

ABLEITINGER, Christoph & DORNER, Christian
Wien, Graz

Zusammenhänge zwischen Überzeugungen von Schüler*innen und deren Lehrkräften und dem prozeduralen Wissen

Einleitung

Der vorliegende Artikel führt die Ergebnisse aus Ableitinger et al. (2023) und Ableitinger und Dorner (2024) zusammen und verbindet damit Überzeugungen von Schüler*innen und Lehrer*innen mit dem prozeduralen Wissen der Schüler*innen. Hintergrund des Forschungsinteresses ist der in den letzten Jahren vermehrt beklagte Mangel an prozeduralem Wissen bei Lernenden am Übergang von der Schule zur Hochschule (Loveless & Coughlan, 2004; Offener Brief, 2017). Während Ergebnisse zum prozeduralen Wissen österreichischer Schüler*innen bereits vorliegen (Ableitinger & Dorner, 2023), soll nun der Fokus auf die Rolle der *Beliefs* von Schüler*innen und Lehrer*innen zu Technologie, dem Wesen der Mathematik und dem Mathematiklernen im Zusammenspiel mit dem Erwerb prozeduralen Wissens gelegt werden.

Theoretischer Rahmen, Begründung und Forschungsfragen

Bei der begrifflichen Fassung des Konstrukts "prozedurales Wissen" beziehen wir uns auf Hiebert und Lefevre (1986). Sie unterscheiden konzeptuelles von prozeduralem Wissen, wobei letzteres die Fähigkeit zur korrekten Durchführung mathematischer Prozeduren in angemessener Zeit beschreibt (Rittle-Johnson & Schneider, 2015). Auch, wenn die Trennung dieser beiden Wissenstypen weder einfach noch unumstritten (z.B. Star, 2005) ist, gibt es für Teilbereiche der Mathematik bereits entsprechende empirische Befunde (Lenz et al., 2022 für Brüche).

Im Folgenden wollen wir eine Begründung für die Auswahl der Dimensionen liefern, die einen Einfluss auf den Erwerb prozeduralen Wissens bei Schüler*innen haben könnten.

Bei den Schüler*innen wurden Beliefs zum Wesen der Mathematik erhoben (Laschke & Schmotz, 2014), weil prozedurales Wissen von seinem Charakter her zum statisch-orientierten Teil der Mathematik gezählt werden kann und entsprechende Einstellungen einen Einfluss auf die Ausprägung des prozeduralen Wissens haben könnten. Technologische Hilfsmittel eignen sich zum Auslagern prozeduraler Fähigkeiten, auch hier könnten individuelle Überzeugungen zum Benutzen von Technologie Auswirkungen haben

(Thurm et al., 2017). Schließlich wird die Selbstwirksamkeit der Schüler*innen beim Lernen von Mathematik als weitere Dimension gewählt, weil sich gerade im Bereich prozeduralen Wissens durch eigene Anstrengung Kompetenzzuwachs erwarten lässt (Schunk & Pajares, 2009).

Bei den Lehrer*innen liegt es nahe, Überzeugungen zum Lernen von Mathematik zu erheben. Eine transmissive Unterrichtshaltung (Laschke & Schmotz, 2014) könnte die Ausbildung prozeduraler Fähigkeiten unter Umständen begünstigen. Beim Einsatz von Technologie (Thurm et al., 2017) könnten die Überzeugungen der Lehrkräfte einen sogar noch größeren Einfluss haben als jene der Schüler*innen, weil schließlich die Lehrkraft die Entscheidungshoheit für den Umfang und die Art des Technologieeinsatzes im Unterricht hat und somit umgekehrt steuern kann, welchen Stellenwert technologiefreies Arbeiten im Unterricht behält.

Das führt uns zu folgenden Forschungsfragen:

- Wie hängen Überzeugungen von Schüler*innen (zum Wesen der Mathematik, zur Technologie im Allgemeinen, zu ihrer eigenen Selbstwirksamkeit) mit ihrem prozeduralen Wissen zusammen?
- Wie hängen Überzeugungen von Lehrkräften zum Lernen von Mathematik, zum Einsatz von Technologie im Unterricht und bei der Matura mit dem prozeduralen Wissen der von diesen Lehrer*innen unterrichteten Schüler*innen zusammen?

Methode

Die Daten für die vorliegende Studie wurden im Rahmen des ersten Durchgangs des Projekts OFF (Ableitinger & Dorner, 2023) im Jahr 2021 erhoben. Insgesamt wurde bei 455 Schüler*innen aus gymnasialen Abschlussklassen (aus organisatorischen Gründen gesamte Schulklassen, repräsentative Stichprobe mit Stratifizierungsvariablen Bundesland, Schultyp und Urbanisierungsgrad) prozedurales Wissen zu Inhalten der Lehrpläne der beiden Sekundarstufen abgetestet. Als Testinstrument wurden die beiden validierten Testhefte aus Ableitinger & Dorner (2023) verwendet. Zusätzlich wurden ihre Überzeugungen mittels Fragebogen erhoben. Für die Erhebung ihrer Grundeinstellung zur Technologie wurden die fünf entsprechenden Items von Thurm et al. (2017) genutzt, für die Erfassung ihres Bildes von Mathematik (statische vs. dynamische Sicht) die entsprechenden Items aus der TEDS-M-Studie (Laschke & Schmotz, 2014). Schließlich wurde der Fragebogen des österreichischen Bildungsministeriums zur Erfassung der Selbstwirksamkeit eingesetzt (BMBWF, 2020). Zur Auswertung der Daten wurden wegen der hierarchischen Datenstruktur (Testung in gesamten Schulklassen) linear mixed effect models gerechnet.

Zusammen mit den Schüler*innen wurden auch die Überzeugungen der zugehörigen Lehrer*innen ($n = 25$) empirisch erfasst. Bei den Technologieüberzeugungen wurden neben der allgemeinen Grundeinstellung (wie bei den Schüler*innen) auch vier weitere Subdimensionen aus Thurm et al. (2017) getestet, nämlich "Vorteile", "Zeitaufwand", "Nachteile" und "Erst Mathematik, dann Technologie". Zusätzlich haben wir die Lehrer*innen gefragt, ob sie zur Lösung einfacher Maturaaufgaben auch zukünftig gewöhnliche, wissenschaftliche Taschenrechner (TI-30) bzw. sogar höherwertige Technologie (GeoGebra, TI-Nspire, Casio ClassPad) erlauben würden. Schließlich wurden auch ihre Überzeugungen zum Lernen von Mathematik mittels entsprechender TEDS-Items (konstruktivistisch vs. transmissiv) erhoben (Laschke & Schmotz, 2014).

Ergebnisse

Für die internen Konsistenzen der getesteten Überzeugungsskalen der Schüler*innen ergaben sich zufriedenstellende Werte mit Ausnahme der statischen Sicht bei den TEDS-M-Items zum Wesen der Mathematik ($\alpha = 0,57$). Zwischen der Grundeinstellung zur Technologie und dem prozeduralen Wissen konnte kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Allerdings nimmt das prozedurale Wissen um 6,9 Prozentpunkte pro Schritt auf der fünfstufigen Selbstwirksamkeitsskala und um 5,5 Prozentpunkte pro Schritt auf der Skala der dynamischen Sicht auf die Mathematik zu.

Die Lehrer*innen zeigten eine eher positive allgemeine Grundeinstellung zur Technologie ($m = 2,05$ auf einer Likert-Skala von 1 bis 5). Es wird eher zugestimmt, dass Technologie entdeckendes Lernen fördert und unterschiedliche Darstellungsformen begünstigt ($m = 2,06$). Die Aussage, dass sich der Einsatz von Technologie nicht lohnt, weil er so viel Zeit kostet, wird eher abgelehnt ($m = 4,04$). Allerdings wird eine Gefahr gesehen, dass Technologieeinsatz händische Fertigkeiten beeinträchtigen und unreflektiertes Arbeiten begünstigen könnte ($m = 2,25$). In Zusammenhang damit stimmen die Lehrkräfte der Aussage zu, wonach bei neuen Inhalten zuerst händisch gerechnet werden soll, bevor Technologie eingesetzt wird ($m = 2,17$). Interessant ist, dass man zu keiner dieser Subdimensionen einen signifikanten Zusammenhang zum prozeduralen Wissen der jeweiligen Schüler*innen findet. Ebenso wenig kann man einen solchen zwischen den Lehrer*innenüberzeugungen zum Lernen von Mathematik und dem prozeduralen Wissen nachweisen. Insgesamt zeigt sich hier eine deutliche Tendenz zu konstruktivistischen Unterrichtsmethoden ($m = 1,50$) und eine Ablehnung transmissiver Vermittlung ($m = 3,67$). Einzig bei Überzeugungen zum Technologieeinsatz bei der Matura findet man schließlich eine signifikante Korrelation zum prozeduralen Wissen: Je eher eine Lehrkraft bei einem Teil der Matura

auch wissenschaftliche Taschenrechner verbieten würde, desto größer der Score ihrer Schüler*innen bei prozeduralen Aufgaben ($r = 0,48$).

Literatur

- Ableitinger, C., & Dorner, C. (2023). Measuring Austrian students' procedural knowledge at the end of upper secondary level. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, published online. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2209093>
- Ableitinger, C., Dorner, C., & Krammer, G. (2023, accepted). Assessment of Students' Procedural Knowledge and Relations to Student Characteristics. *CERME 13 Proceedings*.
- Ableitinger, C., & Dorner, C. (2024, accepted). Überzeugungen österreichischer Gymnasiallehrkräfte zum Zusammenspiel von Technologieeinsatz und prozeduralem Wissen. *Schriftenreihe zur Didaktik der Mathematik der ÖMG*, 55.
- BMBWF (2020). *Allgemeiner Fragebogen der Feldtestung 2021* [Unveröffentlichter Fragebogen].
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Hrsg.), *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics* (S. 1–28). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Laschke, C. & Schmotz, C. (2014). Erfassung der Überzeugungen der angehenden Sekundarstufen-I-Lehrkräfte In C. Laschke & S. Blömeke (Hrsg.), *Teacher education and development study. Learning to teach mathematics (TEDS-M 2008). Dokumentation der Erhebungsinstrumente* (S. 325–338). Waxmann.
- Lenz, K., Reinhold, F., & Wittmann, G. (2022). Topic specificity of students' conceptual and procedural fraction knowledge and its impact on errors. *Research in Mathematics Education*, online, 25 Seiten.
- Loveless, T., & Coughlan, J. (2004). The Arithmetic Gap. *Educational Leadership*, 61(5), 55–59.
- Offener Brief (2017). *Mathematikunterricht und Kompetenzorientierung – ein offener Brief*. <http://www.tagesspiegel.de/downloads/19549926/2/offener-brief.pdf>
- Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. In R. C. Kadosh & A. Dowker (Hrsg.), *Oxford Handbook of Numerical Cognition* (S. 1102–1118). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014>
- Schunk, D. H., & F. Pajares (2009). Self-efficacy theory. In K. R. Wentzel & A. Wigfield (Hrsg.), *Handbook of Motivation at School* (S. 35-53). Routledge/Taylor & Francis.
- Star, J. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 404–411. <https://doi.org/10.2307/30034943>
- Thurm, D., Klinger, M., Barzel, B., & Rögler, P. (2017). Überzeugungen zum Technologieeinsatz im Mathematikunterricht: Entwicklung eines Messinstrumentes für Lehramtsstudierende und Lehrkräfte. *mathematica didactica*, 40(1), 19–36.