Svenja BRUHN, Bielefeld

Kreativität von Kindern im Umgang mit offenen Aufgaben – eine Analyse arithmetischer Ideen

Kreativ sein ist keine Kompetenz, die allein den schöpferisch-ästhetischen Unterrichtsfächern wie Kunst oder Musik vorbehalten ist. Vielmehr wird auch für das Mathematiklernen in der Grundschule ein „kreative[r] Umgang mit erworbenen mathematischen Kompetenzen“ (KMK, 2004, S. 13) bereits ab der ersten Klasse gefordert.

Eine Präzisierung des Begriffs *Kreativität* geschieht in dieser Studie in Tradition der Arbeit Guilfords (1967) zum divergenten Denken. Kreativität beschreibt demnach die Fähigkeit, zu einer Aufgabe verschiedene Lösungen zu produzieren (*Denkflüssigkeit*), die über unterschiedliche Ideen gefunden wurden (*Flexibilität*), seinen eigenen Lösungsraum zu erweitern (*Originalität*) und den gesamten Bearbeitungsprozess zu erklären (*Elaboration*) (Leikin, 2009; Torrance, 1996; Silver, 1997). Dafür eignen sich besonders offene Aufgaben (Yeo, 2017), die es den Kindern ermöglichen, sowohl quantitativ als auch qualitativ individuelle Lösungen zu produzieren.

Da sich Kinder am Ende der ersten Klasse bereits intensiv mit Arithmetik beschäftig haben, scheint vor allem dieser Inhaltsbereich geeignet zu sein, um Kreativität zu beobachten. Auch Steinweg (2001) konnte in ihrer Studie darlegen, dass sich Kinder bei der Auseinandersetzung mit Zahlenmustern „eigenständig, motiviert und kreativ“ (Steinweg, 2003, S. 61) zeigen.

Doch welche arithmetischen Ideen zeigen die Erstklässler*innen bei der kreativen Bearbeitung offener Aufgaben? Und wie beeinflusst die Reflexion der eigenen kreativen Aufgabenbearbeitung diese arithmetischen Ideen?

Design, Vorgehen und Materialien

Als Teil meines Dissertationsprojektes werden für diesen Beitrag die Daten aus der qualitativen Interviewstudie (Mai-Juni 2019) genutzt, an der 18 kriteriengeleitet ausgewählte Erstklässler*innen von zwei Grundschulen in Nordrhein-Westfalen teilgenommen haben. Alle Kinder arbeiteten in einem Abstand von drei Wochen individuell an zwei verschiedenen, aber strukturell gleichen, arithmetischen offenen Aufgaben:

A1: Finde verschiedene Aufgaben mit der Zahl 4.

A2: Finde verschiedene Aufgaben mit dem Ergebnis 12.

Bei beiden Aufgabenbearbeitungen waren die Kinder zunächst gefordert, selbstständig die Aufgabe zu bearbeiten, das heißt verschiedene Zahlensätze

Siller, H.-S., Weigel, W. & Wörler, J. F. (Hrsg.). *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020.* Münster: WTM-Verlag, 2020.
doi: 10.37626/GA9783959871402.0

auf verschiebbaren blanko Karteikarten zu produzieren (Erarbeitungsphase). Danach erfolgte eine gezielte Rückschau auf das eigene kreative Tun, bei der der Bearbeitungsprozess sowie das Produkt beschrieben werden sollten, um noch weitere Zahlansätze zu finden (Reflexionsphase).

In der qualitativen Analyse (Mayring, 2015) der Aufgabenbearbeitungen wurden alle arithmetischen Ideen, die die Kinder zum Finden und Verbinden der verschiedenen Zahlensätze (auch unpassender oder solcher mit Rechenfehlern) zeigten, induktiv kategorisiert.

Ergebnisse

In der Analyse konnten vier verschiedene Hauptkategorien herausgearbeitet werden, die im Folgenden jeweils anhand eines Beispiels dargestellt werden:

1. *Frei-assoziierte Idee*: Der produzierte Zahlensatz steht in keiner mathematisch strukturellen Verbindung zu dem vorherigen. Zwar wählt das Kind den Zahlensatz frei aus, es assoziiert dabei aber meistens arithmetische Merkmale von Zahlen(-sätzen) wie die Kraft der 5, Verdopplungen oder einen Wechsel der Operation. Letzteres beschreibt Melina (A2), nachdem sie den Zahlensatz 1x12=12 aufgeschrieben hat, mit „Weil mir ab jetzt keine Minus- und Plusaufgabe mehr eingefallen ist“.
2. *Struktur-nutzende Idee*: Zwischen zwei Zahlensätzen besteht eine Verbindung im Sinne einer operativen Struktur, die das Kind erkennbar nutzt und erklärt. Verschiedene Subkategorien sind hier beispielsweise das Finden von Nachbar-, Tausch- oder Umkehraufgaben. Sebastian (A1) erklärt seine Idee, wie er den Zahlensatz 10-4=6 produziert hat, mit dem Deuten auf den zuvor geschriebenen Zahlensatz 6+4=10 und dem Kommentar „Weil das ist die Tauschaufgabe […] die Zehn ist dahin getauscht und die Vier bleibt stehen und die Sechs ist auch verwechselt“.
3. *Muster-bildende Idee*: Zahlensätze werden über das Bilden von Zahlenmustern miteinander verbunden. Dabei liegt hier der Fokus auf numerischen Merkmalen der Zahlensätze, sodass zum Beispiel wachsende Zahlenmusterfolgen über einzelne Zahlen innerhalb der Zahlensätze ohne Beachtung der Operation oder Position erzeugt werden. Marie (A1) verbindet die Zahlensätze 3+**1**=4 → **2**+2=4 → **3**+4=7 → 14-**4**=10, indem sie in jeder Aufgabe auf eine Zahl deutet und erklärt, dass „hier die Eins ist […] Zwei, Drei, Vier“ steht.
4. *Klassifizierende Idee*: Verschiedene Zahlensätze werden anhand eines einzigen gleichen äußeren Merkmals sortiert. Beispielsweise erklärt Ben (A1), dass die Zahlensätze 60-20=40 und 70-30=40 zusammengehören,

denn „am Ende steht eine Vierzig und hier auch“ und klassifiziert so nach dem Ergebnis.

Eine Quantifizierung der Kategorien ermöglicht zusätzlich einen detaillierteren Blick auf das Nutzen dieser in der Erarbeitungs- und Reflexionsphase:

Zunächst ist die gesamte prozentuale Verteilung der vier Hauptkategorien in beiden Aufgaben sehr ähnlich: 26 % aller kategorisierten Ideen sind frei-assoziiert und 18 % klassifizierend. Während in der ersten Aufgabe 22 % struktur-nutzende und 34 % muster-bildende Ideen gezeigt wurden, verschieben sich diese Werte bei der zweiten Aufgabe auf 26 % struktur-nutzende und 30 % muster-bildende Ideen. So werden muster-bildende Ideen in beiden Aufgaben am häufigsten gezeigt.

Weiterhin ist auffällig, dass die frei-assoziierten und muster-bildenden Ideen bei beiden Aufgaben sehr häufig in der Erarbeitung und nur gering in der Reflexion gezeigt wurden. Während sich deshalb die Nutzung frei-assoziierter Ideen von der Bearbeitung zur Reflexion um etwa 15 % erhöhte, stieg diese bei den muster-bildenden Ideen um etwa 33 %. Dagegen zeigt sich ein umgekehrtes Bild bei den struktur-nutzenden und klassifizierenden Ideen, die in der Erarbeitung eher selten und in der Reflexion sehr häufig gezeigt wurden. Die Nutzung der struktur-nutzenden Ideen erhöhte sich bei der ersten Aufgabe um 200 % und bei der zweiten Aufgabe um 100 %. Bei beiden Aufgaben stieg die Nutzung der klassifizierenden Ideen um etwa 180 % an.

Damit lassen sich die folgenden Ergebnisse zum Wesen und Gebrauch der arithmetischen Ideen festhalten:

- Fast alle Subkategorien der muster-bildenden Ideen stellen eine arithmetische Vorläuferkompetenz für bestimmte Subkategorien der struktur-nutzenden Ideen dar, zum Beispiel wachsende Musterfolge → Nachbaraufgaben. Dadurch kann der hohe Anteil dieser Hauptkategorie an der Gesamtverteilung erklärt werden.
- In der Erarbeitungsphase nutzen die Kinder verhältnismäßig häufig frei-assoziierte Ideen, was demnach ein wesentliches Merkmal des Bearbeitungsprozesses offener Aufgaben und damit von Kreativität sein kann.
- Die Reflexion trägt wesentlich dazu bei, dass die Kinder in Teilen der eigenen, verschiebbaren Zahlensätze vor allem arithmetische Strukturen und in einem deutlich geringeren Maß auch Zahlenmuster finden. Der Vollständigkeit halber werden alle übrigen Zahlensätze häufig noch aufgrund äußerlicher Merkmale sortiert, also klassifizierende Ideen gezeigt.
- Bei der zweiten Aufgabe zeigen die Kinder bereits in der Erarbeitungsphase mehr struktur-nutzende Ideen als bei der ersten Aufgabe, was damit

erklärt werden kann, dass die Kinder im Unterricht weiter an arithmetischen Strukturen gearbeitet haben und/oder dass sie aus den Erfahrungen mit der ersten Aufgabe gelernt haben und/oder es ihnen diese Aufgabenstellung eher ermöglicht, Strukturen zu nutzen.

Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen ein detailliertes Bild der arithmetischen Ideen, die die Kinder bei der kreativen Bearbeitung offener Aufgaben nutzen. Neben frei-assoziierten Ideen fokussierten sich die Kinder vor allem auf das Nutzen arithmetischer Muster und Strukturen. Jede Erstklässlerin und jeder Erstklässler zeigte dabei ein *individuelles Kreativitätsmuster (IKM)* in der Komposition der verschiedenen Ideen. Der starke Anstieg der Nutzung von struktur-nutzender Ideen in der Reflexion zeigt dabei deutlich den Mehrwert einer Rückschau auf den kreativen Prozess des Bearbeitens offener Aufgaben anhand des daraus entstandenen Produkts unter den Leitfragen: *Wie hast du deine Aufgaben gefunden? Was waren deine Ideen?*

Die in dieser Studie vorgestellten Ergebnisse ermöglichen einen ersten Einblick in die Kreativität von Erstklässler*innen bei der Bearbeitung arithmetisch offener Aufgaben. Um diesen zu vertiefen und Kreativität differenziert darzustellen, sind weitere Analysen der Daten in Bezug auf das Verhältnis von Denkflüssigkeit, Flexibilität, Originalität und Elaboration angedacht.

Literatur

Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence.* New York, NY: McGraw-Hill.

KMK (Hrsg.). (2004). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004*. München: Wolters Kluwer.

Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. In R. Leikin (Hrsg.), *Creativity in mathematics and the education of gifted students* (S. 129–145). Rotterdam: Sense Publ.

Silver, E. A. (1997). Fostering Creativity through Instruction Rich in Mathematical Problem Solving and Problem Posing. *ZDM Mathematics Education,* 29(3), 75–80.

Steinweg, A. S. (2009). Gut, wenn es etwas zu entdecken gibt – Zur Attraktivität von Zahlen und Mustern. In S. Ruwisch & A. Peter-Koop (Hrsg.), *Gute Aufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule* (S. 56–74). Offenburg: Mildenberger.

Steinweg, A. S. (2001). *Zur Entwicklung des Zahlenmusterverständnisses bei Kindern.* Zugl.: Dortmund, Univ., Diss., 2000. Lit, Münster, Hamburg, London.

Torrance, E. P. (1966). *Torrance tests of creative thinking. Norm-technical Manual (Research edition).* Princeton, NJ: Personal Press Inc.

Yeo, J. B. W. (2017). Development of a Framework to Characterise the Openness of Mathematical Tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 15(1), 175–191.