

von Simone Lehl und Dorothea Dornheim

„Was Hänschen nicht lernt ...“!?

Entwicklung, Bedeutung und Förderung frühen numerischen Wissens

Wie begreifen Kinder die Welt der Zahlen und Mengen? Ab wann können Kinder überhaupt zählen? Warum gibt es so große Unterschiede in den mathematischen Kompetenzen zwischen Kindern im Schulalter? Und was ist förderlich für die mathematische Entwicklung, was hinderlich? Verschiedene Projekte des Lehrstuhls Entwicklungspsychologie widmen sich diesen Fragen, um der übergeordneten Frage nach der Entwicklung, den Bedingungen und der Bedeutung früher mathematischer Kompetenzen auf die Spur zu kommen.

Der Begriff Mathematik erinnert die meisten an den Mathematikunterricht in der Grund- oder Sekundarschule. Doch lange bevor das formelle Lernen in der Schule beginnt, machen Kinder Erfahrungen mit mathematischen Konzepten. Dabei erwerben sie Wissen über Anzahlen, Größen und Mengen sowie deren Repräsentationen in Form von Zahlwörtern und Ziffern.



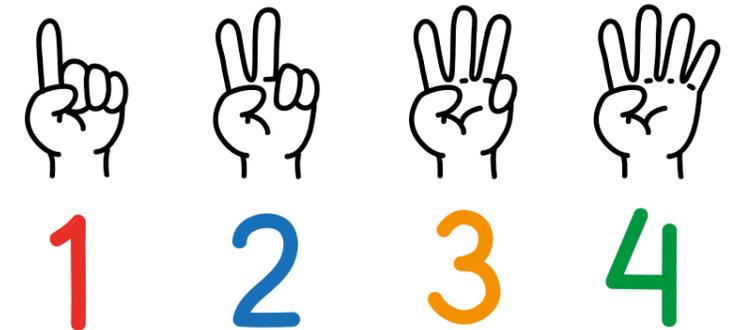
Die frühe numerische Entwicklung

Schon kurz nach der Geburt sind Säuglinge in der Lage, verschieden mächtige Mengen im Verhältnis 1:2, zum Beispiel 8 von 16 oder 16 von 32 Punkten, zu differenzieren. Es wird davon ausgegangen, dass diese Fähigkeit auf ein erstes quantitatives Verarbeitungssystem zurückgeht, welches beim Menschen speziell zur näherungsweisen Unterscheidung von Mengen angelegt ist – die sogenannte *Approximative Mengenrepräsentation*, auch als „number sense“ bezeichnet. Dieser „Zahlensinn“ ermöglicht es dem Menschen, größere Mengen ungefähr bestimmen zu können.

Zusätzlich ist ein zweites quantitatives Verarbeitungssystem der *Präzisen Anzahlrepräsentation* auf der Basis der Arbeitsgedächtniskapazität dafür verantwortlich, dass kleine Anzahlen exakt erfasst werden können. Schon 10 Monate alte Säuglinge können bis zu 3 Objekte parallel repräsentieren und präzise verarbeiten. Sie wissen aber noch nicht, dass die Zahlwörter eins, zwei, drei und so weiter den verschiedenen Mengen zugeordnet werden.



werden Kinder aufgefordert, beispielsweise einer Puppe genau 1 Objekt zu geben. Als nächstes werden 2, dann 3, dann 4 Objekte verlangt. Mit zunehmendem Alter entwickeln sich Kinder schrittweise vom *Einer-Niveau* zum *Vierer-Niveau*. Dies sieht man daran, dass diejenigen Kinder, die sich auf dem *Zweier-Niveau* befinden, noch nicht in der Lage sind, 3 Objekte zu geben. Erst wenn Kinder das *Vierer-Niveau* ab ca. 3 ½ Jahren erreicht haben, kommt es zu einer bedeutsamen Veränderung, die sich zwischen 3 ½ und 4 ½ Jahren vollzieht und als Kardinalzahlkonzept bezeichnet wird. Mit diesem erwerben Kinder das Verständnis für den Aufbau



Erst mit dem Fortschreiten im Spracherwerb beginnen Kinder ein Zahlwortverständnis oder einen Zahlbegriff zu entwickeln. Ab einem Alter von etwa 18 Monaten produzieren sie erste Zahlwörter und beginnen mit circa zwei Jahren die Zahlwortreihe – aber zum Teil mit Lücken – aufzusagen und Dinge abzuzählen. Diese Fertigkeiten entwickeln sich zwischen 2 und 3 Jahren weiter, bis die Kinder die Zahlwortreihe zunächst bis ungefähr 5, dann bis 10 flüssig und ohne Auslassungen und Fehler aufzusagen und Objekte abzählen können.

Von einem ersten exakten Zahlenverständnis – ein Verständnis der natürlichen Zahlen, welches dem von Erwachsenen gleich kommt – kann mit circa 2 ½ Jahren ausgegangen werden. Dieses exakte Zahlenverständnis beinhaltet nicht mehr nur die einfache Unterscheidung verschiedener Mengen, sondern befähigt die Kinder dazu, die ersten Zahlwörter „eins“ und „zwei“ mit der entsprechenden Anzahl von Objekten zu verknüpfen.

Wie wurde das festgestellt? Zur Überprüfung des Zahlenverständnisses junger Kinder kommt häufig die „Gib-mir!“-Aufgabe zum Einsatz. Hier

der natürlichen Zahlen als Grundlage für die Ausführung von Rechenoperationen. Vierjährige verstehen nun, dass beliebig große Mengen von Objekten abgezählt werden können und dass durch die exakte Zuordnung von Zahlwort und Objekt die genaue Anzahl von Objekten einer Menge festgestellt werden kann. Das zuletzt aufgesagte Zahlwort steht nun gleichzeitig für die Anzahl der Objekte dieser Menge. Wird ein vierjähriges Kind aufgefordert, der Puppe 5 oder mehr Gegenstände zu geben, beginnt es spontan, die Dinge abzuzählen, um deren Anzahl festzustellen.





Bedeutung und Förderung früher mathematischer Kompetenzen

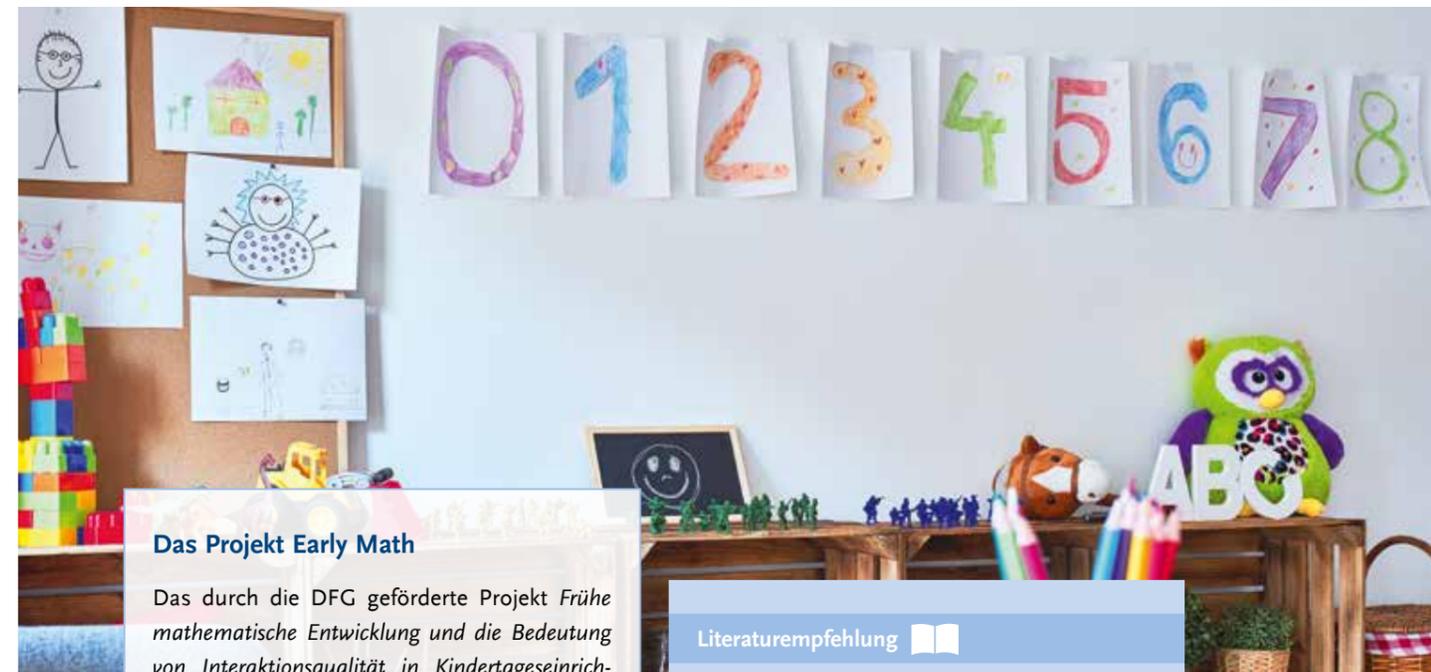
Erstaunlicherweise unterscheiden sich Kinder gleichen Alters bereits in frühen numerischen Kompetenzen. Mit Daten der BiKS-Studie (siehe Weinert & Attig in diesem Heft) konnte gezeigt werden, dass Kinder, die schon früh – im Alter von 3 Jahren – vergleichsweise bessere numerische Fähigkeiten aufwiesen, auch später zu denjenigen Kindern gehörten, die bessere mathematische Kompetenzen im Vorschul- und Schulalter zeigten.

Doch unter welchen Bedingungen entwickeln sich mathematische Fähigkeiten bei kleinen Kindern positiv beziehungsweise wie können sie gefördert werden? Eine anregende und erfahrungsreiche Lernumwelt in Familie und Institutionen spielt eine maßgebliche Rolle. Aktivitäten rund um das Zählen, Abzählen, den Vergleich von Mengen, Größenverhältnissen, das Abmessen sowie das Spielen von Brett- und Würfelspielen können dabei als zentrale Merkmale anregender Lernumwelten im Bereich Mathematik gelten. Kinder mit einer vergleichsweise besseren mathematischen Anregung im Kindergarten zeigen einen stärkeren Zuwachs in ihren mathematischen Kompetenzen zwischen 3 und 5 Jahren als Kinder mit vergleichsweise schlechteren Anregungsbedingungen. Eine besondere Bedeutung wird dabei der sprachlichen Begleitung mathematischer Aktivitäten zugemessen, dem sogenannten Math Talk – dem Sprechen über mathematische Inhalte und der Verwendung mathematischer Begriffe.

Die sprachliche Begleitung durch die Fachkräfte im Kindergarten wurde in der BiKS-Studie zwar nicht erfasst (dies wird in der aktuellen Studie *EarlyMath* genauer untersucht, siehe Kasten), Hinweise für die Bedeutsamkeit dieser Facette werden aber in Befunden zum familiären Kontext deutlich: Die Verwendung von Math Talk während des gemeinsamen Bilderbuchbetrachtens äußert sich sowohl in besseren mathematischen Kompetenzen, als auch in einem größeren Wortschatz von Vorschulkindern.

In einer von der FNK geförderten Studie untersuchen wir derzeit zudem, ob eine sogenannte Titelrekognitionsliste – eine Liste mit ca. 20 Brett- und Würfelspielen –, bei der die Eltern angeben sollen, welche Spiele das Kind kennt, zur Messung des Anregungsgehaltes im Bereich Mathematik geeignet ist. Erste Befunde deuten darauf hin, dass die Anzahl der genannten (richtigen) Spiele positiv mit der genannten Häufigkeit von Aktivitäten im Bereich Mathematik in Beziehung steht und darüber hinaus mit den mathematischen Kompetenzen der Kinder im Alter zwischen 3 und 6 Jahren assoziiert ist.

Eine vielfältige und anregungsreiche Lernumwelt in Familie und Kindergarten kann die frühe mathematische Kompetenzentwicklung von Kindern maßgeblich beeinflussen. Noch Jahre später sind positive Anregungsbedingungen in den Entwicklungsverläufen der Kinder erkennbar.



Das Projekt Early Math

Das durch die DFG geförderte Projekt *Frühe mathematische Entwicklung und die Bedeutung von Interaktionsqualität in Kindertageseinrichtungen* nimmt die Entwicklung von Kindern ab einem Alter von zwei Jahren in den Blick und untersucht die Zusammenhänge zwischen dem Interaktionsverhalten frühpädagogischer Fachkräfte und der frühen Entwicklung mathematischer Kompetenzen bis zum Alter von 4 Jahren. Mit Hilfe einer experimentellen Förderstudie mit unterschiedlich gestalteten Fortbildungen sollen Rückschlüsse auf jene relevanten Faktoren gezogen werden, die die frühe mathematische Entwicklung beeinflussen und Anhaltspunkte für die künftige mathematische Interaktionsgestaltung im U3-Bereich liefern.

www.uni-bamberg.de/entwicklungspsychologie/forschung/earlymath

Literaturempfehlung

Dornheim, D. (2008). *Prädiktion von Rechenleistung und Rechenschwäche. Der Beitrag von Zahlen-Vorwissen und allgemein-kognitiven Fähigkeiten.* Berlin: Logos.

Dornheim, D., & Weinert, S. (2019). Kognitiv-sprachliche Entwicklung. In D. Urhahne, M. Dresel & F. Fischer (Hrsg.), *Psychologie für den Lehrerberuf* (S. 273-294). Heidelberg: Springer.

Lehrl, S. (2018). *Qualität häuslicher Lernumwelten im Vorschulalter. Eine empirische Analyse zu Konzept, Bedingungen und Bedeutung.* Springer: Wiesbaden.

Lehrl, S., Kluczniok, K. & Roßbach, H.-G. (2016). Longer-term associations of preschool education: The predictive role of preschool quality for the development of mathematical skills through elementary school. *Early Childhood Research Quarterly* 36, 475-488.

Old Dogs and New Tricks?

Development, significance and promotion of early numerical knowledge



How do children make sense of the world of numbers and quantities? When can children even begin learning to count? Why do levels of mathematical competence vary so widely between school-age children? And what is beneficial - or detrimental - to mathematical development? Various projects in the department of developmental psychology are looking into these questions in order to better understand the overarching issue of the development, requirements and significance of early mathematical competence.