ISSN 0179-5775 C 8333

4 / 2015 · 32. Jahrgang

IPN Blätter

Informationen aus dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

„Weil zu jeder Zahl nur einer angetippt werden darf!“ – Mathematisches Argumentieren von Kindergartenkindern

Mathematik gilt neben der Sprache und den Naturwissenschaften als wichtiger Bildungsbereich für Kinder im Vorschulalter. Alle Bundesländer sehen in ihren Bildungsplänen für Kindertageseinrichtungen mathematische Bildungsangebote vor, wobei sich diese in ihrem Umfang allerdings unterscheiden. Aus wissenschaftlicher Sicht besteht Konsens, dass im Kindergartenalltag grundlegende mathematische Kompetenzen – beispielsweise durch kindergerechte Spielangebote – gefördert werden sollen. So weisen zahlreiche Studien darauf hin, dass gering ausgeprägte numerische Kompetenzen beim Schuleintritt zu Nachteilen beim Mathematiklernen in der Grundschule führen.

Viele Studien zu mathematischen Kompetenzen von Kindergartenkindern nehmen das Wissen der Kinder in den Blick, d. h. konzeptuelles Wissen (z. B. Erkennen von Dreiecken) oder prozedurales Wissen (z. B. Zählfertigkeiten). Kaum untersucht ist dagegen, welches kognitive Potenzial die Kinder in der Nutzung dieses Wissens aufweisen, etwa um in mathematischen Sachverhalten zu argumentieren. Aus der Perspektive der Mathematikdidaktik ist das mathematische Argumentieren aus zwei Gründen interessant. Zum einen gelten Argumentationsprozesse als wichtiger Faktor für den Erwerb konzeptuellen Wissens, sodass das Argumentieren bereits im Kindergartenalter als lernförderliche Kommuni-

Fortsetzung auf Seite 3

IPN · Olshausenstraße 62 · 24118 Kiel · Postanschrift: IPN · 24098 Kiel · Tel. (0431) 880-3122 · www.ipn.uni-kiel.de

Fortsetzung von Seite 1

kationsform angesehen werden kann. Zum anderen kann das Argumentieren als eine Vorläuferform des mathematischen Begründens und Beweisens und damit als wesentliche mathematische Tätigkeit angesehen werden. Entsprechend werden mathematische Argumentationsfähigkeiten beispielsweise in den amerikanischen Bildungsstandards für den Vorschulbereich explizit gefordert.

Bisher sind mathematische Argumentationsfähigkeiten von Kindern im Vorschulalter wenig untersucht. Herausfordernd ist dabei bereits die Frage, was überhaupt unter einer altersgemäßen Form von mathematischer Argumentation verstanden werden kann. Ausgehend von Ansätzen zum mathematischen Argumentieren in der Grundschule sowie den amerikanischen Standards für die Vorschule wurden in unserer Studie folgende vier Facetten betrachtet und operationalisiert:

- Als allgemeinere Fähigkeiten mit Bezug zu mathematischen Argumentationsprozessen: das Erkennen von Beziehungen (zwischen mathematischen Objekten / Eigenschaften / Strukturen) und das Verallgemeinern (Ausgangslage analysieren und fortsetzen; Muster extrapolieren).
- Als mathematische Argumentationsfähigkeiten: das Ziehen von Schlüssen (Analyse eines Problems führt zu einem Schluss auf nicht direkt Sichtbares; Schlussfolgern auf Basis eines Falls / mehrerer Fälle) und das Nachweisen (Argumente überprüfen; Gegenbeispiele formulieren; Argumente finden; vgl. Beispielaufgabe in Abb. 1).

(Handpuppe Bodo sitzt auf dem Tisch)

Hier lege ich ein paar Steine hin.
(5 Steine ungeordnet auf den Tisch legen)

Bodo möchte diese Steine gerne zählen. Das macht er so:
(Handpuppe spielen und immer einen Stein berühren)

„Eins, zwei, zwei, drei, vier. Vier Steine!" Welchen Fehler hat Bodo da beim Zählen gemacht?
(Falls Kind nur mit richtigem Zählen reagiert: 1x Frage wiederholen)

***Bewertung:** 1 Punkt: Kind verweist auf Eins-zu-Eins-Zuordnung, z. B. „Er hat die zwei doppelt gezählt"; 0 Punkte: Kind nennt kein oder falsches Argument; Kind zählt selbst richtig.*

Abbildung 1: Beispielaufgabe zu Fähigkeiten zum mathematischen Argumentieren.

Im Rahmen unserer Untersuchung, die in Kooperation mit Prof. Dr. Meike Grüßing (Universität Vechta) durchgeführt wurde, sollte neben der Ausprägung dieser Argumentationsfähigkeiten bei Kindergartenkindern untersucht werden, ob das Konstrukt als eigenständig betrachtet werden kann. So erwies sich in psychologischen Studien zum schlussfolgernden Denken von Kindern insbesondere die Abgrenzung zum Wissen sowie zu generischen Fähigkeiten (z. B. kognitive Grundfähigkeiten; Sprachfähigkeiten) als schwierig. Die Forschungsfragen lauten demnach:

1. Über welche Fähigkeiten zum mathematischen Argumentieren verfügen Kinder im letzten Kindergartenjahr?

2. Können diese Fähigkeiten von mathematischem Wissen sowie kognitiven Grundfähigkeiten differenziert werden?

Für die Studie wurden ein materialbasierter Test zu mathematischen Argumentationsfähigkeiten (14 Items) entwickelt und bei N = 120 Kindern (44 % weiblich) im Alter von M = 70.6 Monaten (SD = 5.5) eingesetzt. Ferner wurde bei einer Teilstichprobe von N = 83 Kindern (M = 68.9 Monate, SD = 4.3, 43 % weiblich) an einem weiteren Testtag die Arbeitsgedächtnisleistung als Indikator für kognitive Grundfähigkeiten sowie mathematisches Wissen erhoben. Der Test zum mathematischen Wissen (17 Items) umfasste die mathematischen Inhalte, die im Argumentationstest genutzt wurden (vgl. Beispielaufgabe in Abb. 2 mit Abb. 1). Mittels eines bildbasierten Sprachindikators (2 Items) konnte bei 111 Kinder ausgeschlossen werden, dass auf Grund sprachlicher Fähigkeiten Verständnisschwierigkeiten auftreten. Die Analysen im Folgenden beziehen sich also auf 111 Kinder, wobei für 75 der Kinder ein vollständiger Datensatz vorliegt.

Bei der Auswertung zeigten die Tests zum mathematischen Argumentieren (Cronbachs α = .68) und zum mathematischen Wissen (α = .69) akzeptable Reliabilitäten auf. Mit einer mittleren Lösungsrate von M = .29 (SD = .19) ist

Hier lege ich ein paar Steine hin.
(6 Steine ungeordnet auf den Tisch legen)

Kannst du diese Steine bitte einmal laut zählen? Wie viele Steine sind es dann insgesamt?

***Bewertung:** 1 Punkt: richtig gezählt und richtige Antwort gegeben; 0,5 Punkte: richtig gezählt; 0 Punkte: sonst*

Abbildung 2: Beispielaufgabe zum mathematischen Wissen

der Test zum mathematischen Argumentieren für die Kindern als eher schwer einzustufen, während der Test zum mathematischen Wissen (mittlere Lösungsrate: M = .58, SD = .16) eine gute Verteilung aufwies. Die Fähigkeiten zum mathematischen Argumentieren korrelieren erwartungsgemäß mit dem mathematischen Wissen (r = .58, p < .001) bzw. der Arbeitsgedächtnisleistung (r = .29, p = .01), nicht jedoch mit dem Alter der Kinder (r = .04, p = .75). Im Regressionsmodell zeigte sich nur das mathematische Wissen als signifikante Einflussgröße, die ca. 34 % der Varianz der Fähigkeiten zum mathematischen Argumentieren erklären kann.

Die Ergebnisse machen deutlich, dass die Konstrukte mathematisches Wissen und mathematische Argumentationsfähigkeiten als hinreichend unabhängig angesehen werden können. Obwohl die Kinder ein mittleres Niveau in Bezug auf das mathematische Wissen aufwiesen, zeigen sich mathematische Argumentationskompetenzen bei inhaltlich sehr eng aufeinander abgestimmten Instrumenten weniger deutlich. Letzteres weist insbesondere darauf hin, dass zur Bewältigung mathematischer Argumentationsaufgaben – auch in der Operationalisierung für Kindergartenkinder – mehr benötigt wird als das üblicherweise in Vorschultests erfasste konzeptuelle und prozedurale Wissen. Gleichzeitig zeigt sich, dass ein Teil der Kinder bereits im Vorschulalter über mathematische Argumentationsfähigkeiten verfügt. Offen bleibt in dieser Studie die Frage, ob diese für den mathematischen Kompetenzerwerb im Grundschulalter eine spezifische Prädiktionskraft haben. Dies ist einer Anschlussstudie vorbehalten.

▶ Informationen zum Thema

Prof. Dr. Anke Lindmeier
Prof. Dr. Aiso Heinze
lindmeier@ipn.uni-kiel.de