

Paetsch, Jennifer; Radmann, Susanne; Felbrich, Anja; Lehmann, Rainer; Stanat, Petra
Sprachkompetenz als Prädiktor mathematischer Kompetenzentwicklung von Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache

formal und inhaltlich überarbeitete Version der Originalveröffentlichung in:

formally and content revised edition of the original source in:

Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie 48 (2016) 1, S. 27-41



Bitte verwenden Sie beim Zitieren folgende URN /
Please use the following URN for citation:
urn:nbn:de:0111-pedocs-149892

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. den Inhalt nicht für kommerzielle Zwecke verwenden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work, provided that the work or its contents are not used for commercial purposes.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Akzeptierte Manuskriptfassung (nach peer review) des folgenden Artikels:

[Paetsch, J., Radmann, S., Felbrich, A., Lehmann, R. & Stanat, P. \(2016\). Sprachkompetenz als Prädiktor mathematischer Kompetenzentwicklung von Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 48 \(1\). doi: 10.1026/0049-8637/a000142](#)

© Hogrefe Verlag, Göttingen 2014

Diese Artikelfassung entspricht nicht vollständig dem in der Zeitschrift veröffentlichten Artikel. Dies ist nicht die Originalversion des Artikels und kann daher nicht zur Zitierung herangezogen werden.

Die akzeptierte Manuskriptfassung unterliegt der Creative Commons License CC-BY-NC.

Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie
Sprachkompetenz als Prädiktor mathematischer Kompetenzentwicklung von Kindern
deutscher und nicht-deutscher Familiensprache // Student's growth trajectories in
mathematics: the role of language proficiency
 --Manuskript-Entwurf--

Manuskriptnummer:	ZEPP-D-14-00012R2
Vollständiger Titel:	Sprachkompetenz als Prädiktor mathematischer Kompetenzentwicklung von Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache // Student's growth trajectories in mathematics: the role of language proficiency
Artikeltyp:	Originalarbeit
Schlüsselwörter:	Deutsch als Zweitsprache; Mathematik; Sprachkompetenz; Längsschnittstudie German as a second language; mathematics; language proficiency; longitudinal study
Korrespond. Autor:	Jennifer Paetsch Humboldt-Universität zu Berlin Berlin, GERMANY
Korrespondierender Autor, Zweitinformationen:	
Korrespondierender Autor, Institution:	Humboldt-Universität zu Berlin
Korrespondierender Autor, zweite Institution:	
Erstautor:	Jennifer Paetsch
Erstautor, Zweitinformationen:	
Reihenfolge der Autoren:	Jennifer Paetsch Susanne Radmann Anja Felbrich, Dr. Rainer Lehmann, Prof. Dr. Petra Stanat, Prof. Dr.
Reihenfolge 'Zweite Informationen' von Autoren:	
Zusammenfassung:	<p>Das Ziel des vorliegenden Beitrages bestand darin, anhand der längsschnittlich angelegten Studie Erhebungen zum Lese- und Mathematikverständnis-Entwicklungen in den Jahrgangsstufen 4 bis 6 in Berlin (ELEMENT) den Einfluss von Lesekompetenz auf die Kompetenzentwicklung in Mathematik bei Schülerinnen und Schülern von der 4. bis zur 6. Jahrgangsstufe (N = 3169) zu analysieren. Darüber hinaus wurde untersucht, ob Kinder nicht-deutscher Familiensprache unter Kontrolle des sozioökonomischen Status (SES) und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten geringere Lernzuwächse in Mathematik erzielen als Kinder deutscher Familiensprache. Der Entwicklungsverlauf der Mathematikkompetenz wurde dabei anhand eines Wachstumskurvenmodells analysiert. Erwartungskonform zeigte sich, dass die Lesekompetenz, auch unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten, nicht nur signifikant mit der mathematischen Ausgangskompetenz zusammenhing, sondern darüber hinaus auch einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage der mathematischen Lernzuwachsrate aller Schülerinnen und Schüler leistete. Obwohl die bestehenden Kompetenzunterschiede in Mathematik zwischen Kindern nicht-deutscher Familiensprache und deutscher Familiensprache größtenteils auf die Lesekompetenz zurückführbar waren, vergrößerten sich die Disparitäten zwischen Kindern deutscher und Kindern nicht-deutscher Familiensprache nicht.</p> <p>The aim of the present study was to investigate whether reading comprehension</p>

predicts learning gains in mathematics from 4th to 6th grade. The study also examined whether second-language learners show smaller learning gains in mathematics than students whose first language is German when socioeconomic status and basic cognitive abilities are controlled. Learning gains in mathematics (N = 3169) were modeled using a latent growth model. The findings indicate that the reading comprehension of children predicts not only their mathematical competence in Grade 4, but also their learning gains in mathematics from 4th to 6th grade. Further analyses revealed that differences in mathematical competence between second language learners and students whose first language is German disappear when controlling for reading comprehension. However, no differences of mathematical learning gains between second-language learners and students whose first language is German were found.

Zusammenfassung

Das Ziel des vorliegenden Beitrages bestand darin, anhand der längsschnittlich angelegten Studie *Erhebungen zum Lese- und Mathematikverständnis-Entwicklungen in den Jahrgangsstufen 4 bis 6 in Berlin* (ELEMENT) den Einfluss von Lesekompetenz auf die Kompetenzentwicklung in Mathematik bei Schülerinnen und Schülern von der 4. bis zur 6. Jahrgangsstufe ($N = 3\,169$) zu analysieren. Darüber hinaus wurde untersucht, ob Kinder nicht-deutscher Familiensprache unter Kontrolle des sozioökonomischen Status (SES) und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten geringere Lernzuwächse in Mathematik erzielen als Kinder deutscher Familiensprache. Der Entwicklungsverlauf der Mathematikkompetenz wurde dabei anhand eines Wachstumskurvenmodells analysiert. Erwartungskonform zeigte sich, dass die Lesekompetenz, auch unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten, nicht nur signifikant mit der mathematischen Ausgangskompetenz zusammenhing, sondern darüber hinaus auch einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage der mathematischen Lernzuwachsrate aller Schülerinnen und Schüler leistete. Obwohl die bestehenden Kompetenzunterschiede in Mathematik zwischen Kindern nicht-deutscher Familiensprache und deutscher Familiensprache größtenteils auf die Lesekompetenz zurückführbar waren, vergrößerten sich die Disparitäten zwischen Kindern deutscher und Kindern nicht-deutscher Familiensprache nicht.

Abstract

The aim of the present study was to investigate whether reading comprehension predicts learning gains in mathematics from 4th to 6th grade. The study also examined whether second-language learners show smaller learning gains in mathematics than students whose first language is German when socioeconomic status and basic cognitive abilities are controlled. Learning gains in mathematics ($N = 3\,169$) were modeled using a latent growth model. The findings indicate that the reading comprehension of children predicts not only their mathematical competence in Grade 4, but also their learning gains in mathematics from 4th to 6th grade. Further analyses revealed that differences in mathematical competence between second language learners and students whose first language is German disappear when controlling for reading comprehension. However, no differences of mathematical learning gains between second-language learners and students whose first language is German were found.

SPRACHKOMPETENZ ALS PRÄDIKTOR MATHEMATISCHER
KOMPETENZENTWICKLUNG VON KINDERN DEUTSCHER UND NICHT-
DEUTSCHER FAMILIENSPRACHE

Sprachliche Fähigkeiten sind für einen erfolgreichen schulbezogenen Kompetenzerwerb von zentraler Bedeutung. Auch für den Erwerb von Mathematikkompetenz sind sie erforderlich, etwa um die Inhalte im Mathematikunterricht zu verstehen oder sich mit anderen darüber auszutauschen. Es ist daher anzunehmen, dass unzureichende sprachliche Fähigkeiten den Kompetenzerwerb in Mathematik beeinträchtigen (Prediger, 2013).

Lernende, deren Familiensprache nicht der Instruktionssprache entspricht (Zweitsprachenlernende¹), verfügen häufig über geringere Sprachfähigkeiten als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler (Schwippert, Wendt & Tarelli, 2012). Daher bilden die sprachlichen Anforderungen in Mathematik eine besondere Hürde für ihr fachliches Lernen. Dies legen die Befunde verschiedener Schulleistungsstudien nahe (z. B. *Trends in International Mathematics and Science Study*, TIMSS), die darauf hinweisen, dass Zweitsprachenlernende auch unter Kontrolle des sozioökonomischen Status (SES) geringere mathematische Leistungen aufweisen als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler, die in ihrer Familie die Instruktionssprache sprechen (Tarelli, Schwippert & Stubbe, 2012). Ob sich die gefundenen Unterschiede im Laufe der Schulzeit aufgrund der geringeren Sprachkompetenz der Zweitsprachenlernenden weiter vergrößern, ist bislang allerdings unklar.

Auch Lernende, deren Familiensprache der Instruktionssprache entspricht, weisen oft eingeschränkte Sprachkompetenzen auf. So erreichten in der IGLU-Studie 2011 fast 10 % der Kinder ohne Zuwanderungshintergrund nicht die Kompetenzstufe III im Lesen und verfügten somit über eine geringe Lesekompetenz (Bos, Bremerich-Vos, Tarelli & Valtin,

¹Im Weiteren werden *Lernende, deren Familiensprache nicht der Instruktionssprache entspricht* und *Zweitsprachenlernende* synonym verwendet.

2012). Auch für diese Kinder ist anzunehmen, dass sie im schulischen Kompetenzerwerb mit erheblichen Schwierigkeiten konfrontiert sein werden.

Der vorliegende Beitrag knüpft an diesem Ausgangspunkt an und widmet sich zum einen der Frage, welche Rolle sprachliche Fähigkeiten für den mathematischen Kompetenzerwerb spielen. Zum anderen wird untersucht, ob differentielle Leistungsentwicklungen in Mathematik in Abhängigkeit von der Familiensprache zu beobachten sind, d. h. ob sich Leistungsunterschiede zwischen Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache nach Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten im Laufe der Schulzeit vergrößern.

Die Rolle sprachlicher Fähigkeiten beim Erwerb von Mathematikkompetenz

Sprachliche Fähigkeiten sind für den Erwerb von Mathematikkompetenz in mehrfacher Hinsicht von zentraler Bedeutung. Einerseits ist Sprache im Mathematikunterricht, wie in anderen Fächern auch, ein wichtiges Lernmedium: Der Kommunikation über mathematische Inhalte kommt im Unterricht eine zentrale Funktion zu. So wird bspw. das konzeptuelle Verständnis mathematischer Begriffe, Operationen und Prinzipien in der Schule überwiegend sprachlich vermittelt (Ellerton & Clarkson, 1996; Prediger, 2013). Andererseits ist Sprache im mathematischen Kontext aber auch Lerngegenstand: Die in dieser Domäne verwendete Sprache ist durch eine Vielzahl zu erlernender Fachwörter und spezifischer Redemittel gekennzeichnet, deren Kenntnis eine wichtige Voraussetzung für den weiteren Wissenserwerb bildet (Pimm, 1987; Verboom, 2008). Dies spiegelt sich auch in den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für den Primarbereich wider, welche Kompetenzen beschreiben, die am Ende von Bildungsabschnitten erreicht werden sollen (KMK, 2004). Sprachbezogene Kompetenzen werden in den Bildungsstandards als integraler Bestandteil der Mathematikkompetenz betrachtet. Demnach sollten Kinder bereits in der Grundschule in der Lage sein, in

Mathematik eigene Vorgehensweisen zu beschreiben und zu reflektieren, mathematische Fachwörter adäquat zu verwenden und Vermutungen zu formulieren.

Sprachkompetenz ist dabei als übergeordnetes Konstrukt zu verstehen, das als Befähigung zur Bewältigung von sprachlichen Anforderungen in unterschiedlichen Situationen definiert ist (Klieme, 2004) und verschiedene produktive und rezeptive Teilkompetenzen umfasst (Jude, 2008). Zur erfolgreichen Bewältigung sprachlicher Anforderungen des mathematischen Kompetenzerwerbs sind verschiedene sprachliche Teilkompetenzen von Relevanz, wie etwa rezeptive Fähigkeiten, um Erklärungen und Texte zu verstehen, oder produktive Fähigkeiten, um mathematische Sachverhalte zu beschreiben. In Abhängigkeit von der konkreten Unterrichtsgestaltung können die Anforderungen an verschiedene Teilkompetenzen variieren, etwa wenn in kommunikativ orientierten Lehransätzen die Bedeutung produktiver Sprachkompetenz hervorgehoben wird (Elbers, 2003). Eine zum Verstehen der Unterrichtsinhalte ausreichende Beherrschung rezeptiver Sprachkompetenz, wie Hör- und Leseverstehen, ist allerdings in jedem Fall eine zentrale Voraussetzung für erfolgreiche Teilhabe an Lehr-Lernsituationen (OECD, 2002). Dabei wird davon ausgegangen, dass beides, Hör- *und* Leseverstehen, Indikatoren eines übergeordneten Verstehensfaktors sind (Leucht, Retelsdorf, Möller & Köller, 2010), denen wiederum ihrerseits Wortschatzkenntnisse und Grammatikkompetenz zugrunde liegen (vgl. Lundberg, 2002).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass angesichts der vielfältigen sprachlichen Anforderungen des mathematischen Kompetenzerwerbs zu erwarten ist, dass Sprachkompetenz ein wichtiger Prädiktor für die mathematische Kompetenzentwicklung ist. Insbesondere gute rezeptive Fähigkeiten sind dabei unerlässlich: Lernende, die nicht in der Lage sind, den Erklärungen der Lehrkraft zu folgen oder Fachtexte und Aufgaben nicht verstehen, können die Lerngelegenheiten des Unterrichts nicht optimal nutzen (Prediger, 2013).

Sprachkompetenz als Prädiktor mathematischer Kompetenzentwicklung – empirische Befundlage

Der enge Zusammenhang zwischen Sprach- und Mathematikkompetenz ist durch zahlreiche empirische Studien für unterschiedliche Altersgruppen (Leutner, Klieme, Meyer & Wirth, 2004; Vilenius-Tuohimaa, Aunola & Nurmi, 2008), und auch speziell für Zweitsprachenlernende (Beal, Adams & Cohen, 2010; Gut, Reimann & Grob, 2012; Heinze, Herwartz-Emden & Reiss, 2007; Mücke, 2007), gut belegt. Dabei unterscheiden sich die Studien im Hinblick auf die Operationalisierung von Sprachkompetenz. In einigen Untersuchungen wurde diese durch die Lesekompetenz operationalisiert (Leutner et al., 2004; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008); in anderen Studien, insbesondere solchen, die Kinder im Vorschulalter oder in der Schulanfangsphase untersuchten, wurden hingegen verschiedene sprachliche Teilkompetenzen als Indikatoren für Sprachkompetenz verwendet. So erfassten bspw. Heinze et al. (2007) den Sprachstand mit einem Verfahren, das auf Wortschatzkenntnisse und die Beherrschung ausgewählter grammatischer Strukturen abzielt, während in der Studie von Gut et al. (2012) der allgemeine Sprachstand anhand des Satzverständnisses und korrekter Wortstellungen erfasst wurde.

Neben diesen Befunden aus querschnittlichen Untersuchungen, die Zusammenhänge zwischen Sprachkompetenz (mit unterschiedlicher Operationalisierung) und Mathematikkompetenz bestätigen, weisen Ergebnisse aus Längsschnittuntersuchungen darauf hin, dass Sprachkompetenz ein bedeutsamer Prädiktor späterer Mathematikkompetenz ist. So kamen Duncan et al. (2007) in einer Reanalyse von Daten aus sechs Längsschnittstudien zu dem Ergebnis, dass Facetten vorschulischer Sprachkompetenz, wie Wortschatz- und Buchstabenkenntnisse, auch noch nach Kontrolle der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten, des SES und der vorschulischen Mathematikkompetenz die spätere Mathematikkompetenz von Schülerinnen und Schülern

vorhersagten. Die Höhe des meta-analytisch ermittelten Regressionskoeffizienten betrug $\beta = .10$ ($p = .02$).

Mit dem von Duncan et al. (2007) gewählten (auto-)regressionsanalytischen Verfahren wird die Veränderung der Mathematikkompetenz jedoch nur indirekt modelliert (zu Einschränkungen von autoregressiven Modellen vgl. Curran & Hussong, 2002). Um individuelle Unterschiede in den Entwicklungsverläufen berücksichtigen zu können, haben sich in den letzten Jahren alternative Verfahren der Veränderungsmessung, wie bspw. latente Wachstumskurvenmodelle, etabliert. Diese schätzen jeweils die mittlere Veränderung sowie gleichzeitig interindividuelle Unterschiede in den Veränderungsraten. Da die individuellen Veränderungen der Kompetenzen anhand eigener Variablen modelliert werden, lassen sich diese mit anderen Variablen in Beziehung setzen. Die Methode ermöglicht somit nicht nur die Modellierung von mittleren Veränderungsverläufen bei gleichzeitiger Berücksichtigung interindividueller Unterschiede, sondern auch die Analyse von Prädiktoren intraindividuelle Veränderungsprozesse (Schmiedek & Wolff, 2010).

Mit Längsschnittstudien, die den Lernzuwachs in Mathematik unter Berücksichtigung von individuellen Unterschieden analysieren, lassen sich somit Erkenntnisse über Einflussfaktoren der mathematischen Kompetenzentwicklung generieren. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten und einige soziodemografische Faktoren, insbesondere der SES sowie solche Kontextfaktoren, wie die besuchte Schulform, einen bedeutsamen Einfluss auf die mathematische Lernentwicklung haben (Becker, Lüdtke, Trautwein & Baumert, 2006; Fan, 2001; Lee, Moon & Hegar, 2011; Morgan, Farkas & Wu, 2011). In Hinblick auf die Annahme, dass die mathematische Kompetenzentwicklung darüber hinaus auch durch die Sprachkompetenz der Lernenden beeinflusst wird, ist die Befundlage hingegen inkonsistent. Morgan et al. (2011) untersuchten anhand von Daten der *Early Childhood*

Longitudinal-Kindergarten Studie (ECLS-K) die Entwicklung der Mathematikkompetenz bei Kindern von der 1. bis zur 5. Jahrgangsstufe. Anhand von Wachstumskurvenmodellen analysierten sie den Einfluss von Vorläuferfähigkeiten der Lesekompetenz im Vorschulalter (erfasst wurden z. B. Buchstabenkenntnis, Dekodierfähigkeit, Wortschatzkenntnisse) auf die Entwicklung der Mathematikkompetenz. Die Vorläuferfähigkeiten der Lesekompetenz wurden zu einem Faktor zusammengefasst, der sich, unter Kontrolle des SES, als signifikanter Prädiktor der Mathematikkompetenz in der 1. Jahrgangsstufe, nicht jedoch der individuellen Wachstumsraten von der 1. bis zur 5. Jahrgangsstufe erwies. Im Gegensatz dazu wiesen die Ergebnisse einer Studie von Grimm (2008) darauf hin, dass die Lesekompetenz in der 3. Jahrgangsstufe, unter Kontrolle des SES, ein signifikanter Prädiktor der Wachstumsrate der Mathematikkompetenz von der 3. bis zur 8. Jahrgangsstufe ist.

Einschränkend muss festgestellt werden, dass in beiden Studien die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten nicht als Kontrollvariable einbezogen wurden, was die Interpretierbarkeit der Ergebnisse einschränkt, da gefundene Zusammenhänge auf diese Drittvariable zurückzuführen sein könnten (vgl. Grimm, 2008). Darüber hinaus können die widersprüchlichen Befunde beider Studien auf verschiedene Faktoren, die mit Unterschieden in den Stichproben der beiden Studien zusammenhängen, zurückzuführen sein. So wurde die mathematische Kompetenzentwicklung von Morgan et al. (2011) in den ersten Schuljahren und von Grimm (2008) erst ab der 3. Jahrgangsstufe untersucht. Aufgrund des Altersunterschiedes der Kinder unterscheidet sich die Operationalisierung der Sprachkompetenz in den Studien. So erfasste Morgan et al. (2011) Vorläuferfähigkeiten der Lesekompetenz, Grimm (2008) hingegen die als Indikator für rezeptive Sprachkompetenz geltende Lesekompetenz (vgl. Leucht et al., 2010; Marx & Jungmann, 2000). Darüber hinaus unterscheiden sich die Studien im Hinblick auf Herkunftsmerkmale der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler: In der Studie von

Grimm (2008) stammte ein überproportional großer Anteil der Lernenden aus Familien mit geringem SES. Außerdem lassen die Angaben zum ethnischen Hintergrund auf überproportional viele Zweitsprachenlernende in dieser Studie schließen.

Bei der Interpretation empirisch ermittelter Zusammenhänge zwischen Sprach- und Mathematikkompetenz ist zwar generell einschränkend zu beachten, dass die in den Studien eingesetzten Mathematikaufgaben häufig sprachlich basierte Aufgabenformate enthalten, sodass die Zusammenhänge teilweise auf die sprachlichen Merkmale der Mathematikaufgaben zurückzuführen sein könnten (Abedi & Lord, 2001). Insgesamt weisen die vorliegenden Studien jedoch darauf hin, dass die Effekte, die auf sprachliche Anforderungen von Testaufgaben zurückzuführen sind, vergleichsweise gering sind (Abedi & Lord, 2001; Haag et al., 2013; Haag, Heppt, Roppelt & Stanat, 2014; Kieffer, Lesaux, Rivera & Francis, 2009). Es ist daher anzunehmen, dass die empirisch ermittelten Zusammenhänge zwischen Sprach- und Mathematikkompetenz nicht allein durch die sprachlichen Merkmale der Testaufgaben zu erklären sind, sondern auch Erwerbs- und Abrufprozesse mathematischer Inhalte und Konzepte reflektieren.

Unterschiede zwischen Zweitsprachenlernenden und Lernenden, deren Familiensprache
der Instruktionssprache entspricht

Internationale Schulleistungstudien haben wiederholt erhebliche Disparitäten im Schulerfolg von Heranwachsenden mit und ohne Zuwanderungshintergrund identifiziert (Baumert & Schümer, 2001; Stanat, Rauch & Segeritz, 2010). Als wesentliche Erklärungsfaktoren der Leistungsunterschiede werden neben den geringeren sozio-ökonomischen Ressourcen, die zugewanderte Familien in die Bildung ihrer Kinder investieren können, sprachliche Schwierigkeiten der Lernenden mit Zuwanderungshintergrund angenommen (Stanat, 2006). In einigen Studien werden deshalb Informationen über den Sprachgebrauch in der Familie als Ergänzung bzw. als Alternative zum Zuwanderungshintergrund, der anhand des Geburtsorts der Eltern

bestimmt wird, herangezogen (z. B. TIMSS 2011; Tarelli, Schwippert & Stubbe, 2012). Diese Untersuchungen ermöglichen einen Vergleich zwischen Lernenden, deren Familiensprache der Instruktionssprache entspricht, und Zweitsprachenlernenden. Um Rückschlüsse auf die Bedeutung von Sprachkompetenz ziehen zu können, ist die Unterscheidung von Schülerinnen und Schülern anhand ihres familiären Sprachgebrauches besser geeignet als eine Unterscheidung nach ihrem Zuwanderungshintergrund (Chlosta & Ostermann, 2005).

Die Befundlage hierzu ist eindeutig: Kinder und Jugendliche, die mit ihren Eltern zu Hause die Instruktionssprache sprechen, weisen auch nach Kontrolle des SES und des Bildungshintergrundes der Eltern nicht nur im Lesen, sondern auch in Mathematik höhere Kompetenzen auf als Zweitsprachenlernende (Pöhlmann, Haag & Stanat, 2013; Tarelli et al., 2012). Es wird deshalb angenommen, dass die sprachlichen Anforderungen des Mathematikunterrichts für Zweitsprachenlernende aufgrund ihrer durchschnittlich geringer ausgeprägten Kompetenzen in der Instruktionssprache eine Hürde beim Erwerb der mathematischen Inhalte darstellen (Heinze et al., 2007; Stanat, 2006). Dieser Nachteil im Lernprozess sollte sich allerdings nicht nur in vergleichsweise weniger stark ausgeprägten Mathematikkompetenzen, sondern darüber hinaus auch in geringeren Kompetenzzuwächsen von Zweitsprachenlernenden widerspiegeln, was dazu führen würde, dass sich die Disparitäten im Laufe der Schulzeit weiter vergrößern (DiPrete & Eirich, 2006).

Bislang ist noch unklar, ob sich die Leistungsdifferenzen in Mathematik zwischen Zweitsprachenlernenden und Lernenden, die in ihrer Familie die Instruktionssprache sprechen, im Laufe der Schulzeit tatsächlich weiter vergrößern. Ergebnisse aus Längsschnittstudien, die eine Differenzierung der Schülergruppen nach ihrem Zuwanderungshintergrund (also nach dem Geburtsort der Eltern) vornehmen, deuten zwar darauf hin, dass sich die individuellen Lernzuwachsraten in Mathematik zwischen Kindern

mit und Kindern ohne Zuwanderungshintergrund nicht unterscheiden (Baumert, Nagy & Lehmann, 2012); allerdings vergleichen nur sehr wenige Studien die Entwicklungsverläufe in Mathematik zwischen Lernenden, deren Familiensprache der schulischen Instruktionssprache entspricht und Zweitsprachenlernenden. Die Ergebnisse dieser Studien sind zudem nicht eindeutig interpretierbar. Roberts und Bryant (2011) verglichen anhand von Daten der ECLS-K Studie die mathematische Entwicklung vom Vorschulalter bis zur 5. Jahrgangsstufe von Zweitsprachenlernenden und Lernenden, die in ihrer Familie die Instruktionssprache sprechen. Sie berücksichtigten in ihrer Studie allerdings nur Zweitsprachenlernende mit spanischer bzw. asiatischer Familiensprache, die bis zur Einschulung ausreichende Kenntnisse in der Instruktionssprache aufwiesen, wobei die Autoren nicht angeben, wie dies bestimmt wurde. Unter Kontrolle des SES fanden sie keine signifikanten Unterschiede in den Zuwachsraten zwischen den beiden Gruppen. Da gerade für die von den Analysen ausgeschlossenen Kinder mit schwach ausgeprägten Sprachkompetenzen geringe Lernzuwachsraten in Mathematik zu erwarten gewesen wären, ist das Ergebnis dieser Studie jedoch wenig aufschlussreich.

Die Autoren einer weiteren Untersuchung, die sich auch auf Daten der ECLS-K Studie stützt (Chang, Singh & Filer, 2009), unterschieden hingegen zwischen zweisprachigen Lernenden mit ausreichenden Sprachkompetenzen in der Instruktionssprache, zweisprachigen Lernenden mit Schwierigkeiten in der Instruktionssprache und Lernenden, deren Familiensprache der Instruktionssprache entspricht. In dieser Analyse konnten unter Kontrolle des SES für die Gruppe der zweisprachigen Lernenden mit Schwierigkeiten in der Instruktionssprache geringere Lernzuwachsraten in den mathematischen Kompetenzen nachgewiesen werden als für Lernende, deren Familiensprache der Instruktionssprache entspricht. Die Befunde von Chang et al. (2009) deuten also darauf hin, dass unter Kontrolle des SES nur Zweitsprachenlernende, die unzureichende Fähigkeiten in der Instruktionssprache

aufweisen, geringere Kompetenzzuwächse in Mathematik erzielen. Dieses Ergebnis ist konsistent mit anderen Studien, die belegen, dass zweisprachige Schülerinnen und Schüler, die ausreichende Kompetenzen in der Instruktionssprache aufweisen, über keine geringeren mathematischen Kompetenzen verfügen als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler (Kempert, Saalbach & Hardy, 2008; Ufer, Reiss & Mehringer, 2013).

Unterschiede zwischen verschiedenen Herkunftsgruppen

Untersuchungen der Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen aus zugewanderten Familien beziehen sich häufig auf die Gesamtgruppe dieser Schülerinnen und Schüler. Angesichts der Heterogenität dieser Gruppe wird jedoch die Notwendigkeit betont, diese nicht als eine einheitliche Gruppe zu betrachten, sondern eine Differenzierung nach dem jeweiligen Herkunftsland bzw. der jeweiligen Herkunftssprache vorzunehmen (Müller & Stanat, 2006). Tatsächlich konnten Untersuchungen zeigen, dass Heranwachsende mit Zuwanderungshintergrund, deren Familien aus verschiedenen Herkunftsländern stammen, Leistungsunterschiede in Mathematik aufwiesen, die sich nicht allein durch Unterschiede im SES und im Bildungshintergrund der Familien erklären ließen. In Deutschland zeigten sich dabei wiederholt die größten Kompetenznachteile für Schülerinnen und Schüler mit türkischem Zuwanderungshintergrund (Pöhlmann et al., 2013; Segeritz, Walter & Stanat, 2010).

Fragestellungen

Aufgrund der vielfältigen sprachlichen Anforderungen des mathematischen Kompetenzerwerbs ist zu erwarten, dass Sprachkompetenz ein wichtiger Prädiktor für die mathematische Kompetenzentwicklung *aller* Schülerinnen und Schüler ist. Da die empirische Befundlage zu dieser Frage inkonsistent ist, wird in vorliegendem Beitrag anhand einer Längsschnittstudie untersucht, ob die Lesekompetenz (als wichtige Facette von Sprachkompetenz) einen signifikanten Beitrag zur Vorhersage des mathematischen Lernzuwachses in der Grundschule liefert.

Da Zweitsprachenlernende über durchschnittlich geringer ausgeprägte Sprachkompetenzen verfügen, stellt sich zudem die Frage, ob sich die mathematische Kompetenzentwicklung zwischen Kindern nicht-deutscher Familiensprache und Kindern deutscher Familiensprache unterscheidet. In vorliegendem Beitrag wird deshalb untersucht, ob differentielle Leistungsentwicklungen in Mathematik in Abhängigkeit von der Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch) zu beobachten sind, d. h. ob sich die Kompetenzunterschiede zwischen den Gruppen im Laufe der Schulzeit vergrößern. Des Weiteren wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich die Kompetenzunterschiede in Mathematik zwischen Kindern deutscher Familiensprache und Kindern nicht-deutscher Familiensprache durch Unterschiede in den Lesekompetenzen erklären lassen.

Es werden folgende Hypothesen überprüft:

1. a) Unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten besteht ein signifikanter (querschnittlicher) Zusammenhang zwischen Lese- und Mathematikkompetenz.
b) Unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten ist Lesekompetenz ein signifikanter Prädiktor der Lernzuwachsrate in Mathematik.
2. a) Die Mathematikkompetenz von Kindern deutscher Familiensprache ist, unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten, signifikant höher als die Mathematikkompetenz von Kindern nicht-deutscher Familiensprache.
b) Die Lernzuwachsrate in Mathematik von Kindern deutscher Familiensprache sind, unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten, signifikant größer als die Lernzuwachsrate von Kindern nicht-deutscher Familiensprache.
3. Die Kompetenzunterschiede in Mathematik zwischen Kindern deutscher und Kindern nicht-deutscher Familiensprache verringern sich bei zusätzlicher Berücksichtigung der Lesekompetenz signifikant, d. h. der Zusammenhang

zwischen der Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch) und der Mathematikkompetenz wird durch die Lesekompetenz mediiert.

Da für Kinder türkischer Familiensprache besonders ausgeprägte Kompetenznachteile zu erwarten sind (vgl. Segeritz, Walter & Stanat, 2010), werden die Hypothesen 2a und 2b zusätzlich für diese Schülerinnen und Schüler untersucht.

Methode

Stichprobe

Die Datengrundlage der vorliegenden Untersuchung stammt aus der Studie *Erhebungen zum Lese- und Mathematikverständnis – Entwicklungen in den Jahrgangsstufen 4 bis 6 in Berlin* (ELEMENT) (Lehmann & Lenkeit, 2008). Es wurde der für Reanalysen zur Verfügung stehende Datensatz des Forschungsdatenzentrums des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) verwendet, der skalierte und imputierte Daten enthält. Die Leistungsentwicklung wurde in ELEMENT in den Fächern Deutsch und Mathematik vom Ende der 4. bis zum Ende der 6. Jahrgangsstufe an Grundschulen und grundständigen Gymnasien im Zeitraum von 2003 bis 2005 jährlich jeweils am Schuljahresende erfasst. Um Schulformeffekte auszuschließen, wurden die Daten der Kinder, die ab der 5. Jahrgangsstufe ein Gymnasium besuchten, von den Analysen ausgeschlossen. In Berlin beträgt die Grundschuldauer sechs Jahre, weshalb insgesamt nur sehr wenige Schülerinnen und Schüler bereits nach der 4. Jahrgangsstufe auf ein grundständiges Gymnasium wechseln. In ELEMENT wurde an Gymnasien eine Vollerhebung und an Grundschulen eine Stichprobenziehung durchgeführt (Lehmann & Lenkeit, 2008). Daher lag der Stichprobenanteil der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien bei 35,7 % ($N = 1\,757$). Die vorliegende Untersuchung basiert auf den Daten der 3\,169 Grundschülerinnen und Grundschülern mit einem Mädchenanteil von 48 %.

Mit einem Elternfragebogen wurde erhoben, welche Sprache in der Familie der Kinder überwiegend gesprochen wird („Welche Sprache sprechen Sie überwiegend zu

Hause?“). Für Kinder, die zu Hause überwiegend Deutsch sprechen, erfolgte eine Zuweisung zu der Gruppe der Kinder deutscher Familiensprache. Für Kinder, die zu Hause überwiegend eine andere Sprache sprechen, erfolgte eine Zuweisung zu der Gruppe der Kinder nicht-deutscher Familiensprache. Kinder nicht-deutscher Familiensprache, die zu Hause überwiegend Türkisch sprechen, wurden zudem der Gruppe der Kinder türkischer Familiensprache zugeteilt. Bei den Kindern türkischer Familiensprache handelt es sich also um eine Subgruppe der Kinder nicht-deutscher Familiensprache. Insgesamt sprechen 2 179 Kinder (69 %) zu Hause überwiegend Deutsch, während 990 Kinder (31 %) zu Hause überwiegend eine andere Sprache sprechen. Die vier größten Sprachgruppen in der Stichprobe bilden die Kinder, die zu Hause Türkisch (13 %), Arabisch (4 %), eine ost- bzw. süd-ostasiatische Sprache (je 3 %) oder Polnisch sprechen (2 %).

Instrumente

Die Lesekompetenz wurde anhand von Aufgaben zum Leseverständnis zu Prosa-, Sach- und Gebrauchstexten aus der *Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchung* und der Untersuchung *Aspekte der Lernausgangslage und der Lernentwicklung* (LAU) erhoben². Die eingesetzten LAU-Texte stammten ursprünglich teilweise aus dem standardisierten Hamburger Schulleistungstest für 4. und 5. Klassen (HST 4/5 Mietzel & Willenberg, 2000). Eine Auflistung der eingesetzten Texte kann dem Skalenhandbuch der ELEMENT-Studie entnommen werden (Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen, o. J.).

Die Erhebung der Mathematikkompetenz erfolgte in ELEMENT am Ende der 4., 5. und 6. Jahrgangsstufe. Die Mathematikleistung wurde mit Algebra-, Arithmetik- und Geometrieaufgaben aus den LAU- und IGLU-Untersuchungen sowie der

² IGLU Beispielaufgaben für das Leseverständnis finden sich bei Bos et al. (2003, S. 86ff). LAU Beispielaufgaben für Leseverständnis finden sich bei der Behörde für Schule und Berufsausbildung (2011).

Qualitätsuntersuchung an Schulen zum Unterricht in Mathematik (QuaSUm) erfasst³. Eine genauere Beschreibung der Testkonstruktion findet sich bei Lehmann und Nikolova (2005) sowie bei Lehmann und Lenkeit (2008). Eine Rasch-Skalierung der Tests erfolgte in ELEMENT auf Grundlage der Daten der Gesamtstichprobe. Als Schätzer für die Fähigkeitsparameter wurden (über alle Aufgaben) *Warm's Mean Weighted Likelihood Estimates* (WLE) jeweils für Lese- und Mathematikkompetenz gebildet und anschließend linear auf einen Mittelwert von 100 und eine Standardabweichung von 15 für den ersten Messzeitpunkt transformiert (Lehmann & Lenkeit, 2008). Die Reliabilität (Kuder-Richardson-Formel 20) des Lesetests zum ersten Messzeitpunkt beträgt $r = .85$, die des Mathematiktests variiert zu den einzelnen Erhebungszeitpunkten zwischen $r = .84$ und $r = .93$ (Baumert, Becker, Neumann & Nikolova, 2009).

Die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten wurden in ELEMENT mit den Untertests zur Erfassung figuralen und sprachlichen Denkens aus dem *Kognitiven Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen* (KFT 4-12 R) (Heller & Perleth, 2000) erhoben. Um zu gewährleisten, dass in den Analysen die nonverbalen kognitiven Fähigkeiten und nicht auch die Sprachkompetenz kontrolliert wird, wurde in die vorliegende Untersuchung nur die sprachfreie Skala figuralen Denkens einbezogen (Cronbachs $\alpha = .94$). Für die Analysen wurde der Summenscore verwendet.

Die Erfassung des SES erfolgte mit dem *International Socio-Economic Index of Occupational Status* (ISEI; Ganzeboom & Treiman, 2003). Als Indikator des sozialen Status der Familie wurde jeweils der höchste ISEI des Elternpaares verwendet (HISEI).

Fehlende Daten wurden mit dem Programm *Norm* (Schafer, 1999) imputiert. Dabei wurden fünf vollständige Datensätze erzeugt (weiterführende Informationen zur multiplen Imputation der ELEMENT-Daten finden sich bei Lehmann und Lenkeit, 2008). Das

³ IGLU Beispielaufgaben für Mathematik finden sich bei Bos et al. (2003, S. 200f).

Ersetzen fehlender Werte für die Skala figurales Denken erfolgte analog zu dem für ELEMENT beschriebenen Vorgehen mit dem R-Paket *Norm* (Novo, 2013).

Analysestrategie

Die Entwicklung der mathematischen Kompetenzen wurde anhand von latenten Wachstumskurvenmodellen (Latent Growth Curve models, LGC; Bollen & Curran, 2006) mit der Software *Mplus 6.1* (Muthén & Muthén, 1998-2010) analysiert. LGC-Modelle ermöglichen es, Veränderungsprozesse auf latenter Ebene, d. h. unter Berücksichtigung zufälliger Messfehler, zu untersuchen. Zudem können interindividuelle Unterschiede in den Wachstumsraten berücksichtigt werden. Auf Grundlage der Wiederholungsmessungen wird in LGC-Modellen für jede Person eine Wachstumskurve über alle Messzeitpunkte hinweg geschätzt. LGC-Modelle bilden somit die individuellen Entwicklungsverläufe ab, die durch den Ausgangswert (Intercept) und die Wachstumsrate (Slope) beschrieben werden. Der mittlere Intercept und der mittlere Slope sowie die Varianz der Intercepts und Slopes bilden den Entwicklungsverlauf der untersuchten Stichprobe insgesamt ab. Durch die Aufnahme von Prädiktoren in das Modell kann weiterhin geprüft werden, inwieweit diese die interindividuellen Unterschiede im Ausgangswert oder in der Wachstumsrate erklären. Die Interpretation der gerichteten Pfadkoeffizienten in LGC-Modellen kann zwar durch die zeitliche Ordnung der berücksichtigten Variablen eine Grundlage für kausale Interpretationen liefern, es lässt sich jedoch nicht ausschließen, dass nicht erfasste Variablen Alternativerklärungen bieten (Schmiedek & Wolff, 2010).

In der vorliegenden Studie wurden Modelle spezifiziert, in denen die WLE-Schätzer der Mathematikkompetenzen zu drei Messzeitpunkten die manifesten Indikatoren bilden. Die Ladungen der Indikatoren auf dem Intercept-Faktor wurden auf 1 und die Intercepts der Indikatoren auf 0 fixiert. Für das Wachstum der Mathematikkompetenz wurde ein linearer Trend angenommen, d. h. die Ladungen auf dem Slope-Faktor zu Testzeitpunkt 1 (T1) wurden auf 0, zu Testzeitpunkt 2 (T2) auf 1 und zu Testzeitpunkt 3 (T3) auf 2 fixiert.

Zur Überprüfung der Hypothese 1 wurde ein konditionales Wachstumskurvenmodell mit der Lesekompetenz der 4. Jahrgangsstufe als Prädiktorvariable (WLE-Schätzer) und den allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten sowie dem SES als manifeste Kovariaten spezifiziert (Modell 1). Um den Hypothesen 2a-b entsprechend zu überprüfen, ob sich die Entwicklungen zwischen den Schülerinnen und Schülern deutscher und nicht-deutscher (Modell 2.1) bzw. deutscher und türkischer Familiensprache (Modell 2.2) unterscheiden, wurde jeweils ein konditionales Wachstumskurvenmodell mit der Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch bzw. deutsch/türkisch) als Prädiktorvariable sowie den allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten und dem SES als manifeste Kontrollvariablen spezifiziert. In einem weiteren Schritt wurden in Modell 3 Lesekompetenz und Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch) gleichzeitig als Prädiktoren aufgenommen.

Um der Mehrebenenstruktur der vorliegenden Daten gerecht zu werden, war es erforderlich in allen Analysen in *Mplus* Prozeduren zu verwenden, die den aus der Datenstruktur resultierenden Designeffekt bei der Schätzung von Standardfehlern und Signifikanzprüfungen berücksichtigen (*type = complex*). Alle Berechnungen wurden mit dem robusten Maximum-Likelihood-Verfahren (MLR) durchgeführt. Zur Beurteilung der Modellgüte wurden zwei Fitindizes herangezogen: *Comparative Fit Index* (CFI) und *Root-Mean-Square Error of Approximation* (RMSEA). Für den CFI gelten Werte größer .90 als akzeptabel, Werte größer .95 deuten auf einen sehr guten Fit des Modells hin. Der RMSEA-Wert sollte (für einen guten Fit) maximal bei .05 liegen (Hu & Bentler, 1999). Außerdem wird der χ^2 -Wert angegeben.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minima und Maxima der erfassten Variablen zu den drei Messzeitpunkten für die Gesamtgruppe aller Grundschülerinnen und -schüler, sowie getrennt für Kinder deutscher, nicht-deutscher und türkischer Familiensprache. In Mathematik erreichten Kinder nicht-deutscher

Familiensprache signifikant geringere Leistungen als Kinder deutscher Familiensprache (Die Gruppenunterschiede wurden anhand von T-Tests inferenzstatistisch abgesichert, vgl. Tabelle 2). In der 4. und 5. Jahrgangsstufe betrug der Unterschied zwischen den Gruppen 7.6 Punkte, in der 6. Jahrgangsstufe 8 Punkte. Die deskriptiven Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen vergrößerten sich in den zwei Jahren also nur geringfügig und entsprachen in ihrer Höhe ungefähr dem Lernzuwachs, den Schülerinnen und Schülern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache innerhalb eines Schuljahres (vgl. Tabelle 1) erreichten. Noch deutlicher ausgeprägt als in Mathematik waren die Unterschiede in den Lesekompetenzen der 4. Jahrgangsstufe. Hier unterschieden sich Kinder deutscher und nicht-deutscher Familiensprache um 11.8 Punkte. Signifikante Unterschiede zeigten sich auch im mittleren SES zwischen den Gruppen: die Differenz betrug 11.3 Punkte zwischen Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache und 13 Punkte zwischen deutschsprachigen und türkischsprachigen Kindern. Die Leistungen der Kinder türkischer Familiensprache lagen im Leseverständnis und in Mathematik zu allen Messzeitpunkten deutlich unter denen der Kinder deutscher Familiensprache (vgl. Tabellen 1 und 2). Der Kompetenzunterschied in Mathematik zwischen den türkischsprachigen und den deutschsprachigen Kindern vergrößerte sich von 10 Punkten in der 4. Klasse auf 12 Punkte in der 6. Klasse.

***** Tabelle 1 ungefähr hier einfügen *****

***** Tabelle 2 ungefähr hier einfügen *****

Um zu prüfen, ob Sprachkompetenz ein bedeutsamer Prädiktor für die Mathematikkompetenz bzw. für die Zuwachsraten der Mathematikkompetenz aller Lernenden ist, wurde die Lesekompetenz als Prädiktor in das LGC-Modell aufgenommen. Als Kontrollvariablen wurden die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten und der SES berücksichtigt (Modell 1). Die zentralen Modellparameter sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die mathematische Ausgangskompetenz wird durch den Intercept und der mathematische

Lernzuwachs durch den Slope repräsentiert. Das Modell wies einen guten Modellfit auf ($\chi^2_{(N=3169)} = 20.48$; $df = 4$; $p < .001$; CFI = .999; RMSEA = .036). Erwartungskonform war die Lesekompetenz, unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten, als Prädiktor der mathematischen Ausgangskompetenz (Intercept) signifikant ($\beta = .50$, $p < .001$; Hypothese 1a, vgl. Tabelle 4). Zudem erwies sich die Lesekompetenz als signifikanter Prädiktor des mathematischen Kompetenzzuwachses (Slope, $\beta = .09$, $p = .02$; Hypothese 1b). Die Kontrollvariablen SES und allgemeine kognitiven Grundfähigkeiten erwiesen sich als signifikante Prädiktoren der mathematischen Ausgangskompetenz sowie des mathematischen Lernzuwachses (vgl. Tabelle 4).

***** Tabelle 3 ungefähr hier einfügen *****

***** Tabelle 4 ungefähr hier einfügen *****

Zur Prüfung der Unterschiede zwischen Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache in den Lernzuwachsrate in Mathematik wurde die Familiensprache als Prädiktor in das LGC-Modell aufgenommen. Auch hier wurden die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten und der SES als Kontrollvariablen berücksichtigt (Modell 2.1). Die zentralen Modellparameter sind in Tabelle 5 aufgeführt. Dieses Modell wies ebenfalls einen guten Modellfit auf ($\chi^2_{(N=3169)} = 20.73$; $df = 4$; $p < .001$; CFI = .999; RMSEA = .036). Die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten sowie der SES waren erwartungsgemäß als Prädiktoren sowohl der mathematischen Ausgangskompetenz als auch der Zuwachsrate signifikant (vgl. Tabelle 4). Die Familiensprache erwies sich zudem als signifikanter Prädiktor der mathematischen Ausgangskompetenz ($\beta = .15$, $p < .01$; Hypothese 2a), nicht jedoch der Zuwachsrate ($\beta = -.04$, $p = .31$; Hypothese 2b). Demnach wiesen Kinder deutscher Familiensprache, unter Kontrolle der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten und des SES, erwartungsgemäß eine höhere durchschnittliche mathematische Ausgangskompetenz auf als Kinder nicht-deutscher

Familiensprache, die Gruppen unterschieden sich jedoch nicht in den Lernzuwachsrate. Die Kontrollvariablen SES und allgemeine kognitive Grundfähigkeiten waren auch in Modell 2.1 signifikante Prädiktoren der mathematischen Ausgangskompetenz sowie des mathematischen Lernzuwachses (vgl. Tabelle 4). Die Ergebnisse des Modells 2.2, in dem nur die Kinder deutscher und türkischer Familiensprache berücksichtigt wurden, zeigten ein ähnliches Bild (vgl. Tabelle 4). Die Familiensprache war ein signifikanter Prädiktor der mathematischen Ausgangskompetenz ($\beta = .16$, $p < .01$), nicht jedoch der Zuwachsrate ($\beta = .05$, $p = .33$), d. h. auch die Zuwachsrate der Kinder deutscher und türkischer Familiensprache unterschieden sich unter Kontrolle der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten und des SES nicht signifikant voneinander.

***** Tabelle 5 ungefähr hier einfügen *****

Um zu prüfen, ob sich die Disparitäten zwischen Kindern nicht-deutscher Familiensprache und Kindern deutscher Familiensprache durch Kontrolle der Lesekompetenz verringern, wurden die Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch) und die Lesekompetenz in Modell 4 gleichzeitig als Prädiktoren berücksichtigt. Die zentralen Modellparameter sind in Tabelle 3 aufgeführt. Das Modell wies einen guten Modellfit auf ($\chi^2_{(N=3169)} = 21.52$; $df = 5$; $p < .001$; CFI = .999; RMSEA = .032). Erwartungskonform war die Lesekompetenz auch unter Berücksichtigung der Familiensprache als Prädiktor sowohl der mathematischen Ausgangskompetenz ($\beta = .49$, $p < .01$) als auch des mathematischen Kompetenzzuwachses ($\beta = .11$, $p = .01$) signifikant. Darüber hinaus verringerten sich in Modell 3 erwartungsgemäß die in Modell 2.1 identifizierten Disparitäten (vgl. Tabelle 4). Es waren jedoch weiterhin signifikante Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen (vgl. Tabelle 4, $\beta = .04$, $p = .04$).

Um die Hypothese zu überprüfen, dass der Zusammenhang zwischen der Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch) und der Mathematikkompetenz durch die

Lesekompetenz mediiert wird, wurde eine Mediatorenanalyse nach Baron und Kenny (1986) berechnet. Es müssen vier Bedingungen erfüllt sein, damit einer Variablen (hier: Lesekompetenz) ein mediiender Effekt zwischen der Prädiktorvariablen (hier: Familiensprache) und der abhängigen Variable (hier: mathematische Ausgangskompetenz) zugesprochen werden kann: 1. Die Mediatorvariable muss signifikant mit der Prädiktorvariable zusammenhängen: Es zeigte sich, dass die Familiensprache signifikant mit der Lesekompetenz zusammenhängt ($\beta = .23, p < .01$). 2. Die Mediatorvariable muss signifikant mit der abhängigen Variable zusammenhängen: Es zeigte sich, dass die Lesekompetenz signifikant mit der mathematischen Ausgangskompetenz zusammenhängt (vgl. Tabelle 4, Modell 1, $\beta = .50, p < .01$). 3. Die Prädiktorvariable muss signifikant mit der abhängigen Variable zusammenhängen: Es zeigte sich, dass die Familiensprache signifikant mit der mathematischen Ausgangskompetenz zusammenhängt (vgl. Tabelle 4, Modell 2.1, $\beta = .15, p < .01$). 4. Der Zusammenhang zwischen Prädiktor und abhängiger Variable muss vermindert sein, wenn die Mediatorvariable ins Modell einbezogen wird. Ob der Zusammenhang durch Einbezug der Mediatorvariablen signifikant vermindert wird, lässt sich mit dem Test nach Sobel (Sobel, 1982) überprüfen. Die Differenz der standardisierten Regressionskoeffizienten betrug $\beta_{\text{Diff}} = .11$ (vgl. Tabelle 4, Modell 2.1. und Modell 3). Unter Anwendung der in Mplus implementierten Funktion *model indirect* konnte gezeigt werden, dass der indirekte Effekt ($\beta = .11$) signifikant ist (Sobel-Test, $Z = 9.82, p > .01$).

Diskussion

Ein zentrales Ziel des vorliegenden Beitrags war es, anhand einer Längsschnittanalyse zu prüfen, ob Lesekompetenz ein bedeutsamer Prädiktor für die mathematische Kompetenzentwicklung von der 4. bis zur 6. Jahrgangsstufe ist. Während bereits viele Studien zeigen konnten, dass ein Zusammenhang zwischen Lese und

Mathematikkompetenz besteht (Leutner et al., 2004; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008), wurde in vorliegendem Beitrag untersucht, inwieweit Lesekompetenz auch einen Beitrag zur Vorhersage interindividueller Unterschiede des mathematischen Lernzuwachses liefern kann. Dabei wurden die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten und der SES als Kontrollvariablen in die Analysen einbezogen. Die Daten der Untersuchung stammten aus einer für Berlin repräsentativen Stichprobe (Lehmann & Lenkeit, 2008). Da die Grundschuldauer in Berlin sechs Jahre beträgt, konnte die Entwicklung von der 4. bis zur 6. Jahrgangsstufe untersucht werden, ohne dass Schulformeffekte berücksichtigt werden mussten. Ein weiterer Fokus der vorliegenden Studie lag zudem in einem Vergleich der mathematischen Lernzuwachsrate von Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache. Während viele Querschnittstudien zeigen konnten, dass Zweitsprachenlernende über geringere Mathematikkompetenzen verfügen als Lernende, deren Familiensprache der Instruktionssprache entspricht (Pöhlmann et al., 2013; Tarelli et al., 2012), wurde in vorliegendem Beitrag untersucht, wie sich die Disparitäten im Laufe der Zeit entwickeln. Dabei wurde erwartet, dass sich die sprachlichen Schwierigkeiten von Zweitsprachenlernenden beim mathematischen Kompetenzerwerb (vgl. Stanat, 2006; Ufer et al., 2013) in geringeren mathematischen Lernzuwachsrate dieser Schülerinnen und Schüler widerspiegeln, was eine Vergrößerung der Disparitäten zur Folge hätte. Darüber hinaus wurde untersucht, ob sich Kompetenzunterschiede in Mathematik zwischen Kindern nicht-deutscher Familiensprache und Kindern deutscher Familiensprache durch die Lesekompetenz erklären lassen.

Um interindividuelle Unterschiede in den Lernzuwachsrate abbilden zu können, wurde die Entwicklung der Mathematikkompetenz der Kinder anhand eines Wachstumskurvenmodells analysiert (vgl. Bollen & Curran, 2006). Es konnte gezeigt werden, dass die Lesekompetenz der Kinder nicht nur mit ihren mathematischen Ausgangskompetenzen zusammenhängt, sondern darüber hinaus auch einen Einfluss auf

den mathematischen Lernzuwachs hatte. Während es sich bei dem unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten gefundenen Zusammenhang zwischen Lesekompetenz und mathematischer Ausgangskompetenz um einen großen Effekt handelt, ist der Effekt von Lesekompetenz auf den mathematischen Lernzuwachs als klein zu bewerten⁴ (Cohen, 1988). Dieser Befund ist konsistent mit den Ergebnissen von Grimm (2008), der ebenfalls einen kleinen Effekt der Lesekompetenz auf den mathematischen Lernzuwachs identifiziert hat.

Der Vergleich zwischen Kindern deutscher und Kindern nicht-deutscher Familiensprache zeigte zwar, dass unter Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten Kinder deutscher Familiensprache über höhere mathematische Ausgangskompetenzen (in der 4. Jahrgangsstufe) verfügten als Kinder nicht-deutscher Familiensprache, es waren jedoch keine Unterschiede in den mathematischen Lernzuwachsrate zwischen den beiden Gruppen zu verzeichnen. Zugleich konnte der aus anderen Studien gut belegte Einfluss des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten (Becker et al., 2006; Fan, 2001; Lee et al., 2011; Morgan et al., 2011) auf die mathematischen Ausgangskompetenzen und den mathematischen Lernzuwachs bestätigt werden. Es vergrößerten sich also die Nachteile in Mathematik von Kindern aus sozial schwächeren Familien und von Kindern mit geringeren allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten zwischen der 4. und der 6. Jahrgangsstufe, die Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch) hatte darüber hinaus jedoch keinen Effekt auf die mathematische Kompetenzentwicklung. Dies bedeutet, dass sich die in der 4. Jahrgangsstufe bestehenden Disparitäten zwischen Kindern deutscher Familiensprache und Kindern nicht-deutscher Familiensprache bis zur 6. Jahrgangsstufe entgegen den Erwartungen nicht vergrößerten, sondern konstant blieben. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass sich die Unterschiede in den mathematischen Ausgangskompetenzen

⁴ Nach Cohen (1988) wird ein Effekt ab $d = 0.2$ als klein, ab $d = 0.5$ als mittel und ab $d = 0.8$ als groß eingeschätzt.

zwischen Kindern nicht-deutscher Familiensprache und Kindern deutscher Familiensprache nach Kontrolle der Lesekompetenz signifikant verringerten, d. h. der Zusammenhang zwischen Familiensprache (deutsch/nicht-deutsch) und mathematischer Ausgangskompetenz wurde durch die Lesekompetenz *teilweise* mediiert. Demnach wird ein Teil der gefundenen Disparitäten in den Mathematikkompetenzen zwischen Kindern deutscher und Kindern nicht-deutscher Familiensprache durch die sprachliche Kompetenz vermittelt.

Da für Kinder türkischer Familiensprache in bisherigen Studien besonders ausgeprägte Kompetenznachteile beobachtet werden konnten (z.B. Segeritz et al., 2010), wurde diese Subgruppe in der vorliegenden Studie gesondert betrachtet. Erwartungsgemäß wiesen die Kinder türkischer Familiensprache im Vergleich zur Gruppe der Kinder deutscher Familiensprache deutlich geringere mathematische Kompetenzen zu allen Messzeitpunkten auf. Es zeigte sich jedoch auch hier, dass nach Kontrolle des SES und der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten keine Unterschiede in den mathematischen Lernzuwachsraten zwischen Schülerinnen und Schülern türkischer und deutscher Familiensprache zu verzeichnen waren, d. h. die Unterschiede in den Mathematikkompetenzen wurden auch hier über die Zeit hinweg nicht größer, sondern blieben konstant.

In der vorliegenden Studie wurde mit Lesekompetenz eine wichtige Facette von Sprachkompetenz untersucht, da einerseits angenommen wird, dass Lesekompetenz eine zentrale Voraussetzung für den schulischen Kompetenzerwerb ist (Bos et al., 2012) und sie andererseits als ein sehr guter Indikator für allgemeine Verständnisleistungen gilt (Marx & Jungmann, 2000). Beim mathematischen Kompetenzerwerb spielen neben rezeptiven Fähigkeiten, wie Hör- oder Leseverstehen, jedoch auch produktive Fähigkeiten, etwa bei der Kommunikation über mathematische Inhalte, eine wichtige Rolle (Prediger, 2013). Die in der vorliegenden Studie gewählte Operationalisierung umfasst demzufolge nicht

das ganze Spektrum relevanter Facetten von Sprachkompetenz, was zu einer Unterschätzung der Zusammenhänge geführt haben könnte. Ob die Berücksichtigung von Hörverstehen oder produktiver Sprachkompetenz tatsächlich einen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung individueller Unterschiede in mathematischen Kompetenzverläufen liefert, sollte in weiteren Untersuchungen überprüft werden.

Einschränkend ist zudem zu berücksichtigen, dass die gefundenen Zusammenhänge zwischen Lese- und Mathematikkompetenz teilweise auf sprachliche Anforderungen der Testaufgaben zurückzuführen sein könnten (Abedi & Lord, 2001). Allerdings zeigten bisherige Studien, dass die Effekte, die auf die sprachlichen Anforderungen von Testaufgaben zurückzuführen sind, vergleichsweise gering sind (Abedi & Lord, 2001; Haag et al., 2014; Kieffer et. al., 2009).

Obwohl die Analysen der vorliegenden Studie gezeigt haben, dass Lesekompetenz ein signifikanter Prädiktor der mathematischen Kompetenzentwicklung aller Kinder ist, und die bestehenden Kompetenzunterschiede in Mathematik zwischen Kindern nicht-deutscher Familiensprache und deutscher Familiensprache größtenteils auf Lesekompetenz zurückführbar waren, vergrößerten sich die Disparitäten zwischen Kindern deutscher und Kindern nicht-deutscher Familiensprache nicht, sondern blieben über die Zeit hinweg konstant. Diese Befunde sind insgesamt konsistent mit den Ergebnissen von Chang et al. (2009), die zeigen konnten, dass unter Kontrolle des SES *nur solche* Zweitsprachenlernende, die über gering ausgeprägte Kompetenzen in der Instruktionssprache verfügen, tatsächlich auch geringere Lernzuwächse in Mathematik erzielten. Gleichzeitig verdeutlichen die Ergebnisse der vorliegenden Studie auch, dass Kinder nicht-deutscher Familiensprache einer Kombination aus Risikofaktoren für ihre mathematische Kompetenzentwicklung ausgesetzt sind, da ihr durchschnittlicher SES *und* ihre durchschnittliche Lesekompetenz deutlich geringer ausgeprägt sind als die der Kinder deutscher Familiensprache.

Für die schulische Praxis lässt sich aus den Befunden einerseits ableiten, dass kompensatorische Maßnahmen der Sprachförderung erfolgversprechend sein könnten, um die Leistungsunterschiede zwischen Kindern nicht-deutscher und Kinder deutscher Familiensprache in Mathematik zu reduzieren, andererseits lässt sich schlussfolgern, dass auch Kinder deutscher Familiensprache mit nicht ausreichenden Sprachkompetenzen von einer solchen Förderung profitieren könnten. Unklar bleibt jedoch weiterhin, welche Rolle die Gestaltung des Mathematikunterrichtes spielt (z.B. sog. sprachsensibler Unterricht) bzw. wie Sprachförderung gestaltet sein muss, um zu besseren Mathematikkompetenzen der Schülerinnen und Schüler beizutragen. Um diese Frage zu klären, wäre es notwendig, die sprachlichen Anforderungen in Mathematik genauer zu identifizieren, um sie in der didaktischen Ausgestaltung des Unterrichts berücksichtigen zu können (Prediger, 2013). Welche Maßnahmen tatsächlich geeignet sind, um Lernende mit geringen Sprachkompetenzen in ihrem mathematischen Kompetenzerwerb zu unterstützen, sollte anhand von kontrollierten Interventionsstudien untersucht werden.

Literatur

- Abedi, J. & Lord, C. (2001). The language factor in mathematics tests. *Applied Measurement in Education*, 14 (3), 219-234.
- Baumert, J., Becker, M., Neumann, M. & Nikolova, R. (2009). Frühübergang in ein grundständiges Gymnasium–Übergang in ein privilegiertes Entwicklungsmilieu? Ein Vergleich von Regressionsanalyse und Propensity Score Matching. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 12 (2), 189-215.
- Baumert, J., Nagy, G. & Lehmann, R. (2012). Cumulative advantages and the emergence of social and ethnic inequality: Matthew effects in reading and mathematics development within Elementary Schools? *Child Development*, 83 (4), 1347-1367.

- Baumert, J. & Schümer, G. (2001). Familiäre Lebensverhältnisse, Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.), *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 323-410). Opladen: Leske + Budrich.
- Beal, C.R., Adams, N.M. & Cohen, P.R. (2010). Reading proficiency and mathematics problem solving by High School English language learners. *Urban Education*, 45 (1), 58-74.
- Becker, M., Lüdtke, O., Trautwein, U. & Baumert, J. (2006). Leistungszuwachs in Mathematik: Evidenz für einen Schereneffekt im mehrgliedrigen Schulsystem? *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 20 (4), 233-242.
- Behörde für Schule und Berufsbildung (Hrsg.) (2011), *LAU-Aspekte der Lernausgangslage und der Lernentwicklung. Klassenstufe 5, 7 und 9*. Münster: Waxmann.
- Bollen, K.A. & Curran, P.J. (2006). *Latent curve models: a structural equation perspective*. Hoboken, N. J.: Wiley-Interscience.
- Bos, W., Bremerich-Vos, A., Tarelli, I. & Valtin, R. (2012). Lesekompetenzen im internationalen Vergleich. In W. Bos, I. Tarelli, A. Bremerich-Vos & K. Schwippert (Hrsg.), *IGLU 2011. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 91-136). Münster: Waxmann.
- Bos, W., Lankes, E.M., Prenzel, M. Schwippert, K., Valtin, R. & Walther, G. (Hrsg.) (2003). *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Chang, M., Singh, K. & Filer, K. (2009). Language factors associated with achievement grouping in math classrooms: A cross-sectional and longitudinal study. *School Effectiveness and School Improvement*, 20 (1), 27-45.

- Chlosta, C. & Ostermann, T. (2005). Warum fragt man nach der Herkunft, wenn man die Sprache meint? In BMBF (Hrsg.), *Migrationshintergrund von Kindern und Jugendlichen: Wege zur Weiterentwicklung der amtlichen Statistik* (S. 55-65). Bonn, Berlin.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale; New Jersey u.a.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Curran, P.J., & Hussong, A.M. (2002). Structural equation modeling of repeated measures data. In D. Moskowitz & S. Hershberger (Eds.), *Modeling intraindividual variability with repeated measures data: Methods and applications* (pp. 59 – 86). New York: Lawrence Erlbaum.
- DiPrete, T.A. & Eirich, G.M. (2006). Cumulative advantage as a mechanism for inequality: A review of theoretical and empirical developments. *Annual Reviews*, 32, 271-297.
- Duncan, G.J., Claessens, A., Huston, A.C., Pagani, L.S., Engel, M., Sexton, H. et al. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428–1446.
- Elbers, E. (2003). Classroom interaction as reflection: Learning and teaching mathematics in a community of inquiry. *Educational Studies in Mathematics*, 54 (1), 77-99.
- Ellerton, N.F. & Clarkson, P.C. (1996). Language factors in mathematics teaching and learning. In A.J. Bishop (Hrsg.), *International handbook of mathematics education* (S. 987-1033). Dordrecht: Kluwer academic publishers.
- Fan, X. (2001). Parental involvement and students' academic achievement: A growth modeling analysis. *The Journal of Experimental Education*, 70 (1), 27-61.
- Ganzeboom, H.B.G., & Treiman, D.J. (2003). Three internationally standardised measures for comparative research on occupational status. In J.H.P. Hoffmeyer-Zlotnik & C. Wolff (Eds.), *Advances in cross-national comparison: A European working book for demographic und socio-economic variables* (pp. 159–193). New York: Kluwer.

- Grimm, K.J. (2008). Longitudinal associations between reading and mathematics. *Developmental Neuropsychology*, 33 (3), 410-426.
- Gut, J., Reimann, G. & Grob, A. (2012). Kognitive, sprachliche, mathematische und sozial-emotionale Kompetenzen als Prädiktoren späterer schulischer Leistungen: Können die Leistungen eines Kindes in den IDS dessen Schulleistungen drei Jahre später vorhersagen? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 26 (3), 213-220.
- Haag, N., Heppt, B., Roppelt, A. & Stanat, P. (2014). Linguistic simplification of mathematics items: Effects for language minority students in Germany. *European Journal of Psychology of Education*, Advance online publication. doi: 10.1007/s10212-014-0233-6
- Haag, N., Heppt, B., Stanat, P., Kuhl, P. & Pant. H.A. (2013). Second language learners' performance in mathematics: Disentangling the effects of academic language features. *Learning and Instruction*, 1-40.
- Heinze, A., Herwartz-Emden, L. & Reiss, K. (2007). Mathematikkenntnisse und sprachliche Kompetenz bei Kindern mit Migrationshintergrund zu Beginn der Grundschulzeit. *Zeitschrift für Pädagogik*, 53 (4), 562-581.
- Heller, K.A. & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 4.-12. Klassen, Revision (KFT 4 12+ R)*. Göttingen: Hogrefe.
- Hu, L.T. & Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6 (1), 1-55.
- Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (o. J.). *ELEMENT. Erhebung zum Lese- und Mathematikverständnis – Entwicklungen in den Jahrgangsstufen 4 bis 6 in Berlin. Skalenhandbuch*. Zugriff am 07.03.2015 <https://www.iqb.hu-berlin.de/fdz/studies/Element>

- Jude, N. (2008). *Zur Struktur von Sprachkompetenz*. Dissertation. Johann Wolfgang Goethe-Universität Jena.
- Kempert, S., Saalbach, H. & Hardy, I. (2008). Der Zusammenhang zwischen mathematischer Kompetenz und Zweisprachigkeit bei türkisch-deutschen Grundschulkindern. In J. Ramseger & M. Wagener (Hrsg.), *Chancenungleichheit in der Grundschule* (S. 219-222). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kieffer, M.J., Lesaux, N.K., Rivera, M., & Francis, D.J. (2009). Accommodations for English language learners taking large-scale assessments: A meta-analysis on effectiveness and validity. *Review of Educational Research*, 79, 1168-1201.
- Klieme, E. (2004). Was sind Kompetenzen und wie lassen sie sich messen? *Pädagogik*, 56 (6), 10-13.
- KMK (2004). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich*. München: Luchterhand.
- Knapp, W. (1999). Verdeckte Sprachschwierigkeiten. *Grundschule*, 31, 30-33.
- Lee, J., Moon, S. & Hegar, R.L. (2011). Mathematics Skills in Early Childhood: Exploring Gender and Ethnic Pattern. *Child Indicators Research*, 4 (3), 353-368.
- Lehmann, R.H. & Lenkeit, J. (2008). *Element. Erhebung zum Lese- und Mathematikverständnis. Entwicklung in den Jahrgangsstufen 4 bis 6 in Berlin: Abschlussbericht über die Untersuchungen 2003, 2004 und 2005 an Berliner Grundschulen und grundständigen Gymnasien*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin.
- Lehmann, R.H. & Nikolova, R. (2005). *Erhebung zum Lese- und Mathematikverständnis: Entwicklungen in den Jahrgangsstufen 4 bis 6 in Berlin: Bericht über die Untersuchung 2003 an den Berliner Grundschulen und grundständigen Gymnasien*. Berlin: Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport.

- Leucht, M., Retelsdorf, J., Möller, J. & Köller, O. (2010). Zur Dimensionalität rezeptiver englischsprachiger Kompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 24 (2), 123-138.
- Leutner, D., Klieme, E., Meyer, K. & Wirth, J. (2004). Problemlösen. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand et al. (Hrsg.), *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 147-175). Münster: Waxmann.
- Lundberg, I. (2002). The child's route into reading and what can go wrong. *Dyslexia*, 8, 1-13.
- Marx, H. & Jungmann, T. (2000). Abhängigkeit der Entwicklung des Leseverstehens von Hörverstehen und grundlegenden Lesefertigkeiten im Grundschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 32 (2), 81-93.
- Mietzel, G. & Willenberg, H. (2000). *HST 4/5. Hamburger Schulleistungstest für 4. und 5. Klassen*. Göttingen: Hogrefe.
- Morgan, P.L., Farkas, G. & Wu, Q. (2011). Kindergarten children's growth trajectories in reading and mathematics: Who falls increasingly behind? *Journal of Learning Disabilities*, 44 (5), 472-488.
- Muthén, B.O. & Muthén, L.K. (1998-2010). *Mplus (Version 6.1)* [Computer software]. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Mücke, S. (2007). Einfluss personeller Eingangsvoraussetzungen auf Schülerleistungen im Verlauf der Grundschulzeit. In K. Möller et al. (Hrsg.), *Qualität von Grundschulunterricht: Entwickeln, erfassen und bewerten* (S. 277-280). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Müller, A. & Stanat, P. (2006). Schulischer Erfolg von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund: Analysen zur Situation von Zuwanderern aus der ehemaligen Sowjetunion und aus der Türkei. In J. Baumert, P. Stanat, R. Watermann (Hrsg.),

- Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000* (S. 221-255). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Novo, A.A. (2013). *Analysis of multivariate normal datasets with missing values (Version 1.0-9.5)*.
- OECD (Ed.) (2002). *Reading for change. Performance and engagement across countries. Results from PISA 2000*. Retrieved September 17, 2014, from <http://www.oecd.org/edu/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33690904.pdf>
- Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically. Communication in mathematics classroom*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pöhlmann, C., Haag, N. & Stanat, P. (2013). Zuwanderungsbezogene Disparitäten. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 297-329). Münster u. a.: Waxmann.
- Prediger, S. (2013). Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutungen und Beziehungen - mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und bearbeiten. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H.J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 167-182). Münster u.a.: Waxmann.
- Roberts, G. & Bryant, D. (2011). Early Mathematics Achievement Trajectories: English Language Learner and Native English-Speaker Estimates, Using the Early Childhood Longitudinal Survey. *Developmental Psychology*, 47 (4), 916-930.
- Schafer, J.L. (1999). *NORM for Windows 95/98/NT: Multiple imputation of incomplete data under a normal model (Version 3.02)* [Software].

- Schmiedek, F. & Wolff, J.K. (2010). Latente Wachstumskurvenmodelle. In C. Wolf & H. Best (Hrsg.), *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse* (S. 1017-1029). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schwippert, K., Wendt, H. & Tarelli, I. (2012). Lesekompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund. In W. Bos, I. Tarelli, A. Bremerich-Vos & K. Schwippert (Hrsg.), *IGLU 2011: Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 191-207). Münster: Waxmann.
- Segeritz, M., Walter, O. & Stanat, P. (2010). Muster des schulischen Erfolgs von jugendlichen Migranten in Deutschland: Evidenz für segmentierte Assimilation? *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 62 (1), 113-138.
- Sobel, M.E. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. *Sociological Methodology*, 13, 290-312.
- Stanat, P. (2006). Disparitäten im schulischen Erfolg: Analysen zur Rolle des Migrationshintergrunds. *Unterrichtswissenschaft*, 34 (2), 98-124.
- Stanat, P., Rauch, D. & Segeritz, M. (2010). Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. In E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel et al. (Hrsg.), *PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 200-230). Münster: Waxmann.
- Tarelli, I., Schwippert, K. & Stubbe, T.C. (2012). Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund. In W. Bos, H. Wendt, O. Köller & C. Selter (Hrsg.), *TIMSS 2011: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 247-267). Münster: Waxmann.
- Ufer, S., Reiss, K. & Mehringer, V. (2013). Sprachstand, soziale Herkunft und Bilingualität: Effekte auf Facetten mathematischer Kompetenz. In M. Becker-Mrotzek, K.

- Schramm, E. Thürmann & H.J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 185-201). Münster: Waxmann.
- Verboom, L. (2008). Mit dem Rhombus nach Rom. Aufbau einer fachgebundenen Sprache im Mathematikunterricht der Grundschule. In C. Bainski & M. Krüger-Potratz (Hrsg.), *Handbuch Sprachförderung* (S. 95-112). Essen: Neue Deutsche Schule Verlag.
- Vilenius-Tuohimaa, P.M., Aunola, K. & Nurmi, J. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28 (4), 409-426.

Tabelle 1

Deskriptive Maße nach Familiensprache

Konstrukt	Gesamt						Familiensprache																	
							Deutsch						nicht Deutsch						Türkisch					
	<i>M</i>	<i>SE_M</i>	<i>SD</i>	<i>SE_{SD}</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SE_M</i>	<i>SD</i>	<i>SE_{SD}</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SE_M</i>	<i>SD</i>	<i>SE_{SD}</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SE_M</i>	<i>SD</i>	<i>SE_{SD}</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
MK4	96.2	0.5	13.7	0.2	39.6	150.2	98.6	0.5	13.4	0.3	49.4	150.2	91.0	0.6	12.9	0.4	39.6	134.8	88.6	0.7	10.9	0.5	59.2	134.8
MK5	106.1	0.6	14.1	0.2	63.9	169.1	108.5	0.5	13.7	0.3	63.9	169.1	100.9	0.8	13.5	0.4	63.9	169.1	97.4	0.8	11.4	0.5	69.4	136.9
MK6	114.6	0.7	15.2	0.3	69.4	179.1	117.1	0.7	15.0	0.3	70.8	179.1	109.1	0.8	14.2	0.4	69.4	164.0	105.1	0.8	12.1	0.5	69.4	151.8
LK4	97.3	0.6	15.1	0.3	36.5	150.9	101.0	0.5	13.8	0.3	36.5	150.9	89.2	0.8	14.7	0.4	36.6	127.0	84.9	0.8	13.8	0.5	36.6	121.7
HISEI	46.5	0.6	15.7	0.3	16.0	85.0	50.0	0.6	15.0	0.3	16.0	85.0	38.7	0.7	14.3	0.4	16.0	85.0	37.0	0.7	13.1	0.4	16.0	85.0
KFT	15.0	0.2	7.2	0.1	0.0	25.0	15.8	0.2	7.0	0.1	0.0	25.0	13.2	0.3	7.2	0.1	0.0	25.0	11.8	0.4	6.8	0.2	0.0	25.0
N	3169						2179						990						392					

Anmerkungen: Die Leistungen in Mathematik und Lesen wurden auf Grundlage der Daten der Gesamtstichprobe (inkl. Gymnasialkinder) skaliert (WLE-Schätzer), LK4 = Lesekompetenz in der 4. Jahrgangsstufe, MK4 = Mathematikkompetenz in der 4. Jahrgangsstufe, MK5 = Mathematikkompetenz in der 5. Jahrgangsstufe, MK6 = Mathematikkompetenz in der 6. Jahrgangsstufe, KFT = allgemeine kognitive Grundfähigkeiten, HISEI = sozioökonomischer Hintergrund, *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, *Min* = Minimum, *Max* = Maximum, *N* = Anzahl. Für die Mehrebenenstruktur der Daten wurde statistisch kontrolliert (Mplus type = complex).

Tabelle 2

Ergebnisse der T-Tests zur inferenzstatistischen Absicherung der Gruppenunterschiede

Konstrukt	Familiensprache Deutsch / Familiensprache nicht Deutsch				Familiensprache Deutsch / Familiensprache Türkisch			
	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
MK4	15.18	3167	< .001	0.57	16.06	2569	< .001	0.77
MK5	14.76	3167	< .001	0.56	17.25	2569	< .001	0.83
MK6	14.46	3167	< .001	0.54	17.40	2569	< .001	0.83
LK4	21.42	3167	< .001	0.84	21.29	2569	< .001	1.17
HISEI	20.43	3167	< .001	0.77	17.86	2569	< .001	0.90

Anmerkungen: LK4 = Lesekompetenz in der 4. Jahrgangsstufe, MK4 = Mathematikkompetenz in der 4. Jahrgangsstufe, MK5 = Mathematikkompetenz in der 5. Jahrgangsstufe, MK6 = Mathematikkompetenz in der 6. Jahrgangsstufe, HISEI = sozioökonomischer Hintergrund, *d* = Effektstärke nach Cohen (1992)

Tabelle 3

Latente Mittelwerte, Varianzen und Model-Fit Indices der konditionalen Wachstumskurvenmodelle

Parameter	Modell 1			Modell 3		
	<i>Koeffizient</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	<i>Koeffizient</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
<i>Mittelwert</i>						
Intercept	48.63	1.31	≤ .001	49.08	1.33	≤ .001
Slope	5.43	0.77	≤ .001	5.22	0.78	≤ .001
<i>Residualvarianz</i>						
Intercept	65.01	3.80	≤ .001	64.85	3.86	≤ .001
Slope	9.85	1.92	≤ .001	9.82	1.92	≤ .001
<i>Kovarianzen</i>						
Intercept-Slope	0.82	1.91	.670	4.22	2.41	.080
<i>Model-Fit Indices</i>						
χ^2	20.48			21.52		
<i>df</i>	4			5		
CFI	.999			.999		
RMSEA	.036			.032		

Anmerkungen: Berücksichtigt wurden die Kovariaten allgemeine kognitive Grundfähigkeiten und SES sowie in Modell 1 die Lesekompetenz als Prädiktor und in Modell 3 die Prädiktoren Lesekompetenz und Familiensprache. Koeffizient = unstandardisierte Werte. Für die Mehrebenenstruktur der Daten wurde statistisch kontrolliert (*Mplus, type = complex*).

Tabelle 4

Standardisierte Pfadkoeffizienten der konditionalen Wachstumskurvenmodelle. Regression des Intercept und des Slope auf die allgemeinen kognitiven Grundfähigkeiten, den sozioökonomischen Status, die Lesekompetenz und die Familiensprache.

	Modell 1				Modell 2.1				Modell 2.2 (nur Kinder deutscher und türkischer Familiensprache)				Modell 3			
	Intercept		Slope		Intercept		Slope		Intercept		Slope		Intercept		Slope	
	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p
KFT	.28	≤ .001	.12	.002	.44	≤ .001	.16	≤ .001	.43	≤ .001	.15	.002	.28	≤ .001	.12	.002
HISEI	.12	≤ .001	.10	.012	.22	≤ .001	.15	.001	.23	≤ .001	.14	.008	.11	≤ .001	.12	.004
LK4	.50	≤ .001	.09	.016	-	-	-	-	-	-	-	-	.49	≤ .001	.11	.005
Familiensprache	-	-	-	-	.15	≤ .001	-.04	.308	.16	≤ .001	.05	.330	.04	.042	-.07	.109
R ²	.51	≤ .001	.05	.007	.35	≤ .001	.05	.017	.36	≤ .001	.06	.049	.52	≤ .001	.06	.004

Anmerkungen: Fett = signifikant von null verschieden ($p < .05$). Koeffizient = standardisierte Werte. KFT = allgemeine kognitive Grundfähigkeiten, HISEI = sozioökonomischer Hintergrund. LK4 = Lesekompetenz in der 4. Jahrgangsstufe. Familiensprache: Modell 1, Modell 2.1 und Modell 3 (0=nicht-deutsche Familiensprache, 1=deutsche Familiensprache), Modell 2.2 (0=türkische Familiensprache, 1=deutsche Familiensprache). Für die Mehrebenenstruktur der Daten wurde statistisch kontrolliert (*Mplus, type = complex*).

Tabelle 5

Latente Mittelwerte, Varianzen und Model-Fit Indices der konditionalen Wachstumskurvenmodelle für Kinder deutscher und nicht-deutscher (Modell 2.1) bzw. deutscher und türkischer Familiensprache (Modell 2.2).

Parameter	Modell 2.1			Modell 2.2 (nur Kinder deutscher und türkischer Familiensprache)		
	<i>Koeffizient</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	<i>Koeffizient</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
<i>Mittelwert</i>						
Intercept	75.88	.86	≤ .001	74.67	1.03	≤ .001
Slope	6.90	.45	≤ .001	6.50	0.55	≤ .001
<i>Residualvarianz</i>						
Intercept	86.41	4.33	≤ .001	82.36	4.42	≤ .001
Slope	9.28	2.15	≤ .001	7.73	2.49	≤ .001
<i>Kovarianzen</i>						
Intercept-Slope	2.83	2.13	.180	4.22	2.41	.080
<i>Model-Fit Indices</i>						
χ^2	20.73			13.90		
<i>df</i>	4			4		
CFI	.999			.999		
RMSEA	.036			.031		

Anmerkungen: Als Prädiktor wurde die Familiensprache, als Kontrollvariablen allgemeine kognitive Grundfähigkeiten und SES berücksichtigt. Koeffizient = unstandardisierte Werte. Modell 2.1 (0=nicht-deutsche Familiensprache, 1=deutsche Familiensprache), Modell 2.2 (0=türkische Familiensprache, 1=deutsche Familiensprache). Für die Mehrebenenstruktur der Daten wurde statistisch kontrolliert (*Mplus, type = complex*).