

BAUMANNNS, Lukas
Dortmund

Wie lässt sich der Musterblick fördern? Eine Eye-Tracking-Evaluationsstudie zu Musterfolgen bei Erstklässler*innen mit Unterstützungsbedarf

Mathematik wird als Wissenschaft der Muster und Strukturen bezeichnet (Steen, 1988). Bereits in der Schuleingangsphase spielen geometrische Musterfolgen wie rot-blau-gelb-rot-blau-gelb eine zentrale Rolle. Dennoch stellt der Umgang mit solchen Mustern für viele Erstklässler*innen eine Herausforderung dar: Zu Beginn der ersten Klasse können nur 31 % die nächste Farbe in einer Musterfolge korrekt bestimmen (Clarke et al., 2006). Gleichzeitig sind frühe Kompetenzen in diesem Bereich ein starker Prädiktor für spätere mathematische Fähigkeiten (Lüken et al., 2014). Daher sind die Entwicklung und Evaluation geeigneter Förderkonzepte essenziell.

Um diese Kompetenzen zu stärken, ist es notwendig, die Vorgehensweisen von Kindern beim Bearbeiten von Musterfolgen zu untersuchen. Frühere Studien nutzten dafür Beobachtungen, Zeichnungen und Äußerungen (Lüken & Sauzet, 2021; Papic et al., 2011). Unsere Forschung setzt hier an und verwendet Eye-Tracking, um Blickbewegungen und damit verbundene Vorgehensweisen zu analysieren (Baumanns et al., 2024). Erste Ergebnisse zeigen Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne Risiko für besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen (BSM) (Baumanns et al., 2023). Zudem zeigen Interventionsstudien, dass Förderprogramme zu Mustern die arithmetischen Fähigkeiten verbessern können (Lüken & Kampmann, 2018).

Die vorliegende Studie untersucht die Wirkung einer sechswöchigen Förderung für zehn Erstklässler*innen mit BSM mithilfe von Eye-Tracking. Dabei wird der Frage nachgegangen, *welchen Einfluss die Förderung auf Fehlerraten, Bearbeitungszeiten und Vorgehensweisen (identifiziert durch Eye-Tracking) der Kinder beim Lösen von Musterfolgeaufgaben hat.*

Forschungsdesign

Die Untersuchung wurde mit zehn Erstklässler*innen (Durchschnittsalter: 6 Jahre und 6 Monate) durchgeführt, die anhand des MBK-0 (Krajewski, 2018) als Kinder mit Risiko für besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen (BSM) identifiziert wurden. Eine Eye-Tracking-Untersuchung diente als Vortest, um die Vorgehensweisen beim Lösen von 21 Musterfolgeaufgaben zu erfassen. Die Aufgaben wurden in drei isomorphe Darstellungen (Farb-, Zahlen- und Formmuster) jeweils mit den Grundmustern AB, ABC, AAB, AABB, AAAB, AABC und ABAC dargeboten. Jede Aufgabe endete mit

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.

<https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0>

einem weißen Klecks, unter dem die Kinder die nächste Farbe, Zahl oder Form bestimmen sollten. Ein identischer Nachtest erfolgte nach der sechs-wöchigen Förderung.

Die Förderung bestand aus wöchentlichen 20-minütigen Sitzungen. Ein Schwerpunkt lag auf der Identifikation von Grundmustern (z. B. „rot-blau“ in „rot-blau-rot-blau-rot-blau“), unterstützt durch den Einsatz von Sprachmitteln, die in einem Sprachspeicher gesammelt wurden. Tätigkeiten wie Duplizieren, Selberbauen, Beschreiben, Reparieren, Erweitern und Übersetzen von Mustern halfen den Kindern, ihre Musterkompetenzen zu entwickeln. Während anfänglich einfache Muster (z. B. AB, ABC) im Fokus standen, wurden später komplexere Muster (z. B. AABC, ABAC) bearbeitet und isomorphe Muster in verschiedenen Darstellungen thematisiert.

Zur Erhebung der Blickbewegungen kam der Tobii Pro Spectrum (120 Hz) zum Einsatz. Die Kinder wurden in einem Abstand von 60 cm zum Bildschirm positioniert. Die durchschnittliche Validierungsgenauigkeit beider Testungen betrug $0,50^\circ$. Die Blickbewegungsvideos und Bearbeitungszeiten (basierend auf der Anzeigedauer der Aufgaben) wurden mit der Software Tobii Pro Lab aufbereitet. Die Aufgabebearbeitungen wurden deduktiv mit dem Kodiersystem aus Baumanns et al. (2024) kodiert (siehe Abb. 1).

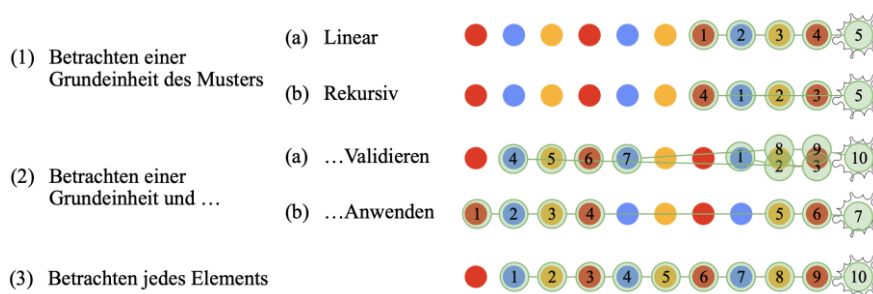


Abb. 1: Vorgehensweisen beim Lösen von Musterfolgeaufgaben

Die statistischen Analysen wurden in R durchgeführt: Ein gerichteter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test prüfte Veränderungen in Fehlerraten und Bearbeitungszeiten, während der McNemar-Bowker-Test Unterschiede in den Vorgehensweisen vor und nach der Förderung identifizierte.

Ergebnisse

Fehlerraten und Bearbeitungszeiten: Abbildung 2 zeigt die Fehlerraten und Bearbeitungszeiten der Fördergruppe vor und nach der Förderung. Die Analyse zeigt eine signifikante Reduktion der Fehlerraten zwischen Vor- und Nachtest mit einem großen Effekt ($W = 54, p < 0,01, r = 0,964 [0,86; 0,99]$). Im Vortest lag die durchschnittliche Fehlerrate bei 51,3 % ($SD = 22,4 \%$), während sie im Nachtest deutlich auf 19,0 % ($SD = 14,6 \%$) sank. Die Analyse der Bearbeitungszeiten ergab keine signifikante Veränderung zwischen

Vor- und Nachtest ($W = 34, p = 0,270, r = 0,23 [-0,43; 0,74]$). Die mittlere Bearbeitungszeit im Vortest betrug 9,17 Sekunden pro Aufgabe ($SD = 7,19$), während sie im Nachtest auf 6,43 Sekunden ($SD = 2,19$) sank. Der Rückgang zur Bearbeitungszeit sowie die deutliche Reduktion der Standardabweichung vom Vor- zum Nachtest deutet auf einen möglichen Einfluss der Intervention hin. Weitere Untersuchungen mit einer größeren Stichprobe sowie einer Vergleichsgruppe könnten diesen Trend validieren.

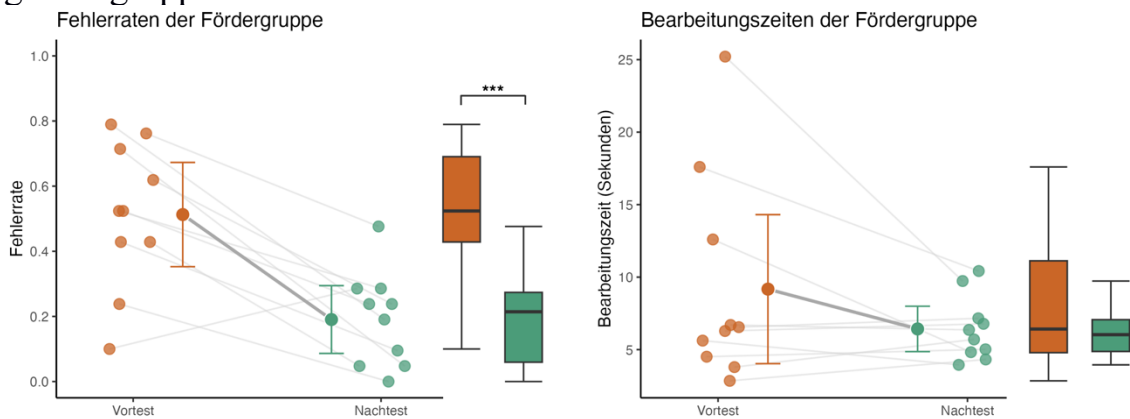


Abb. 2: Fehlerraten und Bearbeitungszeiten der Fördergruppe vor und nach Förderung *Vorgehensweisen*: Während im Vortest 59,0 % der Kinder die eher flüchtige Vorgehensweise (1), *Betrachten einer Grundeinheit des Musters*, nutzten, sank dieser Anteil im Nachtest auf 44,7 %. Gleichzeitig stieg der Anteil der Vorgehensweise (2), *Betrachten einer Grundeinheit und Validieren/Anwenden*, von 15,4 % im Vortest auf 52,8 % im Nachtest. Die aufsagende Vorgehensweise (3), *Betrachten jedes Elements*, wurde bei 25,6 % der Bearbeitungen im Vortest beobachtet, sank jedoch nach der Förderung auf 2,5 % (s. Abb. 3). Der McNemar-Test weist auf signifikante Unterschiede mit einem großen Effekt zwischen Vor- und Nachtest hinsichtlich der Vorgehensweisen hin ($\chi^2(2, N = 183) = 62,38, p < 0,001, g = 0,38$). Die Post-hoc-Analysen zeigen einen signifikanten Wechsel von Vorgehensweise (1) (*Betrachten einer Grundeinheit des Musters*) zu Vorgehensweise (2) (*Betrachten einer Grundeinheit und Validieren/Anwenden*) mit einem großen Effekt ($p < 0,001, g = 0,33$). Ebenso gab es einen signifikanten Wechsel von Vorgehensweise (3) (*Betrachten jedes Elements*) zu (1) mit einem großen Effekt ($p < 0,05, g = 0,41$). Schließlich wurde ein signifikanter Wechsel von Vorgehensweise (3) zu (2) mit einem großen Effekt beobachtet ($p < 0,001, g = 0,47$).

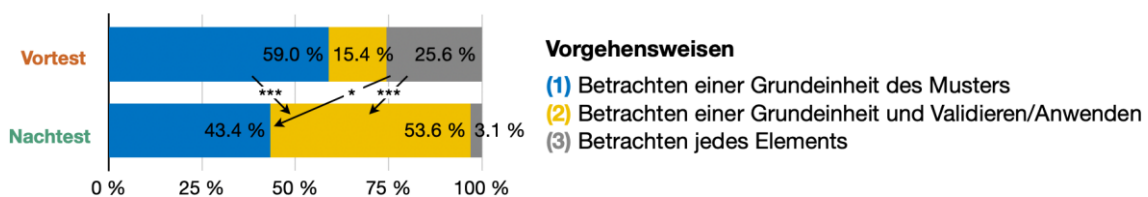


Abb. 3: Vorgehensweisen der Fördergruppe vor und nach Förderung

Diskussion – Ablösung vom aufsagenden Mustererweitern

Die vorliegende Studie liefert erstmalig Indizien dafür, dass eine gezielte Förderung von Erstklässler*innen mit BSM im Kontext von Musterfolgen signifikante Veränderungen in den Fehlerraten und vor allem Vorgehensweisen bewirken kann. Besonders auffällig ist der Anstieg der Vorgehensweise *Betrachten einer Grundeinheit und Validieren/Anwenden* und der Rückgang der Vorgehensweise *Betrachten jedes Elements*. Gleichzeitig zeigten sich keine signifikanten Veränderungen in den Bearbeitungszeiten, was unter anderem damit begründet werden kann, dass Kinder im Vortest tendenziell flüchtigere Strategien verwendeten, die weniger Zeit beanspruchen.

Zukünftige Analysen der Daten einer Wartekontrollgruppe und von Kindern ohne BSM werden zeigen, ob Interaktionseffekte zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Zeitpunkt der Erhebung auftreten, und damit die vorliegenden Ergebnisse weiter absichern. Zudem werden weitere Analysen den Zusammenhang zwischen den Fehlern und Vorgehensweisen aufdecken.

Literatur

- Baumanns, L., Pitta-Pantazi, D., Demosthenous, E., Lilienthal, A. J., Christou, C. & Schindler, M. (2024). Pattern-recognition processes of first-grade students: an explorative eye-tracking study. *Int. Journal of Science and Math. Educ*, 22, 1663–1682.
- Baumanns, L., Pitta-Pantazi, D., Christou, C., Lilienthal, A. J., Simon, A. L. & Schindler, M. (2023). Adaptive strategy use in pattern-recognition of first graders with and without risk of developing mathematical difficulties: an eye-tracking study. In M. Ayalon, B. Koichu, R. Leikin, L. Rubel & M. Tabach (Eds.), *PME 46* (S. 75–82). PME.
- Clarke, B., Clarke, D. & Cheeseman, J. (2006). The mathematical knowledge and understanding young children bring to school. *Mathematics Education Research Journal*, 18(1), 78–102.
- Krajewski, K. (2018). *Test zur Erfassung mathematischer Basiskompetenzen im Kindergarten (MBK 0)*. Hogrefe.
- 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. & Kampmann, R. (2018). The influence of fostering children's patterning abilities on their arithmetic skills in Grade 1. In I. Elia, J. Mulligan, A. Anderson, A. Bacaglioni-Frank & C. Benz (Eds.), *Contemporary research and perspectives on early childhood mathematics education* (S. 55–66). Springer.
- Lüken, M. M., Peter-Koop, A. & Kollhoff, S. (2014). Influence of early repeating patterning ability on school mathematics learning. In D. Allan, P. Liljedahl, C. Nicol & S. Oesterle (Eds.), *PME38* (S. 137–144). PME.
- Papic, M. M., Mulligan, J. T. & Mitchelmore, M. C. (2011). Assessing the development of preschoolers' mathematical patterning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42(3), 237–269.
- Steen, L. A. (1988). The Science of Patterns. *Science*, 240(4852), 611–616.