

GEISEN, Martina & BÜSCHER, Carina
Potsdam, Köln

“Jetzt haut der schon wieder ab” - Lernroboter im inklusiven Geometrieunterricht

1. Forschungsbedarf zum räumlichen Vorstellungsvermögen im inklusiven Mathematikunterricht

In Bezug auf die Geometrie sind lernförderliche Bedingungen sowie Schwierigkeiten von Lernenden mit einem Unterstützungsbedarf im Schwerpunkt Lernen bisher wenig untersucht worden und es fehlen Evaluationen unterrichtlicher Interventionen und Unterstützungsangebote (vgl. Hähn, 2021). Dabei können Lerngelegenheiten zur Geometrie in inklusiven Settings anschauliche und handlungsorientierte Zugänge für alle Lernenden ermöglichen und bieten das Potenzial, dass Lernende mit Unterstützungsbedarf mit anderen Lernenden an einem gemeinsamen Gegenstand arbeiten (ebd.). Dabei identifiziert Korff (2015) die Material- und Handlungsorientierung als einen inklusionsrelevanten Aspekt guten Mathematikunterrichts. In Bezug auf räumliches Vorstellungsvermögen beispielsweise ist bereits im frühkindlichen Alter eine Förderung möglich (z. B. Battista et al., 1982), wobei hierzu digitale Werkzeuge besonders geeignet sein können (z. B. Luig & Sträßer, 2009). In diesem Beitrag wird ein Projekt zur Entwicklung einer Lernumgebung unter Verwendung von programmierbaren Lernrobotern im inklusiven Mathematikunterricht der Primarstufe zum räumlichen Vorstellungsvermögen vorgestellt. Dabei wird ein besonderer Blick auf Lernende mit Unterstützungsbedarf im Schwerpunkt Lernen gerichtet.

2. Einsatz von Lernrobotern zur Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens

Obwohl das räumliche Vorstellungsvermögen von lebenspraktischer Bedeutung ist, herrscht bezüglich einer einheitlichen Definition keine Einigkeit und verschiedene Begrifflichkeiten werden synonym oder mit Bedeutungsunterschieden verwendet. Vielen Definitionen ist die Fähigkeit gemeinsam, Dinge vor dem geistigen Auge abzubilden und Objekte und Formen gedanklich im Raum zu bewegen (vgl. Francis et al., 2021). Damit verweisen diese Definitionen auf mentale Tätigkeiten ohne Rücksicht auf die Beteiligung des Körpers (ebd., vgl. auch Davis et al., 2015). Francis et al. (2021) berücksichtigen daher hinsichtlich des räumlichen Denkens bezogen auf den schulischen Kontext neben mentalen Tätigkeiten auch körperliche Handlungen. Sie untersuchten, inwiefern durch die Beschäftigung von Lernenden im Alter von 9-10 Jahren mit Robotik signifikante Verbesserungen der räumlichen

Fähigkeiten erreicht werden können. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die Programmierung von Robotern mit Verbesserungen im räumlichen Denken einhergeht.

Auf nationaler Ebene beschäftigen sich Beyer et al. (2023) mit dem Einsatz von BlueBots im Mathematikunterricht. Sie fokussieren aber vor allem die Förderung des Computational Thinking in der Grundschule. Computational Thinking (CT) stellt eine Denkweise dar, die für den Umgang mit Digitalität wichtig ist und beschreibt die kognitiven Prozesse, die mit Abstraktion und Dekomposition einhergehen, um Probleme mithilfe von Computern und Algorithmen lösen zu können (vgl. Wing, 2006). Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass verschiedene, aber nicht alle Teilkomponenten des Computational Thinking nachgewiesen werden können. Insgesamt bedarf es weiterer Forschung dazu, welche Potenziale der Einsatz auch für das Mathematiklernen und insbesondere für das räumliche Vorstellungsvermögen haben kann.

3. Entwicklung einer Lernumgebung und exemplarische Erprobung

Im Rahmen des ersten Designexperimentzyklus einer Entwicklungsforschungsstudie (Prediger et al., 2012) wurden Designexperimente mit 24 Lernenden der Jahrgangsstufen 1-4 durchgeführt. In einer ersten Lernumgebung sollten die Kinder den Roboter auf einer Matte zu bestimmten Zielen bewegen (siehe Abb. 1). Der Fokus der hier vorgestellten Analyse liegt darauf, wie ein Kind mit Förderschwerpunkt Lernen mit diesen Aufgaben umgeht und inwiefern das räumliche Vorstellungsvermögen gefördert werden kann.



Abbildung 1: Eingesetzte BlueBot-Matte im Rahmen der Lernumgebung (links) und Musterlösung zur Planung des Rückwegs mit Karten (rechts)

Eine Aufgabe war es, den Roboter von dem Startpunkt unten rechts zum markierten Zielpunkt und wieder zurück zu bewegen (siehe Abb. 1). Hierzu wurden die Kinder aufgefordert, die Wege zunächst mit vorgegebenen Karten zu legen und anschließend die Roboter zu programmieren. In der folgenden Szene haben Savannah (8 Jahre, Unterstützungsbedarf im Schwerpunkt Lernen) und Sarah (7 Jahre) bereits den Weg zum Zielpunkt mit Karten gelegt und ausgeführt. Der Roboter steht auf dem Zielpunkt. In den folgenden Transkriptausschnitten planen sie den Rückweg.

Sav Stopp, da doch das hier umdrehen umdrehen [legt einen Links-Pfeil]

Sav Geradeaus [legt einen gedrehten geradeaus-Pfeil auf den Weg]

Savannah schlägt vor “umdrehen” und legt einen Links-Pfeil. Möglicherweise geht sie davon aus, dass sich der BlueBot mit der Links-Kurve um 180° dreht. Eventuell versteht sie die Linksdrehung auch nicht als Drehung um 90° nach links, sondern allgemein als nicht näher bestimmte Drehung. Im Anschluss legt Savannah einen geraden Pfeil und kommentiert dies mit “geradeaus”. Nachdem sie einige weitere Karten gemeinsam gelegt haben, lassen sie den BlueBot die Anweisungen ausführen. Der Lehrer regt daraufhin an, zu überlegen, warum sich der Roboter nicht wie gewünscht bewegt hat. Savannah beschreibt, dass sie “aus Versehen” auf den Links-Knopf gedrückt hat. Dabei deutet sie auch auf die entsprechende Stelle der Karte, an der der BlueBot falsch abgebogen ist. Sie möchte dies sofort korrigieren und drückt zweimal den Links-Knopf und danach dreimal den Knopf für geradeaus. Da sie den bereits eingegebenen Code nicht mit X gelöscht hat, kommt es zunächst zu einem weiteren Fehler. Der Lehrer setzt den Roboter daraufhin zurück und bittet die Lernenden neu zu starten. Im Anschluss startet Savannah nochmal mit der Idee, zwei Links-Kurven auszuführen.

Sav Kurve Kurve [drückt zweimal den Links-Knopf] # geradeaus geradeaus geradeaus, dreimal geradeaus

Leh Erklär mal, warum willst du diese zweimal Kurve machen? Warum machst du das?

Sav Damit der so [dreht den BB um 90° nach links] und dann so macht [dreht den BB um weitere 90°]

Als der Lehrer sie fragt, warum sie zweimal eine Links-Kurve fahren möchte, sagt Savannah “Damit der so” und dreht den BlueBot um 90° nach links “und dann so macht” und dreht den BlueBot um weitere 90° nach links.

Sie scheint anhand des Feedbacks durch den Roboter den Fehler im Code identifiziert zu haben und konnte den Code geeignet korrigieren. Dabei hat sie implizit genutzt, dass zwei 90° Drehungen dasselbe sind wie eine 180° Drehung.

4. Fazit und Ausblick

Lernroboter werden zunehmend auch im Mathematikunterricht eingesetzt. In diesem Beitrag wird ein Projekt vorgestellt, das die Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens mithilfe von Lernrobotern im Mathematikunterricht der Primarstufe fokussiert. Die Designexperimente insgesamt zeigen das Potenzial des Lernroboters, indem dieser u. a. zu einer eigenständigen Korrektur des programmierten Weges durch Lernende anregt. Das gezeigte Fallbeispiel gibt Hinweise, dass dies auch insbesondere für Lernende mit Unterstützungsbedarf im Schwerpunkt Lernen möglich ist. Weitere Erprobungen werden noch in inklusiven Settings in der Primarstufe sowie auch in der Sekundarstufe durchgeführt und anschließend ausgewertet.

Literatur

- Battista, M. T., Wheatley, G. H. & Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in preservice elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), 332–340.
- Beyer, S., Dreher, U., Grave-Gierlinger, F., Eilerts, K. & Schuler, S. (2023). Entwicklung von Lernumgebungen zum Computational Thinking im Mathematikunterricht und ihr Einsatz in Lehrkräftefortbildungen. In J. Roth, M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung, T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 1* (S. 73–90). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66131-4_4
- Davis, B., Okamoto, Y. & Whiteley, W. (2015). Spatializing school mathematics. In B. Davis & The Spatial Reasoning Group (Hrsg.), *Spatial reasoning in the early years: Principles, assertions, and speculations* (S. 139–150). Routledge.
- Francis, K., Rothschild, S. & Poscente, D. (2022). Malleability of Spatial Reasoning With Short-Term and Long-Term Robotics Interventions. *Tech Know Learn* 27, 927–956. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09520-7>
- Hähn, K. (2021). *Partizipation im inklusiven Mathematikunterricht. Analyse gemeinsamer Lernsituationen in geometrischen Lernumgebungen*. Springer.
- Korff, N. (2015). *Inklusiver Mathematikunterricht in der Primarstufe: Erfahrungen, Perspektiven und Herausforderungen*. Schneider.
- Luig, K. & Strässer, R. (2009). Förderung ausgewählter Aspekte der Raumvorstellung mit dynamischer Geometrie-Software. In M. Neubrand (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2009* (301–304). WTM.
- Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Thiele, J. & Ralle, B. (2012). Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmund-Modell. *MNU*, 65(8), 452–457.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.