

SIMON, Anna Lisa; ROTT, Benjamin & SCHINDLER, Maike
Universität zu Köln

Vorgehensweisen am Zahlenstrahl von Kindern mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen und im Förderschwerpunkt Lernen: Eine Eye-Tracking Studie

Der Zahlenstrahl ist ein wesentliches Arbeitsmittel im Mathematikunterricht der Primarstufe (Schulz & Wartha, 2021). Der Zahlenstrahl wird zur Entwicklung eines ordinalen Zahlverständnisses genutzt, bei dem Zahlen als Positionen auf dem Zahlenstrahl verstanden werden (Schulz & Wartha, 2021) und ist darüber hinaus für den Aufbau eines relationalen Zahlverständnisses zentral, bei dem Zahlen in Beziehung zu anderen Zahlen interpretiert werden (Schulz & Wartha, 2021; Teppo & van den Heuvel-Panhuizen, 2014).

In der vorliegenden Studie wurde der Frage nachgegangen, wie Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen (SML) und Kinder im Förderschwerpunkt (FS) Lernen bei der Anordnung von Zahlen am Zahlenstrahl vorgehen und inwiefern sie hierbei Förderung benötigen. Dazu wurden Vorgehensweisen am Zahlenstrahl (basierend auf der qualitativen Analyse von Eye-Tracking Videos) und Antworten von Kindern im FS Lernen und Kindern mit SML sowie von Kindern ohne SML vergleichend untersucht. Während alle Kinder die Aufgaben in der Regel korrekt lösen konnten, zeigte sich hinsichtlich der Nutzung der Vorgehensweisen, dass sowohl Kinder im FS Lernen und als auch Kinder mit SML im Vergleich zu Kindern ohne SML mehr Zählen vom Anfang des Zahlenstrahls und weniger direktes Verorten nutzten. Im direkten Vergleich von Kindern im FS Lernen und Kindern mit SML zeigte sich zudem, dass Kinder im FS Lernen mehr Zählen vom Anfang nutzten. Kinder im FS Lernen zeigten zusätzlich im Vergleich zu Kindern ohne SML häufiger eine Orientierung am Mittelpunkt (und tendenziell weniger Orientierung am Endpunkt).

Die Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit auf, Kinder im FS Lernen und Kinder mit SML hinsichtlich der Nutzung des Zahlenstrahls gezielt zu fördern. Im Zentrum der Förderung sollten der Aufbau von Sicherheit im Zahlenraum und von relationalen Zahlvorstellungen (Schulz & Wartha, 2021) sowie die Förderung der (adaptiven) Nutzung von Orientierungspunkten auf dem Zahlenstrahl stehen.

Literatur

- Schulz, A. & Wartha, S. (2021). *Zahlen und Operationen am Übergang Primar-/ Sekundarstufe. Grundvorstellungen aufbauen, festigen, vernetzen*. Springer.
- Teppo, A. & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2014). Visual representations as objects of analysis: The number line as an example. *ZDM*, 46, 45–58.

Vorgehensweisen am Zahlenstrahl von Kindern mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen und im Förderschwerpunkt Lernen: Eine Eye-Tracking Studie

Anna Lisa Simon¹, Benjamin Rott² & Maike Schindler¹

¹Universität zu Köln, Humanwissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Sonderpädagogische Didaktik im Handlungsfeld Mathematik

²Universität zu Köln, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Mathematikdidaktik

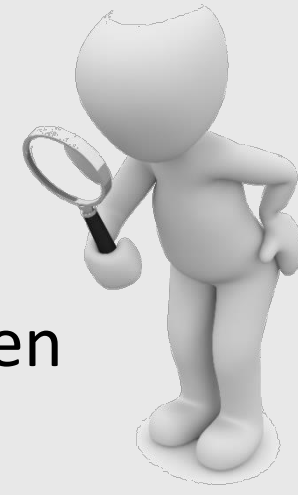
Kontakt: anna.simon@uni-koeln.de



Hintergrund

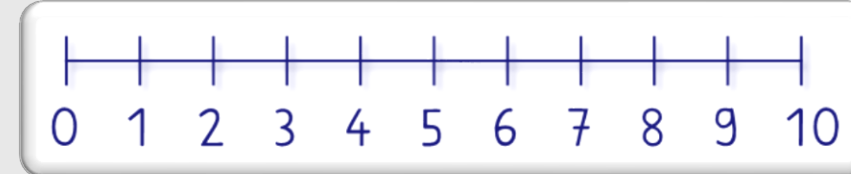
Motivation

- Große Bedeutung mathematischer Fähigkeiten für die Bewältigung des Alltags und den Erfolg im Leben (z. B. Jansen et al., 2016)
- Zahlenstrahl wichtiges Arbeitsmittel zur Entwicklung und Förderung mathematischer Fähigkeiten (z. B. Schulz & Wartha, 2021)
- Notwendigkeit zu (weiterer) Forschung zum Umgang mit dem Zahlenstrahl von Kindern mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen und im Förderschwerpunkt Lernen



Zahlenstrahl

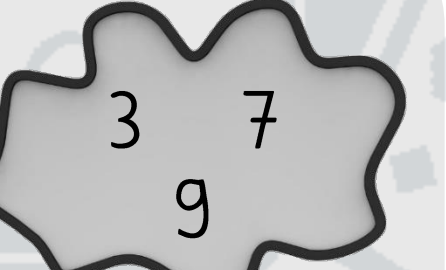
- Wesentliches Arbeitsmittel im Mathematikunterricht (z. B. Teppo & van den Heuvel-Panhuizen, 2014)
- Darstellung der Grundidee der Zahlenreihe – Verwendung zur Entwicklung eines ordinalen Verständnisses von Zahlen (Zahlen als Positionen auf dem Zahlenstrahl) (z. B. Schulz & Wartha, 2021)
- Wichtig für den Aufbau eines relationalen Zahlverständnisses (Interpretation von Zahlen in Beziehung zu anderen Zahlen) (Schulz & Wartha, 2021; Teppo & van den Heuvel-Panhuizen, 2014)



Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen

(Besondere) Schwierigkeiten in drei zentralen Bereichen des arithmetischen Basisstoffes:

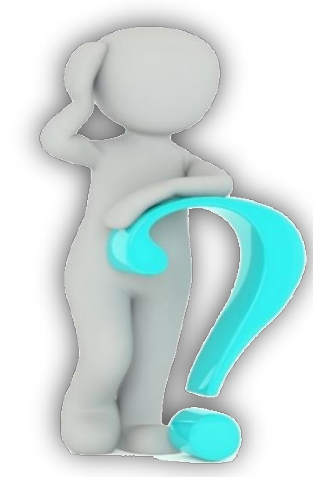
- Verständnis natürlicher Zahlen
Typischerweise ordinal geprägtes Verständnis von Zahlen; kein Erkennen von Beziehungen zwischen Zahlen
 - Verständnis des dezimalen Stellenwertsystems
 - Verständnis der Rechenoperationen (Gaidoschik et al., 2021, S. 5)
- Schwierigkeiten bleiben ohne Förderung bestehen (Gaidoschik et al., 2021)



Kinder im Förderschwerpunkt Lernen

- Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung im Förderschwerpunkt Lernen bei Lern- und Leistungsausfällen „schwerwiegender, umfänglicher und langdauernder Art“ (§4(2), AO-SF NRW, 2022; OECD, 2007)
- Besondere Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben, in Mathematik und beim „Lernen des Lernens“ (Heimlich, 2016, S. 36)
- Ohne sonderpädagogische Unterstützung i. d. R. keine Überwindung der Schwierigkeiten (Heimlich, 2016)

Forschungsfrage:
Wie gehen Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen und Kinder im Förderschwerpunkt Lernen bei der Anordnung von Zahlen am Zahlenstrahl vor und inwiefern benötigen sie hierbei Förderung?



Eye-Tracking

Ermöglichung von Einblicken in Vorgehensweisen beim Lösen von Aufgaben am Zahlenstrahl (z. B. Simon & Schindler, 2022) ohne Verbalisieren von Vorgehensweisen

→ Besondere Eignung für Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen und im Förderschwerpunkt Lernen (aufgrund mathematischer, sprachlicher Schwierigkeiten und/oder Schwierigkeiten in metakognitiver Reflexion) (Schindler & Lilienthal, 2018)

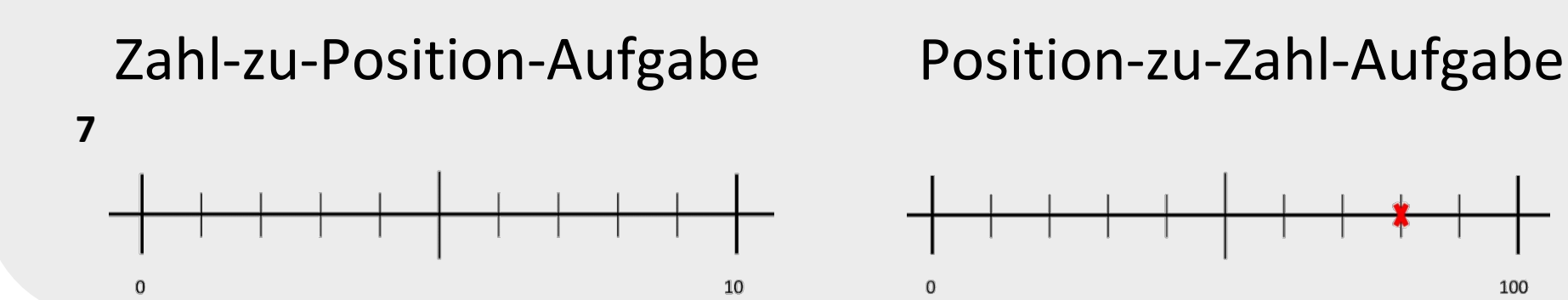
Studie

Stichprobe zu Beginn des 5. Schuljahrs

20 Kinder einer Förderschule Lernen in NRW
60 Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen und 55 Kinder ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen einer Gesamtschule in NRW

Items (12 Aufgaben)

Zahlenstrahl von 0-10 und 0-100

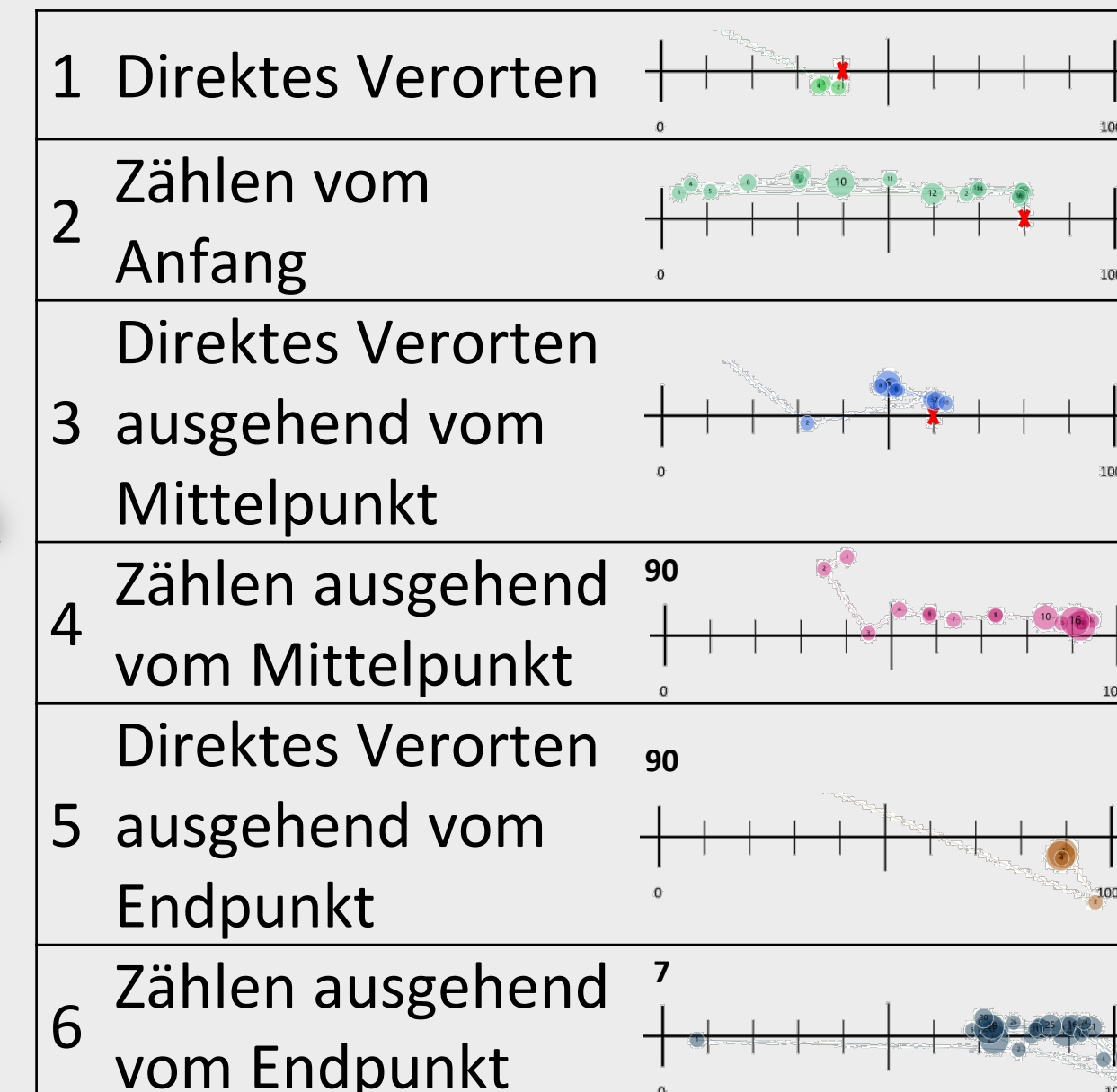


Qualitative Datenanalyse

- Analyse von Vorgehensweisen am Zahlenstrahl der Kinder auf Grundlage von Eye-Tracking-Videos – deduktives Vorgehen basierend auf **Kategoriensystem** (Simon & Schindler, 2022)
- Analyse der Fehlerraten basierend auf Antworten der Kinder

Statistische Analyse

- Vergleich der Nutzung der Vorgehensweisen mit Chi-Quadrat-Tests
- Vergleich der Fehlerraten mit Kruskal-Wallis-Test



Erhebungsinstrument

Eye Tracker Tobii Pro X3-120
Durchschnittliche Accuracy: 0,8°

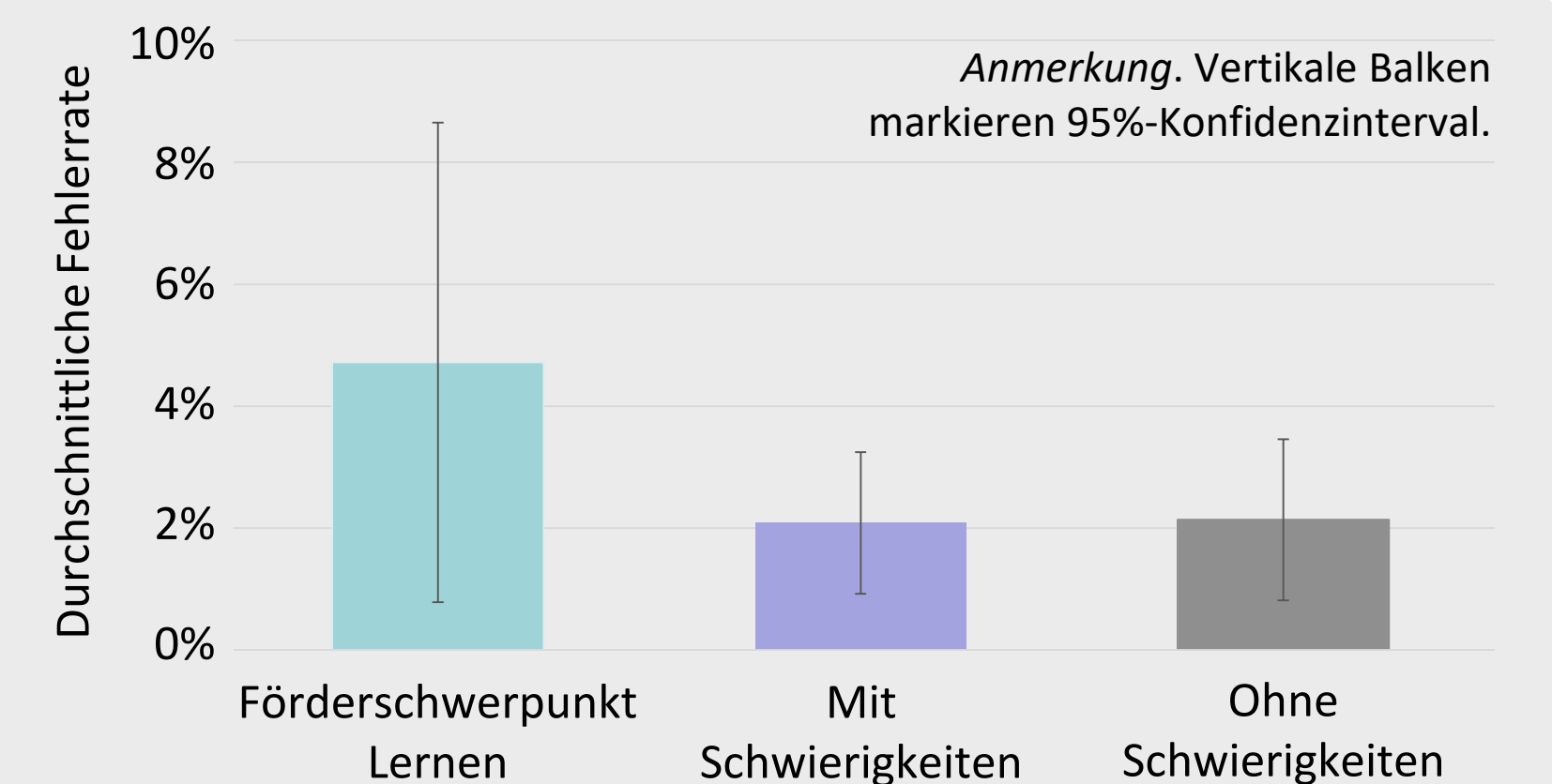


Ergebnisse

Fehlerraten

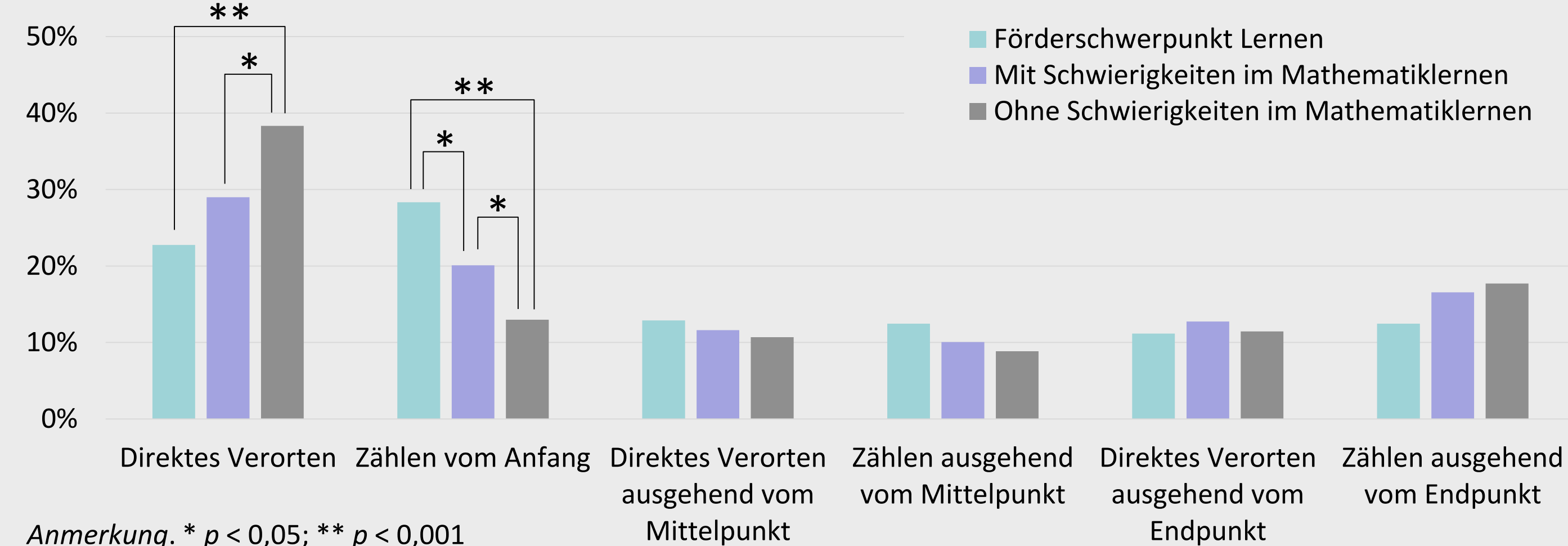
- Generell niedrige Fehlerrate: 2,51%
- Kein signifikanter Unterschied in den Fehlerraten der Kinder im Förderschwerpunkt Lernen und mit und ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen für alle Aufgaben zusammen: $H(2) = 2,79, p = 0,248$

Kinder im Förderschwerpunkt Lernen: 4,72%
Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen: 2,12%
Kinder ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen: 2,14%



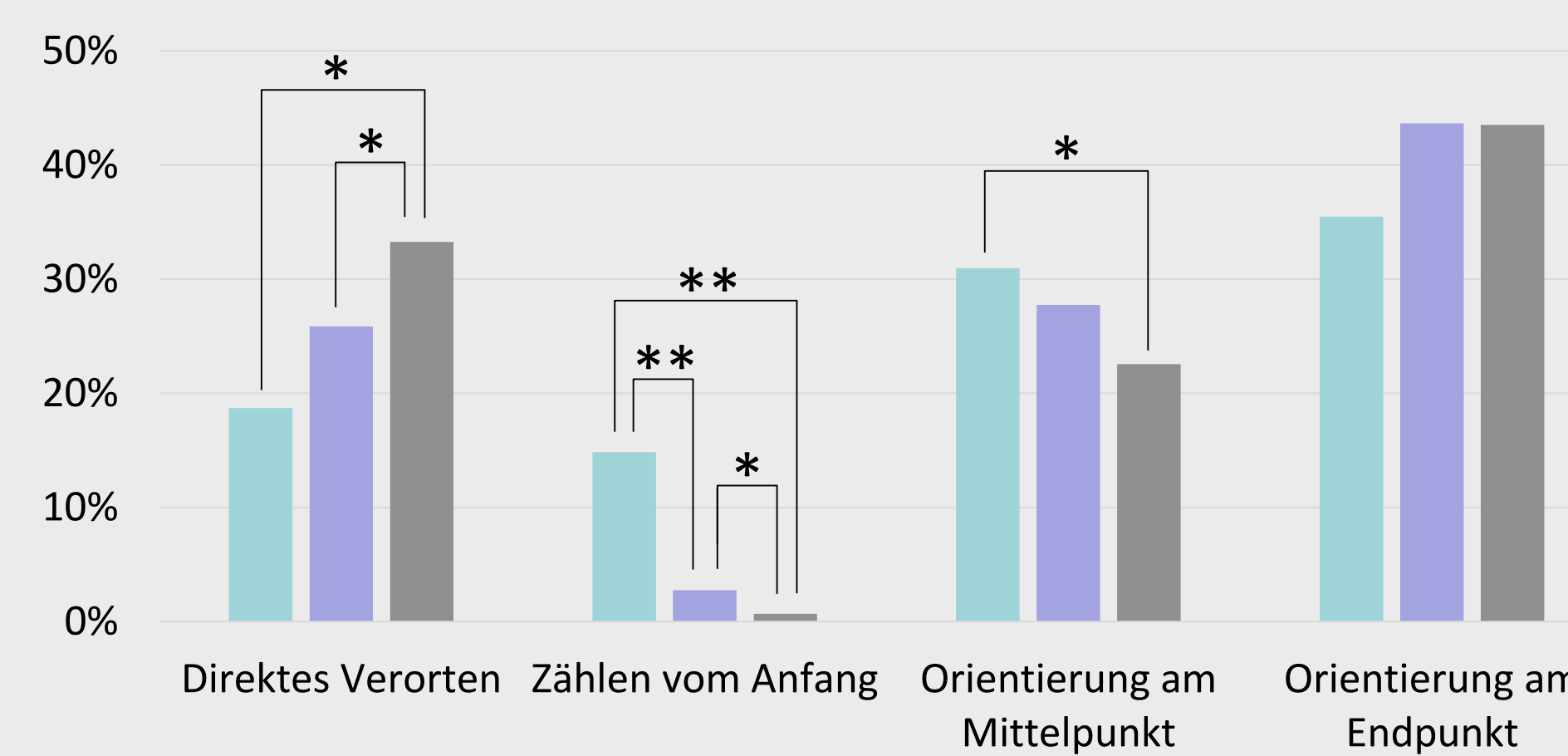
Vorgehensweisen

Signifikante Unterschiede in der Nutzung der Vorgehensweisen: für alle Aufgaben zusammen: $\chi^2(10) = 47,07, p < 0,001, V = 0,12$



Anmerkung. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$

für Zahlen zwischen Mittel- und Endpunkt: $\chi^2(6) = 80,64, p < 0,001, V = 0,20$



Kinder im Förderschwerpunkt Lernen nutzten Orientierung am Mittelpunkt häufiger und Orientierung am Endpunkt tendenziell weniger ($p = 0,059$) als Kinder ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen

Zelltests zeigten:

- Kinder im Förderschwerpunkt Lernen und Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen nutzten weniger direktes Verorten als Kinder ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen
- Kinder im Förderschwerpunkt Lernen und Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen nutzten häufiger Zählen vom Anfang als Kinder ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen
- Kinder im Förderschwerpunkt Lernen nutzten häufiger Zählen vom Anfang als Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen

Zusammenfassung und Ausblick

Keine Gruppenunterschiede in den Fehlerraten

Unterschiede in der Nutzung der Vorgehensweisen am Zahlenstrahl:

- Kinder im Förderschwerpunkt Lernen und Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen nutzten im Vergleich zu Kindern ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen häufiger Zählen vom Anfang des Zahlenstrahls und weniger direktes Verorten
- Kinder im Förderschwerpunkt Lernen nutzten im Vergleich zu Kindern mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen weniger Zählen vom Anfang des Zahlenstrahls
- Kinder im Förderschwerpunkt Lernen zeigten im Vergleich zu Kindern ohne Schwierigkeiten im Mathematiklernen häufiger eine Orientierung am Mittelpunkt (und tendenziell weniger eine Orientierung am Endpunkt)

Implikationen für die Förderung von Kindern im Förderschwerpunkt Lernen und mit Schwierigkeiten im Mathematiklernen:

- Sicherheit im Zahlenraum aufbauen und relationale Zahlvorstellungen fördern (Schulz & Wartha, 2021)
- Nutzung von Orientierungspunkten sowie die Adaptivität in der Nutzung von Orientierungspunkten fördern

Literatur

- AO-SF NRW (Ausbildungsordnung sonderpädagogische Förderung). (2022). *Verordnung über die sonderpädagogische Förderung, den Hausunterricht und die Schule für Kranke. Bereinigte Amtliche Sammlung der Schulvorschriften NRW*. <https://bass.schul-welt.de/6225.htm#13-41nr2.1p4>
- Gaidoschik, M., Moser Opitz, E., Nührenböcker, M. & Rathgeb-Schnierer, E. (2021). Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen. Sonderausgabe der *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 47(1115).
- Heimlich, U. (2016). *Pädagogik bei Lernschwierigkeiten*. UTB.
- Jansen, B. R. J., Schmitz, E. A. & van der Maas, H. L. J. (2016). Affective and motivational factors mediate the relation between math skills and use of math in everyday life. *Frontiers in Psychology*, 7, 513.
- OECD (2007). *Students with Disabilities, Learning Difficulties and Disadvantages. Policies, Statistics and Indicators*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/students-with-disabilities-learning-difficulties-and-disadvantages_9789264027619-en
- Schulz, A. & Wartha, S. (2021). *Zahlen und Operationen am Übergang Primar-/ Sekundarstufe. Grundvorstellungen aufbauen, festigen, vernetzen*. Springer.
- Schindler, M. & Lilienthal, A. J. (2018). Eye-tracking for studying mathematical difficulties—also in inclusive settings. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg & L. Sumpter (Hrsg.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 115–122). PME.
- Simon, A. L. & Schindler, M. (2022). Strategy use in number line tasks of students with mathematical difficulties: An eye-tracking study. In C. Fernández, S. Linares, A. Gutiérrez & N. Planas (Hrsg.), *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 3-10). PME.
- Teppo, A. & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2014). Visual representations as objects of analysis: The number line as an example. *ZDM Mathematics Education*, 46, 45–58.