Käpnick, & M. Stein (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 716-719). Münster: WTM-Verlag.
- Oehl, W. (1962). *Der Rechenunterricht in der Grundschule*. Hannover: Hermann Schroedel Verlag.
- Padberg, F. (2009). *Didaktik der Bruchrechnung*. Berlin: Springer Spektrum.
- Peter-Koop, A., & Nührenböcher, M. (2011). Größen und Messen. In G. Walther, M. v.d. Heuvel-Panhuizen, D. Granzer, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret* (S. 89-117). Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Steinbring, H. (1993). ‚Kann man ein Meter auch mit Komma schreiben?‘ Konkrete Erfahrungen und theoretisches Denken im Mathematikunterricht der Grundschule. *Mathematica didactica*, 16 (2), 30-55.

Arbeitsgruppe Vorschulische Bildung

Koordination: Meike Grüßing

gruessing@ipn.uni-kiel.de

Beitrag: Selma Seemann, Simone Dunekacke, Aiso Heinze,
Anke Lindmeier

seemann@ipn.uni-kiel.de

Modellierung fachspezifischer professioneller Kompetenzen von frühpädagogischen Fachkräften und ihre Bedeutung für die Qualität der Lernumgebung

Forschungsbefunde aus unterschiedlichen Disziplinen belegen die Bedeutung vorschulischer Bildungsprozesse und ihre Vorhersagekraft für die spätere individuelle Kompetenzentwicklung von Kindern. Ebenso verweisen Studien auf Zusammenhänge zwischen der Qualität der Lernumgebung und der kindlichen Fähigkeitsentwicklung. Vor diesem Hintergrund haben sich in den letzten Jahren die Erwartungen an Kindertageseinrichtungen und frühpädagogische Fachkräfte (FK) gewandelt (Fröhlich-Gildhoff et al., 2011). Vermehrt werden dabei domänenspezifische Bildungsprozesse der Kinder und damit einhergehend fachspezifische professionelle Kompetenzen der FK in den Blick genommen.

Thematisch an die Arbeitsgruppe „Vorschulische Bildung“ des letzten Jahres anschließend, stellt sich das Projekt *WILMA – Wir lernen Mathematik!* vor. WILMA hat das Ziel, differenziert kausale Wirkmechanismen von professionellen Kompetenzen über die Qualität der Lernumgebung auf den Lernzuwachs der Kinder zu untersuchen. Das Forschungsdesign ermöglicht eine querschnittliche Analyse der Struktur fachspezifischer professioneller Kompetenzen von FK sowie eine experimentelle Längsschnittuntersuchung mit Intervention auf Seiten der FK (siehe Abb. 1).

Im Rahmen der Arbeitsgruppe wird vor dem Hintergrund des Gesamtprojekts die Konzeptualisierung und Operationalisierung professioneller Kompetenzen von FK dargestellt. Zudem werden Indikatoren diskutiert, um diese Operationalisierung anhand der tatsächlichen Performanz zu überprüfen.

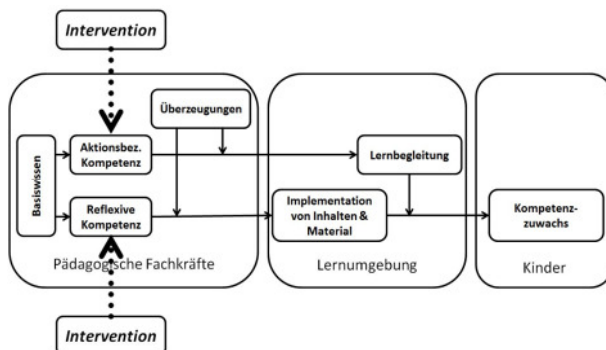


Abb. 1 Modell der kausalen Wirkkette professioneller Kompetenz in WILMA

1 Aktueller Forschungsstand zu professionellen Kompetenzen und deren Konzeptualisierung in WILMA

Um fachspezifische professionelle Kompetenzen von FK zu beschreiben, wurden bisher vor allem kognitive Aspekte, wie fachspezifisches Wissen, fokussiert. Dieser Zugang greift zu kurz und Modelle professioneller Kompetenzen weiten ihren Blick für performative Elemente (Blömeke et al., 2015; Fröhlich-Gildhoff et al., 2011; Hepberger et al., 2017). Dabei fehlt bislang oft die empirische Fundierung, auch wenn erste Studien zu einzelnen Facetten professioneller Kompetenzen vorliegen (z.B. Bruns, 2014, Dunekacke et al., 2016).

Das in WILMA angenommene und aus der Lehrerprofessionsforschung adaptierte Kompetenzmodell (Knievel et al., 2015) integriert neben dem Aspekt des Wissens auch stärker anforderungsbezogene Aspekte von Kompetenz. Ausgehend von konkreten Anforderungen des frühpädagogischen Handlungsfeldes werden in diesem Modellansatz die drei Konstrukte (1) Reflexive und (2) Aktionsbezogene Kompetenz (RC und AC) sowie (3) Basiswissen (BK) unterschieden. BK wird dabei als Voraussetzung professioneller Kompetenz betrachtet und in Fachwissen (CK) und fachdidaktisches Wissen (PCK) differenziert, so dass das Modell auch an ältere Ansätze der Professionsforschung anschlussfähig ist. Unter RC werden Fähigkeiten zur Vor- und Nachbereitung mathematischer Bildungsprozesse sowie die Beobachtung dieser verstanden. AC umfasst Fähigkeiten zum Begleiten spontaner und geplanter mathematikhaltiger Situationen im Kinderartenalltag.

Für die empirische Untersuchung der Struktur und Bedeutung professioneller Kompetenzen wird inhaltlich die Ebene der Zahlen, Mengen und Operationen fokussiert. Für diesen Inhaltsbereich liegen gut abgesicherte empirische Befunde vor, bspw. zur Entwicklung des Zahlverständnisses oder Konzepte zu dessen Unterstützung.

2 Operationalisierung und Erhebung der Kompetenzkonstrukte

Für WILMA wurde das von Hepberger et al. (2017) entworfene Instrument zur Erfassung professioneller Kompetenzen bei frühpädagogischen FK weiterentwickelt. Für die standardisierte Erhebung von RC, AC und BK wurden verschiedene, auf die jeweiligen Konstrukte zugeschnittene Aufgabenformate eingesetzt, um die spezifische Anforderungen des Handlungsfeldes abzubilden.

BK wird über geschlossene Fragen erhoben, die grundlegendes Wissen über z. B. frühe mathematische Kompetenzentwicklung oder typische Schwierigkeiten abbilden. RC und AC als handlungsnähere Konstrukte werden in Abgrenzung dazu über standardisierte Situationen operationalisiert. Für die Erfassung von RC werden die Fähigkeiten zur Vor- und Nachbereitung über kontextualisierte Items (Situationsbeschreibungen, Bilder, Videos) mit Bezug zum Planen und Beobachten abgebildet. Das Konstrukt AC, das Fähigkeiten zum spontanen Begleiten komplexer Situationen abbildet, wird ausschließlich über standardisierte video-vignetten-basierte Items mit offenem Antwortformat erhoben. Die FK müssen entsprechend der Itemanforderungen sofort, spontan und unter Speedbedingungen am Computer antworten, indem sie in ein Head-Set sprechen.

3 Bedeutung professioneller Kompetenzen für die Qualität der Lernumgebung

Konstrukte professioneller Kompetenz setzen sich je nach Forschungsperspektive aus verschiedenen Facetten zusammen. Die dahinterliegenden Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen müssen schließlich zu einem professionellen Handeln (Performanz) zusammengeführt werden (Weinert, 2001).

Daher kann die Analyse der Performanz von FK ein weiterer Zugang sein, um auf Konstrukte professioneller Kompetenz zu schließen bzw. Erhebungsinstrumente auf ihre Genauigkeit zu prüfen.

Im Rahmen von WILMA werden neben standardisierten Daten zur professionellen Kompetenzen der FK auch videografierte Spielsituationen im Kindergarten erhoben. Diese Daten werden primär genutzt, um Indikatoren für die Qualität der Lernumgebung zu gewinnen. Weiterhin ist eine Sekundäranalyse geplant, um zu prüfen, inwieweit sich das angenommene Kompetenzmodell auch in der tatsächlichen Performanz abbilden lässt.

Im Workshop wird das Kompetenzstrukturmodell und dessen Operationalisierung vorgestellt. In Kleingruppen werden Indikatoren professionellen Handelns diskutiert, mit denen professionelle Kompetenzen auch in den Daten der Videographie abgebildet werden können. Ein gemeinsamer Austausch dazu schließt diesen AK ab.

Literatur

Bruns, J. (2014). *Adaptive Förderung in der elementarpädagogischen Praxis. Eine empirische Studie zum didaktischen Handeln von Erzieherinnen und Erziehern im Bereich Mathematik*. Münster: Waxmann.

Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), 3-13.

Dunekacke, S., Jenßen, L., Eilerts, K., & Blömeke, S. (2015). Epistemological beliefs of prospective preschool teachers and their relation to knowledge, perception, and planning abilities in the field of mathematics. A process model. *ZDM Mathematics Education*, 48 (1), 125-137.

Fröhlich-Gildhoff, K., Nentwig-Gesemann, I., & Pietsch, S. (2011). *Kompetenzorientierung in der Qualifizierung frühpädagogischer Fachkräfte*. Expertise für die Weiterbildungsinitiative WiFF. München: DJI.

Hepberger, B., Lindmeier, A., Moser Opitz, E., & Heinze, A. (2017). „Zähl' nochmal genauer!“. Handlungsnahe mathematikbezogene Kompetenzen von pädagogischen Fachkräften erheben. In S. Schuler, C. Streit & G. Wittmann (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule* (S. 245-259). Springer Spektrum.

Kniesel, I., Lindmeier, A., & Heinze, A. (2015). Beyond Knowledge. Measuring Primary Teachers' Subject-Specific Competences in and for Teaching Mathematics with Items Based on Video Vignettes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13 (2), 309-329.

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), *Defining and selecting key competencies* (pp. 45-65). Seattle: Hogrefe & Huber.



Dieser Tagungsband dokumentiert die Ergebnisse der Jahrestagung des Arbeitskreises Grundschule in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM), die in diesem Jahr erstmals in Bad Salzdetfurth stattfand. Vom 11. bis 13. November 2016 widmete sich der Arbeitskreis dem Thema „Inklusiver Mathematikunterricht – Mathematiklernen in ausgewählten Förderschwerpunkten“.

Mathematiklernen im inklusiven Kontext stellt eine besondere Herausforderung für die Unterrichtspraxis sowie die mathematikdidaktische Forschungs- und Entwicklungsarbeit dar. Dieser Themenkomplex wurde im Rahmen von vier Hauptvorträgen aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und im Plenum diskutiert. Hier wurden exemplarisch zwei Förderschwerpunkte besonders fokussiert (Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung und Förderschwerpunkt Sehen). Darüber hinaus wurden auch Möglichkeiten in den Blick genommen, wie Lernumgebungen für den inklusiven Unterricht im Spannungsfeld zwischen Gemeinsamkeit und individueller Förderung gestaltet werden können. Außerdem wurde in Hinblick auf die Aus- und Fortbildung von Lehrkräften dargestellt, in welchen Bereichen und auf welchen Ebenen die neuen Anforderungen weitere Professionalisierungsprozesse erfordern.

Zusätzlich setzten sich acht Arbeitsgruppen mit den Themenfeldern Arithmetik, Geometrie, Sachrechnen, Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit, Lehrerfortbildung, Kommunikation und Kooperation, Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien sowie vorschulische Bildung intensiv mit aktuellen Forschungs- und Praxisfragen auseinander. Zentrale Ergebnisse dieser Arbeitsgruppen sind ebenfalls in diesem Band dokumentiert. Die jährlich stattfindende Herbsttagung des Arbeitskreises Grundschule in der GDM richtet sich seit ihrem Bestehen an Personen, die den Dialog und die Zusammenarbeit zwischen Hochschule und allen Bereichen schulischer Praxis sowie der schulverwaltenden Institutionen suchen. Die Tagung ist von Beginn an in besonderer Weise durch eine offene und kollegiale Kooperation von Vertreterinnen und Vertretern aus Praxis und Theorie geprägt.

eISBN 978-3-86309-458-4



www.uni-bamberg.de/ubp