WITTENBERG, Mira; HASELMANN, Sina & SCHMIDT-THIEME, Barbara
Hildesheim

Training des räumlichen Vorstellungsvermögens mit Game-Based Learning: Eine Übersicht

Das räumliche Vorstellungsvermögen ist ein wesentliches Ziel des Mathematikunterrichts. In der Literatur wird es als komplexes Konstrukt mit verschiedenen Teilkomponenten beschrieben (Linn & Petersen, 1985), jedoch gibt es erstaunlich wenig Übereinstimmung über die Einzelheiten, aus denen sich diese Fähigkeiten zusammensetzen (Hegarty & Waller, 2005). Eine gängige Kategorisierung findet sich bei Maier (1999), der die bestehenden Kategorien zu fünf räumlichen Teilkomponenten zusammenfasst: räumliche Wahrnehmung, räumliche Beziehungen, Visualisierung, räumliche Orientierung und mentale Rotation. Diese Komponenten stehen in wechselseitigen Beziehungen und Abhängigkeiten zueinander.

Studien haben gezeigt, dass das räumliche Vorstellungsvermögen gezielt trainiert werden kann (Uttal et al., 2013). Im Mathematikunterricht werden damit zusammenhängende Kompetenzen hauptsächlich im Bereich der Geometrie verortet und dort häufig durch Kopfgeometrie oder den Einsatz von Material für handlungsorientierte Aktivitäten, wie Falten und Bauen, gefördert (Franke, 2011). Aber auch mit Computerspielen wurde das räumliche Vorstellungsvermögen bereits erfolgreich trainiert (Uttal et al., 2013). Wenn generell beim sogenannten Game-Based Learning Spiele zum Lernen genutzt werden, sollen Lernergebnisse, wie beispielsweise eine Verbesserung der akademischen Kenntnisse oder Fähigkeiten, mithilfe ihrer fesselnden und motivierenden Effekte erzielt werden (Mayer, 2014). Der Begriff bezieht sich zumeist auf das Lernen mit digitalen Spielen (Young et al., 2012) und ist unabhängig von der Plattform, auf der sie gespielt werden. Dazu gehören heutzutage neben Computern, Spielekonsolen, Tablets, Smartphones etc. auch neue immersive Plattformen wie Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) (Marques & Pombo, 2021).

In diesem Beitrag möchten wir einen Überblick über Studien zu dem Training des räumlichen Vorstellungsvermögens mit Einsatz von Game-Based Learning im schulischen Kontext geben. Dazu wurde ein systematisches Literaturreview durchgeführt, mit welchem analysiert werden kann, welche Spiele für das Training genutzt werden und inwiefern Game-Based Learning als Methode eingesetzt werden kann, um das räumliche Vorstellungsvermögen zu verbessern.

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.
57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0

Methode

Die systematische Literaturrecherche wurde in den Literaturdatenbanken APA PsychInfo und ERIC mithilfe eines entwickelten Suchstrings durchgeführt und die folgenden Annahmekriterien wurden auf die Ergebnisse angewendet: a) die Studie wurde in einem schulischen Kontext durchgeführt, b) sie enthält empirische Belege, die durch randomisierte kontrollierte oder quasi-experimentelle Studien gewonnen wurden, c) räumliche Fähigkeiten wurden als Ergebnismessung verwendet, d) ein digitales Spiel wurde für das Training oder Lernen verwendet, e) sie wurde in einer Zeitschrift mit Peer-Review veröffentlicht, f) die Publikationssprache ist Englisch. Zusätzlich wurde anhand der gefundenen Metaanalysen und systematischen Reviews ein Schneeballsystem durchgeführt.

Ergebnisse

Es wurden insgesamt 16 Studien identifiziert, welche die Kriterien erfüllen (siehe ergänzendes Material unter www.uni-hildesheim.de/fb4/institute/imai/abteilungen/didaktik-der-mathematik-1/mitglieder/mira-wittenberg/). Die Probanden der Studien waren dabei Schüler*innen der ersten bis zur neunten Klasse. Um das räumliche Vorstellungsvermögen zu trainieren, wurden in den Studien 22 unterschiedliche digitale Spiele genutzt. Acht dieser Spiele wurden dabei von den Forschenden für die Studiendurchführung selbst entwickelt. Die genutzten Spiele lassen sich nach ihrem Hauptzweck in drei verschiedene Kategorien einteilen: Sie gehören entweder zu den kommerziell erhältlichen Unterhaltungsspielen (n=7), dienen vorrangig dem Training von räumlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten (n=11) oder sind Lernspiele für einen bestimmten Themenbereich oder ein bestimmtes Unterrichtsfach (n=4, davon drei Spiele für Mathematik und ein Spiel für Geographie). Die große Mehrheit der Spiele (n=19) wurde auf einem Computer oder einer Videospielkonsole gespielt, es wurden jedoch auch ein Spiel eingesetzt, welches neben dem Computer auch auf dem Smartphone oder Tablet spielbar war (Amorim et al., 2023). In einer Studie wurde Virtual Reality eingesetzt (Cuturi et al., 2023) und eine weitere Studie kombinierte einen Computer und ein Smartphone mit Virtual Reality Headset (Kuznetcova et al., 2023). In einigen Studien wurde das Training so lange durchgeführt, bis eine bestimmte Anzahl von Spielsitzungen abgeschlossen wurde, eine festgelegte Punktzahl im Spiel erreicht wurde oder ein anderes vordefiniertes Spielziel erreicht wurde. In anderen Studien wurde den Probanden eine Gesamtzeit vorgegeben, die sie in einer beliebigen Anzahl von Sitzungen absolvieren konnten. Jedoch wurde in den meisten Studien das Training in einer festen Anzahl von Sitzungen mit einer festen Sitzungsdauer durchgeführt, wobei die Trainingszeit zwischen 45 Minuten (Lin et al., 2014) und 18

Stunden (Dokumaci Sütçü & Oral, 2020) variierte. Insgesamt wurde beim Vergleich von Pre- und Posttests bei der Anwendung von 15 der insgesamt 22 verwendeten Spiele eine signifikante Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens festgestellt. Interessant ist, dass von den sieben Spielen, die keine signifikante Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens zeigten, vier Spiele selbst entwickelt wurden. Bei diesen Spielen konnten allerdings teilweise andere Lernerfolge festgestellt wurden. In den beiden Studien, in denen VR-Spiele als Training eingesetzt wurden, konnten keine signifikanten Verbesserungen des räumlichen Vorstellungsvermögens festgestellt werden. Dabei ist jedoch wichtig zu beachten, dass in den Studien zur Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens unterschiedliche Testinstrumente verwendet wurden, die in vielen Fällen außerdem auf verschiedene Teilkomponenten des räumlichen Vorstellungsvermögens abzielten. Unter den eingesetzten Tests waren auch neun selbstentwickelte (zum Teil auf bereits bestehenden Instrumenten basierende) Tests.

Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend weisen die Ergebnisse auf die Vielschichtigkeit der Faktoren hin, die das Training des räumlichen Vorstellungsvermögens mit Game-Based Learning beeinflussen. Die Art und Dauer der Interventionsprogramme, die verwendeten digitalen Spiele, die trainierten und gemessenen Teilkomponenten des räumlichen Vorstellungsvermögens, die Vorerfahrungen, das Alter und Geschlecht der Schüler*innen spielen dabei entscheidende Rollen. Die Unterschiede in den Ergebnissen betonen die Notwendigkeit differenzierter didaktischer Ansätze, um die räumlichen Fähigkeiten von Schüler*innen effektiv zu fördern. Es wird jedoch deutlich, dass Game-Based Learning eine Möglichkeit sein kann, das räumliche Vorstellungsvermögen von Schüler*innen im Mathematikunterricht zu fördern. Die begrenzte Anzahl an vorhandenen Studien limitiert die Möglichkeit, aussagekräftige Schlussfolgerungen zu ziehen, da eine ausreichende Datenbasis für eine umfassende Analyse fehlt. Insbesondere Studien mit Einsatz von VR- oder AR-Spielen sind noch deutlich unterrepräsentiert.

Insgesamt können wir festhalten, dass die bisherigen Studien, in welchen Game-Based Learning (sowohl mit kommerziell erhältlichen als auch mit selbstentwickelten Spielen) zum Training des räumlichen Vorstellungsvermögens von Schüler*innen genutzt wird, auf einen tendenziell positiven Effekt hindeuten. Um die Wirksamkeit von Game-Based Learning im Mathematikunterricht und dessen Effekte auf das räumliche Vorstellungsvermögen zuverlässig zu beurteilen, sind weiterführende, längerfristig angelegte Studien mit vergleichbaren Ergebnissen oder Meta-Analysen von großer Bedeutung.

Literatur

Amorim, A. N., Jeon, L., Abel, Y., Pape, S., Albuquerque, E. X. S., Soares, M., Silva, V. C., Aguiar, D., Oliveira Neto, J. R., Costin, C., Rodrigues, R. L., Leon, M., de Paula, C. A., Lopes, J., Silva, M. S., do Nascimento, M. V., Patricio, G. A., da Silva, V. F., & Florentino, R. (2023). Exploring the use of Escribo Play mobile learning games to foster early mathematics for low-income first-grade children. *Computers & Education*, *199*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104759

Cuturi, L. F., Cooney, S., Cappagli, G., Newell, F. N., & Gori, M. (2023). Primary schoolers' response to a multisensory serious game on Cartesian plane coordinates in immersive virtual reality. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 26*(8), 648–656. https://doi.org/10.1089/cyber.2022.0209

Dokumaci Sütçü, N., & Oral, B. (2020). The Effects of Geometrical-Mechanical Intelligence Games on the Spatial Abilities. *International Online Journal of Primary Education, 9*(2), 171–196.

Franke, M. (2011). *Didaktik der Geometrie in der Grundschule* (2. Aufl.). Spektrum, Akad. Verl.

Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). Individual Differences in Spatial Abilities. In P. Shah & A. Miyake (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking* (S. 121–169). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511610448.005

Kuznetcova, I., Glassman, M., Tilak, S., Wen, Z., Evans, M., Pelfrey, L., & Lin, T.-J. (2023). Using a mobile virtual reality and computer game to improve visuospatial self-efficacy in middle school students. *Computers & Education, 192*, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104660

Lin, C.-H., Chen, C.-M., & Lou, Y.-C. (2014). Developing Spatial Orientation and Spatial Memory with a Treasure Hunting Game. *Educational Technology & Society, 17*(3), 79–92.

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development, 56*(6), 1479–1498. https://doi.org/10.2307/1130467

Maier, P. H. (1999). *Räumliches Vorstellungsvermögen: Ein theoretischer Abriß des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen; mit didaktischen Hinweisen für den Unterricht* (1. Aufl). Auer.

Marques, M. M., & Pombo, L. (2021). Current Trends in Game-Based Learning—Introduction to a Special Collection of Research. *Education Sciences, 11*(10), 622. https://doi.org/10.3390/educsci11100622

Mayer, R. E. (2014). *Computer games for learning: An evidence-based approach*. The MIT Press.

Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin, 139*(2), 352–402. https://doi.org/10.1037/a0028446

Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research, 82*(1), 61–89. https://doi.org/10.3102/0034654312436980