

Lukas BAUMANN, Köln, Demetra PITTA-PANTAZI, Zypern,
Eleni DEMOSTHENOUS, Zypern, Constantinos CHRISTOU, Zypern,
Achim J. LILIENTHAL, Örebro & Maike SCHINDLER, Köln

Welche Vorgehensweisen nutzen Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben? Eine Eye-Tracking-Untersuchung

Mathematik wird vielfach als eine Wissenschaft der Muster und Strukturen bezeichnet. Muster und Strukturen stellen schon in der frühen mathematischen Bildung einen bedeutsamen mathematischen Inhaltsbereich dar (KMK, 2005). Zu Beginn der Primarstufe gehört unter anderem das Fortsetzen von Mustern der Form ●●●●●● zu üblichen Tätigkeiten im Inhaltsbereich Muster und Strukturen (Benz et al., 2015).

In der frühen mathematischen Bildung werden Musterfolgen unter anderem in Form von statischen Mustern behandelt (Lüken, 2012). Statische Muster bestehen aus einer Grundeinheit (z. B. ●●), die sich kontinuierlich wiederholt (z. B. ●●●●●●). Die Grundeinheit statischer Muster kann sich hinsichtlich ihrer Länge (●● vs. ●●●), ihrer Struktur (●●● vs. ●●●●) oder der Art der Repräsentation (●● vs. 1 4) unterscheiden.

Bislang existieren jedoch wenige Erkenntnisse über die Vorgehensweisen von Kindern beim Fortsetzen solcher Musterfolgeaufgaben (Baumanns et al., 2022; Lüken & Sauzet, 2021). Erkenntnisse hierzu sind jedoch notwendig, um Kinder beim Aufbau von Fähigkeiten im Inhaltsbereich Muster und Strukturen zu unterstützen. Die vorliegende Pilotstudie untersucht im Rahmen des Erasmus+-Projekts DIDUNAS die Vorgehensweisen von Erstklässler*innen mithilfe von Eye-Tracking. Eye-Tracking hat sich in der Vergangenheit als nützlich erwiesen, um Vorgehensweisen von Schüler*innen zu untersuchen (Schindler et al., 2020). Den folgenden Fragestellungen wird nachgegangen:

- Welche Vorgehensweisen verwenden Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben?
- Gibt es Unterschiede in der Verwendung von Vorgehensweisen bei Musterfolgeaufgaben zwischen verschiedenen Arten von Mustern?

Forschungsdesign

Die Studie wurde mit 22 Erstklässler*innen (Alter: $M = 6;8$ Jahre; $SD = 0;2$ Jahre) an einer Grundschule in Zypern durchgeführt. Die Schüler*innen bearbeiteten einzeln acht Musterfolgeaufgaben an einem Computerbildschirm. Die Aufgaben behandelten statische Muster, deren Grundeinheit die Länge zwei, drei oder vier hatte und durch Punkte oder Zahlen repräsentiert war. Es wurden Muster mit drei unterschiedlichen Grundeinheiten verwendet: (1)

AB (vier Aufgaben), (2) ABC (zwei Aufgaben) und (3) AABB (zwei Aufgaben). Vier Musterfolgeaufgaben wurden durch Zahlen, vier Musterfolgeaufgaben durch farbige Punkte repräsentiert. Jede Aufgabe bestand aus mindestens drei Wiederholungen einer Grundeinheit (z. B. 1 4 1 4 1 4 oder ●●●●●●), gefolgt von einem weißen Klecks. Die Kinder sollten jeweils die Zahl oder die Farbe hinter dem weißen Klecks nennen.

Die Blickbewegungen wurden mit dem bildschirmbasierten Eyetracker Tobii Pro X3-120 aufgezeichnet. Die Aufgaben wurden auf einem 24-Zoll-Monitor gezeigt, von dem die Kinder 60–65 cm entfernt waren. Die Eye-Tracking-Daten haben eine durchschnittliche Genauigkeit von 1,37° (Accuracy). Mit jedem Kind wurde eine 9-Punkt-Kalibrierung durchgeführt.

Um die Vorgehensweisen der Kinder zu analysieren, wurden Videos der Blickbewegungen aus der Tobii Pro Lab Software verwendet. Für die vorliegende Studie wurde eine qualitative Inhaltsanalyse in Form einer induktiven Kategorienbildung durchgeführt (Mayring & Fenzl, 2019, siehe Schindler et al., 2019). Alle Videos wurden vom Erstautor kodiert. 22,7 % der Videos wurden von der Letztautorin unabhängig kodiert. Die Interrater-Übereinstimmung gilt mit $\kappa = 0,87$ als nahezu perfekt (Landis & Koch, 1977).

Um Unterschiede zwischen den Vorgehensweisen und den verschiedenen Mustern zu ermitteln, wurde ein exakter Test nach Fisher-Freeman-Halton durchgeführt, welcher sich für kleine Stichprobengrößen eignet. Für diesen Test wurden isomorphe Muster gruppiert. So fallen etwa die Musterfolgeaufgaben mit der Grundeinheit 1 4 und ●● in die Gruppe AB.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die identifizierten Vorgehensweisen der Erstklässler*innen bei der Bearbeitung der Musterfolgeaufgaben beschrieben und mit idealisierten Blickbewegungen visualisiert.

(1) *Identifizieren einer Grundeinheit des Musters*

(a) *Linear*: Das Kind betrachtet eine Grundeinheit – meist die Grundeinheit vor dem weißen Fleck.

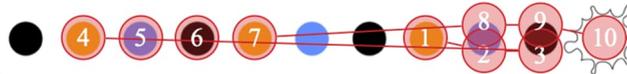


(b) *Rekursiv*: Das Kind betrachtet eine Grundeinheit – meist die Grundeinheit vor dem weißen Klecks. Dann betrachtet es einen Punkt/eine Zahl vor der sich wiederholenden Einheit.

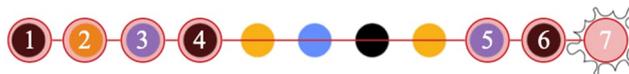


(2) Identifizieren einer Grundeinheit und Validieren/Anwenden

(a) *Identifizieren und validieren:* Das Kind betrachtet die Grundeinheit vor dem Klecks und dann eine andere Grundeinheit im Muster. Anschließend wird das Muster erweitert, indem die Grundeinheit vor dem Klecks fortgesetzt wird.

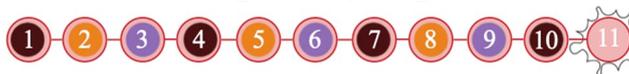


(b) *Identifizieren und anwenden:* Das Kind betrachtet eine Grundeinheit am Anfang oder in der Mitte des Musters. Anschließend betrachtet es die Grundeinheit vor dem Klecks erweiternd zum weißen Klecks.



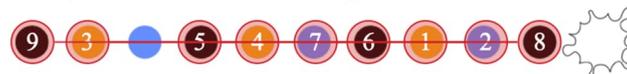
(3) Betrachtung jedes Elements

Das Kind betrachtet jeden Punkt/jede Zahl des Musters einzeln, normalerweise von links nach rechts (teils mehrfach). Teilweise werden dabei einzelne Punkte/Zahlen am Anfang übersprungen.



(4) Unsystematisches Springen über das Muster

Das Kind schaut schnell über das Muster. Oft wird der Kleck nicht angeschaut. Es ist kein systematisches Vorgehen zu erkennen.



Tab. 1: Vorgehensweisen der Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben

In Abbildung 1 ist die Nutzung der Vorgehensweisen bei den verschiedenen Mustern dargestellt. Der Fisher-Freeman-Halton Test zeigte, dass sich die Nutzung der verwendeten Vorgehensweisen signifikant zwischen den Mustern unterscheidet ($p = .031$), wobei Cramérs $V = .20$ auf eine mittlere Effektstärke hindeutet (Cohen, 1988).



Abb. 1: Verteilung der Vorgehensweisen zwischen den verschiedenen Mustern

Diskussion

Die gewonnenen Ergebnisse knüpfen an Erkenntnisse aus früheren Studien zu Vorgehensweisen von Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben an

(Lüken & Sauzet, 2021) und erweitern diese. So ermöglicht die Analyse der Blickbewegungen eine differenzierte Analyse der Vorgehensweise (1), ob die Kinder beim direkten Erkennen der Grundeinheit linear oder rekursiv vorgehen. Zudem hat die Studie in methodischer Hinsicht aufgezeigt, dass Blickbewegungsanalysen fruchtbar für die Identifikation von Vorgehensweisen bei Musterfolgeaufgaben sein können. Ein Ziel des Projekts DI-DUNAS ist es, Materialien zu entwickeln, die Schüler*innen unter anderem bei der Mustererkennung unterstützen sollen. Die Ergebnisse dieser Pilotstudie liefern erste Erkenntnisse für die Entwicklung solcher Materialien.

Danksagung



Dieses Projekt wird durch das Erasmus+-Programm der Europäischen Union unter der Fördervereinbarung Nr. 2020-1-DE03-KA201-077597 unter Projektleitung von Prof. Dr. Maïke Schindler kofinanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser*innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Literatur

- Baumanns, L., Pitta-Pantazi, D., Demosthenous, E., Christou, C., Lilienthal, A. J. & Schindler, M. (2022). How do first-grade students recognize patterns? An eye-tracking study. *PME45*.
- Benz, C., Peter-Koop, A. & Grüßing, M. (2015). *Frühe mathematische Bildung. Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen*. Springer.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). Erlbaum Associates.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004*. Luchterhand.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
- Lüken, M. M. & Sauzet, O. (2021). Patterning strategies in early childhood: a mixed methods study examining 3- to 5-year-old children's patterning competencies. *Mathematical Thinking and Learning*, 23(1), 28–48.
- Lüken, M. M. (2012). *Muster und Strukturen im mathematischen Anfangsunterricht: Grundlegung und empirische Forschungen zum Struktursinn von Schulanfängern*. Waxmann.
- Mayring, P. & Fenzl, T. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 633–648). Springer VS.
- Schindler, M., Schovenberg, V. & Schabmann, A. (2020). Enumeration processes of children with mathematical difficulties: An explorative eye-tracking study on subitizing, groupitizing, counting, and pattern recognition. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 18(2), 193–211.