

NICKL, Michael; KRON, Stephanie; DAMRAU, Milena;
SOMMERHOFF, Daniel; UFER, Stefan; & OBERSTEINER, Andreas
München, Kiel

Entwicklung simulationsbasierter Fortbildungen zur Förderung von Diagnosekompetenzen in Mathematik

Simulationen haben sich in der Lehrkräfteausbildung als effektive Methode zur Förderung professioneller Kompetenzen wie Diagnosekompetenzen gezeigt. Simulationen sind interaktive Lernumgebungen, die praxisnahe Szenarien abbilden und die Komplexität realer Unterrichtssituationen gezielt reduzieren können. Sie ermöglichen es insbesondere, authentische Diagnosesituationen in einem kontrollierten Umfeld zu erleben und diese gezielt zu reflektieren. Lehramtsstudierende profitieren dabei von eher einfachen Simulationen, da ihnen diese den Einstieg in das Diagnostizieren erleichtern und den sukzessiven Aufbau von Wissen ermöglichen (Chernikova et al., 2020). Gleichzeitig bieten Simulationen auch erfahrenen Lehrkräften die Möglichkeit, eigene Vorgehensweisen kritisch zu reflektieren und gezielt an spezifischen Aspekten ihrer Unterrichtspraxis zu arbeiten (Schön, 1992). Trotz der erfolgreichen Nutzung in der Ausbildung zukünftiger Lehrkräfte werden Simulationen in der Fort- und Weiterbildung von aktiven Lehrkräften bislang kaum eingesetzt. In diesem Beitrag soll das Potenzial von Simulationen in der Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften untersucht werden.

Theoretischer Hintergrund

Bisherige Forschung konnte Qualitätskriterien von effektiven Fortbildungen identifizieren (z.B. Barzel et al., 2018; Lipowsky & Rzejak, 2017). Hierzu zählt beispielsweise die Anregung kollegialer Kooperation, wodurch die Lehrkräfte nicht nur zum Austausch über die Fortbildungsinhalte motiviert werden sollen, sondern auch die langfristige Verwendung der Fortbildungsinhalte in der Unterrichtspraxis sichergestellt werden soll (Lipowsky & Rzejak, 2017). Außerdem wird die Verknüpfung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen als Qualitätsmerkmal effektiver Fortbildungen gesehen, um nachhaltiges Lernen zu ermöglichen. Dies bedeutet, dass Lehrkräfte im Rahmen der Fortbildung neues Wissen aufnehmen, dieses praktisch anwenden und durch Reflexion vertiefen, um flexibles Wissen aufzubauen.

Simulationen können dazu beitragen, Fortbildungen nach diesen Qualitätskriterien zu gestalten, z.B. für die Verknüpfung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen. So ermöglichen Simulationen, dass Lehrkräfte ihr Wissen in konkreten Handlungen in der simulierten Situation anwenden und auf diese Weise das Gelernte von Inputphasen unmittelbar und praxisnah erproben können (Heitzmann et al., 2019). Dies ist gerade im Hinblick auf die

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

Vermittlung von praxisnahen Praktiken wie Diagnostizieren zentral, um die vermittelten Praktiken in einer geschützten Umgebung anwenden zu können, die Fehler zulässt und zu Reflexion anregt. Außerdem bieten Simulationen das besondere Potenzial einer gemeinsamen Reflexion mit Kolleg*innen (Richters et al., 2024). Nicht nur kann das eigene Handeln im Rahmen der Fortbildung selbstreflektiert werden, sondern die Reflexion mit Kolleg*innen abgeglichen werden, die – im Gegensatz zu einer Erprobung im eigenen Klassenzimmer – die identische Simulation durchlaufen haben.

Die Möglichkeit, diese zentralen Qualitätskriterien durch Simulationen umzusetzen, sowie Effektstärken von $g = 0.85$ von simulationsbasiertem Lernen in der universitären Ausbildung (Chernikova et al., 2020) lassen den Einsatz von Simulationen in Fortbildungen nicht nur effektiv, sondern auch effizient erscheinen. Angesichts der begrenzten Zeitressourcen für Fortbildungen kann die Effizienz des Simulationseinsatzes als notwendige Maßnahme zur unmittelbaren Anwendung und Reflexion vermittelter Praktiken betrachtet werden. In der vorliegenden Studie untersuchen wir, inwieweit Expert*innen eine Notwendigkeit des Simulationseinsatzes zur Vermittlung von Diagnosekompetenzen im Mathematikunterricht wahrnehmen.

Methode

Wir haben drei simulationsbasierte Fortbildungen entwickelt, die auf bestehenden Simulationen basieren. Diese Simulationen konzentrieren sich auf die Diagnose typischer Fehler in den Grundrechenarten in der Primarstufe, auf die Diagnose mathematischer Argumentations- und Beweiskompetenz in der Sekundarstufe I beziehungsweise auf die Diagnose von Fähigkeiten im Bereich der Dezimalbruchrechnung in der Sekundarstufe I. Die Fortbildungen wurden gezielt darauf ausgelegt, die Arbeit mit den Simulationen durch die Vermittlung fachdidaktischer Theorien und die praxisorientierte Anwendung des Gelernten zu ergänzen. Die teilnehmenden Lehrkräfte werden dazu angeleitet, Schülerlösungen systematisch zu analysieren, geeignete Fördermaßnahmen basierend auf den Diagnosen auszuwählen, Schülerlösungen im Klassenverband zu diskutieren und diagnostische Aufgaben gezielt einzusetzen. Um eine nachhaltige und fundierte Vermittlung der Inhalte zu gewährleisten, wurden die Fortbildungen als mehrteilige Einheiten konzipiert.

Zur formativen Evaluation der entwickelten Fortbildungen wurden standardisierte Interviews mit sieben Expert*innen durchgeführt (eine erfahrene Lehrkraft aus der Fortbildungspraxis, zwei Professor*innen der Mathematikdidaktik sowie vier Mitarbeitenden der Landesinstitute). Die Expert*innen setzten sich zunächst mit einem der Fortbildungskonzepte auseinander, bevor sie um ihre Einschätzung gebeten wurden, für wie notwendig sie den

Einsatz von Simulationen im Rahmen von Fortbildungen im Allgemeinen halten. Im Rahmen der Auseinandersetzung mit dem Fortbildungskonzept konnten die Expert*innen auf Folien und auch auf die jeweilige computerbasierte Simulation zugreifen.

Ergebnisse

In den Interviews formulierten die Expert*innen, dass computerbasierte Simulationen nicht unbedingt notwendig sind, um Aspekte diagnostischer Kompetenz zu vermitteln. In der Antwort eines Experten wurde deutlich, dass die Simulationen nur bei hinreichend komplexen Tätigkeiten notwendig sei – die Analyse von (Schüler*innen-)Fehlern bedürfte z.B. keiner Simulation. Einer unbedingten Notwendigkeit standen auch weitere Expert*innen skeptisch gegenüber. Beispielsweise nannten die Expert*innen die Analyse von Aufgabebearbeitungen auf einem Arbeitsblatt oder im Heft der Schüler*innen sowie die Analyse von abgedruckten Dialogen als Alternativen. Ein Experte befand die direkte Einbindung von Schüler*innen in der Fortbildung als noch wertvollere, wenn auch schwer umsetzbare Alternative zu Simulationen.

Gleichzeitig hoben die Expert*innen auch hervor, dass es wichtig sei, den Lehrkräften Möglichkeiten zur Erprobung zu bieten. Simulationen wurden von den Expert*innen als eine praktikable und effektive Methode zur Erprobung der Fortbildungsinhalte angesehen. Eine Expertin argumentierte, dass die Komplexitätsreduktion der Simulation erlaubt, dass die Lehrkräfte das vermittelte Wissen bei der ersten direkten Anwendung noch nachschlagen können und sich dieses in der weiteren Anwendung festigen kann. Weiter betonte die Expertin, dass die Simulation auch ein guter Gesprächsanlass für die Lehrkräfte ist, um sich gemeinsam über typische Fehler von Schüler*innen zu unterhalten.

Diskussion

Insgesamt unterstreichen die Expert*innen das Potenzial von Simulationen in Lehrkräftefortbildungen, wenngleich deren Notwendigkeit nur bedingt wahrgenommen wird. Damit deutet sich an, dass Simulationen auch in der Lehrkräfte Fort- und Weiterbildung eine effektive Methode zur Vermittlung praxisnaher Kompetenzen wie Diagnosekompetenzen sein können – ähnlich, wie sich das auch im Kontext von Lehramtsstudierenden gezeigt hatte (Chernikova et al., 2020). Dass die Notwendigkeit von Simulationen von der Komplexität der zu erlernenden Praktiken abhängt, deckt sich mit Forschungsbefunden aus der Lehramtsausbildung, wonach sich Simulationen je nach avisierten Praktiken unterschiedlich effektiv zeigen (Chernikova et al., 2020). Dass Simulationen auch als Gesprächsanlass dienen können und das

parallele Nachschlagen von relevantem konzeptuellem Wissen erlauben, deutet darauf hin, dass durch geschickte Implementation der Simulationen auch dazu beitragen werden kann, weitere Qualitätskriterien effektiver Fortbildungen umzusetzen (Lipowsky & Rzejak, 2017): So kann der Grundstein für kollegiale Kooperationen gelegt werden, wenn die gemeinsame Diskussion von Schüler*innen-Lösungen und Ableitung von Unterstützungsmöglichkeiten als hilfreich und wertvoll wahrgenommen wird. Auch die Integration von konzeptueller Unterstützung im Sinne von Feedback und Coaching direkt in der Simulation – wie es beispielsweise bereits im Rahmen von Scaffolding umgesetzt wurde (Schons et al., 2022) – ermöglicht, das Potenzial von Simulationen weiter zu vergrößern.

Literatur

- Barzel, B., Biehler, R., Blömeke, S., Brandtner, R., Bruns, J., Dohrmann, C., Kortenkamp, U., Lange, T., Leuders, T., Rösken-Winter, B., Scherer, P., & Selter, C. (2018). Das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik – DZLM. In R. Biehler, T. Lange, T. Leuders, B. Rösken-Winter, P. Scherer, & C. Selter (Eds.), *Mathematikfortbildungen professionalisieren: Konzepte, Beispiele und Erfahrungen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik* (pp. 7-39). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19028-6_2
- Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 90*(4), 499–541. <https://doi.org/10.3102/0034654320933544>
- Heitzmann, N., Seidel, T., Hetmanek, A., Wecker, C., Fischer, M. R., Ufer, S., Schmidmaier, R., Neuhaus, B., Siebeck, M., Stürmer, K., Obersteiner, A., Reiss, K., Girwidz, R., Fischer, F., & Opitz, A. (2019). Facilitating diagnostic competences in simulations in higher education: A framework and a research agenda. *Frontline Learning Research, 7*(4), 1–24. <https://doi.org/10.14786/flr.v7i4.384>
- Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2017). Fortbildungen für Lehrkräfte wirksam gestalten – erfolgsverprechende Wege und Konzepte aus Sicht der empirischen Bildungsforschung. *Bildung und Erziehung, 70*(4), 379-400. <https://doi.org/10.7788/bue-2017-700402>
- Richters, C., Stadler, M., Radkowitz, A., Behrmann, F., Weidenbusch, M., Fischer, M. R., Schmidmaier, R., & Fischer, F. (2024). Fostering collaboration in simulations: How advanced learners benefit from collaboration scripts and reflection. *Learning and Instruction, 93*, 101912. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101912>
- Schön, D. A. (1992). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315237473>
- Schons, C., Obersteiner, A., Reinhold, F., Fischer, F., & Reiss, K. (2022). Developing a Simulation to Foster Prospective Mathematics Teachers' Diagnostic Competencies: the Effects of Scaffolding. *Journal für Mathematik-Didaktik, 1–24*. <https://doi.org/10.1007/s13138-022-00210-0>