

Empirische Sonderpädagogik, 2018, Nr. 4, S. 370-387
ISSN 1869-4845 (Print) · ISSN 1869-4934 (Internet)

Einflussfaktoren mathematischer Kompetenzen vor Schuleintritt

Alissa Sale, Annika Schell, Ute Koglin & Clemens Hillenbrand

Universität Oldenburg

Zusammenfassung

Die vorschulischen mathematischen Kompetenzen besitzen einen großen Einfluss auf den schulischen Erwerb mathematischer Kompetenzen und bieten Ansatzpunkte für die frühe mathematische Bildung. Die vorliegende Querschnittstudie untersucht Einflussfaktoren vorschulischer mathematischer Kompetenzen auf den ersten beiden Ebenen des Zahl-Größen-Verknüpfungsmodells (Krajewski, 2008, 2013). Die Stichprobe besteht aus 158 Vorschulkindern aus Kindertageseinrichtungen in Bremen und Niedersachsen. Signifikant positive Korrelationen zwischen den mathematischen Kompetenzen und der Sprachkompetenz, dem IQ, der Sozialkompetenz, dem Bildungsniveau der Eltern, der Bücheranzahl sowie der Familiensprache (zu Lasten von Kindern aus Familien mit nicht-deutscher Familiensprache) werden festgestellt. In hierarchischen Regressionen werden die Sprachkompetenz und der IQ als relevante Einflussfaktoren für die mathematischen Kompetenzen auf beiden Ebenen des ZGV-Modells identifiziert, wobei der Einfluss der Sprachkompetenz auf der ersten Ebene größer ist als auf der zweiten. Dort weist der IQ das größte β -Gewicht auf und auch die Familiensprache leistet einen Beitrag zur Vorhersage. Am Ende des Beitrags werden Limitationen diskutiert und Implikationen für die frühe mathematische Bildung abgeleitet.

Schlüsselwörter: Mathematische Kompetenzen, Zahl-Größen, Vorschulalter, Sprache, sozial-emotionale Kompetenzen

Influencing factors of mathematical competences before school entry

Abstract

Preschool mathematical competences have a major influence on the acquisition of mathematical competences at school and offer starting points for early mathematical education. The present cross-sectional study examines influencing factors of preschool mathematical competences on the first two levels of the number-quantity-linkage-model (Krajewski, 2008, 2013). The sample consists of 158 preschool children from day care centres in Bremen and Lower Saxony. Significant positive correlations are found between mathematical competences and linguistic competences, IQ, social competences, educational level of parents, number of books and family language (to the detriment of children from families with non-German family language). In hierarchical regressions, linguistic competences and IQ are identified as relevant influencing factors for mathematical competences at both levels of the number-quantity-linkage-model, with the influence of linguistic competences being greater at the first level than at the second. There, the IQ has the highest β -weight and the family language also contributes to the predic-

tion. At the end of the article, limitations are discussed and implications for early mathematical education are derived.

Keywords: Mathematical Competences, Number-Quantity, Preschool Age, Linguistic Competences, Social-Emotional Competences

Bereits vor Schuleintritt entwickeln Kinder wichtige mathematische (Vorläufer-)Kompetenzen. Der mathematische Erstunterricht stellt folglich nicht die „Stunde Null“ der mathematischen Kompetenzentwicklung dar (u. a. Selter, 1995), was durch wissenschaftlich fundierte und geprüfte Entwicklungsmodelle, insbesondere dem Modell der Zahl-Größen-Verknüpfung (ZGV) von Krajewski (2008, 2013), gestützt wird. Unter dem Begriff „mathematische Vorläuferkompetenzen“ werden Fähigkeiten gefasst, die sich vor Schuleintritt herausbilden und die Grundlage für ein allgemeines mathematisches Verständnis und den schulischen Erwerb darstellen (Krajewski & Schneider, 2006; Krajewski, 2008; Werner, 2009). Dabei können spezifische (beispielsweise frühe Mengen-Zahlen-Kompetenz, mathematisches Vorwissen) und unspezifische (z. B. Intelligenz, phonologische Bewusstheit) Vorläuferkompetenzen unterschieden werden (Krajewski, 2008; Schneider, Küspert & Krajewski, 2013). Krajewski (2008, 2013) beschreibt die Entwicklung der Mengen-Zahlen-Kompetenz als spezifischem Vorläufer mathematischer Kompetenzen in ihrem ZGV-Entwicklungsmodell auf drei Ebenen. Die erste Ebene bezieht sich auf die in diesem Stadium noch voneinander getrennten Basisfertigkeiten der pränumerischen und unpräzisen Größenunterscheidung sowie der Kenntnis der Zahlwortfolge. Auf der zweiten Ebene entwickeln Kinder ab einem Alter von ca. 3 Jahren zunächst ein unpräzises und später ein präzises Anzahlkonzept sowie das Verständnis von Größenrelationen. Auf der dritten Kompetenzstufe, die zumeist im Grundschulalter erreicht wird, ist die Verknüpfung von Zahlwörtern und Größenrelationen möglich.

Die Studie von Aunola, Leskinen, Lerkkanen und Nurmi (2004) zeigt, dass die Schere in der mathematischen Kompetenzentwicklung bereits vor Schuleintritt weit geöffnet ist. Da sich mathematische Kompetenzen stetig in einem kumulativen Lernprozess aufbauen (Weißhaupt & Peucker, 2009), können die Folgen unzureichend ausgebildeter spezifischer mathematischer Vorläuferkompetenzen verheerend sein (Shanley, Clarke, Doabler, Kurtz-Nelson & Fien, 2017), denn die im Vorschulalter ausgebildeten spezifischen mathematischen Vorläuferkompetenzen stellen einen hoch bedeutsamen Prädiktor für das weitere erfolgreiche mathematische Lernen dar (siehe u.a. Aster, Schweiter & Weinhold Zulauf, 2007; Dornheim, 2008; Duncan et al., 2007; Ennemoser, Krajewski & Schmidt, 2011; Gallit et al., 2018; Grube et al., 2015; Krajewski & Schneider, 2006; Krajewski, 2008; Krajewski & Schneider, 2009; Mazzocco & Thompson, 2005; Rittle-Johnson, Fyfe, Hofer & Farran, 2017; Shanley et al., 2017; Stern, 1998; Weißhaupt, Peucker & Wirtz, 2006). Es bleibt zu klären, welche Faktoren Einfluss auf die vorschulischen mathematischen Kompetenzen nehmen, um Bildungs- und Unterstützungsangebote im Elementarbereich wirksam gestalten zu können.

Einflussfaktoren vorschulischer mathematischer Kompetenzen

In Studien zu den Einflussfaktoren spezifischer mathematischer Vorläuferkompetenzen stehen bisher insbesondere kindbezogene Faktoren wie Intelligenzleistungen, Sprachkompetenzen, sozial-emotionale Kompetenzen sowie Geschlecht im Fokus.

Auch familiäre Faktoren, wie beispielsweise der Einfluss des Bildungsniveaus der Eltern, wurden bislang untersucht.

Die *Intelligenz* stellen Krajewski und Schneider (2006) als bedeutsamen Prädiktor für die mathematischen Kompetenzen im Vorschulalter heraus. Auf die Aneignung, das Verständnis und die Organisation neuen Wissens wirken Intelligenzleistungen ein und stellen die Basis auch für neue mathematische Lernerfahrungen dar (Aragon, Navarro, Aguilar, Cerda & Garcia-Sedeno, 2016). In der Studie von Krajewski (2008) mit 126 Vorschulkindern konnte ebenfalls ein Zusammenhang zwischen Intelligenz und spezifischen Prädiktoren (Mengenvorwissen, Zahlenvorwissen, Zahlenspeed) ein halbes Jahr ($r = .35-.46$) und einen Monat vor der Einschulung ($r = .35-.45$) festgestellt werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Schuchardt, Piekny, Grube und Mähler (2014). Gallit et al. (2018) ermitteln in ihrer Studie ($N = 1\ 624$) einen Zusammenhang von $r = .53-.57$ zwischen der Intelligenz und dem Zahlen- und Mengenvorwissen im Kindergartenalter. Bei Kontrolle der spezifischen Vorläuferkompetenzen ist die Bedeutung der Intelligenz für spätere Schulleistungen in Mathematik jedoch langfristig nicht nachweisbar (Krajewski, 2008; Krajewski, Schneider & Nieding, 2008; Weißhaupt et al., 2006). Arbeitsgedächtnisleistungen kristallisieren sich insbesondere am Ende der Kindergartenzeit (Schuchardt et al., 2014; Welsh, Nix, Blair, Bierman & Nelson, 2010) sowie im Schulalter (Arán Filippetti & Richaud, 2017; Dornheim, 2008; Krajewski et al., 2008) als bedeutsamere oder ähnlich starke (Gallit et al., 2018) Einflussfaktoren heraus.

Signifikante Zusammenhänge zwischen *sprachlichen Kompetenzen* und mathematischen Vorläuferkompetenzen wurden in den letzten Jahren intensiv untersucht und können als gut belegt gelten (Schmitt, Geldhof, Purpura, Duncan & McClelland, 2017; Purpura, Napoli, Wehrspann & Gold, 2017). Die Sprachkompetenz unterstützt in diesem Kontext die Integration neuen Wis-

sens in vorhandene kognitive Strukturen (Raghubar & Barnes, 2017). Es wird angenommen, dass die spezifischen Vorläufer für den Schriftspracherwerb (phonologische Bewusstheit, Buchstabenkenntnis und Sprachkompetenzen) mit frühen mathematischen Kompetenzen in Zusammenhang stehen und ähnlichen Lernmechanismen unterliegen (Aragon et al., 2016; Soto-Calvo, Simmons, Willis & Adams, 2015). So zeigen Schuchardt et al. (2014) einen Zusammenhang zwischen numerischen Kompetenzen (Benennen arabischer Zahlen, Aufsagen der Zahlwortreihe, Abzählen von Objekten, Addition von zwei sichtbaren Mengen) im Kindergartenalter und der phonologischen Bewusstheit auf ($r = .32$), der sich jedoch nach Kontrolle der Intelligenz und der Benennungsgeschwindigkeit nicht bestätigen lässt. Die Autoren schließen darauf, dass die phonologische Bewusstheit nicht auf alle numerischen Kompetenzen gleichermaßen Einfluss nimmt, sondern insbesondere auf den Erwerb der Zahlwortreihe und erste Zählkompetenzen einwirkt (siehe auch Krajewski et al., 2008; LeFevre et al., 2010). Michalczyk, Krajewski, Prebetaler und Hasselhorn (2013) entwickeln ein Modell, in dem die phonologische Bewusstheit den Einfluss des Arbeitsgedächtnisses auf den Zahl-Größen-Kompetenzerwerb mediiert. In einer anderen Studie wurde von Krajewski (2008) ein Zusammenhang zwischen Mengen- ($r = .31$) und Zahlenvorwissen ($r = .27$) und dem Sprachverständnis in Bezug auf mathematische Begriffe wie „mehr“ und „weniger“ ca. ein halbes Jahr vor Schuleintritt festgestellt.

Sozial-emotionale Kompetenzen beinhalten Aspekte wie Emotionswissen, Emotions- und Verhaltensregulationsfähigkeiten und soziale Fertigkeiten (Denham, 2006), wobei Selbst- und Emotionsregulationsfähigkeiten eine besondere Rolle für die späteren Schulleistungen spielen (Doctoroff, Fisher, Burrows & Edman, 2016; Howse, Calkins, Anastopoulos, Keane & Shelton, 2003; Mähler, Petermann & Greve, 2017). Blair, Ursache, Greenberg und Vernon-Fea-

gans (2015) messen Selbstregulationsfähigkeiten in Bezug auf die frühkindliche Entwicklung mathematischer Kompetenzen eine besondere hohe Bedeutung bei und können diesen Einfluss in ihrer Studie belegen. Die Studie (N = 42) von Schuchardt, Grube und Mähler (2013) zeigt auf, dass Kindergartenkinder, die vermehrt hyperaktives Verhalten zeigen und damit ein Risiko für die Genese von ADHS aufweisen, bereits zwei Jahre vor Schuleintritt signifikant geringere numerische Kompetenzen aufweisen und diesen Leistungsrückstand bis zur Einschulung nicht mehr aufholen. Normandeau und Guay (1998) können eine negativ gerichtete Prädiktionskraft von problematischen Verhaltensweisen (internalisierend und externalisierend) sowie eine positiv gerichtete von sozialen Kompetenzen auf mathematische Kompetenzen im Kindergartenalter ermitteln. Die Forschergruppe nimmt an, dass Kinder mit einer hoch ausgeprägten Sozialkompetenz und gering ausgeprägten externalisierenden und internalisierenden Verhaltensweisen sich besser fokussieren und konzentrieren sowie ihr Lernen besser selbst regulieren können. In der ähnlich angelegten Studie von DiPema, Lei und Reid (2007), die den Einfluss des Verhaltens im Kindergartenalter auf die Mathematikleistung in der dritten Klasse untersucht, können diese Ergebnisse allerdings nicht bestätigt werden.

In Bezug auf das *Geschlecht* zeigen die Befunde für Kinder und Jugendliche ab Schuleintritt Unterschiede in den mathematischen Leistungen zu Lasten der Mädchen (Bos et al., 2016; Hammer et al., 2016). Für Kinder im Vorschulalter liegt jedoch eine inkonsistente Befundlage vor. Lonnemann, Linkersdörfer, Hasselhorn und Lindberg (2013) stellen in ihrer Studie mit 1 094 Vorschulkindern einen Geschlechterunterschied in Bezug auf die mittleren mathematischen Kompetenzen fest ($d = 0.32$), der dadurch erklärt wird, dass Jungen in der Gruppe der überdurchschnittlichen Leistungen überrepräsentiert und Mädchen in der Gruppe mit unterdurchschnittlichen Leis-

tungen signifikant stärker vertreten sind. Die Studie von Niklas und Schneider (2012), in der 900 deutsche Kindergartenkinder über eineinhalb Jahre bis zur Einschulung und in der ersten Klasse begleitet wurden, zeigt im Vorschulalter noch keine geschlechtsspezifischen mathematischen Leistungsunterschiede, sondern erst nach der Einschulung. Williams, White und MacDonald (2016) untersuchen in einer Studie mit 5 107 acht- und neun-jährigen Kindern, ob die bei Jungen und Mädchen unterschiedlich gut ausgeprägten Selbstregulationskompetenzen den Unterschied in den mathematischen Kompetenzen moderieren, können diese Annahme jedoch nicht bestätigen.

Der Einfluss *sozioökonomischer und familialer Aspekte* auf die mathematischen Kompetenzen ist insbesondere nach den Ergebnissen nationaler wie internationaler Vergleichsstudien in den Fokus gerückt. Für das Kindergartenalter zeigen Schuchardt et al. (2014) einen Zusammenhang zwischen den numerischen Kompetenzen im Kindergartenalter und dem Bildungsstand der Eltern (als Indikator für den sozioökonomischen Status) auf ($r = .29$). Auch belegt Thiel (2012), dass u. a. Kinder aus Arbeiterfamilien signifikant niedrigere mathematische Kompetenzen besitzen als Kinder von Eltern mit einer höheren beruflichen Qualifikation. In der *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS 2015) konnte der Einfluss des Bildungsniveaus der Eltern auf die mathematischen Leistungen für Viertklässler bestätigt werden (Stubbe, Schwippert & Wendt, 2016). Auch wurde in dieser Studie die sog. Bücherfrage als Indikator des sozioökonomischen Hintergrunds gestellt. Stubbe et al. (2016) zeigen auf, dass Kinder aus Haushalten mit mehr als 100 Büchern einen signifikanten Leistungsvorsprung in Mathematik haben. Neben sozioökonomischen Faktoren haben auch weitere familiäre Variablen einen Einfluss auf die mathematische Kompetenzentwicklung. So weisen einige Studien auf signifikant geringe mathematische Kompetenzen

bei Kindern und Jugendlichen hin, bei denen die Familiensprache nicht Deutsch ist (z. B. Bos et al., 2012; Paetsch, Felbrich & Stanat, 2015; Thiel, 2012).

Die vorschulischen mathematischen Kompetenzen werden, den vorliegenden

Befunden entsprechend, sowohl von kindbezogenen als auch von äußeren bzw. familienbezogenen Faktoren beeinflusst. Tabelle 1 fasst die ausgewählten Faktoren zusammen.

Tabelle 1: Beeinflussende kindbezogene und familienbezogene Faktoren

Kindbezogene Faktoren	Intelligenz & Arbeitsgedächtnis	(Aragon et al., 2016; Krajewski & Schneider, 2006)
	Sprachliche Kompetenzen	(Schmitt et al., 2017)
	Sozial-emotionale Kompetenzen	(Normandeau & Guay, 1998; Howse et al., 2003; Blair et al., 2015)
	Geschlecht	(Lonnemann et al., 2013)
Familienbezogene Faktoren	Bildungsniveau & Berufsabschluss der Eltern	(Thiel, 2012; Stubbe et al., 2016)
	Anzahl der Bücher im Haushalt	(Stubbe et al., 2016)
	Familiensprache	(Bos et al., 2012; Paetsch et al., 2015; Thiel, 2012)

Fragestellung

Die bisherigen Studien untersuchen meist den Einfluss vorschulischer Faktoren, etwa der spezifischen und unspezifischen mathematischen Vorläuferkompetenzen, auf spätere Schulleistungen, während die Frage nach den Einflussfaktoren der frühen mathematischen Kompetenzen bisher wenig und zumeist nur auf wenige Faktoren beschränkt untersucht wurde. Dabei ist insbesondere für die Gestaltung früher Bildungs- und Unterstützungsangebote die Kenntnis über Einflussfaktoren bedeutsam, um Kinder, vor allem diejenigen mit risikobehafteten Entwicklungsverläufen, in ihren spezifischen und unspezifischen schulischen Vorläuferkompetenzen vor Schuleintritt wirksam zu fördern. Die vorliegende Studie soll einen Beitrag dazu leisten und untersucht folgende Frage: Welche Einflussfaktoren auf mathematische Kompetenzen lassen sich kurz vor Schuleintritt identifizieren?

Methode

Stichprobe

Die vorliegenden Analysen beziehen sich auf eine ad-hoc Stichprobe mit $N = 158$ Vorschulkindern ca. vier Monate vor Schuleintritt (April 2016) aus 17 Kindertageseinrichtungen aus Niedersachsen und Bremen. Die Auswertungen beziehen sich auf 158 Kinder; die Daten liegen vollständig vor. Es handelt sich dabei um 75 Mädchen und 83 Jungen. Das Alter der Kinder variiert zwischen 5;3 und 7;2 Jahren ($M = 6;0$ $SD = 0.37$). 141 Kinder (89.2 %) sprechen zu Hause überwiegend Deutsch und 17 (10.8 %) eine andere Sprache. Eltern von acht Kindern (5.1 %) haben keine abgeschlossene Berufsausbildung; in 42 Fällen (26.6 %) liegt als höchster Abschluss eine Lehre, Ausbildung oder ein sonstiger Abschluss vor. In 108 Familien (68.4 %) aus

der Stichprobe haben die Eltern als höchsten Abschluss einen Fach(ober)schulabschluss oder (Fach-)Hochschulabschluss angegeben. 95 Familien (60.1 %) besitzen mehr als 100 Bücher.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die deskriptiven Statistiken der abhängigen und unabhängigen Variablen.

Tabelle 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der kindbezogenen Variablen

Variable	M	SD
<i>Mathematische Kompetenzen (BIKO)</i>		
Gesamt ^a	34.51	7.99
Gesamt ^b	50.54	9.42
Ebene 1 ^a	16.51	5.12
Ebene 2 ^a	18.51	3.41
<i>Sprachliche Kompetenzen^b (BIKO)</i>	49.64	6.61
<i>IQ (CFT 1 R)</i>	97.11	12.55
<i>Sozial-emotionale Kompetenzen (VSK)^b</i>		
Emotionswissen/Empathie	51.66	10.23
Soziale Kompetenz	53.25	10.96
Selbstregulation	61.20	12.48

Anmerkungen: ^aRohwerte; ^bT-Werte; N = 158

Die Kinder der Stichprobe erreichen hinsichtlich sozial-emotionaler Kompetenzen durchschnittliche Werte; nur in der Skala „Selbstregulation“ beurteilen die pädagogischen Fachkräfte diese Kompetenz mit einem mittleren T-Wert von 60.20 rund eine Standardabweichung über dem Mittelwert der Normstichprobe.

Erhebungsinstrumente

Die spezifischen mathematischen Vorläuferkompetenzen werden durch die Skala „Mathematische Basiskompetenzen“ des Screenings zur Entwicklung von Basiskompetenzen für 3- bis 6-Jährige (BIKO 3-6, Souvignier et al., 2014) erhoben. Das Verfahren entspricht dem Test mathematischer Basiskompetenzen im Kindergartenalter (MBK-0) und prüft reliabel ($\alpha = .87$) mittels 8 Subskalen unterschiedlicher Aufgabentypen die Kompetenzen auf Ebene 1 (Basisfertigkeiten: Ziffernkenntnisse ohne Größenbezug und nicht-numerische Größenunterscheidung) sowie Ebene 2 (einfaches Zahlverständnis: Verknüpfung von Zahl-

wörtern und Mengen, Größenrelationen, Teil-Ganzes-Verständnis) des ZGV-Modells (Krajewski, 2008, 2013). Für die Auswertungen liegen für den Gesamtrohwert (Ebene 1 + Ebene 2) Normwerte vor. Die beiden Ebenen können auf Rohwertebene jedoch auch getrennt ausgewertet werden (Ebene 1 besteht aus den Aufgaben 1 bis 5 und Ebene 2 aus den Aufgaben 6 bis 9). Für die Analysen werden der Gesamtrohwert sowie die Rohwerte für die Ebenen 1 und 2 herangezogen. Die sprachliche Entwicklung wurde durch die Skala „Sprachliche Basiskompetenzen“ des BIKO 3-6 (Souvignier et al., 2014) erfasst. Diese entspricht dem Heidelberger Auditiven Screening in der Einschulungsuntersuchung (HASE, Schöler & Brunner, 2008) und beinhaltet Aufgaben wie das Wiedergeben von Zahlenfolgen sowie das Nachsprechen von Wörtern und Sätzen. Ziel ist die Erfassung reliabler und valider Indikatoren für die allgemeine Sprachleistungsfähigkeit sowie der phonologischen Schleife des Arbeitsgedächtnisses. Die internen Konsistenzen der einzelnen Aufgaben liegen zwischen $\alpha = .61$ und $\alpha = .84$.

Die emotionalen und sozialen Kompetenzen wurden mit dem Fragebogen für pädagogische Fachkräfte der Verhaltensskalen für das Kindergartenalter (VSK-PF, Koglin & Petermann, 2016) erfasst ($.78 < \alpha < .92$). Außerdem wurden die kognitive Leistungsfähigkeit mit dem Grundintelligenztest Skala 1 (CFT 1-R, Weiß & Osterland, 2013) geprüft ($\alpha = .97$) und Aspekte des familiären und sozioökonomischen Hintergrunds in einem Elternfragebogen erfragt. Der Elternfragebogen fragt auf fünf Stufen (1 = keine Berufsausbildung; 2 = sonstiger Abschluss (z. B. im Ausland); 3 = Abgeschlossene Lehre / Ausbildung; 4 = Abschluss einer Fach-/Oberschule; 5 = (Fach-) Hochschulabschluss) die höchste abgeschlossene Berufsausbildung der Eltern, die zu Hause am häufigsten gesprochene Sprache (Familiensprache: Deutsch oder eine andere als Deutsch) sowie die Anzahl der Bücher zu Hause (0-10, 11-25, 26-100, 101-200, 201-500, mehr als 500) ab.

Auswertungsstrategie

Zur Identifikation von Einflussfaktoren auf vorschulische mathematische Kompetenzen werden sowohl Korrelationen als auch hierarchische Regressionen zunächst für die mathematischen Kompetenzen vor Schuleintritt insgesamt und dann für die beiden Ebenen getrennt berechnet. Die Variablen „Alter“ und „Geschlecht“ werden im ersten Schritt, die drei familienbezogenen Variablen „Bücheranzahl“, „Bildungsniveau der Eltern“ und „Familiensprache“ im zweiten Schritt eingegeben. Die kindbezogenen Variablen „IQ“, „sprachliche Kompetenzen“ und „sozial-emotionale Kompetenzen“ werden im dritten Schritt in das Modell integriert. Durch den Einschluss der kindbezogenen Variablen im dritten Schritt soll überprüft werden, ob diese Variablen auch unabhängig von Alter, Geschlecht oder familienbezogenen Variablen einen Beitrag zur Varianzaufklärung leisten können.

Die Variablen wurden im Vorfeld auf Multikollinearität geprüft. Diese liegt nicht

vor. Alle Auswertungen erfolgen mit SPSS Statistics 25.

Ergebnisse

Die Interkorrelationen zwischen den Variablen zeigen für die mathematischen Kompetenzen Gesamt hoch signifikant positive Korrelationen zu der sprachlichen Kompetenz, dem IQ, der sozialen Kompetenz sowie den familienbezogenen Faktoren, Bildungsniveau der Eltern und Anzahl der Bücher auf. Zur Familiensprache besteht ebenfalls eine signifikante Korrelation – hier zu Lasten der Kinder mit nicht-deutscher Familiensprache. Die beiden VSK-Skalen Emotionswissen und Selbstregulation sowie das Geschlecht weisen keinen Zusammenhang mit den mathematischen Kompetenzen auf. Die hohen signifikanten Korrelationen zu den mathematischen Kompetenzen auf Ebene 1 und Ebene 2 ergeben sich daraus, dass sich die mathematischen Kompetenzen Gesamt aus der Summe der Rohwerte der mathematischen Kompetenz Ebene 1 und 2 ergeben. Die mathematischen Kompetenzen auf Ebene 1 hängen in der vorliegenden Stichprobe hingegen nur mit mittlerer Stärke mit den Kompetenzen auf Ebene 2 zusammen. Wie auch bei der mathematischen Kompetenz Gesamt bestehen signifikante Zusammenhänge der mathematischen Kompetenz auf Ebene 1 mit der sprachlichen Kompetenz, dem IQ und den familienbezogenen Faktoren. Der Zusammenhang mit der Sozialkompetenz ist knapp nicht signifikant. Ähnliche Zusammenhänge lassen sich für die mathematische Kompetenz auf der zweiten Ebene des ZGV-Modells finden – bemerkenswert ist jedoch, dass die signifikanten Korrelationen insgesamt wesentlich stärker ausfallen und vor allem mit den familienbezogenen Faktoren einen stärkeren Zusammenhang zeigen als auf Ebene 1.

Tabelle 3: Interkorrelationen der Variablen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Alter												
2 Geschlecht ^a	.01											
3 Math. Kompetenzen ^b Gesamt	.23**	-.07										
4 Math. Kompetenzen ^b Ebene 1	.23**	-.05	.95***									
5 Math. Kompetenzen ^b Ebene 2	.15 ⁺	-.06	.89***	.71***								
6 IQ	-.26**	.04	.38***	.30***	.44***							
7 Sprachliche Kompetenz ^c	.04*	.12	.41***	.34***	.45***	.42***						
8 Emotionswissen ^c	.13	.19*	.09	.10	.07	.06	.03					
9 Sozialkompetenz ^c	.00	-.03	.16*	.15 ⁺	.18*	.13 ⁺	.10	.68***				
10 Selbstregulation ^c	-.05	.09	.08	.05	.13	.21**	.13	.56***	.57***			
11 Bildungsabschluss der Eltern	.02	.06	.31***	.24**	.39***	.27**	.41***	.02	.01	.10		
12 Familiensprache ^d	.03	.16	-.28***	-.18*	-.42***	-.24**	-.31***	.00	-.06	-.12	-.16*	
13 Bücheranzahl	-.09	-.05 ⁺	.31***	.21**	.42***	.37***	.52***	.06	.08	.20*	.52***	-.42***

Anmerkungen: ^a $p < .10$, ^{*} $p < .05$, ^{**} $p < .01$, ^{***} $p < .001$; ⁺0 = männlich, 1 = weiblich; ^bRohwerte; ^cT-Werte; ^d1 = Deutsch, 2 = eine andere als Deutsch

Tabelle 4: Hierarchische Regression auf die mathematischen Kompetenzen (BIKO, Gesamtrohwerte)

Bedingungsfaktoren	1. Schritt β	2. Schritt β	3. Schritt β
Alter des Kindes	.23**	.25**	.30***
Geschlecht ^a	-.07	-.11	-.11
Bildungsniveau Eltern		.18*	.08
Bücheranzahl		.15	-.01
Familiensprache ^b		-.19*	-.10*
IQ (CFT 1 R)			.32***
Sprachliche Kompetenzen (BIKO) ^b			.30***
Sozial-emotionale Kompetenzen (VSK) ^b			
Emotionswissen			-.01
Soziale Kompetenz			.13
Selbstregulation			.01
Modell-zusammenfassungen	$R = .24; R^2 = .06$ $F(2, 157) = 2.06, p = .01$	$R = .46; R^2 = .21$ $\Delta R^2 = .15$ $F(3, 154) = 12.82, p < .001$	$R = .63; R^2 = .40$ $\Delta R^2 = .20$ $F(5, 149) = 12.37, p < .001$

Anmerkungen: * $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$, **** $p < .001$; ^a0 = männlich, 1 = weiblich; ^bT-Werte; ^c1 = Deutsch, 2 = eine andere als Deutsch.

Tabelle 4 fasst die Ergebnisse zur Vorhersage mathematischer Kompetenzen vor Schuleintritt (BIKO, Gesamtrohwerte) zusammen. Das Modell ist im ersten Schritt, in dem das Alter sowie das Geschlecht des Kindes in das Modell eingegeben werden, signifikant ($F[2, 157] = 2.06, p < .01$). Im zweiten Schritt werden das Alter, das Bildungsniveau der Eltern sowie die Familiensprache als signifikante Einflussfaktoren identifiziert. Das Geschlecht und die Anzahl der Bücher im Haushalt besitzen hingegen kein signifikantes β -Gewicht. Das Modell ist mit $F(3, 154) = 12.82, p < .001$ signifikant und erklärt 21 % der Varianz in den mathematischen Kompetenzen vor Schuleintritt. Im dritten Schritt werden die kindbezogenen Faktoren in das Modell aufgenommen. Der IQ und die sprachliche Kompetenz liefern einen Beitrag zur Vorhersage, das Geschlecht, die familienbezogenen Faktoren sowie die sozial-emotionalen Kompetenzen hingegen nicht. Die bivariat signifikanten Korrelationen der mathematischen Kompetenzen mit den familienbezogenen Faktoren lösen sich in der Regression auf. Bei Aufnahme der kindbezogenen Fak-

toren im dritten Schritt verlieren das Bildungsniveau der Eltern und die Familiensprache an β -Gewicht. Das Modell ist höchst signifikant ($F[5, 149] = 12.37, p < .001$) und klärt mit 40 % insgesamt 20 % mehr Varianz auf als das Modell im zweiten Schritt.

Tabelle 5: Hierarchische Regression auf die mathematischen Kompetenzen – Ebene 1 (BIKO, Rohwertsumme Aufgaben 1 bis 5)

Bedingungsfaktoren	1. Schritt β	2. Schritt β	3. Schritt β
Alter des Kindes	.23**	.24**	.27***
Geschlecht ^a	-.05	-.08	-.09
Bildungsniveau Eltern		.16 ⁺	.07
Bücheranzahl		.10	-.05
Familiensprache ^b		-.12	-.05
IQ (CFT 1 R)			.25**
Sprachliche Kompetenzen (BIKO) ^b			.30**
Sozial-emotionale Kompetenzen (VSK) ^b			
Emotionswissen			.02
Soziale Kompetenz			.12
Selbstregulation			-.10
Modell-zusammenfassungen	$R = .23; R^2 = .06$ $F(2, 155) = 4.50, p = .01$	$R = .38; R^2 = .14$ $\Delta R^2 = .09$ $F(3, 152) = 4.98, p < .001$	$R = .55; R^2 = .30$ $\Delta R^2 = .16$ $F(5, 147) = 6.20, p < .001$

Anmerkungen: ^{*} $p < .10$, ^{*} $p < .05$, ^{**} $p < .01$, ^{***} $p < .001$; ^a0 = männlich, 1 = weiblich; ^bT-Werte; ^c1 = Deutsch, 2 = eine andere als Deutsch.

Tabelle 5 enthält die Ergebnisse zur hierarchischen Regression auf die mathematischen Kompetenzen auf der ersten Ebene des ZGV-Modells. Das Modell ist mit $F(2, 155) = 4.50, p = .01$ im ersten Schritt signifikant. Im zweiten Schritt ($F[3, 152] = 4.98, p < .001$) leisten die drei eingegebenen familienbezogenen Variablen keinen Beitrag zur Vorhersage. Nur das Alter kann als signifikanter Einflussfaktor identifiziert werden. Im dritten Schritt ($F[5, 147] = 6.20, p < .001$) können 30 % der Varianz in den mathematischen Kompetenzen auf Ebene 1 des ZGV-Modells erklärt werden. Ein signifikantes β -Gewicht weisen die sprachlichen Kompetenzen gefolgt vom Alter und dem IQ auf. Das Geschlecht, sozial-emotionale Kompetenzen sowie die drei familienbezogenen Variablen leisten hingegen keinen Beitrag zur Vorhersage.

Tabelle 6: Hierarchische Regression auf die mathematischen Kompetenzen – Ebene 2 (BIKO, Rohwertsumme Aufgaben 6 bis 9)

Bedingungsfaktoren	1. Schritt β	2. Schritt β	3. Schritt β
Alter des Kindes	.15 ⁺	.17	.22**
Geschlecht ^a		-.11	-.01
Bildungsniveau Eltern		.23**	.14 ⁺
Bücheranzahl		.17 ⁺	.04
Familiensprache ^b		-.30***	-.21**
IQ (CFT 1 R)			.31***
Sprachliche Kompetenzen (BIKO) ^b			.24**
Sozial-emotionale Kompetenzen (VSK) ^b			
Emotionswissen			
Soziale Kompetenz			
Selbstregulation			-.06
Modell-zusammenfassungen	$R = .16; R^2 = .03$ $F(2, 152) = 2.06, p = .13$	$R = .55; R^2 = .30$ $\Delta R^2 = .27$ $F(3, 149) = 12.82, p < .001$	$R = .68; R^2 = .46$ $\Delta R^2 = .16$ $F(5, 144) = 12.37, p < .001$

Anmerkungen: ⁺ $p < .10$, ^{*} $p < .05$, ^{**} $p < .01$, ^{***} $p < .001$; ^a0 = männlich, 1 = weiblich; ^bT-Werte; ^c1 = Deutsch, 2 = eine andere als Deutsch.

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse zur hierarchischen Regression auf die mathematischen Kompetenzen auf der zweiten Ebene des ZGV-Modells dargestellt. Das Modell ist im ersten Schritt, in dem das Alter und das Geschlecht eingegeben werden, nicht signifikant. Im zweiten Schritt ($F[3, 149] = 12.82, p < .001$) können 30 % der Varianz geklärt werden. Nach dem IQ erweist sich in diesem Modell auch das Bildungsniveau der Eltern als signifikante Einflussgröße. Durch den Einschluss der kindbezogenen Variablen können 16 % mehr Varianz als im zweiten Schritt und damit insgesamt 46 % aufgeklärt werden ($F[5, 144] = 12.37, p < .001$). Hier stellt sich ebenfalls der IQ als stärkster Einflussfaktor heraus. Auch die sprachlichen Kompetenzen, das Alter des Kindes und die Familiensprache zu Lasten der Kinder aus Familien mit nicht-deutscher Familiensprache haben einen Einfluss auf die mathematischen Kompetenzen auf Ebene 2 des ZGV-Modells.

Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es, Einflussfaktoren auf die mathematischen Kompetenzen vor Schuleintritt zu identifizieren. Dafür wurden querschnittliche Zusammenhänge ermittelt, die mit Hilfe von etablierten Testverfahren zu den mathematischen, sprachlichen, kognitiven und sozial-emotionalen Fertigkeiten sowie mit einem Elternfragebogen erhoben wurden.

In den Analysen hat sich der Zusammenhang der Intelligenz mit den frühen mathematischen Kompetenzen, den u. a. Krajewski (2008) ermittelt hat, bestätigt. Der Anteil an Varianz in den mathematischen Kompetenzen vor Schuleintritt, der durch Intelligenz erklärt werden konnte, war relativ hoch. Dieses Ergebnis ist konkordant zu den Ergebnissen anderer Studien aus dem Vorschulalter (Aragon et al., 2016; Krajewski & Schneider, 2006). Nach Grube et al. (2015) nimmt die Bedeutung des Arbeitsgedächtnisses erst später im Entwicklungsverlauf zu, während sich der Einfluss von Intelligenz in späteren Jahren nicht

mehr nachweisen lässt (Krajewski, 2008; Krajewski et al., 2008; Weißhaupt et al., 2006). Interessant ist, dass die Intelligenz bei den Kompetenzen auf der ersten Ebene einen kleineren Beitrag zur Vorhersage leistet als bei den Kompetenzen auf Ebene 2. Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass die Kompetenzen auf der ersten Ebene, wie beispielsweise das Aufsagen der Zahlwortreihe, bereits als gesichertes Vorwissen abrufbar sind und deshalb weniger von kognitiven Ressourcen beeinflusst werden als die Kompetenzen auf Ebene 2. In der Studie von Krajewski (2008) wirkte sich die Intelligenz zu einem kleinen Teil direkt und zu einem wesentlich größeren Teil indirekt über das Mengen- und Zahlenvorwissen auf die mathematischen Kompetenzen in der ersten Klasse aus. Ob dieser indirekte Einfluss auch im Kindergartenalter vorliegt, muss in weiteren, längsschnittlich angelegten Studien überprüft werden. Für die mathematischen Kompetenzen auf Ebene 1 haben sich die sprachlichen Kompetenzen als stärkster Einflussfaktor erwiesen und haben ebenfalls - nach dem IQ - einen Einfluss auf die mathematischen Kompetenzen auf Ebene 2 und die mathematischen Kompetenzen insgesamt. Dieses Ergebnis entspricht den Ergebnissen anderer Studien, die die Relevanz der Sprache hervorheben (Aragon et al., 2016; Raghobar & Barnes, 2017; Schmitt et al., 2017). Die ermittelte Korrelation zwischen den sprachlichen und den mathematischen Kompetenzen liegt in einem ähnlichen Bereich wie in der Studie von Schuchardt et al. (2014).

Der Einfluss familialer Aspekte auf die mathematischen Kompetenzen wurde bisher insbesondere in den nationalen und internationalen Vergleichsstudien für Kinder im Schulalter untersucht (z. B. TIMSS, 2015). Für das Kindergartenalter konnten das Bildungsniveau (Schuchardt et al., 2014) und der Berufsabschluss der Eltern (Thiel, 2012) als relevante Einflussfaktoren identifiziert werden. Die vorliegenden bivariaten Korrelationen zwischen den mathematischen Kompetenzen auf der ersten Ebe-

ne und den familiären Faktoren sind signifikant, fallen jedoch deutlich geringer aus als die Korrelationen mit den Kompetenzen auf Ebene 2. Dies schlägt sich auch in der hierarchischen Regression nieder, in der die Familiensprache (zu Lasten der Kinder aus Familien mit nicht-deutscher Familiensprache) im Modell zu den Kompetenzen auf Ebene 2 mit einem signifikanten β -Gewicht einen Beitrag zur Vorhersage leistet – bei Ebene 1 und im Modell zu den mathematischen Kompetenzen Gesamt jedoch nicht. Der Zusammenhang von Familiensprache und mathematischen Kompetenzen deckt sich mit bereits vorliegenden Forschungsergebnissen, die den Einfluss der Familiensprache auf die mathematischen Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen untersuchen (Bos et al., 2012; Paetsch et al., 2015; Thiel, 2012). Erstaunlich ist jedoch, dass die Familiensprache als Einflussfaktor für die mathematischen Kompetenzen der zweiten Ebene des ZGV-Modells, aber nicht für die erste Ebene identifiziert werden konnte. Denkbar wäre, dass die mathematischen Kompetenzen auf Ebene 2 stärker vom „mathematischen Wortschatz“ und damit indirekt von der gesprochenen Sprache zu Hause abhängen (vgl. Schmitman Pothmann, 2008). Ein Verständnis mathematischer Begriffe wie „mehr“ und „weniger“ ist auf dieser Ebene bedeutsam, um Größen- und Mengenrelationen ausdrücken zu können. Die Ergebnisse von Krajewski (2008) stützen diese These und belegen den Zusammenhang von Sprachverständnis (vor allem in Bezug auf mathematische Begriffe) und Mengenvorwissen (Seriation, Mengen- und Längenvergleich), das mit den Kompetenzen auf der zweiten Ebene vergleichbar ist.

Einen Einfluss des Geschlechts auf die mathematischen Kompetenzen vor Schuleintritt lässt sich in dieser Studie nicht nachweisen. Niklas und Schneider (2012) konnten für das Vorschulalter ebenfalls (noch) keinen Geschlechterunterschied in den mathematischen Vorläuferkompetenzen ermitteln.

Obwohl einige Studien den Einfluss sozial-emotionaler Kompetenzen und insbesondere den Einfluss von Selbstregulationsfähigkeiten auf das akademische Lernen (Doctoroff et al., 2016; Howse et al., 2003; Mähler et al., 2017) sowie auf vorschulische mathematische Kompetenzen (Blair et al., 2015; Normandeau & Guay, 1998) zeigen, konnte dies in der vorliegenden Studie nicht belegt werden. Signifikante bivariate Korrelationen liegen zwischen der Selbstregulation und dem IQ, der Anzahl der Bücher sowie den beiden anderen VSK-Skalen vor. Denkbar wäre, dass sich in der Regression der Einfluss der Selbstregulationsfähigkeiten auf die mathematischen Vorläuferkompetenzen im IQ auflösen (Calero, García-Martín, Jiménez, Kazén & Araque, 2007) und so indirekt auf die mathematischen Kompetenzen Einfluss nehmen.

In allen Regressionsmodellen wurde auch das Alter als signifikanter Einflussfaktor identifiziert. Dies erscheint insofern nicht verwunderlich, als dass mit altersabhängigen Rohwerten (BIKO Mathe) gerechnet wurde, da für die einzelnen Ebenen keine Normwerte vorliegen.

Limitationen

Limitationen der vorliegenden Studie liegen u. a. in den ausgewählten Faktoren. Auf die Erfassung exekutiver Funktionen (Nesbitt, Fuhs & Farran, 2018; Turner, 2010), den Einbezug der Arbeitsgedächtnisleistung oder auch weiterer familienbezogener Merkmale bzw. der genaueren Analyse des sozioökonomischen Status' wurde in dieser Studie aus ethischen Gesichtspunkten verzichtet. Die hier untersuchten Faktoren stellen deshalb nur eine Auswahl dar. Einige Faktoren werden hier außerdem als Einflussfaktoren identifiziert, wie beispielsweise der IQ und die sprachlichen Kompetenzen, und stellen gleichzeitig auch unspezifische Vorläuferkompetenzen dar. Auch erfassen die verwendeten Instrumente nur einen Ausschnitt aus dem jeweiligen Kompetenzbereich. So werden mit dem BIKO 3-6 (Souvignier et

al., 2014) und den hier verwendeten Subtests (MBK-0 und HASE) Verfahren für 3 bis 6-jährige Kinder vor Schuleintritt verwendet, obwohl die Stichprobe auch 7-jährige Kinder enthält. Auch wurden mit dem HASE (Schöler & Brunner, 2008) insbesondere Kompetenzen aus dem Bereich der phonologischen Schleife des Arbeitsgedächtnisses erfasst. Weitere Aspekte, die für die sprachlichen Kompetenzen bedeutsam sind, wie beispielsweise der Wortschatz, wurden hier nicht erhoben. Die hier gezogene ad-hoc-Stichprobe ist ebenfalls als Limitation anzuführen, da diese unterschiedlichen, überwiegend unbekanntem Verzerrungen unterworfen ist (Döring & Bortz, 2016, S. 307). Die deskriptive Beschreibung der familienbezogenen Variablen der Stichprobe zeigt, dass der Großteil der Kinder aus Elternhäusern stammt, die eher als „bildungsnah“ zu bezeichnen sind. Studien zeigen, dass Kinder aus bildungsnahen Elternhäusern signifikant stärkere mathematische Leistungen im Kindergarten- und Schulalter aufweisen (Schuchardt et al., 2014; Stubbe et al., 2016; Thiel, 2012). Durch die schiefe Verteilung in der vorliegenden Stichprobe könnten die Ergebnisse verzerrt sein. So liegt bei mehr als zwei Drittel der Familien der Stichprobe als höchster Abschluss ein Fach(ober)schulabschluss oder (Fach-)Hochschulabschluss vor. Auch besitzen knapp 60 % der Familien mehr als 100 Bücher. Zudem ist die Familiensprache in fast 90 % der Familien der Stichprobe Deutsch. Die berichteten familienbezogenen Daten wurden mithilfe eines Elternfragebogens erhoben und könnten deshalb durch ein sozial erwünschtes Antwortverhalten verzerrt sein. Das hier vorliegende querschnittliche Design erlaubt zudem lediglich Aussagen zu Einflussfaktoren mathematischer Kompetenzen vor Schuleintritt, jedoch nicht zu Prädiktoren der frühkindlichen mathematischen Kompetenzentwicklung. Dazu sind längsschnittlich angelegte Studien notwendig (Jacobi & Esser, 2003). Bisher liegen insbesondere Studien zu den Prädiktoren der mathemati-

schen Schulleistungen vor (siehe z. B. Grube, 2006; Krajewski & Schneider, 2006; Krajewski, 2008; Krajewski & Schneider, 2009; Weißhaupt et al., 2006), jedoch bleibt unklar, so Schneider et al. (2013, S. 55), inwiefern die für die Schulleistungen ermittelten Prädiktoren auch für die vorschulische mathematische Kompetenzentwicklung relevant sind. Hier sind weitere Längsschnittstudien, die den möglichen Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf die mathematische Kompetenzentwicklung vor Schuleintritt untersuchen, notwendig.

Implikationen

Die vorliegende Studie zeigt, dass neben der Familiensprache insbesondere kindbezogene Faktoren (IQ und sprachliche Kompetenzen) einen Beitrag zur Vorhersage mathematischer Kompetenzen kurz vor Schuleintritt liefern. Diese kindbezogenen Faktoren stellen einen geeigneten Ansatzpunkt für die Gestaltung der frühen mathematischen Bildung und Förderung in Kindertageseinrichtungen dar. Eine Verknüpfung der Entwicklungsbereiche Kognition sowie spezifischer (schrift-)sprachlicher und mathematischer Vorläuferkompetenzen in der Förderung im Vorschulalter könnte nach diesen Ergebnissen vielversprechend sein, um u. a. nicht ausreichend genutztes kognitives Potenzial (Grube et al., 2015) und Synergieeffekte zu aktivieren (Marx, 2012). Ein Beispiel für eine kombinierte Förderung dieser Entwicklungsbereiche im Vorschulalter liegt mit Tools of the Mind (Bodrova & Leong, 2007) vor – ein Curriculum für den Elementarbereich, welches die Förderung exekutiver Funktionen anstrebt und dadurch auch positive Effekte auf vorschulische mathematische sowie (schrift-)sprachliche Kompetenzen erzielt (Blair & Raver, 2014), jedoch bisher nicht in Deutschland implementiert wurde. Dem Einfluss der Familiensprache könnte ebenfalls mit einer solchen kombinierten Förderung begegnet werden, zeigen doch die Interkorrelationen einen signifikanten Zusammenhang von Familienspra-

che und sprachlichen Kompetenzen. Die Anzahl der Bücher und der Bildungsstand der Eltern haben hingegen keinen Einfluss auf die mathematischen Kompetenzen. Diese eher stabilen Faktoren können durch die Arbeit in der Kindertageseinrichtung kaum beeinflusst werden, sie spielen jedoch in dieser Studie auch keine Rolle für die vorschulischen mathematischen Kompetenzen. Die vorliegenden Kenntnisse über Einflussfaktoren mathematischer Kompetenzen kurz vor Schuleintritt sollten genutzt werden, um Bildungs- und Unterstützungsangebote zu unspezifischen und spezifischen schulischen Vorläuferkompetenzen für Vorschulkinder und insbesondere Kinder mit risikobehafteten Entwicklungsverläufen wirksam zu gestalten. In diesem Feld ist jedoch noch weitere Forschung vor allem in Bezug auf die Prädiktoren der vorschulischen mathematischen Kompetenzentwicklung in unterschiedlichen Stadien notwendig.

Literatur

- Aragon, E., Navarro, J. I., Aguilar, M., Cerda, G. & Garcia-Sedeno, M. (2016). Predictive Model for Early Math Skills Based On Structural Equations. *Scandinavian Journal of Psychology*, 57 (6), 489–494.
- Arán Filippetti, V. & Richaud, M. C. (2017). A Structural Equation Modeling of Executive Functions, IQ and Mathematical Skills in Primary Students. Differential Effects on Number Production, Mental Calculus and Arithmetical Problems. *Child Neuropsychology*, 23 (7), 864–888.
- Aster, M. von, Schweiter, M. & Weinhold Zulauf, M. (2007). Rechenstörungen bei Kindern. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 39 (2), 85–96.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K. & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental Dynamics of Math Performance From Preschool

- to Grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96 (4), 699–713.
- Blair, C. & Raver, C. C. (2014). Closing the Achievement Gap Through Modification of Neurocognitive and Neuroendocrine Function. Results from a Cluster Randomized Controlled Trial of an Innovative Approach to the Education of Children in Kindergarten. *PLoS one*, 9 (11), e112393.
- Blair, C., Ursache, A., Greenberg, M. & Vernon-Feagans, L. (2015). Multiple Aspects of Self-Regulation Uniquely Predict Mathematics but not Letter-Word Knowledge in the Early Elementary Grades. *Developmental Psychology*, 51 (4), 459–472.
- Bodrova, E. & Leong, D. (2007). *Tools of the Mind. The Vygotskian Approach to Early Childhood Education* (2. Aufl.). Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Bos, W., Wendt, H., Köller, O., Selter, C., Schwippert, K. & Kasper, D. (2016). TIMSS 2015: Wichtige Ergebnisse im Überblick. In H. Wendt, W. Bos, C. Selter, O. Köller, K. Schwippert & D. Kasper (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 13–30). Münster: Waxmann.
- Calero, M. D., García-Martín, M. B., Jiménez, M. I., Kazén, M. & Araque, A. (2007). Self-Regulation Advantage for High-IQ Children. Findings from a Research Study. *Learning and Individual Differences*, 17 (4), 328–343.
- Denham, S. A. (2006). Social-Emotional Competence as Support for School Readiness. What Is It and How Do We Assess It? *Early Education and Development*, 17 (1), 57–89.
- DiPema, J. C., Lei, P. W. & Reid, E. E. (2007). Kindergarten Predictors of Mathematical Growth in the Primary Grades: An Investigation Using the Early Childhood Longitudinal Study-Kindergarten Cohort. *Journal of Educational Psychology*, 99 (2), 369–379.
- Doctoroff, G. L., Fisher, P. H., Burrows, B. M. & Edman, M. T. (2016). Preschool Children's Interest, Social-Emotional Skills, and Emergent Mathematics Skills. *Psychology in the Schools*, 53 (4), 390–403.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Berlin: Springer.
- Dornheim, D. (2008). *Prädiktion von Rechenleistung und Rechenschwäche. Der Beitrag von Zahlenvorwissen und allgemein-kognitiven Fähigkeiten*. Berlin: Logos Verlag Berlin.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P. et al. (2007). School Readiness and Later Achievement. *Developmental Psychology*, 43 (6), 1428–1446.
- Ennemoser, M., Krajewski, K. & Schmidt, S. (2011). Entwicklung und Bedeutung von Mengen-Zahlen-Kompetenzen und eines basalen Konventions- und Regelwissens in den Klassen 5 bis 9. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 43 (4), 228–242.
- Gallit, F., Wyschkon, A., Poltz, N., Moraske, S., Kucian, K., Aster, M. von et al. (2018). Henne oder Ei. Reziprozität mathematischer Vorläufer und Vorhersage des Rechnens. *Lernen und Lernstörungen*, 7 (2), 81–92.
- Grube, D. (2006). Determinanten und Prädiktoren von Rechenkompetenzen bei Kindern. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 233–235.
- Grube, D., Schuchardt, K., Balke-Melcher, C., Goldammer, A. von, Piekny, J. & Mähler, C. (2015). Entwicklung numerischer Kompetenz im Kindergartenalter. Verläufe, interindividuelle Unterschiede und Einflüsse von Arbeitsgedächtnis und häuslicher Umwelt. In P. Cloos, K. Koch & C. Mähler (Hrsg.), *Entwicklung und Förderung in der frühen Kindheit. Interdisziplinäre Perspektiven* (S. 78–99). Weinheim: Beltz Juventa.
- Hammer, S., Reiss, K., Lehner, M. C., Heine, J.-H., Sälzer, C. & Heinze, A. (2016). Mathematische Kompetenz in PISA 2015: Ergebnisse, Veränderungen und Perspektiven. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tis-

- ka, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 219–247). Münster: Waxmann.
- Howse, R., Calkins, S. D., Anastopoulos, A., Keane, S. P. & Shelton, T. L. (2003). Regulatory Contributors to Children's Kindergarten Achievement. *Early Education and Development, 14*, 101–119.
- Jacobi, C. & Esser, G. (2003). Zur Einteilung von Risikofaktoren bei psychischen Störungen. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie, 32* (4), 257–266.
- Koglin, U. & Petermann, F. (2016). *VSK. Verhaltensskalen für das Kindergartenalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Krajewski, K. (2008). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule* (2. Aufl.). Hamburg: Kovač.
- Krajewski, K. (2013). Wie bekommen Zahlen einen Sinn?. Ein entwicklungspsychologisches Modell der zunehmenden Verknüpfung von Zahlen und Größen. In M. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (2. Aufl., S. 155–179). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Krajewski, K. & Schneider, W. (2006). Mathematische Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter und ihre Vorhersagekraft für die Mathematikleistungen bis zum Ende der Grundschulzeit. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 53*, 246–262.
- Krajewski, K. & Schneider, W. (2009). Early Development of Quantity to Number-Word Linkage as a Precursor of Mathematical School Achievement and Mathematical Difficulties: Findings from a Four-Year Longitudinal Study. *Learning and Instruction, 19* (6), 513–526.
- Krajewski, K., Schneider, W. & Nieding, G. (2008). Zur Bedeutung von Arbeitsgedächtnis, Intelligenz, phonologischer Bewusstheit und früher Mengen-Zahlen-Kompetenz beim Übergang vom Kindergarten in die Grundschule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 55*, 100–113.
- LeFevre, J.-A., Fast, L., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D. et al. (2010). Pathways to Mathematics. Longitudinal Predictors of Performance. *Child Development, 81* (6), 1753–1767.
- Lonnemann, J., Linkersdörfer, J., Hasselhorn, M. & Lindberg, S. (2013). Gender Differences in Both Tails of the Distribution of Numerical Competencies in Preschool Children. *Educational Studies in Mathematics, 84* (2), 201–208.
- Mähler, C., Petermann, U. & Greve, W. (2017). Sozial-Emotionale und Kognitive Fertigkeiten als Regulationskompetenzen. *Kindheit und Entwicklung, 26* (1), 1–6.
- Mähler, C., Piekny, J., Goldammer, A. von, Balke-Melcher, C., Schuchardt, K. & Grube, D. (2015). Kognitive Kompetenzen als Prädiktoren für Schulleistungen im Grundschulalter. In P. Cloos, K. Koch & C. Mähler (Hrsg.), *Entwicklung und Förderung in der frühen Kindheit. Interdisziplinäre Perspektiven* (S. 60–77). Weinheim: Beltz Juventa.
- Marx, E. (2012). Die Wirkung von induktiven Trainings und Sprachtrainings auf die Intelligenz- und Sprachleistung im Kindesalter. *Sprache Stimme Gehör, 36* (03), e55–e59.
- Mazzocco, M. M. M. & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten Predictors of Math Learning Disability. *Learning Disabilities Research & Practice: Council for Exceptional Children, 20* (3), 142–155.
- Michalczyk, K., Krajewski, K., Prebetaler, A.-L. & Hasselhorn, M. (2013). The Relationships between Quantity-Number Competencies, Working Memory, and Phonological Awareness in 5- and 6-Year-Olds. *The British Journal of Developmental Psychology, 31* (4), 408–424.
- Nesbitt, K. T., Fuhs, M. W. & Farran, D. C. (2018). Stability and Instability in the Co-Development of Mathematics, Executive Function Skills, and Visual-Motor Integration from Prekindergarten to First Grade. *Early Childhood Research Quarterly*.
- Niklas, F. & Schneider, W. (2012). Die Anfänge geschlechtsspezifischer Leistungsunterschiede in mathematischen und schriftsprachlichen Kompetenzen. *Zeitschrift für*

- Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 44 (3), 123–138.
- Normandeau, S. & Guay, F. (1998). Preschool Behavior and First-Grade School Achievement. The Mediational Role of Cognitive Self-Control. *Journal of Educational Psychology*, 90 (1), 111–121.
- Purpura, D. J., Napoli, A. R., Wehrspann, E. A. & Gold, Z. S. (2017). Causal Connections Between Mathematical Language and Mathematical Knowledge. A Dialogic Reading Intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 10 (1), 116–137.
- Raghubar, K. P. & Barnes, M. A. (2017). Early Numeracy Skills in Preschool-Aged Children. A Review of Neurocognitive Findings and Implications for Assessment and Intervention. *The Clinical Neuropsychologist*, 31 (2), 329–351.
- Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Hofer, K. G. & Farran, D. C. (2017). Early Math Trajectories. Low-Income Children's Mathematics Knowledge From Ages 4 to 11. *Child Development*, 88 (5), 1727–1742.
- Schmitzmann, A. (2008). *Mathematiklernen und Migrationshintergrund. Quantitative Analysen zu frühen mathematischen und (mehr)sprachlichen Kompetenzen*. Oldenburg: Universität Oldenburg.
- Schmitt, S. A., Geldhof, G. J., Purpura, D. J., Duncan, R. & McClelland, M. M. (2017). Examining the Relations between Executive function, Math, and Literacy during the Transition to Kindergarten. A Multi-Analytic Approach. *Journal of Educational Psychology*, 109 (8), 1120–1140.
- Schneider, W., Küspert, P. & Krajewski, K. (2013). *Die Entwicklung mathematischer Kompetenzen*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Schöler, H. & Brunner, M. (2008). *HASE - Heidelberger Auditives Screening in der Einschulungsuntersuchung* (2. Aufl.). Binswangen: Westra Elektroakustik.
- Schuchardt, K., Grube, D. & Mähler, C. (2013). "Schwierige Kinder" von Anfang an?. Aufmerksamkeitsprobleme als Risikofaktor für die Schulfähigkeit. *Kindheit und Entwicklung*, 22 (4), 217–223.
- Schuchardt, K., Piekny, J., Grube, D. & Mähler, C. (2014). Einfluss kognitiver Merkmale und häuslicher Umgebung auf die Entwicklung numerischer Kompetenzen im Vorschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 46 (1), 24–34.
- Selter, C. (1995). Zur Fiktivität der "Stunde Null" im arithmetischen Anfangsunterricht. *Mathematische Unterrichtspraxis* (2), 11–19.
- Shanley, L., Clarke, B., Doabler, C. T., Kurtz-Nelson, E. & Fien, H. (2017). Early Number Skills Gains and Mathematics Achievement. Intervening to Establish Successful Early Mathematics Trajectories. *The Journal of Special Education*, 51 (3), 177–188.
- Soto-Calvo, E., Simmons, F. R., Willis, C. & Adams, A.-M. (2015). Identifying the Cognitive Predictors of Early Counting and Calculation Skills. Evidence from a Longitudinal Study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 140, 16–37.
- Souvignier, E., Holodyski, M., Seeger, D., Brunner, M., Krajewski, K., Schöler, H. et al. (2014). *BIKO 3 - 6. BIKO-Screening zur Entwicklung von Basiskompetenzen für 3- bis 6-Jährige*. Göttingen: Hogrefe.
- Stern, E. (1998). *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Stubbe, T. C., Schwippert, K. & Wendt, H. (2016). Soziale Disparitäten der Schülerleistungen in Mathematik und Naturwissenschaften. In H. Wendt, W. Bos, C. Selter, O. Köller, K. Schwippert & D. Kasper (Hrsg.), *TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 299–316). Münster: Waxmann.
- Thiel, O. (2012). Socio-Economic Diversity and Mathematical Competences. *European Early Childhood Education Research Journal*, 20 (1), 61–81.

- Turner, K. A. (2010). *Understanding Socioeconomic Differences in Kindergarteners' School Success: The Influence of Executive Function and Strategic Memory*. Raleigh: North Carolina State University.
- Weiß, R. H. & Osterland, J. (2013). *Grundintelligenztest Skala 1 - Revision. CFT 1-R*. Göttingen: Hogrefe.
- Weißhaupt, S. & Peucker, S. (2009). Entwicklung arithmetischen Vorwissens. In A. Fritz, G. Ricken & S. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (2. Aufl., S. 52–76). Weinheim: Beltz.
- Weißhaupt, S., Peucker, S. & Wirtz, M. (2006). Diagnose mathematischen Vorwissens im Vorschulalter und Vorhersage von Rechenleistungen und Rechenschwierigkeiten in der Grundschule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 236–245.
- Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L. & Nelson, K. E. (2010). The Development of Cognitive Skills and Gains in Academic School Readiness for Children from Low-Income Families. *Journal of Educational Psychology*, 102 (1), 43–53.
- Werner, B. (2009). *Dyskalkulie - Rechenschwierigkeiten. Diagnose und Förderung rechenschwacher Kinder an Grund- und Sonderschulen* (Schulpädagogik). Stuttgart: Kohlhammer.
- Williams, K. E., White, S. L.J. & MacDonald, A. (2016). Early Mathematics Achievement of Boys and Girls. Do Differences in Early Self-Regulation Pathways Explain Later Achievement? *Learning and Individual Differences*, 51, 199–209.

Alissa Sale

Carl von Ossietzky
Universität Oldenburg
Institut für Sonder- &
Rehabilitationspädagogik
26111 Oldenburg
E-Mail: alissa.sale@uol.de
Telefon: 0441-798-2306

Erstmalig eingereicht: 01.03.2018

Überarbeitung eingereicht: 10.07.2018

Angenommen: 27.07.2018