

Kirsten WINKEL, Mainz

Frühkindliche Förderung grundlegender mathematischer Kompetenzen: Gestaltung lernwirksamer Kommunikations- und Argumentationsprozesse beim frühen Mathematiklernen

Bereits mit vier Jahren lernen Kinder, Vermutungen aufzustellen und zu überprüfen. Neben inhaltlichen Aspekten mathematischer Entdeckungen spielen dabei insbesondere auch prozessbezogene Aspekte wie der Austausch mit anderen Kindern und Erwachsenen über das Wie und das Warum eine bedeutende Rolle. Die Kommunikation – verbal und nonverbal – über mathematischen Aktivitäten kann dazu beitragen, dass schon junge Kinder gemeinsam Aufgaben lösen, die sie alleine nicht hätten lösen können. Beim wechselseitigen Erklären, Zeigen, Zuhören, Aushandeln und Nachfragen können Kinder Lösungswege und Strategien voneinander lernen. Der Anspruch, mathematische Kommunikations- und Argumentationsprozesse schon früh anzuregen, manifestiert sich nicht nur in diversen Bildungsplänen des Elementar- und Primarbereichs. Stärker noch wird in fachdidaktischer Literatur zur frühen mathematischen Bildung gefordert:

„Es ist sinnvoll, das Nachfragen und die Aufforderung zur Begründung als „spezifische Gewohnheit“ im KiTa-Alltag und auch später im Mathematikunterricht zu praktizieren und zu kultivieren.“ (Benz et al. 2015, S. 331)

An dieser Forderung setzt der vorliegende Beitrag an. Zunächst werden das Argumentieren und Kommunizieren in den Kontext empirischer Befunde eingeordnet und dabei die Frage geklärt, warum deren Förderung schon beim frühen Mathematiklernen so wichtig ist. Anschließend wird – anhand eines kurzen exemplarischen Transkriptausschnitts – aufgezeigt, wie lernwirksame Kommunikations- und Argumentationsprozesse beim frühen Mathematiklernen aussehen können. Der Beitrag gibt – basierend auf Ergebnissen einer qualitativen Langzeitstudie – einen Ausblick, wie diese Prozesse evolviert werden können und wie entsprechend der Forderung von Benz et al. (2015) eine Kultur im Lernalltag von etabliert werden kann, in der diese Aktivitäten zur „spezifischen Gewohnheit“ werden.

Argumentieren und Kommunizieren im Kontext empirischer Lehr-Lern-Forschung

Gehen wir nun der Frage nach, warum die Förderung dieser prozessbezogenen Kompetenzen schon beim frühen Mathematiklernen so wichtig ist. Beim *Argumentieren* handelt es sich um eine mathematische Tätigkeit, die über die Suche nach Begründungen ein tieferes Verstehen fordert. Betrachten wir zudem, wie die Kompetenz Argumentieren z. B. in Bildungsplänen

beschrieben wird, finden wir darunter viele Tätigkeiten, die in psychologischer Literatur mit dem Begriff Metakognition assoziiert werden. Unabhängig davon, welche genaue Definition des Begriffs wir zugrunde legen, sind deutliche Überschneidungen mit den beim Argumentieren geforderten Tätigkeiten nicht zu übersehen. Fassen wir Metakognition als *Planung, Monitoring und Reflexion des Lernprozesses* auf (Cohors-Fresenborg 2012), so lassen die Tätigkeiten wie *Vermuten, Hinterfragen, Prüfen, Begründen und Reflektieren* – die in Bildungsplänen (z. B. KM-BW 2016) zur Beschreibung der Kompetenz „Argumentieren“ verwendet werden – unmittelbar erkennen, dass es sich um Tätigkeiten handelt, die *metakognitive* Aktivitäten herausfordern. Und für diese wiederum wurde vielfach empirisch belegt, dass sie erstens bereits im Kindergartenalter nachweisbar sind und zweitens einen sehr starken Einfluss auf die Verstehenstiefe und den Lernerfolg in Mathematik haben (Übersicht: Baten et al. 2017), der sogar stärker ist als der von Intelligenz (Veenman 2006). Besonders relevant für Lernprozesse wird Metakognition dadurch, dass zahlreiche Studien bereits nachgewiesen haben, dass sie erfolgreich trainierbar ist. Dabei profitieren jüngere Kinder im Kindergartenalter mindestens ebenso von metakognitiven Trainings wie ältere Kinder und auch Effekte dieser Trainings auf die Mathematikleistung sind nachgewiesen (Übersicht: Baten et al. 2017). Die Tatsache, dass wir es bei der Metakognition mit einem nachweislich großen, aber in der Schulpraxis bislang wenig genutzten Hebel zur Verbesserung des Lernerfolgs zu tun haben, zeigt auf, warum eine frühe Förderung argumentativer Kompetenzen so wichtig ist.

Beim (mathematischen) *Kommunizieren* handelt es sich um Tätigkeiten des Austauschs mit anderen über die Sache. In Bildungsplänen wird gefordert, dass Kinder Aufgaben *gemeinsam bearbeiten*, eigene Denk- und Vorgehensweisen beschreiben und *Lösungswege anderer nachvollziehen* (z. B. KM-BW 2016). Darüber hinaus sollen Fachbegriffe und Zeichen *sachgerecht verwendet* werden (ebd.). Die Forderung einer gewissen Genauigkeit trifft nicht nur auf Fachbegriffe zu. Anhand von qualitativen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass ein tieferes Verstehen im mathematischen Gespräch nur möglich ist, wenn sich auch die metakognitiven Aktivitäten *präzise* auf das beziehen, was gerade thematisiert wird (Cohors-Fresenborg 2012). Wenn die Kinder sich nicht nur irgendwie über die Sache austauschen, sondern anfangen, sich aufeinander zu beziehen und dies mit einer gewissen Genauigkeit tun, dann ist zu erwarten, dass sich das Kommunizieren lernwirksam auswirkt. Diese Form von *präzisem Kommunizieren* wird mit dem Begriff *Diskursivität* bezeichnet.

Lernwirksame Kommunikations- und Argumentationsprozesse im Alltag frühen Mathematiklernens

Dass auch junge Kinder dem schon gerecht werden können, wenn sie mit einer Lernkultur aufwachsen, in der das präzise Kommunizieren und Argumentieren zur „spezifischen Gewohnheit“ wird, soll hier exemplarisch an einem kurzen Transkriptausschnitt aufgezeigt und diskutiert werden. Der Ausschnitt stammt aus einem videografierten alltäglichen Unterrichtsgespräch einer Versuchsklasse, in der im Rahmen eines designbasierten Unterrichtsversuchs über vier Grundschuljahre eine entsprechende Unterrichtskultur entwickelt und etabliert wurde. Das vollständige Transkript, das verwendete Kategoriensystem sowie weitere Informationen und Analysen finden sich bei Winkel (2012).

In der Unterrichtseinheit werden die Funktionen Addieren und Subtrahieren eingeführt. In der Unterrichtsszene (ebd. S. 121 ff.) entwickeln die Kinder ca. 8 Wochen nach Schulbeginn im gemeinsamen Diskurs die formale Notation einer Minusaufgabe. Um den Fokus des Lesers weg von der inhaltlichen Ebene einer konkreten Rechnung mit Fehlvorstellung hin zu den metakognitiven Aktivitäten zu richten, werden die konkreten Zahlen im Beitrag durch Variablen ersetzt.

Maike:	<u>David hat zwar richtig gerechnet, nur der hat das pa,</u>	<u>bMS5b</u>
	<u>nicht passend zur Aufgabe. Weil er hat gerechnet,</u>	<u>RS6br</u>
	<u>wenn man x hat und y wegkommen, dann hat man z.</u>	<u>MS8b</u>
		<u>DS1c</u>

- **bMS5b** = **b**egründetes **M**onitoring einer Argumentation: Die **S**chülerin beginnt unaufgefordert, die Argumentation des über zwei Minuten zurückliegenden Beitrags von David zu prüfen.
- **RS6br** = **R**eflektierende Einschätzung mit Repräsentationswechsel (**r**): Maike gibt eine reflektierende Einschätzung zu Davids Fehler. Seine Rechnung sei semantisch korrekt („zwar richtig gerechnet“), aber nicht passend zum Sachkontext der gerade thematisierten Aufgabe.
- **MS8b** = **M**onitoring: Selbstüberwachung der Terminologie: Während des Sprechens überwacht sie ihren eigenen Ausdruck (angefangenes Wort „passend“ („pa“) zu „nicht passend“ korrigiert)
- **DS1c** = präzises Absetzen eines **D**iskursbeitrages: Maike bezieht sich in ihrem Beitrag präzise auf das, was zur Debatte steht. Sie setzt ihre Auffassung von Davids Beitrag ab.

Dieser kurze Schülerbeitrag kann zusammen mit den Kommentaren zu den Kategorisierungen zeigen, wie die prozessbezogenen Kompetenzen

Kommunizieren und Argumentieren sichtbar werden. Beiträge wie dieser treten zu Beginn des Unterrichtsversuchs vereinzelt auf und sind bereits in den Szenen von Klasse 2 zur Selbstverständlichkeit geworden. Über die Kategorisierung von Unterrichtsszenen aus allen vier Schuljahren der Versuchsklasse und speziell entwickelte Methoden zur qualitativen Analyse metakognitiver Dialogstrukturen sowie zur quantitativen Analyse der Intensität metakognitiver und diskursiver Aktivitäten konnte gezeigt werden, dass diese Aktivitäten gezielt durch geeignete *Aufforderungen* und *Aufgabenstellungen* zum Begründen, Überprüfen und Reflektieren evoziert werden können. Der Mechanismus, der Metakognition nicht nur vereinzelt evoziert, sondern als selbstverständlich einzusetzendes Werkzeug in den Köpfen der Schüler verankert, scheint erzieherisch-kultureller Art zu sein. Entscheidend war die Beharrlichkeit, mit der das gewünschte Verhalten *vorgelebt, eingefordert und wertgeschätzt* wurde. Eine deutlich unterstützende Funktion konnte dabei den verabredeten Diskursregeln zugesprochen werden, die beispielsweise das Aufrufverhalten oder den Umgang mit Fehlern regelten, einem Auseinanderfallen von Diskussionssträngen entgegenwirkten oder langfristig Monitoring- oder Reflexionsaktivitäten an die Schüler delegierten. In analysierten Transkripten wurde beobachtet, dass diese Unterrichtskultur in der Versuchsklasse soweit zu einer „spezifischen Gewohnheit“ wurde, dass Schüler die Einhaltung der Diskursregeln sogar selbst einforderten und sich bei Nichteinhalten gegenseitig erinnerten (Winkel 2012).

Literatur

- Baten, E., Praet, M., & Desoete, A. (2017). The relevance and efficacy of metacognition for instructional design in the domain of mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 49(4), 613-623.
- Benz, C., Peter-Koop, A., & Grüßing, M. (2015). Frühe mathematische Bildung. *Mathematiklernen der Drei-bis Achtjährigen*. Berlin: Springer.
- Cohors-Fresenborg, E. (2012). Metakognitive und diskursive Aktivitäten – ein intellektueller Kern im Unterricht der Mathematik und anderer geisteswissenschaftlicher Fächer. In *Formate Fachdidaktischer Forschung: Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlegungen*, 2, 145.
- KM-BW (Kultusministerium Baden-Württemberg) (2016). *Bildungsplan der Grundschule Mathematik*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Veenman, M. (2006). The role of intellectual and metacognitive skills in math problem solving. In A. Desoete & M. Veenman (Hrsg.), *Metacognition in mathematics education* (S. 35-50). New York: Nova Science.
- Winkel, K. (2012). *Entwicklungsmechanismen von Metakognition im mathematischen Unterrichtsdiskurs der Grundschule – ein designbasierter Unterrichtsversuch über vier Schuljahre*. München: Verlag Dr. Hut.