

Mathematikspiele in der Familie

Erfassung des Anregungsgehalts mathematischer Lernumwelten mit dem mathematischen Titelrekognitionstest für das Kindergartenalter (TRT-Mathe-K)

Frank Niklas¹, Lena Ogrissek², Simone Lehl³, Lorenz Grolig⁴ und Valérie-D. Berner⁵

¹Ludwigs-Maximilians-Universität München, Deutschland

²Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Deutschland

³Pädagogische Hochschule Weingarten, Deutschland

⁴Leuphana Universität Lüneburg, Deutschland

⁵Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Deutschland

Zusammenfassung: Mathematische Aktivitäten im Familienkontext hängen mit frühen mathematischen Kompetenzen zusammen. Die Erfassung der *Home Numeracy Environment* (HNE) mittels Fragebögen birgt aber die Gefahr der sozial erwünschten Beantwortung. Diese Studie stellt den mathematischen Titelrekognitionstest für das Kindergartenalter (TRT-Mathe-K) vor, durch den sozial erwünschtes Antwortverhalten begrenzt wird. In einer Pilotstudie mit $N = 76$ Eltern wurde eine Liste von 87 mathematischen und nicht-mathematischen Kinderspielen hinsichtlich ihrer Bekanntheit abgefragt. Die Berücksichtigung der Kinderspieltitel mit einer Trennschärfe $> .2$ führte zur Entwicklung zweier Parallelversionen des TRT-Mathe-K. In einer Studie mit $N = 193$ Familien wurden Kindergartenkinder hinsichtlich nonverbaler Intelligenz, Sprachfähigkeit und früher mathematischer Kompetenzen untersucht und zum familiären Hintergrund befragt. Der TRT-Mathe-K erwies sich als ein ökonomisches, reliables und valides Messinstrument für die Nutzung von mathematischen Kinderspielen in der HNE, das signifikant mit frühen mathematischen Kompetenzen korrelierte und diese auch unter Berücksichtigung von Kontrollvariablen vorhersagen konnte.

Schlüsselwörter: Home Numeracy Environment, Familiäre Lernumwelt, mathematische Spiele, mathematische Kompetenzen, Kindergartenkinder

Mathematical Games in the Family Context. Assessment of the Quality of the Mathematical Learning Environments Using the Title Recognition Test for Kindergarten Children (TRT-Mathe-K)

Abstract: Children's early mathematical competencies are associated with beneficial mathematical activities in the familial context. However, in surveys used to assess the home numeracy environment (HNE), social desirability is often a problem. Therefore, this study develops a more objective checklist: the Mathematical Title Recognition Test for Kindergarten Children (TRT-Mathe-K). In an online pilot study, $N = 76$ parents filled in a list of 87 children's games. The results led to the development of two parallel versions of the TRT-Mathe-K. We included only games with at least one nomination and a discriminatory power $> .2$. In a study with $N = 193$ families, we tested kindergarten children regarding their nonverbal intelligence, linguistic abilities, and mathematical competencies and surveyed their parents regarding their family background and the HNE. The TRT-Mathe-K proved to be an economical, reliable, and valid assessment tool for assessing the use of mathematical games in the HNE. Further, the TRT-Mathe-K was significantly associated with children's early mathematical competencies and predicted these competencies even after we controlled for child and family variables.

Keywords: home numeracy environment, home learning environment, mathematical games, mathematical competencies, kindergarten children

Frühe mathematische Kompetenzen stellen eine wichtige Voraussetzung für den späteren schulischen Erfolg dar (z. B. Niklas & Schneider, 2017). Doch bereits vor der Einschulung unterscheiden sich Kinder stark hinsichtlich ihrer basisnumerischen Kompetenzen (Butterworth, 2005; Weinert, Ebert & Dubowy, 2010). Folglich ist es von Interesse, Bedingungsfaktoren zu identifizieren, die Unterschiede in frühen mathematischen Kompetenzen erklären können. Neben Faktoren, die in den Kindern selbst begründet lie-

gen, wie beispielsweise dem Alter oder der allgemeinen kognitiven Begabung, hat sich hierbei auch die familiäre Lernumwelt als zentraler Bedingungsfaktor erwiesen (z. B. Anders et al., 2012; Lehl, Ebert, Blaurock, Rosbach & Weinert, 2020; Niklas, Cöhrssen & Tayler, 2016a).

Die Erfassung der familiären Lernumwelt erfolgt dabei über Studien hinweg äußerst heterogen, sowohl hinsichtlich der gemessenen Konstrukte, als auch hinsichtlich der methodischen Umsetzung der Messung (vgl. Hornburg

et al., 2021; Lehl, 2018; Niklas, Nguyen, Cloney, Tayler & Adams, 2016). Die häufigste Form der Erfassung der familiären Lernumwelt stellt die Befragung der Eltern zur Häufigkeit der Durchführung bestimmter Aktivitäten dar. Hierzu zählt beispielsweise die Häufigkeit des Spielens mathematischer Spiele oder mathematischer Interaktionen im Alltag (z.B. das Abwiegen von Zutaten beim Kochen). Die Beantwortung solcher Fragen kann allerdings durch soziale Erwünschtheit verzerrt sein (vgl. DeBaryshe, 1995). Um diesem Problem zu begegnen, wurden im englischsprachigen Raum Checklisten entwickelt und erfolgreich eingesetzt, die neben existierenden Buch- oder Spieltiteln auch erfundene Titel enthalten, wodurch Raten leicht erkannt und sozial erwünschte Antworten reduziert werden können (Skwarchuk, Sowinski & LeFevre, 2014). Während für den Bereich *Sprache/Literacy* bereits ein deutsches Verfahren entwickelt wurde (Grolig, Cohrdes & Schroeder, 2017), liegt für den Bereich „Mathematik“ kein deutsches Äquivalent vor. Die vorliegende Studie beschreibt die Entwicklung und Evaluation des mathematischen Titelrekognitionstests für das Kindergartenalter (TRT-Mathe-K).

Home Numeracy Environment und mathematische Kompetenzen

Der Zusammenhang zwischen der Häufigkeit mathematischer Aktivitäten in der Familie und früher mathematischer Kompetenzen ist klar belegt (z.B. Lehl et al., 2020; vgl. Niklas, 2015). Kindergartenkinder aus Familien, in denen beispielsweise häufiger Würfelspiele gespielt oder Dinge im Alltag abgezählt werden, zeigen im Durchschnitt bessere mathematische Vorläuferkompetenzen und größere Kompetenzzuwächse (z.B. Niklas & Schneider, 2014). Eine Erklärung für diese Befunde ist, dass im Kontext der Familie Eltern einerseits wichtige Modelle für ihre Kindergartenkinder darstellen (Bandura, 1979) und andererseits als erfahrenere Personen das Lernen ihrer Kinder stimulieren und unterstützen können (Vygotsky, 1978).

Zahlreiche nationale (z.B. Anders et al., 2012; Niklas & Schneider, 2012) und internationale Studien (z.B. LeFevre et al., 2009; Skwarchuk et al., 2014) konnten zeigen, dass eine *Home Numeracy Environment* (HNE), die sich spezifisch auf das numerische Lernen im Familienkontext bezieht und sich damit von der *Home Literacy Environment* (HLE) abgrenzt (vgl. Lehl, 2018; Niklas, 2015; Skwarchuk et al., 2014), einen bedeutsamen Prädiktor für die Entwicklung mathematischer Vorläuferkompetenzen im Kindesalter darstellt. Dabei kann eine informelle HNE (mathematisches Lernen geschieht im Alltag) von einer formellen HNE (Eltern bringen ihren Kindern gezielt mathematische Inhalte bei) unterschieden werden (Skwarchuk

et al., 2014). Der Zusammenhang von HNE mit mathematischen Vorläuferkompetenzen zeigte sich auch in Interventionsstudien, in denen gezielt versucht wurde, die Qualität der HNE zu verbessern, wodurch dann auch der mathematische Kompetenzzuwachs der Kinder in den Interventionsfamilien unterstützt wurde (z.B. Berkowitz et al., 2015; Niklas, Cohrssen & Tayler, 2016b).

Operationalisierungen der familiären Lernumwelt

Allerdings besteht im Rahmen der Forschung zur familiären Lernumwelt ganz allgemein und im Kontext der HNE im Speziellen das Problem, dass dieses Konstrukt eine große konzeptionelle Unschärfe aufweist und in verschiedenen Studien jeweils sehr unterschiedlich operationalisiert wurde (Hornburg et al., 2021). Nach wie vor basiert der größte Teil der HNE-Studien auf ökonomischen Fragebogenerhebungen (vgl. Niklas, Nguyen et al., 2016), die jedoch sehr unterschiedliche inhaltliche Schwerpunkte haben und anfällig sind für sozial erwünschte Antworten (z.B. Anders et al., 2012; LeFevre et al., 2009; Niklas & Schneider, 2014). Obwohl Fragebogenerhebungen durchaus zu ähnlichen Befunden führen wie andere Formen der Operationalisierung (vgl. Burgess, 2002), sind diese durch sozial erwünschtes Antwortverhalten anfälliger für weniger valide Ergebnisse (vgl. DeBaryshe, 1995). Zudem können Ergebnisse verschiedener Fragebogenstudien teilweise nur schwer miteinander verglichen werden, wenn unterschiedliche Aspekte der HNE wie beispielsweise alltägliche Interaktionen, elterliche Einstellungen oder direktes Lehren durch die Eltern fokussiert werden (vgl. Hornburg et al., 2021).

Neben Befragungen stellen Beobachtungsdaten eine weitere Möglichkeit der Erfassung der HNE dar. Hierbei können beispielsweise Videoaufnahmen vom Alltag in der Familie (z.B. Gunderson & Levine, 2011) oder auch vorgegebene Spielsituationen (z.B. Niklas, Annac & Wirth, 2020) beobachtet und untersucht werden. Allerdings sind aufwändige qualitative Datenauswertungen von mehrstündigen Videoaufzeichnungen bei größeren Stichproben aus ökonomischen Gründen kaum durchführbar. Zudem ergibt sich auch das Problem, dass allein das Wissen, beobachtet zu werden, dazu führen könnte, dass sozial erwünschtes Verhalten gezeigt wird.

Aus diesen genannten Gründen sind objektive, aber ökonomische Operationalisierungen der familiären Lernumwelt notwendig, die auch in großen Stichproben verwendet werden können. Tatsächlich existieren für die HLE bereits Verfahren, die diese Aspekte sehr gut umsetzen. So wurden in einer vielbeachteten, frühen Arbeit von Sénéchal, LeFevre, Hudson und Lawson (1996) Checklisten

für englische Kinderbücher verwendet. Die Buchlisten enthielten dabei neben bekannten Kinderbüchern auch erfundene Titel, was den Eltern bei der Befragung auch mitgeteilt wurde. Bei solchen Listen werden kaum erfundene Titel ausgewählt und somit häufig akkurate und valide Rückmeldungen darüber abgegeben, welche Inhalte in der Familie (zumindest dem Namen nach) bekannt sind (vgl. Grolig et al., 2017).

Auch für den deutschsprachigen Raum wurden in den vergangenen Jahren zwei Varianten eines solchen Titelre-kognitionstests entwickelt (z.B. Grolig et al., 2018). Hierbei erfasst der Titelre-kognitionstest für das Vorschulalter (TRT-VS; Grolig et al., 2017) das Lesevolumen (die Textmenge, die rezipiert wurde) entweder über die direkte Befragung der Kinder am Computer, an denen ihnen Titel von verschiedenen existierenden und ausgedachten Kinderbüchern genannt werden, oder über Elternbefragung mittels einer Checkliste zum Ankreuzen. Daneben fokussiert der Kinder-Titelre-kognitionstest (K-TRT; Schroeder, Segbers & Schröter, 2014) das Lesevolumen von Kindern und Jugendlichen der Grundschule und Sekundarstufe (siehe auch Autorenre-kognitionstest für 13–80 Jahre; Grolig, Tiffin-Richards & Schroeder, 2020).

Für den mathematischen Bereich entwickelten Skwarchuk et al. (2014) für eine englischsprachige Studie ein Messinstrument für die *Number Game Exposure*. Es wurde eine Liste aus zehn tatsächlich erhältlichen Spielen für drei- bis sechsjährige Kinder erstellt, bei denen diese zählen, rechnen oder Zahlen erinnern mussten, zehn weiteren Spielen ohne numerischen Kontext und fünf erfundenen Spielen, die aber durchaus als Kinderspiele existieren könnten. Wie für den Bereich Literacy, lässt sich aus der Anzahl richtig ausgewählter mathematischer Kinderspiele ein Gesamtwert für die Probanden bilden, von dem wiederum die Anzahl an ausgewählten erfundenen Spielen abgezogen wird. Diese Variable, die von Skwarchuk et al. (2014) als Indikator für die informelle numerische Lernumwelt im Familienkontext herangezogen wurde, konnte nicht-symbolische Rechenfähigkeiten (also Zählen und Rechnen anhand von Objekten) von Kindern vorhersagen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde nun auch für deutschsprachige Kindergartenkinder und deren Eltern ein mathematischer Titelre-kognitionstest (TRT-Mathe-K) entwickelt.

Studienziele

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Entwicklung, Implementierung und Evaluierung des TRT-Mathe-K (siehe Elektronisches Supplement 1) zu dokumentieren und darzustellen, sowie dessen Vorhersagekraft für die mathematischen Kompetenzen von Kindergartenkindern zu über-

prüfen. Die Checklisten wurden dabei zunächst in einer Pilotstudie entwickelt und geprüft und daran anschließend im Kontext verschiedener Studien und Stichproben eingesetzt und evaluiert. Hierbei gingen wir davon aus, dass der TRT-Mathe-K, der nach dem gleichen Konzept wie bereits erprobte Kinderbuch-Checklisten entwickelt wurde (Grolig et al., 2017), sich als reliables und valides Messinstrument erweist. Weiterhin erwarteten wir, dass der TRT-Mathe-K signifikant mit Fragebogenmaßen der HNE, der Häufigkeit, mit der mathematische Spiele in der Familie gespielt werden, sowie mit den frühen mathematischen Kompetenzen von Kindern zusammenhängt. Letztlich vermuteten wir, dass der TRT-Mathe-K die frühen mathematischen Kompetenzen von Kindern auch unter Kontrolle verschiedener familiärer und kindlicher Kontrollvariablen signifikant vorhersagt. Hierbei sollten insbesondere grundlegende mathematische Fertigkeiten (Niveau 1 und 2, siehe unten) und weniger fortgeschrittene mathematische Fertigkeiten der Kinder (Niveau 3, 4 und 5) durch den TRT-Mathe-K vorhergesagt werden.

Methode

Pilotstudie

Im ersten Schritt der Erstellung des TRT-Mathe-K erfolgte eine Vorauswahl von mathematischen Kinderspielen über eine Online-Recherche. Dabei wurden zum einen aktuelle Verkaufszahlen von Amazon (Suche nach „Kinderspiele“, „Brettspiele für Kinder“, „Kartenspiele für Kinder“) berücksichtigt und zum anderen auch auf Webseiten von bekannten deutschen Spiele-Verlagen (z.B. Ravensburger, HABA, Kosmos, Schmidt Spiele) nach Spielen mit mathematischen Inhalt für Kinder bis zu sechs Jahren gesucht. Der mathematische Inhalt umfasste dabei Aspekte, die für den Erwerb vorschulischer mathematischer Kompetenzen als zentral angenommen werden, wie zum Beispiel das Vorhandensein eines Zahlenwürfels, die Sichtbarkeit von Zahlen und Ziffern, die Notwendigkeit von Abzählen, Zählen, Rechnen, Formen oder Muster zuordnen. Darüber hinaus wurden alle Kinderspiele des Jahres von 2001–2018, in denen frühe mathematische Kompetenzen benötigt werden, mit in die Auswahl aufgenommen. Im weiteren Vorgehen wurden Einzelhandelsverkäufer von Kinderspielen nach Spielen mit mathematischem Inhalt befragt, was dazu führte, dass 12 weitere Spiele für die Vorauswahl berücksichtigt werden konnten. Diese Vorauswahl wurde von einem Entwickler deutscher Kinderspiele hinsichtlich Bekanntheit und korrekter Einteilung als Mathespiel bewertet und im Zuge dessen durch zwei weitere mathematische Kinderspiele ergänzt.

Im Rahmen einer Vorstudie wurde diese Spielreihe mittels Online-Fragebogen im Dezember und Januar 2018/2019 pilotiert. Dabei gaben $N = 76$ Eltern von Kindern im Alter zwischen 3 und 7 Jahren für 87 Spielertitel, die sowohl mathematische und nicht-mathematische Inhalte als auch erfundene Spielertitel enthielten, an, ob ihr Kind das Spiel kennt oder nicht. Aufgrund dieser Befragung wurden alle Spielertitel mit mathematischen und nicht-mathematischen Inhalten für den TRT-Mathe-K ausgeschlossen, die eine Varianz von 0 aufwiesen. Zudem wurde die Trennschärfe der einzelnen Items herangezogen und zusätzlich alle Items mit einer Item-Skala Korrelation $< .20$ ausgeschlossen (für eine Diskussion der Trennschärfe als Kriterium, siehe Yousfi, 2005).

Mittels dieses Vorgehens konnten 24 mathematische Spiele identifiziert werden, die eine Reliabilität von Cronbachs α (Kuder-Richardson-20-Koeffizient; KR-20) = .82 aufwiesen. Die nicht-mathematischen Spiele umfassten acht Items, von denen sechs Items mit der höchsten Trennschärfe und einer Reliabilität von Cronbachs α (KR-20) = .59 bei der weiteren Testentwicklung berücksichtigt wurden. Aus der so entstandenen Spieleauswahl wurden entsprechend des Vorgehens von Grolig et al. (2017) zwei Versionen (A- und B-Version) des TRT-Mathe-K erstellt: Hierfür wurden die 24 Mathespielertitel sowie sechs Nicht-Mathespielertitel per Zufall in drei Sets mit jeweils acht Mathespielertiteln und zwei Nicht-Mathespielertiteln aufgeteilt. Für Version A wurden alle Titel aus Set eins und zwei sowie zusätzlich acht erfundene Titel zusammengefügt, für Version B alle Titel aus Set eins und drei, sowie erneut acht weitere erfundene Titel. Die beiden Endversionen enthielten somit jeweils 28 Spielertitel, bei denen es sich um 16 mathematische, vier nicht-mathematische und acht erfundene Spiele handelte (siehe ESM 2).

In der Instruktion des TRT-Mathe-K wird darauf hingewiesen, dass die Checkliste sowohl Gesellschaftsspiele als auch erfundene Titel enthält und dass nicht geraten werden sollte. Hierdurch wird diesem sozial erwünschten Antwortverhalten vorgebeugt (Skwarchuk et al., 2014). Die beiden Versionen des TRT-Mathe-K bestehen jeweils aus einer DIN-A4-Seite, auf der sich neben jedem Titel ein Kästchen befindet, das angekreuzt werden soll, falls die Versuchsperson der Meinung ist, dass ihr Kind das Spiel kennt. Als Hit Rate (HR) wird die Division der Anzahl der durch eine Versuchsperson ausgewählten Mathespielertitel durch die Anzahl aller 16 Mathespielertitel gezählt. Die False Alarm Rate (FAR) ergibt sich aus der Division der Anzahl der von der Versuchsperson ausgewählten erfundenen Spielertitel durch die Anzahl aller acht erfundenen Spielertitel. Um für sozial erwünschtes Antwortverhalten, das trotz des Instruktionshinweises auf erfundene Spielertitel auftreten könnte, zu kontrollieren, wird

eine Korrigierte Testwertrate (KTR) aus der Subtraktion der FAR von der HR berechnet.

Hauptstudie

Stichprobe

Die vorliegende Studie wurde mit Kindergartenkindern und ihren Familien aus vier verschiedenen Regionen in Bayern (Hof, Wunsiedel, Bamberg und Eichstätt) durchgeführt, die für die Teilnahme ihr Einverständnis erklärt hatten. Es nahmen insgesamt $N = 193$ Kinder mit einem Durchschnittsalter von $M = 62.7$ Monaten ($SD = 9.5$; zwischen 3.5 und 7 Jahren) teil, wobei 12 % der Eltern einen Mittelschulabschluss, 41 % einen Realschulabschluss und 48 % das Abitur als höchsten Bildungsabschluss im Haushalt aufwiesen. Das Geschlechterverhältnis war mit 98 Jungen (51 %) und 95 Mädchen (49 %) nahezu ausgeglichen. Die Erhebungen fanden in separaten Räumen der jeweiligen Kindergärten in Form von Einzeltestungen statt.

Der sozioökonomische Status (SÖS) der Familie wurde neben dem höchsten Bildungsabschluss der Eltern innerhalb der Familie auch mit der Wegener-Skala erfasst (Wegener, 1988). Dabei wurden die Eltern gebeten, ihren aktuell ausübenden Beruf anzugeben, für den dann Prestige-Punkte vergeben wurden. Die Skala reicht vom Minimalwert von 20.0 Punkten, die beispielsweise eine ungelernete arbeitende Person zugewiesen bekommt, bis zum Maximalwert von 186.6 Punkten, die eine Ärztin bzw. ein Arzt erhält. Als Kennwert für den SÖS wurde der Maximalwert der Prestige-Punkte in einer Familie verwendet, wobei der Mittelwert $M = 83.68$ ($SD = 31.77$) betrug und damit im mittleren Bereich und vergleichbar zu anderen deutschen Studien ausfiel (vgl. Niklas et al., 2020; Niklas & Schneider, 2014).

Erhebungsinstrumente

Intelligenz. Zur Erfassung der Intelligenz der Kinder wurde die modifizierte Version der *Columbia Mental Maturity Scale* (CMM; Burgemeister, Blum & Lorge, 1972) angewendet, welche aus der *Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Vorschulalter* (BUEVA; Esser, 2002) stammt. Hierbei war es die Aufgabe der Kinder, jenes Bild unter mehreren Bildern zu identifizieren, welches nicht zu den anderen passte. Die CMM ist ein Maß, das frei von expressiver Sprache und zeitökonomisch ist. Eine gute Reliabilität, eine ausreichend hohe Trennschärfe und die prognostische Validität bezüglich der Schulleistungen ist mit diesem Verfahren sichergestellt (Esser, 2002).

Sprachliche Kompetenzen. Des Weiteren wurde von $N = 182$ Kindern als Maß zur Erfassung der sprachlichen Kompetenzen die deutsche Version des TROG (*Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses*; Fox, 2006)

durchgeführt. Hierbei handelt es sich um einen rezeptiven Sprachtest, der für den Altersbereich von 3 bis 10 Jahren verwendet werden kann. Dafür wurden den Kindern Wörter bzw. Sätze vorgelesen und es musste aus jeweils vier Bildern das Bild ausgewählt werden, welches mit dem Vorgelesenen übereinstimmte. Die Version umfasst 48 Items, die in Sets zusammengefasst sind, die auf gleichen grammatikalischen Strukturen basieren. Als Indikator wurde die Anzahl richtig gelöster Sets herangezogen (Cronbachs $\alpha = .88$).

Mathematische Vorläuferkompetenzen. Die Erhebung der mathematischen Vorläuferfertigkeiten der Kinder basierte auf der *Mathematik- und Rechenkonzepte im Vorschulalter – Diagnose* (MARKO-D; Ricken, Fritz & Balzer, 2013; vgl. Bruckner-Feld, Kastner-Koller & Deimann, 2015), bei der fünf Niveaustufen unterschieden werden (Zählzahl, Ordinaler Zahlenstrahl, Kardinalität und Zerlegbarkeit, Enthaltensein und Klasseninklusion, Relationalität). Die Items sind dabei in eine Rahmengeschichte über zwei Eichhörnchen eingebettet, wobei die Schwierigkeit der Items über den Testverlauf variiert, sodass jedes Kind 55 Items beantwortet. Für jedes richtig gelöste Item wurde ein Punkt vergeben. Als Indikator für allgemeine mathematische Vorläuferfertigkeiten wurde in der vorliegenden Studie der Gesamtwert aller 55 Items des MARKO-D-Tests verwendet. Darüber hinaus wurden als Indikator für grundlegende mathematische Vorläuferfertigkeiten ein Gesamtwert aus den Items von Niveau I und II gebildet und als Indikator für fortgeschrittene mathematische Vorläuferfertigkeiten ein Gesamtwert aus den Items von Niveau III, IV und V. Die Reliabilität des Verfahrens ist mit einer Personenreliabilität nach Rasch von .91 als hoch anzusehen und auch Inhalts- sowie Kriteriumsvalidität sind gewährleistet (Bruckner-Feld et al., 2015). Ebenso ist für die vorliegende Studie für den Gesamtwert des MARKO-D eine hohe interne Konsistenz aller 55 Items von Cronbachs $\alpha = .92$ sowie für die Items der grundlegenden ($\alpha = .87$) und fortgeschrittenen ($\alpha = .87$) mathematischen Vorläuferfertigkeiten zu finden.

Elternbefragung. Die Eltern wurden nach verschiedenen mathematischen Aktivitäten, die sie im Familienkontext gemeinsam mit ihren Kindern durchführen und deren Häufigkeit (7-stufig von *seltener als einmal im Monat/nie* bis *mehrmals täglich*) befragt. Hierbei wurde die HNE in drei verschiedene Aspekte untergliedert (vgl. Niklas & Schneider, 2014; Niklas et al., 2016b): Rechenspiele, formelle und informelle HNE. So wurde nach der Regelmäßigkeit gefragt, mit der Würfel-, Rechen- oder Zählspiele durchgeführt werden (HNE_Spiel; 3 Items; Cronbachs $\alpha = .60$). Als zweiter Aspekt wurde die formelle HNE (HNE_formell) und damit die Häufigkeit erfasst, mit der die Eltern ihren Kindern gezielt mathematisches Wissen aktiv beibringen (vgl. Skwarchuk et al., 2014; 6 Items;

Cronbachs $\alpha = .76$). Letztlich wurde die informelle HNE (HNE_informell) und damit die Häufigkeit von alltäglichen Gelegenheiten erfragt, in deren Rahmen Kinder mathematisches Wissen nebenbei erlernen können (5 Items; Cronbachs $\alpha = .64$).

Zusätzlich wurden die beiden Parallelversionen des TRT-Mathe-K (siehe Pilotstudie) eingesetzt. Hierbei füllten $N = 103$ Eltern die Version A und $N = 90$ Eltern die Version B aus, was etwa drei bis fünf Minuten beanspruchte. Weiterhin konnte von $n = 64$ Eltern knapp zwei Monate nach der Ersterhebung ein weiteres Mal der TRT-Mathe-K erhoben werden und zwar mit der Parallelversion, die von ihnen noch nicht ausgefüllt worden war. Hierbei ergab sich eine Paralleltest- und Retestreliabilität von $r = .66$, was auf eine ausreichende Reliabilität des Verfahrens hindeutete. Hingegen fiel die interne Konsistenz beider Versionen eher niedrig bis gerade noch ausreichend aus (Cronbachs α [KR-20]_{VersionA/B} = $.48 / .60$; Split-Half-Reliabilität_{VersionA/B} = $.55 / .68$; für eine reduzierte Itemanzahl [aufgrund negativer Item-Kovarianzen] McDonalds ω _{VersionA/B} = $.60 / .58$). Da es sich beim TRT-Mathe-K allerdings um eine reine Checkliste mit teils sehr unterschiedlichen und wenig bekannten Spielen handelt, waren hohe interne Konsistenzen auch nicht zu erwarten (vgl. Grolig et al., 2017). Für die Überprüfung des Zusammenhangs mit den weiteren Studienvariablen wurde für jede Familie die vorhandene KTR des TRT-Mathe-K Wert – unabhängig von der verwendeten Version – in die Berechnung eingeschlossen, sodass diese Analysen mit $N = 193$ Familien durchgeführt wurden.

Statistisches Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden die Hit- bzw. False-Alarm-Rate für die beiden Versionen des TRT-Mathe-K untersucht. Hierbei wurden alle vorhandenen Daten aus der Hauptuntersuchung zusammengefasst. Somit basieren diese Analysen auf $N = 103$ gültigen Checklisten der Version A, $N = 90$ gültigen Checklisten der Version B und, für diejenigen Items, die in beiden Versionen vorkommen, $N = 193$ gültigen Checklisten. In einem zweiten Schritt wurden die deskriptiven Statistiken inklusive der Korrelationen für alle Studienvariablen als Rohwerte inklusive des Gesamtwerts der KTR berechnet und dargestellt. Abschließend wurde mittels Regressionsanalysen die Varianzaufklärung in den kindlichen Fähigkeiten durch den TRT-Mathe-K analysiert. Hierbei wurden mit dem Einschlussverfahren zunächst die Kontrollvariablen in das Modell aufgenommen, bevor in einem letzten Schritt die KTR des TRT-Mathe-K als zusätzlicher Prädiktor in das Modell integriert wurde.

Tabelle 1. Deskriptive Statistiken und Korrelationen aller Studienvariablen

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Alter in Monaten	193	62.68	9.48	.01	.41**	-.07	-.15*	.26**	.44**	.03	.21**	.08	.50**	.57**	.51**	.59**
Geschlecht (1)	193	0.49	0.50		.15*	-.04	.07	-.06	.01	-.09	-.07	-.07	.13	.05	.02	.04
Intelligenz (2)	185	44.46	11.87			.07	.14	.17*	.18	-.03	.07	.00	.36**	.43**	.34**	.42**
Berufsprestige (3)	191	83.68	31.77				.45**	.05	.00	-.04	-.11	-.04	.14	.17*	.14	.17*
Bildung (4)	192	2.36	0.68					-.10	-.23	-.02	-.11	.04	.21**	.21**	.24**	.24**
TRT_Mathe_K (5)	193	0.28	0.14						.66**	.18*	.13	.14*	.19**	.29**	.20**	.26**
TRT_Mathe_K_Retest (6)	64	0.31	0.15							.05	.02	.09	.19	.42**	.37**	.43**
HNE_Spiele (7)	192	4.21	1.13								.42**	.79**	-.03	.08	-.02	.03
Formelle HNE (8)	193	4.08	1.20									.54**	.24**	.25**	.16*	.22**
Informelle HNE (9)	193	4.31	0.92										-.01	.16*	.04	.11
TROG_sets (10)	182	1.93	3.70											.64**	.62**	.69**
Marko-D_Grund (11)	191	18.45	5.17												.71**	.92**
Marko-D_Fort (12)	191	6.64	5.33													.93**
Marko-D_Ges (13)	191	25.09	9.71													

Anmerkungen: * $p < .05$; ** $p < .01$; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Berufsprestige = Höchstes Berufsprestige im Haushalt nach Wegener (1988); Bildung: Höchster Bildungsgrad im Haushalt; TRT_Mathe_K = mathematischer Titelrekognitionstest für Kindergartenkinder; HNE = Home Numeracy Environment; TROG_sets = Grammatiktest; Marko-D = Mathetest (Grundlegende/Fortgeschrittene mathematische Vorläuferfertigkeiten/Gesamttest).

Ergebnisse

Hit- und False-Alarm-Rate

In einem ersten Schritt wurde für jedes einzelne Item die Hit- bzw. False-Alarm-Rate berechnet. Zusätzlich zu diesen Raten zeigt die Tabelle im elektronischen Supplement 2 die Aufteilung der Items in die beiden Versionen und die Anzahl an Beobachtungen. Es wird deutlich, dass die befragten Personen kaumangaben, erfundene Spiele zu kennen. So wählten nur acht der Befragten jeweils genau einen falschen Spieltitle. Demgegenüber schwankte die HR für mathematische Spiele zwischen .01 und .83. Damit wurde jedes mathematische Spiel von mindestens einer Familie richtig erkannt. Allerdings finden sich einige Spieletitel, die nur einer äußerst geringen Familienanzahl bekannt sind, was sich auch in der durchschnittlichen eher niedrigen HR von .25 ausdrückt.

Beim Vergleich der beiden Versionen A und B fällt auf, dass die HR in Version B leicht über der HR von Version A liegt ($M_B = 0.31$, $SD_B = 0.14$; $M_A = 0.25$, $SD_A = 0.13$; $t(89) = 4.07$, $p < .05$). Vergleicht man die HR von denjenigen Personen, die einmal Version A und einmal Version B in der Erst- und einer Nachbefragung bearbeitet haben ($n = 64$), so finden sich keine signifikanten Unterschiede bei denjenigen, die zuerst Version B bearbeitet hatten ($n = 24$; $M_{\text{Unterschied B}_A} = 0.02$, $t(23) = -0.94$, $p > .05$), jedoch ebenfalls signifikant höhere HR für Version B bei denjenigen, die zuerst Version A bearbeitet hatten ($n = 40$; $M_{\text{Unterschied A}_B} = 0.07$, $t(39) = -3.86$, $p < .05$). Somit scheinen

sich in Version B etwas besser bekannte Spiele als in Version A zu befinden.

Deskriptive Statistiken

Die deskriptiven Statistiken (Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen etc.) sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1 zeigt, dass das Alter der Kinder mit vielen Studienvariablen positiv zusammenhängt. Ältere Kinder erlebten mehr mathematische Interaktionen in der Familie und wiesen bessere Kompetenzen gegenüber jüngeren Kindern auf. Es fanden sich keine relevanten Geschlechtsunterschiede. Kinder mit höherer Intelligenz und Kinder, deren Eltern eine höhere Bildung aufwiesen, zeigten bessere Ergebnisse in den Leistungstests. Das höchste Berufsprestige, das mit mittlerer Effektstärke mit der elterlichen Bildung zusammenhing, war hingegen nur schwach und nur teils signifikant mit den mathematischen und sprachlichen Kompetenzen der Kinder assoziiert (siehe Tabelle 1).

Die KTR des TRT-Mathe-K hing signifikant mit der Häufigkeit gemeinsamer mathematischer Spiele und der informellen HNE zusammen. Außerdem zeigten sich signifikante Zusammenhänge des TRT-Mathe-K mit den mathematischen und sprachlichen Kompetenzen. Die Korrelationen fielen hierbei bei der Stichprobe mit Wiederholungsmessung der Checkliste (Retest) noch einmal höher aus für die frühen mathematischen Kompetenzen. In Bezug auf die HNE ging insbesondere eine besser ausge-

Tabelle 2. Ergebnisse der Regressionsanalysen und durch den TRT-Mathe-K zusätzlich aufgeklärte Varianz

	TROG_sets ($R^2 = .41$; $\Delta R^2 = .006$)			Grundl. math. Vorläuferfertigkeiten ($R^2 = .49$; $\Delta R^2 = .017$)			Fortg. math. Vorläuferfertigkeiten ($R^2 = .39$; $\Delta R^2 = .008$)			MARKO-D Gesamtwert ($R^2 = .50$; $\Delta R^2 = .014$)		
	B	t	p	β	t	p	β	t	p	β	t	p
Alter	.44	6.40	< .001	.48	7.58	< .001	.48	6.88	< .001	.52	8.26	< .001
Geschlecht	.11	1.86	.07	.02	0.39	.70	-.01	-0.15	.88	.01	0.12	.91
Intelligenz	.09	1.31	.19	.16	2.51	< .05	.08	1.10	.27	.13	2.04	.04
Berufsprestige	.08	1.17	.25	.10	1.59	.11	.04	0.52	.61	.07	1.17	.24
Bildung	.26	3.83	< .001	.24	3.75	< .001	.30	4.35	< .001	.29	4.66	< .001
HNE_Spiele	-.09	-1.23	.22	-.03	-0.48	.63	-.09	-1.20	.23	-.06	-0.99	.32
Formelle HNE	.28	3.90	< .001	.15	2.29	< .05	.12	1.68	.10	.15	2.26	< .05
Informelle HNE	-.14	-1.94	.05	.05	0.71	.48	-.02	-0.32	.75	.01	0.19	.85
TRT-Mathe-K	.08	1.34	.18	.14	2.40	.02	.10	1.50	.14	.13	2.21	.03

Anmerkungen: Signifikante Kennwerte sind fett gedruckt; Geschlecht: 0 = männlich, 1 = weiblich; Berufsprestige = Höchstes Berufsprestige im Haushalt nach Wegener (1988); Bildung: Höchster Bildungsgrad im Haushalt; HNE = Home Numeracy Environment; TRT-Mathe-K = mathematischer Titelrekognitionstest für Kindergartenkinder; TROG_sets = Satzverständnistest; MARKO-D = Mathematiktest (Grundlegende/Fortgeschrittene mathematische Vorläuferfähigkeiten/Gesamttest)

prägte formelle HNE mit höheren kindlichen Kompetenzen einher, während die informelle HNE nur mit den mathematischen Vorläuferfertigkeiten signifikant korrelierte. Letztlich korrelierten die Maße für Wortschatz und Mathematik sehr hoch und signifikant miteinander.

Vorhersage früher mathematischer Kompetenzen

In einem letzten Schritt wurden Regressionsanalysen zur Vorhersage der grundlegenden mathematischen Vorläuferfertigkeiten, der fortgeschrittenen mathematischen Vorläuferfertigkeiten, des MARKO-D Gesamtwerts als Maße für frühe mathematische Kompetenzen sowie der sprachlichen Kompetenzen durch den TRT-Mathe-K durchgeführt. Hierbei wurde für das Geschlecht der Kinder, ihr Alter, ihre Intelligenz, die elterliche Bildung, das Berufsprestige der Eltern sowie die verschiedenen HNE-Maße kontrolliert. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalysen.

Zunächst wird deutlich, dass das Alter der Kinder und die elterliche Bildung hinsichtlich ihrer Effektstärke die stärksten Prädiktoren für die frühen kindlichen Kompetenzen darstellen. Es konnten insgesamt zwischen 39 % und 50 % der Varianz durch die berücksichtigten Variablen aufgeklärt werden. Neben Alter der Kinder und Bildungsgrad der Eltern erwies sich die formelle HNE und damit das direkte mathematische Lehren der Eltern für alle frühen kindlichen Kompetenzen als relevant, wobei bei den fortgeschrittenen mathematischen Vorläuferkompetenzen nur eine auf dem 10 % Niveau-signifikante Va-

rianzaufklärung durch die formelle HNE zu verzeichnen war. Intelligenz war ein positiver Prädiktor für die grundlegenden mathematischen Vorläuferfertigkeiten und den MARKO-D Gesamtwert. Letztlich konnte der TRT-Mathe-K über alle Kontrollvariablen hinaus einen signifikanten zusätzlichen Varianzanteil von 1–2 % in den grundlegenden mathematischen Vorläuferfertigkeiten und im MARKO-D Gesamtwert aufklären, während dies für die fortgeschrittenen mathematischen Vorläuferfertigkeiten und insbesondere bei den sprachlichen Fähigkeiten der Kinder nicht gelang.

Diskussion

Frühe mathematische Kompetenzen im Kindergartenalter hängen eng mit der Qualität der HNE und den späteren mathematischen Fähigkeiten in der Schule zusammen (z.B. Niklas & Schneider, 2017). Allerdings fehlten bislang Maße zur Erfassung der HNE für den deutschen Sprachraum, welche die Tendenz zu sozial erwünschtem Antwortverhalten der Eltern begrenzen und auch bei der Berechnung der Testwerte einbeziehen. Wie für den Schriftsprachbereich (vgl. Grolig et al., 2017) erwies sich nun auch für den numerischen Bereich ein Titelrekognitionstest (TRT-Mathe-K) als ein zeitökonomisches, reliables und valides Messinstrument für die Erfassung des Anregungsgehalts in der HNE, das signifikant mit mathematischen Vorläuferkompetenzen korreliert und diese auch unter Berücksichtigung verschiedener Kontrollvariablen vorhersagen kann.

In Regressionsanalysen konnte der TRT-Mathe-K zusätzlich zu Intelligenz, Alter, Geschlecht, SÖS und der HNE signifikant Varianz in frühen mathematischen Kompetenzen aufklären. Dieser Befund ergänzt Studien von Niklas und Schneider (2012, 2014), in denen das Spielen von Gesellschaftsspielen ebenfalls frühe mathematische Kompetenzen im Kindergarten und darüber hinaus vorhersagte. Bei einer differenzierten Betrachtung der frühen mathematischen Kompetenzen fördert das Spielen von numerischen Kinderspielen, bei dem beispielsweise Felder und Spielfiguren abgezählt werden müssen oder die Zahlen auf dem Würfel eingeübt werden, den Ergebnissen zufolge vor allem grundlegende mathematische Fertigkeiten. Eventuell können durch das Üben von basalen mathematischen Kompetenzen im Spiel aber auch fortgeschrittene mathematische Vorläuferfertigkeiten verbessert werden (vgl. Krajewski & Schneider, 2009), sodass der korrelative Zusammenhang des TRT-Mathe-K mit fortgeschrittenen mathematischen Vorläuferfertigkeiten nicht überrascht. Allerdings scheint der Zusammenhang eher gering zu sein, so dass nach der Berücksichtigung von Kontrollvariablen kein signifikanter Varianzanteil mehr aufgeklärt wird.

Eine Domänenspezifität der HNE, die speziell mathematische aber eher nicht schriftsprachliche Fähigkeiten vorhersagen soll, wird immer wieder diskutiert (vgl. Anders et al., 2012; Lehl et al., 2020; Napoli & Purpura, 2018; Niklas, 2015). Allerdings üben Kinder beim Spielen bzw. während mathematischer familiärer Aktivitäten nicht nur mathematische Fertigkeiten ein, sondern lernen auch neue Wörter und müssen sich für den Spielerfolg sprachlich ausdrücken. Der gefundene korrelative Zusammenhang des TRT-Mathe-K mit dem Satzverständnis stimmt hierbei mit Befunden von Napoli und Purpura (2018) überein, die berichten, dass die HNE sogar einen besseren Prädiktor für schriftsprachliche Kompetenzen darstellen kann als die HLE.

So erscheint es insgesamt plausibel, dass der TRT-Mathe-K zwar einerseits dafür geeignet ist, um frühe mathematische Kompetenzen vorherzusagen, aber andererseits auch mit sprachlichen Kompetenzen in Beziehung steht, was das Argument der domänenübergreifenden Wirkung der HNE weiter bekräftigt (Niklas, 2015). Andererseits wurde unter Berücksichtigung der Kontrollvariablen kein signifikanter Varianzanteil in den kindlichen sprachlichen Fähigkeiten durch den TRT-Mathe-K aufgeklärt, was ein Beleg für die diskriminante Validität des Verfahrens ist. Demgegenüber konnte ein signifikanter Varianzanteil im Gesamtwert des MARKO-D aufgeklärt und ein signifikanter korrelativer Zusammenhang mit der informellen HNE gezeigt werden, was die konvergente Validität des Verfahrens belegt.

Während für die HLE ein enger Zusammenhang mit dem SÖS mehrfach nachgewiesen wurde (z.B. Niklas, Möllers & Schneider, 2013), ist der Zusammenhang von SÖS und HNE noch nicht abschließend geklärt. In der vorliegenden Studie korrelierte keines der HNE-Maße signifikant mit dem SÖS. Dies widerspricht der Studie von Anders et al. (2012), in der die HNE (erfasst über die Beobachtung des mathematischen sprachlichen Inputs) den Einfluss des SÖS auf mathematische Kompetenzen im Kindergarten mediierte, entspricht aber anderen Studien zur HNE (z.B. Niklas & Schneider, 2014; Befragung von Aktivitätshäufigkeit). In diesem Bereich sind deshalb noch weitere und detaillierte Untersuchungen nötig, um genau zu erfassen, welche Aspekte des SÖS eventuell mit welchen Teilaspekten der HNE zusammenhängen (Hornburg et al., 2021).

Darüber hinaus fanden sich signifikante Zusammenhänge der formellen und informellen HNE mit den grundlegenden mathematischen Vorläuferfertigkeiten und teils mit den fortgeschrittenen mathematischen Vorläuferfertigkeiten (LeFevre et al., 2009; LeFevre, Polyzoi, Skwarchuk, Fast & Sowinski., 2010). Insgesamt stimmen die Ergebnisse der Korrelationsanalysen dabei mit dem von der Forschergruppe um Skwarchuk aufgestellten *Home Numeracy Modell* überein (vgl. Skwarchuk et al., 2014), in welchem formelle Aktivitäten eher mit basalen, symbolischen mathematischen Fertigkeiten zusammenhängen als mit nichtsymbolischen Fertigkeiten wie dem Kopfrechnen, die eher fortgeschrittenen Kompetenzen zugeschrieben werden können.

Limitationen

Einschränkend muss erwähnt werden, dass sich für die A-Version des TRT-Mathe-K eine geringe interne Konsistenz und für die B-Version eine nur noch ausreichende interne Konsistenz ergab, obwohl diese in der Pilotstudie für die gleichen Spieltitel (allerdings mit größerer Gesamtzahl an Items) als hoch eingestuft werden konnte. Damit ist Cronbachs α für die Mathespieltitel der B-Version vergleichbar mit den Werten aus Validierungsstudien von Buchtitel-Checklisten (vgl. Grolig et al., 2017; Schroeder et al., 2014). Als positiv ist die Parallel- und Retestrelia-bilität einzuschätzen, wobei sich die zweimal befragten Eltern nicht signifikant von der restlichen Stichprobe hinsichtlich der KTR im TRT-Mathe-K bei der ersten Erhebung unterschieden. Außerdem ergab sich eine geringe FAR und es kann davon ausgegangen werden, dass die Eltern sich nicht nur zufällig für Titel entschieden, sondern tatsächlich nur die auswählten, von denen sie glaubten, dass diese ihr Kind kennt. Allerdings geht die geringe FAR auch mit einer Varianzeinschränkung einher.

Die Itemschwierigkeit zwischen beiden Versionen scheint sich leicht zu unterscheiden und Version A etwas mehr unbekannte Titel zu enthalten. Da die interne Konsistenz für die B-Version höher war als für die A-Version, die Versuchspersonen in Version B mehr Titel kannten und ankreuzten und da explorative Analysen auch zeigten, dass sich für die B-Version engere Zusammenhänge mit den mathematischen Kompetenzen der Kinder zeigten, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Version B besser eignet, um die Kenntnis mathematischer Spiele und damit auch die zu erwartende Nutzung dieser Spiele in der Familie zu erfassen. Alternativ könnten in zukünftigen Studien auch beide Checklisten kombiniert werden, da dies mit Blick auf die Pilotstudie zu einer ausreichend hohen internen Konsistenz führen sollte.

Gleichzeitig sollte bedacht werden, dass durch den TRT-Mathe-K nur eine sehr geringe Varianzaufklärung über die Kontrollvariablen hinaus geleistet werden konnte. Da zudem die Korrelation mit den anderen HNE-Maßen zwar positiv, aber ebenfalls gering ausfiel, ist es zu empfehlen, in Studien zur HNE diese möglichst umfassend zu erheben. Der frei verfügbare TRT-Mathe-K erweist sich dabei als eine sehr sinnvolle Ergänzung von Fragebogenverfahren für den deutschsprachigen Raum.

Weitere methodische Einschränkungen betreffen den TRT-Mathe-K selbst, der nur die Quantität und nicht die Qualität der familiären Aktivitäten berücksichtigt (für die Bedeutung der Qualität, siehe Lehl et al., 2020). Ob ein Spiel folglich vor dem laufenden Fernseher gespielt wird oder aber mit dem Kind während der Spielsituation über die gewürfelten Anzahlen gesprochen wird und eventuell Anregungen über die Inhalte des Spiels hinaus erfolgen, kann durch den TRT-Mathe-K nicht berücksichtigt werden.

Zum anderen ist die Tatsache, dass Eltern angeben, ihr Kind kenne ein Spiel, nicht zwangsläufig darauf zurückzuführen ist, dass das Spiel zuhause im Rahmen von familiären Aktivitäten gespielt wurde. Vielmehr kann das Kind das Spiel auch im Kindergarten oder bei befreundeten Kindern gespielt und den Eltern davon erzählt haben. Somit wäre ein hoher Wert im TRT-Mathe-K nicht mehr durch eine anregungsreiche familiäre Lernumwelt, sondern beispielsweise auch durch eine anregungsreiche institutionelle Lernumwelt erklärbar. Außerdem ist nicht auszuschließen, dass es weniger auf mathematische Spiele ankommt, sondern dass das Spielespielen an sich kindliche Kompetenzen fördern könnte.

Auch zu bedenken ist, dass die Spiele, ähnlich wie die Bücher aus den schriftsprachlichen Checklisten im Laufe der Zeit an Aktualität verlieren und nicht mehr repräsentativ für häufig gespielte Spiele im Kindergartenalter sein könnten (vgl. auch Schroeder et al., 2014). Andererseits handelt es sich bei vielen verwendeten Spiel Titeln

um Spiele, die bereits seit Jahrzehnten beliebt sind (z. B. Kniffel oder Monopoly) und es wahrscheinlich auch in den kommenden Jahren noch sein werden. Somit sollte der TRT-Mathe-K vermutlich die nächsten Jahre problemlos eingesetzt werden können. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Liste zu modifizieren, indem Spiel titel ausgetauscht und neue Spiel titel hinzugefügt werden, wie es analog dazu bereits für schriftsprachliche Checklisten häufiger praktiziert wurde (Martin-Chang & Gould, 2008). Dies sollte insbesondere für Version A des TRT-Mathe-K angedacht werden.

Des Weiteren kann mit dem TRT-Mathe-K nur geprüft werden, wie viele deutschsprachige mathematische Kinderspiele dem eigenen Kind bekannt sind, was problematisch ist, wenn es sich zum Beispiel um Kinder mit Migrationshintergrund handelt, die bilingual aufwachsen und mit denen damit nicht nur deutschsprachige Spiele zuhause gemeinsamen gespielt werden (vgl. Grolig et al., 2017; Schroeder et al. 2014 für Buchtitel-Titelchecklisten). Zwar ist dies im Vergleich zu Buchtitel-Checklisten weniger problematisch, da es sich bei zahlreichen Spielen um international verbreitete Spiele handelt (z. B. Monopoly, Uno, Vier gewinnt), trotzdem gilt es, den Migrationshintergrund bei der Interpretation der Ergebnisse des TRT-Mathe-K zu berücksichtigen.

Abschließend muss berücksichtigt werden, dass sich die Stichprobe nur aus bayerischen Familien zusammengesetzt hat. Auch wenn auf eine gute Balance zwischen Stadt und Land und verschiedene Bildungsschichten geachtet wurde, muss der TRT-Mathe-K noch für überregionale und heterogene Stichproben getestet werden. In weiteren Studien sollte deshalb überprüft werden, ob sich der TRT-Mathe-K auch in längsschnittlichen Untersuchungen mit diverseren Stichproben bewährt, inwieweit er mit Beobachtungsdaten in der Familie übereinstimmt und ob er die mathematische Kompetenzentwicklung vorhersagen kann.

Praktische Implikationen

Zusammenfassend weisen unsere Ergebnisse darauf hin, dass sich der TRT-Mathe-K im Forschungskontext gut eignet, um die mathematische familiäre Lernumwelt von Kindern im Kindergartenalter zu messen und dabei auch prädiktiv für frühe mathematische Kompetenzen unter Berücksichtigung vieler Kontrollvariablen ist. Die vorliegende Studie zeigt somit eine neue Möglichkeit auf, die HNE in einer ökonomischen Weise zu messen. Der TRT-Mathe-K stellt eine gelungene Ergänzung zu herkömmlichen Fragebogenverfahren dar, da er die HNE verhältnismäßig objektiv erfasst und sich auf eine familiäre Aktivität bezieht, welche sich in bisherigen Studien als be-

sonders fördernd und prädiktiv für die mathematische Kompetenzentwicklung erwiesen hat: Das Spielen von Spielen, die in einen Zahlenkontext eingebettet sind. Die Befunde können von den Eltern direkt auf den Alltag übertragen werden, da es sich bei der HNE meist um Aktivitäten handelt, die relativ einfach in den Alltag integriert werden können und den Kindern in der Regel sogar Spaß machen.

Elektronische Supplemente (ESM)

Die elektronischen Supplemente sind mit der Online-Version dieses Artikels verfügbar unter <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000310>

ESM 1. TRT-Mathe-K: A- & B-Version

ESM 2. Verteilung der Spieletitel auf die beiden Versionen A und B

Literatur

- Anders, Y., Rossbach, H., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S. & Maurice, J. von (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly* 27(2), 231–244. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.08.003>
- Bandura, A. (1979). *Sozial-kognitive Lerntheorie*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Berkowitz, T., Schaeffer, M. W., Maloney, E. A., Peterson, L., Gregor, C., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Math at home adds up to achievement in school. *Science*, 350(6257), 196–198. <https://doi.org/10.1126/science.aac7427>
- Bruckner-Feld, J., Kastner-Koller, U. & Deimann, P. (2015). Testbesprechungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 47, 219–223. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000131>
- Burgemeister, B., Blum, L., & Lorge, J. (1972). *Columbia mental maturity scale*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Burgess, S. R. (2002). The influence of speech perception, oral language ability, the home literacy environment, and pre-reading knowledge on the growth of phonological sensitivity: A one-year longitudinal investigation. *Reading and Writing*, 15, 709–737
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3–18.
- DeBaryshe, B. D. (1995). Maternal belief systems: Linchpin in the home reading process. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 16, 1–20. [https://doi.org/10.1016/0193-3973\(95\)90013-6](https://doi.org/10.1016/0193-3973(95)90013-6)
- Esser, G. (2002). *BUEVA – Basisdiagnostik umschriebener Entwicklungsstörungen im Vorschulalter*. Göttingen: Beltz.
- Fox, A. V. (Hrsg.) (2006). *TROG–D: Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses*. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Grolig, L., Cohrdes, C. & Schroeder, S. (2017). Der Titelrekognitionstest für das Vorschulalter (TRT-VS): Erfassung des Lesevolumens von präkonventionellen Lesern und Zusammenhänge mit Vorläuferfertigkeiten des Lesens. *Diagnostica*, 63, 309–319. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000186>
- Grolig, L., Cohrdes, C., Tiffin-Richards, S. P., Schröter, P., Trautwein, J., & Schroeder, S. (2018). *Print Exposure Checklists for German-speaking participants*. Verfügbar unter <https://osf.io/gewxd/>
- Grolig, L., Tiffin-Richards, S. P., & Schroeder, S. (2020). Print exposure across the reading life span. *Reading & Writing*, 33, 1423–1441. <https://doi.org/10.1007/s11145-019-10014-3>
- Gunderson, E. A. & Levine, S. C. (2011). Some types of parent number talk count more than others: Relations between parents' input and children's cardinal-number knowledge. *Developmental Science*, 14, 1021–1032. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01050.x>
- Hornburg, C. B., Borriello, G. A., Kung, M., Lin, J., Litkowski, E., Cosso, J., et al. (2021). Next directions in measurement of the home mathematics environment: an international and interdisciplinary perspective. *Journal of Numerical Cognition*, 7(2), 195–220. <https://doi.org/10.5964/jnc.6143>
- 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, 513–526. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.10.002>
- LeFevre, J.-A., Polyzoi, E., Skwarchuk, S.-L., Fast, L. & Sowinski, C. (2010). Do home numeracy and literacy practices of Greek and Canadian parents predict the numeracy skills of kindergarten children? *International Journal of Early Years Education*, 18(1), 55–70. <https://doi.org/10.1080/09669761003693926>
- LeFevre, J.-A., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D. & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 41(2), 55–66. <https://doi.org/10.1037/a0014532>
- Lehl, S. (2018). *Qualität häuslicher Lernumwelten im Vorschulalter: Eine empirische Analyse zu Konzept, Bedingungen und Bedeutung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Lehl, S., Ebert, S., Blaurock, S., Rossbach, H. G. & Weinert, S. (2020). Long-term and domain-specific relations between the early years home learning environment and students' academic outcomes in secondary school. *School Effectiveness and School Improvement*, 31(1), 102–124. <https://doi.org/10.1080/09243453.2020.1618346>
- Martin-Chang, S. L. & Gould, O. N. (2008). Revisiting print exposure: Exploring differential links to vocabulary, comprehension and reading rate. *Journal of Research in Reading*, 31, 273–284. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2008.00371.x>
- Napoli, A. R. & Purpura, D. J. (2018). The home literacy and numeracy environment in preschool: Cross-domain relations of parent-child practices and child outcomes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 581–603. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.10.002>
- Niklas, F. (2015). Die familiäre Lernumwelt und ihre Bedeutung für die kindliche Kompetenzentwicklung. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 62(2), 106–120. <https://doi.org/10.2378/peu2015.art11d>
- Niklas, F., Annac, E. & Wirth, A. (2020). App-based learning for kindergarten children at home (Learning4Kids): study protocol for cohort 1 and the kindergarten assessments. *BMC Pediatrics*, 20, 554. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02432-y>
- Niklas, F., Cohrdes, C. & Tayler, C. (2016a). Parents supporting learning: Literacy and numeracy in the home learning environment. *International Journal of Early Years Education*, 24(2), 121–142. <https://doi.org/10.1080/09669760.2016.1155147>
- Niklas, F., Cohrdes, C. & Tayler, C. (2016b). Improving preschoolers' numerical abilities by enhancing the home numeracy en-

- vironment. *Early Education and Development*, 27(3), 372–383. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1076676>
- Niklas, F., Möllers, K. & Schneider, W. (2013). Die frühe familiäre Lernumwelt als Mediator zwischen strukturellen Herkunftsmerkmalen und der basalen Lesefähigkeit am Ende der ersten Klasse. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 60(2), 94–111. <https://doi.org/10.2378/peu2013.art08d>
- Niklas, F., Nguyen, C., Cloney, D., Tayler, C. & Adams, R. (2016). Self-report measures of the home learning environment in large scale research: Measurement properties and associations with key developmental outcomes. *Learning Environments Research*, 19(2), 181–202. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9206-9>
- Niklas, F. & Schneider, W. (2012). Einfluss von „Home Numeracy Environment“ auf die mathematische Kompetenzentwicklung vom Vorschulalter bis Ende des 1. Schuljahres. *Zeitschrift für Familienforschung*, 24(2), 134–147. <https://doi.org/10.20377/jfr-182>
- Niklas, F. & Schneider, W. (2014). Casting the die before the die is cast: The importance of the home numeracy environment for preschool children. *European Journal of Psychology of Education*, 29, 327–345. <https://doi.org/10.1007/s10212-013-0201-6>
- Niklas, F. & Schneider, W. (2017). Home learning environment and development of child competencies from kindergarten until the end of elementary school. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 263–274. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.03.006>
- Ricken, G., Fritz, A. & Balzer, L. (2013). *Mathematik- und Rechenkonzepte im Vorschulalter – Diagnose: MARKO – D.* Göttingen: Hogrefe.
- Schroeder, S., Segbers, J. & Schröter, P. (2014). Der Kinder-Titelrekognitionstest (K-TRT). Ein Instrument zur Erfassung des Lesevolumens von Kindern im Deutschen. *Diagnostica*, 62, 16–30. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000131>
- Sénéchal, M., LeFevre, J. A., Hudson, E. & Lawson, E. P. (1996). Knowledge of storybooks as a predictor of young children's vocabulary. *Journal of Educational Psychology*, 88, 520–536. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.88.3.520>
- Skwarchuk, S. L., Sowinski, C. & LeFevre, J.-A. (2014). Formal and informal home learning activities in relation to children's early numeracy and literacy skills: The development of a home numeracy model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 121, 63–84. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.11.006>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wegener, B. (1988). *Kritik des Prestiges*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Weinert, S., Ebert, S. & Dubowy, M. (2010). Kompetenzen und soziale Disparitäten im Vorschulalter. *Zeitschrift für Grundschulforschung: ZfG*, 3(1), 32–45.
- Yousfi, S. (2005). Mythen und Paradoxien der klassischen Testtheorie (II). Trennschärfe und Gütekriterien. *Diagnostica*, 51, 55–66. <https://doi.org/10.1026/0012-1924.51.2.55>

Historie

Onlineveröffentlichung: 16.01.2023

Ethische Richtlinien

Das Forschungsprojekt wurde von der Ethikkommission der Universität Bamberg ethisch und rechtlich beraten und hat eine Freigabe erhalten (Antrag Nr. 2019–02/07).

Autorenschaften

Frank Niklas, Simone Lehl und Valérie Berner waren für die Studienkonzeption und Entwicklung des Messinstruments verantwortlich. Lorenz Grolig stand beratend für die Konzeption des Messinstruments zur Seite. Frank Niklas, Simone Lehl und Lena Ogrisek analysierten die Daten. Frank Niklas verfasste die Erstversion des Manuskripts. Frank Niklas, Simone Lehl, Lena Ogrisek, Valérie Berner und Lorenz Grolig arbeiteten an der Endfassung des Manuskripts.

Förderung

Open Access-Veröffentlichung ermöglicht durch die Ludwig-Maximilians-Universität München.

ORCID

Frank Niklas

 <https://orcid.org/0000-0002-3777-7388>

Simone Lehl

 <https://orcid.org/0000-0002-2720-122X>

Lorenz Grolig

 <https://orcid.org/0000-0002-7298-3339>

Valérie-D. Berner

 <https://orcid.org/0000-0001-5157-0853>

Prof. Dr. Frank Niklas

Department Psychologie

LMU München

Leopoldstraße 13

80802 München

Deutschland

niklas@psy.lmu.de