

KRAUSE, Christina & KRAWAGNA, Anna  
Graz

## **Embodied Self-Scaffolding gestützt durch Gesten - Design und Untersuchung einer 'modeling'-Phase zu Bruchrechnung**

Mathematikdidaktische Forschung untersucht bereits seit über zwei Jahrzehnten, wie Gesten beim Lernen mathematischer Konzepte, Verfahren und Terminologie beitragen können (siehe Robutti et al., 2022 für einen Überblick). Dennoch gibt es bislang nur wenige Ansätze zur tatsächlichen Nutzung dieses Potenzials zur gewinnbringenden Gestaltung von Mathematikunterricht (Seccia & Goldin-Meadow, 2024), vor allem für die Sekundarstufen. Die Idee, Gesten als unterstützendes Gerüst (Scaffold) einzusetzen, wurde bereits mehrfach exploriert (z. B. explizit bei Alibali & Nathan, 2007; implizit bei Arzarello & Paola, 2007 oder Krause, 2023), bislang wurden jedoch keine systematischen Ansätze entwickelt, um zu verstehen, ob und wie das Scaffolding konzeptuellen Verständnisses durch Lehrer:innengesten in die Unterrichtspraxis integriert werden kann.

In der vorliegenden Studie wurde eine Intervention entwickelt und getestet, bei der Gesten gezielt eingesetzt wurden, um konzeptuelles Verständnis zur Bruchrechnung zu fördern. Das Design basiert auf Grundlagen der Gestenforschung (McNeill, 2005), Multimodalität und Embodiment (Arzarello & Paola, 2007; Krause, 2016) sowie auf der Idee der Ikonisierung von Gesten als begründet in Handlung, inspiriert durch Forschung zur Einführung mathematischer Gebärden im Unterricht für taube Lernende (Krause, 2018; 2023). Konkreter soll diese Intervention einer Vor-Phase eines Scaffolding-Prozesses entsprechen, die einer interaktionalen Phase vorausgeht und zunächst eine handlungsbasierte konzeptuelle Stütze durch die Strategie des 'modeling' (van Oers, 2014) bereitstellt. Dabei orientiert sich die konzeptuelle Verankerung der Gesten in Handlungen an Grundvorstellungen zur Bruchrechnung (Padberg & Wartha, 2017). Dieser Beitrag fokussiert auf eine qualitative Untersuchung der multimodalen Erklärungen zu Aufgabenlösungen von Schüler:innen nach Betrachtung der gestengestützten Erklärungen und das konzeptuelle Verständnis, das sich in den Erklärungen durch verbale Äußerungen und im Gesteneinsatz zeigt.

### **Scaffolding**

Die Idee des „Scaffoldings“ beschreibt eine Methode, bei der Mittel oder Vermittlungsprozesse bereitgestellt werden, die Lernende vorübergehend in ihrem Wissensaufbau unterstützen (van Oers, 2014). Hierbei soll in Interaktion mit einem:einer Tutori:in an die existierenden Möglichkeiten (hier das Verständnis zu Bruchzahlen) der Lernenden angeknüpfen werden

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

('contingency'). Diese konkrete Unterstützungsmöglichkeiten werden schrittweise entfernt, sobald der Lernende ein bestimmtes Verständnisniveau erreicht hat ('fading') und der:die Lernende das Gelernte eigenständig zum Erreichen eines Ziels (z.B. Lösen einer Aufgabe) nutzen kann ('transfer/uptake of responsibility') (van den Pol et al., 2010). Hierbei kann Scaffolding genutzt werden, Entwicklung von Lösungsstrategien und metakognitivem Wissen zu unterstützen, aber auch - wie in der vorliegenden Studie - darauf abzielen, konzeptuelles Verständnis bestimmter Inhalte fördern.

## **Gesten**

Mathematikdidaktische Forschung versteht Gesten zumeist im Sinne von McNeill (1992) als Bewegungen der Hände und Arme, die man beim Sprechen oder Denken ausführt (siehe Robutti et al., 2022). Folgend der 'Gesture as simulated action'-hypothesis (Hostetter und Alibali, 2008) wird Gestenproduktion kontextuell angeregt durch das Wachrufen von Handlungserfahrungen, wobei diese auch passiv erlebt werden können. Einerseits können sie damit kognitive Funktionen erfüllen, die Denken und Sprechen entgegen der Ausführung von konkreten mathematischen Aufgaben und Erklärungen unterstützen können (Salle & Krause, 2021) und es kann außerdem durch die Betrachtung von Gesten Lernender darauf geschlossen werden, welche Handlungserfahrungen im Kontext aktiviert werden (z.B. Edwards, 2009).

Gesten könnten somit zu einem Mittel des Selbst-Scaffoldings werden, indem sie mit konzeptuell bedeutungsvollen Handlungen verknüpft werden sofern diese Verknüpfung in relevanten Kontexten, z.B. bei der Lösung konkreter Aufgaben, abgerufen werden kann, so dass die Geste eine kognitive Funktion erfüllen kann. Darüber hinaus kann aus den multimodalen Äußerungen der Schüler:innen auf das Verständnis und die Verknüpfung mit Handlungen geschlossen werden.

## **Die Studie**

Während der vorgeschlagene Einsatz von Gesten zum konzeptuellen Self-Scaffolding als langfristiger Prozess angelegt werden muss, konzentriert sich die vorliegende Studie auf ein erstes Modeling durch die Lehrkraft. Durch dieses Modeling soll eine explizite Verknüpfung zwischen Handlung und Gesten im Kontext Bruchrechnung durch die Lehrperson hergestellt werden - es wird eine Ikonisierung bedeutungstragender Gesten durch Begründung in Handlung vorgeschlagen (Krause, 2018). Hierfür wurden Erklärvideos eingesetzt, um Gesten geplant und systematisch einsetzen und das modellierende Expositionsetting somit bestmöglich kontrollieren zu können. Zudem wurde explorierend ein Vergleich mit einer Schüler:innengruppe getestet, in

deren Video Bruchrechnung verbal ohne Handlungen und Gesteneinsatz erklärt wird (QR-codes zu Videos anhängend in Abbildung 2).



**Abb. 1:** QR-Codes zu den Erklärvideos

Es wurden hierfür insgesamt 36 Schüler:innen der 6. Schulstufe einbezogen, die zunächst einen Vortest zur Erfassung des Verständnisses zu Bruchrechnung durchführten. Auf Grundlage des Tests wurden 6 Schüler:innen mit geringen Leistungen ausgewählt, die auf die beiden Interventionsgruppen aufgeteilt wurden. Mit diesen sechs Schüler:innen wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt, die videographiert wurden. Die Auswertung dieser Interviews erfolgte qualitativ anhand des Videomaterials, gestützt durch MaxQDA. Dabei wurden die verbalen Erklärungen wie auch die Gesten analysiert, um Rückschlüsse auf aktivierte Vorstellungen der Schüler:innen ziehen zu können. Die Analyse der Gesten erfolgt vor dem Hintergrund theoretischer Konzepte der Gestenforschung (McNeill, 2005).

### Ergebnisse, Diskussion und Ausblick

Alle sechs Schüler:innen – unabhängig davon, ob sie erklärende Videos mit Gestenunterstützung oder solche, die nur auf verbaler-visueller Darstellung basieren, angesehen haben – zeigten gesteigerte Kompetenz nach der Intervention. Die Ergebnisse der Interviewstudie deuten jedoch darauf hin, dass Schüler:innen in der Gestengruppe Gesten, die mit der Erklärung und den Handlungen im Video verbunden waren, aufgriffen; die Erklärungen gingen bei den drei Schüler:innen über reine Berechnung hinaus und verwiesen sowohl verbal wie auch gestisch auf Aktivitäten im Video. Diese gestischen Referenzen verwiesen hierbei sowohl direkt imitierend auf die Handlungen im Video (Abb. 2a) wie auch auf analoge Handlungen (Abb. 2b). Zudem zeigten sich Gesten vor allem im Kontext des Erweiterns von Brüchen.



**Abb. 2:** Gesten bei Erklärungen zu Bruchaddition, Verweis auf GV zum Erweitern

Obwohl die Stichprobengröße nur Fallbeispiele und einen begrenzten Rahmen zulässt, deutet die Studie darauf hin, dass Gesten im standardisierten Kontext von Erklärvideos wahrgenommen und auch von den Schüler:innen als Self-Scaffolding genutzt werden können. Sie gibt damit einen Ansatz, wie das Potenzial von Gesten als Lehrmethode genutzt werden könnte, um einen Scaffolding-Prozess zum Konzeptverständnis für Selbst-Scaffolding zu initiieren und öffnet damit die Möglichkeit für weitere Studien. Diese können diesen Ansatz erweitern und den Scaffolding-Prozess über die 'Modeling-Phase' hinausführen, um besser zu erfassen, wie sich das sich entwickelnde Verständnis der Schüler offenbaren könnte und in Interaktionsphasen mit einem:einer Tutor:in gestisch angereichert werden kann (z.B. nach Arzarello & Paola, 2007), wenn diese:r auch sensibilisiert wurde.

## Literatur

- Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2007). Teachers' gestures as a means of scaffolding students' understanding: Evidence from an early algebra lesson. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Hrsg.), *Video research in the learning sciences* (S. 349–365). Routledge.
- Arzarello, F., & Paola, D. (2007). Semiotic game: The role of the teacher. In J. Woo, H. Lew, K. Park, & D. Seo (Hrsg.), *Proceedings of the 31st conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2* (S. 17–24). PME.
- Edwards, L. D. (2009). Gestures and conceptual integration in mathematical talk. *Educational Studies in Mathematics*, 70(2), 127–141.
- Krause, C.M. (2023). Facing and challenging language ideologies towards a more inclusive understanding of language in mathematics education research - the case of sign languages. *ZDM Mathem. Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01526-y>
- Krause, C.M. (2018). Embodied Geometry: Signs and gestures used in the deaf mathematics classroom – the case of symmetry. In R. Hunter, M. Civil, B. Herbel-Eisenmann, N. Planas & D. Wagner (Hrsg.), *Mathematical discourse that breaks barriers and creates space for marginalized learners* (S. 171–193). Sense Publisher.
- McNeill, D. (2005). *Gesture and thought*. University of Chicago Press.
- Padberg, F. & Wartha, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung*. Springer.
- Robutti, O., Sabena, C., Krause, C., Soldano, C., & Arzarello, F. (2022). Gestures in mathematics thinking and learning. In M. Danesi (Hrsg.), *Handbook of cognitive mathematics*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44982-7\\_8-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44982-7_8-1)
- Salle, A. & Krause, C. (2021). Kognitive Funktionen von Gesten beim mathematischen Arbeiten. *Journal für Mathematikdidaktik*, 43, 123–158.
- Seccia, A., & Goldin-Meadow, S. (2024). Gestures can help children learn mathematics: how researchers can work with teachers to make gesture studies applicable to classrooms. *Philosophical Transactions R. Soc. B*. 379, 20230156.
- van de Pol, J., Volman, M. & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher—Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271–296.
- van Oers, B. (2014). Scaffolding in mathematics education. In S. Lerman (Hrsg.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (S. 535–538). Springer.