

Michael NICKL, München, Daniel SOMMERHOFF, Kiel,  
Elias CODREANU, München, Stefan UFER, München &  
Tina SEIDEL, München

## **Die Rolle von Lernvoraussetzungsprofilen bei der Diagnose mathematischer Beweiskompetenz von Schüler\*innen**

### **Einführung**

Beweise sind in der Fachmathematik von zentraler Bedeutung. Entsprechend wichtig erscheint es, Beweiskompetenz auch bei Schüler\*innen adäquat aufzubauen (Reiss & Ufer, 2009). Um Schüler\*innen dabei optimal zu unterstützen, müssen Lehrkräfte deren aktuellen Leistungsstand im Beweisen prozessbegleitend diagnostizieren können. Als wichtige Indikatoren für diese Diagnose haben sich Basiswissen, Methodenwissen sowie Wissen um Problemlösestrategien der Schüler\*innen herausgestellt (Reiss & Ufer, 2009). Basiswissen entspricht dem Wissen über zentrale Definitionen und Zusammenhänge; es umfasst dabei Wissen um den Begriffsinhalt, den Begriffsumfang und das Begriffsnetz (Weigand et al., 2014). Methodenwissen umfasst Wissen über den korrekten Aufbau von Beweisen, insbesondere Wissen über Beweisschema, Beweisstruktur und Beweiskette (Heinze & Reiss, 2003). Im Hinblick auf Wissen über Problemlösestrategien haben sich einerseits das Wissen über heuristische Strategien, aber auch Wissen um metakognitive Strategien wie erfolgreiche Monitoring-Strategien als hilfreiche Indikatoren erwiesen (Codreanu et al., 2022; Schoenfeld, 1992).

Nachdem die Akkuratheit der Diagnosen von Lehrkräften hinsichtlich des Leistungsstands einzelner Schüler\*innen teils merklich Raum für Verbesserungen lässt (Urhahne & Wijnia, 2021), ist dies auch für den Bereich des Diagnostizierens von Beweiskompetenz anzunehmen. Praktisches Diagnose-Training könnte die Diagnoseakkuratheit von Lehrkräften verbessern und wäre damit im Besonderen auch für die sonst eher theoretisch fokussierte Lehramtsausbildung eine Bereicherung. Im Zuge solcher Trainings haben sich Simulationen als besonders erfolgsversprechend hervorgetan, da sie die Realität authentisch widerspiegeln können, aber gleichzeitig eine Reduktion der Komplexität der Realität erlauben (Chernikova et al., 2020; Grossman et al., 2009). Im Rahmen der Untersuchung von Lernprozessen in solchen Simulationen konnten Nickl et al. (2022) zeigen, dass die Lernvoraussetzungen der Studierenden einen wesentlichen Einfluss auf die Bearbeitung entsprechender Simulationen haben. Im Zuge dessen konnten drei Lernvoraussetzungsprofile identifiziert werden: Ein Profil mit hohem Wissen, aber moderater Motivation (wissendes Profil), ein Profil mit durchschnittlichem

Wissen und hoher Motivation (motiviertes Profil), sowie ein Profil, das kognitiv und motivational unterdurchschnittliche Voraussetzungen aufwies (potentiell gefährdetes Profil). Ferner zeigte sich, dass die Studierenden des wissenden Profils während des Diagnoseprozesses mehr Notizen machen und mehr Informationen sammeln und am Ende auch akkurater diagnostizierten als die beiden anderen Profile. Bisläng ist allerdings unklar, ob sich die Profile in ihrem Diagnoseprozess und ihrer finalen Diagnose hinsichtlich der fokussierten Facetten von Beweiskompetenzen (Basiswissen, Methodenwissen, Problemlösestrategien) unterscheiden. Die Untersuchung potentieller Unterschiede in der Fokussierung der Facetten kann dann Grundlage für die Entwicklung zusätzlicher, facettenspezifischer Unterstützung sein.

### **Fragestellungen**

Es wird untersucht, inwiefern sich Proband\*innen der drei Lernvoraussetzungsprofile in ihrer Fokussierung auf Basiswissen, Methodenwissen und Problemlösestrategien in Diagnoseprozess und ihrer finalen Diagnose bzw. in ihrer Diagnoseakkuratheit hinsichtlich der Indikatoren unterscheiden.

### **Methode**

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden die Daten der  $n = 150$  Studierenden aus den Sommersemestern 2020 und 2021 (Nickl et al., 2022) mit besonderem Fokus auf den Diagnoseprozess analysiert. Die Studierenden bearbeiteten dabei eine videobasierte Simulation, in der sie zwei Schüler\*innen in einer Folge etwa einminütiger Videos beobachteten, in denen jeweils ein\*e Schüler\*in an einer Beweisaufgabe in der Geometrie arbeitete und mit der Lehrkraft interagierte. Die Teilnehmenden wurden gebeten, sich während der Beobachtung Notizen zu machen und abschließend eine Diagnose der Beweiskompetenz der Schüler\*innen zu formulieren. Zusätzlich wurde die Akkuratheit mit einem Single Choice Test erfasst (Codreanu et al., 2022). Zur Messung der inhaltlichen Fokussierung im Diagnoseprozess bzw. in der Diagnose wurden die Notizen bzw. Diagnostexte hinsichtlich der Anzahl an Aussagen zu den Facetten Basiswissen, Methodenwissen und Problemlösestrategien kodiert. Dies erfolgte mit hinreichend guter Interraterreliabilität. Anschließend wurden die Mittelwerte der eben genannten Anzahlen sowie der Akkuratheit für die Profile aus Nickl et al. (2022) berechnet und inferenzstatistisch mit omnibus- und post-hoc  $\chi^2$  Tests verglichen.

### **Ergebnisse**

Hinsichtlich der Anzahl der Aussagen in Notizen und Diagnose mit Fokus auf Basiswissen zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede. Post-hoc Vergleiche zeigten, dass das wissende Profil im Diagnoseprozess signifikant

mehr zu Basiswissen notierte als die anderen Profile. Die Akkuratheit der finalen Diagnosen zu Basiswissen zeigte keine signifikanten Unterschiede; deskriptiv urteilte das wissende Profil am akkuratesten, gefolgt vom motivierten Profil. Hinsichtlich Methodenwissen zeigte sich folgendes Befundmuster: Proband\*innen des wissenden Profils notierten im Diagnoseprozess signifikant mehr und waren anschließend auch signifikant akkurater als die beiden anderen Profilgruppen. In der Anzahl der Aussagen zu Methodenwissen im Diagnosetext unterschieden sich wissendes und motiviertes Profil hingegen nicht signifikant. Bezüglich der Diagnose von Problemlösestrategien zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei Diagnoseprozess und finaler Diagnose. Insgesamt wurde die Facette Problemlösestrategien nahezu über alle Profile weniger akkurat diagnostiziert als die anderen Facetten.

## **Diskussion**

In der vorliegenden Studie wurden Diagnosekompetenzen angehender Lehrkräfte, operationalisiert durch Notizen im Diagnoseprozess, abschließende Diagnose und Diagnoseakkuratheit, im Kontext des mathematischen Beweisen und unter Einbezug individueller Lernvoraussetzungen mithilfe eines personenzentrierten Ansatzes untersucht. Die Ergebnisse zeigen deskriptiv und teils inferenzstatistisch, dass das wissende Profil im Bereich des Basis- und Methodenwissens mehr Notizen im Diagnoseprozess verfasst und akkurater diagnostiziert hat als beide andere Profile (motiviert, potentiell gefährdet). Keine Unterschiede zwischen den Profilen gab es bei Problemlösestrategien, wobei hier alle Profile Verbesserungspotential aufwiesen. Dies unterstreicht, dass die Diagnose von Problemlösestrategien mit hohen Anforderungen verbunden ist (Codreanu et al., 2021). Gleichzeitig deutet es an, dass die Lernvoraussetzungen angehender Lehrkräfte unter Umständen noch nicht ausreichen, um Problemlösestrategien akkurat zu diagnostizieren (Heitzmann et al., 2019). Insofern gilt es, die Diagnostik von Problemlösestrategien weiter zu untersuchen und Fördermöglichkeiten zu entwickeln.

Hinsichtlich der Diagnose von Methodenwissen hatte nur das wissende Profil substantielle Vorteile, wohingegen bei der Diagnose von Basiswissen das wissende und auch das motivierte Profil substantielle Vorteile gegenüber dem potentiell gefährdeten Profil hatten. Beide Ergebnisse legen nahe, dass die Lernvoraussetzungen des motivierten Profils (hohe motivationale Lernvoraussetzungen, durchschnittliches Wissen) bei der Akkuratheit der Diagnose von Basiswissen effektiver zum Tragen kommen als bei der Diagnose von Methodenwissen. Dies könnte der erhöhten Komplexität und verringerten Salienz bei der Diagnose von Methodenwissen geschuldet sein (Codreanu et al., 2021). Nickl et al. (2022) hatten bereits berichtet, dass das moti-

vierte Profil Defizite in kognitiven durch erhöhte motivationale Lernvoraussetzungen zumindest ansatzweise ausgleichen konnte. Die vorliegenden Ergebnisse präzisieren dies hinsichtlich des zu diagnostizierenden Indikators.

## Literatur

- Chernikova, O., Heitzmann, N., Fink, M. C., Timothy, V., Seidel, T. & Fischer, F. (2020). Facilitating diagnostic competences in higher education—A meta-analysis in medical and teacher education. *Educational Psychology Review*, 32(1), 157–196.
- Codreanu, E., Huber, S., Reinhold, S., Sommerhoff, D., Neuhaus, B. J., Schmidmaier, R., Ufer, S. & Seidel, T. (2022). Diagnosing Mathematical Argumentation Skills: A Video-Based Simulation for Pre-Service Teachers. In F. Fischer & A. Opitz (Hrsg.), *Learning to Diagnose with Simulations: Examples from Teacher Education and Medical Education* (S. 33–47). Springer International Publishing.
- Codreanu, E., Sommerhoff, D., Huber, S., Ufer, S. & Seidel, T. (2021). Exploring the Process of Preservice Teachers' Diagnostic Activities in a Video-Based Simulation. *Frontiers in Education*, 6, Article 626666.
- 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.
- Heinze, A. & Reiss, K. (2003). Reasoning and proof: Methodological knowledge as a component of proof competence. *International Newsletter on the Teaching and Learning of Mathematical Proof*, Spring 2003. <http://www.lettredelapreuve.org/Old-Preuve/CERME3Papers/Heinze-paper1.pdf>
- 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.
- 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, Artikel 45.
- 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.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (S. 334–370). Macmillan Publishing.
- Urhahne, D. & Wijnia, L. (2021). A review on the accuracy of teacher judgments. *Educational Research Review*, 32, Article 100374.
- Weigand, H.-G., Filler, A., Hölzl, R., Kuntze, S., Ludwig, M., Roth, J., Schmidt-Thieme, B. & Wittmann, G. (2014). *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II* (2. Aufl.). Springer Spektrum.