

NICKL, Michael; SOMMERHOFF, Daniel; RADKOWITSCH, Anika; HUBER, Sina A.; BAUER, Elisabeth; UFER, Stefan; PLASS, Jan L. & SEIDEL, Tina
München, Kiel, New York

Beweiskompetenz diagnostizieren lernen: Adaptive Echtzeitanpassung von Scaffolding für Lehramtsstudierende in einer video-basierten Simulation

Einführung und Hintergrund

Die Behandlung des mathematischen Argumentierens im Mathematikunterricht der Schule ermöglicht es, Schüler*innen an typische fachmathematische Arbeitsweisen heranzuführen (Reiss & Ufer, 2009). Deshalb wird Argumentieren auch in den Bildungsstandards als eine der zentralen Kompetenzen hervorgehoben. Gerade Beweisen als Spezialfall des Argumentierens stellt Schüler*innen dabei jedoch oft vor Herausforderungen. Auch müssen verschiedene individuelle Voraussetzungen integriert werden, zum Beispiel mathematisches Basiswissen (Wissen über Definitionen, Eigenschaften und Sätze), Methodenwissen (Wissen über Beweise) und Problemlösestrategien (Sommerhoff, 2017). Um das Erlernen von Beweiskompetenz bestmöglich unterstützen zu können, müssen Lehrkräfte das aktuelle Wissen ihrer Schüler*innen adäquat beurteilen können, was sich jedoch als herausfordernd darstellt (Südkamp et al., 2012). Um die Entwicklung der notwendigen Diagnosekompetenzen bei Lehrkräften zu unterstützen, sind zusätzliche Lerngelegenheiten in der Lehrkräfteausbildung wie computerbasierte Simulationen sinnvoll, die zugleich authentisch, komplexitätsreduzierend und skalierbar sein können (Grossman et al., 2009). Zur Optimierung solcher Simulationen wurden diese in der Vergangenheit bereits effektiv mit zusätzlicher Unterstützung angereichert. Zum Beispiel mit zusätzlichem Scaffolding, das die Wahrnehmung und Verarbeitung relevanter Informationen der Diagnosesituation unterstützt, indem Lehramtsstudierende auf Indikatoren der zu diagnostizierenden Charakteristika (z.B. mathematisches Basiswissen, Methodenwissen und Problemlösestrategien im Kontext von Beweiskompetenz) hingewiesen werden (Sommerhoff et al., 2023). Insgesamt wird Scaffolding in computerbasierten Lernumgebungen oft als one-size-fits-all Unterstützung verwendet und wirkt sich positiv auf das Lernen aus (Belland et al., 2017). Jedoch sind die Lernvoraussetzungen für Diagnosekompetenzen hinreichend heterogen (Nickl et al., 2022), sodass eine Adaptation von Scaffolding an die Lernvoraussetzungen von Lehramtsstudierenden vielversprechend erscheint. In der vorliegenden Studie untersuchen wir daher (a) die Effekte von Scaffolding (adaptiv und nicht-adaptiv) im Vergleich zu keinem Scaffolding und (b) die Effekte von adaptivem Scaffolding im Vergleich zu

nicht-adaptivem Scaffolding auf die Urteilsgenauigkeit während und nach der Bereitstellung des Scaffoldings.

Methode

Um diese Forschungsfragen zu beantworten, führten wir eine Studie im Prä-Post-Kontrollgruppendesign mit 245 Lehramtsstudierenden durch. Während des Prä-Tests, der Intervention und des Post-Tests absolvierten die Teilnehmenden die video-basierte Simulation Visit-Math (Codreanu et al., 2020). In dieser Simulation beurteilten die Teilnehmenden die Beweiskompetenz zweier simulierter Schüler*innen, indem sie kurze Videos der simulierten Schüler*innen ansahen (1-8 Videos pro Schüler*in, höchstens 10 Videos insgesamt) und sich während der Videos Notizen machten. Anschließend bewerteten die Teilnehmenden die Beweiskompetenz der simulierten Schüler*innen auf einer Likert-Skala hinsichtlich Basiswissen, Methodenwissen und Problemlösestrategien. Als Maß für die Diagnosequalität verwendeten wir die Urteilsgenauigkeit, die wir als Übereinstimmung der Bewertung der Teilnehmenden mit einer Expertenbewertung auswerteten.

Für die Intervention wurden die Teilnehmenden zufällig einer von drei Bedingungen zugewiesen: Alle drei Bedingungen absolvierten die video-basierte Simulation (mit genau vier Videos pro simuliertem/-r Schüler*in) und erhielten entweder (i) adaptives Scaffolding, (ii) nicht-adaptives Scaffolding oder (iii) kein Scaffolding (Kontrollgruppe) während der Bearbeitung der video-basierten Simulation mit einer Gesamtdauer der Intervention von ca. 25min. Als Scaffolding dienten konzeptuelle Prompts, die jeweils vor den Videos in der Simulation gezeigt wurden und darauf abzielten, die Aufmerksamkeit der Teilnehmenden auf einen der drei Indikatoren von Beweiskompetenz (Basiswissen, Methodenwissen, Problemlösestrategien) zu lenken (Sommerhoff et al., 2023). Für die nicht-adaptive Version des Scaffolding basierte der gepromptete Indikator ausschließlich auf den Inhalten des Videos. Für das adaptive Scaffolding fokussierte der jeweilige Prompt auf einen Indikator, der in den Notizen zum vorherigen Video des/der jeweiligen Schüler*in nicht abgedeckt wurde (Adaptationsstrategie). Hierzu wurden die Notizen der Teilnehmenden in Echtzeit mithilfe automatischer Textklassifikation hinsichtlich der Abdeckung der drei Indikatoren analysiert.

Zur Bewertung der Lernzuwächse dieser drei Bedingungen verwendeten wir eine ANCOVA mit geplanten Kontrasten, die die Urteilsgenauigkeit der Teilnehmenden während der Intervention und des Post-Tests jeweils als abhängige Variablen, die Bedingung als Prädiktor und die Urteilsgenauigkeit der Teilnehmenden im Prä-Test als Kovariate berücksichtigte.

Ergebnisse und Diskussion

Hinsichtlich der Urteilsgenauigkeit der Teilnehmenden in der Intervention zeigten sich keine signifikanten Effekte, weder im Vergleich von Scaffolding (adaptiv und nicht-adaptiv) zu keinem Scaffolding, noch im Vergleich von adaptivem Scaffolding zu nicht-adaptivem Scaffolding. Auch im Nachtest zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei dem Vergleich von Scaffolding mit keinem Scaffolding und dem Vergleich von adaptivem und nicht-adaptivem Scaffolding.

Insgesamt fanden die vorliegenden Analysen keine signifikanten Vorteile der Adaptivität für die gemessene Urteilsgenauigkeit. Die gefundenen Effektstärken waren dabei überraschend klein, da frühere Studien die allgemeine Wirksamkeit des nicht-adaptiven Scaffolding unterstützt hatten (Sommerhoff et al., 2023). Insofern unterstreichen die Ergebnisse dieser Studie die erwarteten Vorteile der Adaptivität nicht - zumindest nicht in dieser kurzen Intervention durch insgesamt acht Prompts und basierend auf der verwendeten Adaptationsstrategie. Beide Aspekte - Dauer und Strategie - könnten allerdings entscheidend für die Wirksamkeit der Adaptivität sein.

Im Rahmen von zusätzlichen explorativen Analysen entwickelten wir auf Basis des Frameworks von Plass und Pawar (2020) ein Schema zur Untersuchung möglicher Gelingensbedingungen von adaptiver Unterstützung. Die dadurch angeleiteten Untersuchungen legten nahe, dass sich - obwohl auch die verwendete automatische Textklassifikation noch weiter optimiert werden kann - die Effekte des adaptiven Scaffolding primär in einer besseren Abdeckung der drei Indikatoren mathematischer Beweiskompetenz in den Notizen zeigten. Von einer umfassenderen Abdeckung der Indikatoren sind wiederum positive Effekte auf Urteilsgenauigkeit zu erwarten, die sich auch im Rahmen unserer explorativen Analysen zeigten. Um Lernprozesse in kurzen Interventionen wie dieser zu erfassen und aufgrund der vorhandenen Überlappung der Bedingungen erscheint ein sensitiveres Maß als die Urteilsgenauigkeit der Lehramtsstudierenden erforderlich. Der Diagnoseprozess, abgebildet durch die Notizen, erwies sich hierbei als vielversprechend, um auch kleinere Lernfortschritte zu identifizieren (Herppich et al., 2018). Die verschiedenen Operationalisierungen von Diagnoseprozessen in der bisherigen Forschung (z.B. Eye-Tracking oder Analyse von Textdokumenten oder Logdaten) zeigen aber auch Bedarf für weitere Forschung auf, die der Frage nachgeht, inwiefern diese Operationalisierungen den Diagnoseprozess reliabel abbilden können und welche Maße den Diagnoseprozess einheitlich über verschiedene Situationen operationalisieren können.

Literatur

- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- Codreanu, E., Sommerhoff, D., Huber, S., Ufer, S., & Seidel, T. (2020). Between authenticity and cognitive demand: Finding a balance in designing a video-based simulation in the context of mathematics teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 95, 103146. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103146>
- Grossman, P., Compton, C., Igra, D., Ronfeldt, M., Shahan, E., & Williamson, P. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record*, 111(9), 2055–2100.
- Herppich, S., Praetorius, A.-K., Förster, N., Glogger-Frey, I., Karst, K., Leutner, D., Behrmann, L., Böhmer, M., Ufer, S., Klug, J., Hetmanek, A., Ohle, A., Böhmer, I., Karing, C., Kaiser, J., & Südkamp, A. (2018). Teachers' assessment competence: Integrating knowledge-, process-, and product-oriented approaches into a competence-oriented conceptual model. *Teaching and Teacher Education*, 76, 181–193. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.001>
- Nickl, M., Huber, S. A., Sommerhoff, D., Codreanu, E., Ufer, S., & Seidel, T. (2022). Video-based simulations in teacher education: the role of learner characteristics as capacities for positive learning experiences and high performance. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00351-9>
- Plass, J. L., & Pawar, S. (2020). Toward a taxonomy of adaptivity for learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(3), 275–300. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1719943>
- Reiss, K., & Ufer, S. (2009). Was macht mathematisches Arbeiten aus?: Empirische Ergebnisse zum Argumentieren, Begründen und Beweisen. *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 111(4), 155–177.
- Sommerhoff, D. (2017). *The individual cognitive resources underlying students' mathematical argumentation and proof skills* [Doctoral dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München]. University Library of LMU Munich. <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/22687>
- Sommerhoff, D., Codreanu, E., Nickl, M., Ufer, S., & Seidel, T. (2023). Pre-service teachers' learning of diagnostic skills in a video-based simulation: Effects of conceptual vs. interconnecting prompts on judgment accuracy and the diagnostic process. *Learning and Instruction*, 101689. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101689>
- Südkamp, A., Kaiser, J., & Möller, J. (2012). Accuracy of teachers' judgments of students' academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 743–762. <https://doi.org/10.1037/a0027627>