

Hannes SEIFERT, Jena & Anke LINDMEIER, Jena

Messung digitaler Kompetenzen angehender Mathematiklehrkräfte am Beispiel CAS

Kompetenzen im Umgang mit digitalen Mathematikwerkzeugen wie Computeralgebrasystemen (CAS), dynamischer Geometriesoftware (DGS) und Tabellenkalkulationsprogrammen (TKP) sind für Mathematiklehrkräfte unabdingbar. Im Fokus steht daher die Frage, wie gut Lehramtsstudierende bereits bezüglich dieser Kompetenzen vorbereitet sind. An der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurde ein digitales Testformat für die Lehre entwickelt, bei dem Studierende konkrete Aufgaben mit den Werkzeugen lösen müssen, um im Anschluss Rückmeldungen über ihre Kompetenzen zu erhalten. Im Beitrag wird der Test vorgestellt.

Digitale Kompetenzen von Mathematiklehrkräften

Lehrkräfte benötigen für ihre spätere Tätigkeit digitale Kompetenzen. Diese werden definiert als Zusammenschluss von Wissen über digitale Medien, Fähigkeiten im Umgang mit diesen Medien und persönlichen Einstellungen zu diesen Medien, um z. B. Wissen zu generieren, Probleme zu lösen oder effizient zu kommunizieren (Ferrari, 2012).

Zur näheren Beschreibung digitaler Kompetenzen stehen verschiedene Modelle bereit: TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) verbindet die Facetten des pädagogischen Wissens (PK), Inhaltswissens (CK) und fachdidaktischen Wissens (PCK) mit der des technologiebezogenen Wissens (TK) und deren Schnittmengen technologiebezogenes Inhaltswissen (TCK), technologiebezogenes pädagogisches Wissen (TPK) und technologiebezogenes fachdidaktisches Wissen (TPACK, Koehler & Mishra, 2009). Ein weiteres Modell ist DigCompEdu, welches 22 Teilkompetenzen in sechs Kategorien (z. B. Berufliches Engagement, Lernerorientierung) mit jeweils sechs zu erlangenden Kompetenzstufen beschreibt (Redecker, 2017).

Diese beiden Modelle sind jedoch fachunspezifisch. Für den Mathematikunterricht sind daher Konkretisierungen notwendig, um beispielsweise notwendige Kompetenzen wie die Erstellung geeigneter Aufgaben oder die Bewertung von Lernendenlösungen im Umgang mit digitalen Mathematikwerkzeugen wie CAS, DGS oder TKP abzudecken (Ostermann et al., 2022).

In der Lehrkräftebildung werden mithilfe dieser Modelle Zielvorstellungen konzipiert. Sind die tatsächlich erreichten Kompetenzen zu prüfen, stellt sich die Frage, wie sie valide und reliabel gemessen werden können. Allgemein werden für die standardisierte Messung digitaler Kompetenzen bei Lehrenden bisher meist Selbsteinschätzungswerkzeuge und Interviews eingesetzt,

die jedoch anfällig für Verzerrungen sind (z. B. sozial erwünschtes Antwortverhalten, Überschätzung eigener Fähigkeiten, Petko, 2020). Eine alternative Form wäre eine performanznahe Messung im Umgang mit konkreten Situationen. Entsprechende Werkzeuge liegen jedoch bisher kaum vor (für eine Ausnahme siehe z. B. Kosiol & Ufer, 2021). Ein Vorschlag für ein solches Werkzeug, das in digitalem Format Kompetenzen im Umgang mit CAS, DGS und TKP erfasst, wird im Folgenden vorgestellt und diskutiert.

Konzeption und Aufbau des Testinstruments

Das als Online-Fragebogen vorliegende Testinstrument *DIKOMAL – Digitale Kompetenzen von Mathematiklehrkräften* wurde im Jahr 2021 im Rahmen des QLB-Projekts PROFJL² an der Friedrich-Schiller-Universität Jena entwickelt (Seifert et al., 2021). Nach einer Pilotierung zur Überprüfung der technischen Funktionsfähigkeit und inhaltlichen Anpassungen wird es seit Sommersemester 2022 regulär in der Lehre eingesetzt, wobei die Studierenden individuelle Rückmeldungen zu ihren Ergebnissen erhalten. DIKOMAL erfasst Wissen über den Umgang mit CAS, DGS und TKP sowie konkrete Handlungskompetenzen im Umgang mit den drei Werkzeugen (technisch realisiert durch GeoGebra und Excel) in einem teils adaptiven Format. Die Auswertung erfolgt entsprechend der Kompetenzfacetten TCK und TPACK (wenn vorkommend) mit einem induktiv erstellten Kodierleitfaden. Zudem werden persönliche Einstellungen zu digitalen Medien im Unterricht sowie Selbsteinschätzungen der eigenen Bearbeitungen erhoben.

Der Beitrag fokussiert auf die jeweils analog aufgebauten werkzeugspezifischen Teile, wobei wir uns nachfolgend auf den CAS-Teil konzentrieren. An interaktiven Beispielen erfolgt zunächst die Aktivierung von Vorwissen. Anschließend sind die Propria von CAS zu notieren („Beschreiben Sie zwei zentrale Unterschiede zwischen CAS und herkömmlichen wissenschaftlichen Taschenrechnern.“). Es folgt eine Aufgabe (*Mehrwert*), bei der drei Aufgabenstellungen bezüglich ihres didaktischen Potenzials in einer konkreten Situation im CAS-gestützten Mathematikunterricht beurteilt werden sollen. Nach der Bearbeitung einer Aufgabe zur Überprüfung der jeweiligen Werkzeugkompetenz (*Intro*, Bearbeitung eines Tutorials zum Lösen von Gleichungen, davon eine mit notwendiger expliziter Angabe der Gleichungsvariablen) erfolgt eine Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz bezüglich der zugehörigen beruflichen Anforderung (selbst solche Tutorials im Unterricht zu verwenden, *Eval*) auf vier Stufen, die den DigCompEdu-Kompetenzniveaus A1 (Einsteiger), A2 (Entdecker), B1 (Insider) und B2 (Experte) zuzuordnen sind (Redecker, 2017). Entsprechend der selbst-eingeschätzten Stufe ist mit dem jeweiligen Werkzeug eine an diese Stufe angepasste Aufgabe (*Com*) zu bearbeiten, die sowohl fachdidaktische (z. B. Angabe von

Lernvoraussetzungen) als auch ab B1 mathematisch-technische Anforderungen (B1: Anpassung bzw. B2: Neugestaltung des gegebenen Tutorials für Gleichungssysteme) umfasst. Direkt im Anschluss ist die eigene Bearbeitung abschließend anhand von je sechs Aussagen selbst zu evaluieren (z. B. „*Ich konnte die Arbeitsaufträge gut bewältigen.*“) und bezüglich des wahrgenommenen Berufsfeldbezugs zu beurteilen (z. B. „*Die Arbeitsaufträge sind relevant für meinen späteren Beruf als Mathematiklehrkraft.*“, vierstufige Skala, 1=stimme überhaupt nicht..., 4=...voll zu).

Forschungsinteresse

Im Beitrag wird fokussiert, ob sich DIKOMAL als Instrument zur Erfassung digitaler Kompetenzen angehender Mathematiklehrkräfte eignet. Eine exemplarische Untersuchung erfolgt hierbei an den Bereichen TCK und TPACK, wofür verschiedene Indikatoren aus den Bearbeitungen des CAS-spezifischen Teils gewonnen wurden. Zudem sollen die Leistungen der Studierenden in einer vorläufigen Auswertung deskriptiv beschrieben werden.

Ausgewählte Ergebnisse

DIKOMAL wird im Sommersemester 2022 erstmals an der Universität Jena in größerem Umfang in der Lehre eingesetzt. In der laufenden Erhebung nahmen bisher $n=39$ Studierende verschiedener mathematikdidaktischer Seminare (viertes Fachsemester) teil.

Für die Beschreibung des CAS-spezifischen TCK der Studierenden wurden die Antworten aus der *Intro*-Aufgabe und der *Com*-Aufgabe anhand einer Liste von mathematikspezifischen Merkmalen (z. B. *Intro*: korrekte Definition der Gleichung; *Com*: Anpassung des Löse-Befehls für Gleichungssysteme) und syntaktischen Merkmalen (z. B. Verwendung einer korrekten CAS-Syntax) kodiert. Für die Beschreibung des TPACK wurden in der *Com*-Aufgabe angegebene Lernvoraussetzungen bzw. ab B1 in der CAS-Bearbeitung zusätzliche Merkmale kodiert (z. B. Angabe einer Beispielaufgabe für Lernende). Anhand der Merkmale wurde für TCK und TPACK jeweils ein Score auf einer vierstufigen Ordinalskala vergeben, für TPACK ebenso für die begründet gewählte Einschätzungen der Aufgaben-*Mehrwerte*.

Das fachliche und didaktische Potenzial der Aufgaben in *Mehrwert* erfassten 21 Studierende korrekt (TPACK). Anschließend bearbeiteten 35 Studierende erste Gleichung in *Intro* syntaktisch richtig, 29 hiervon erhielten die korrekte mathematische Lösung (TCK). Die zweite Gleichung wurde von 26 Studierenden mathematisch und syntaktisch korrekt gelöst (TCK).

In der Aufgabe *Com* konnten 10 von 18 (A1/A2 entsprechend Eval) bzw. 9 von 21 (B1/B2) Studierenden die Lernvoraussetzungen dem Tutorial korrekt

zuordnen (TPACK). Die Bearbeitung der mathematisch-technischen Anforderungen (TCK) erfolgte nur auf den Stufen B1 und B2. Hier konnten 7 von 16 (B1) bzw. 2 von 5 (B2) Studierende eine korrekte Lösung erzeugen. Die pädagogischen Anforderungen im selbst erstellten Tutorial erfüllten 7 von 16 (B1) bzw. ein (B2) Studierender von 5 (TPACK).

Diskussion und Ausblick

DIKOMAL wurde mit dem Ziel entwickelt, die digitalen Kompetenzen von Studierenden über alle drei Werkzeuge CAS, DGS und TKP breit zu erfassen. Aus Zeitgründen stehen daher für eine konkrete Facette (TCK, TPACK) nur eine begrenzte Anzahl an Aufgaben zur Verfügung. Ferner ist die Größe der Stichprobe bisher gering, was sich auf die Verteilung der Antworten auf den verschiedenen Stufen (Eval) mit ihren unterschiedlichen Leistungsanforderungen auswirkt.

Die Auswertungen über das gesamte Instrument hinweg sind noch nicht abgeschlossen, sodass an dieser Stelle nur Aussagen über den CAS-spezifischen Teil getroffen werden können. Durch die Erfassung mehrerer Merkmale innerhalb der einzelnen Aufgabenbearbeitungen ist jedoch zu vermuten, dass die Kompetenzen der Studierenden differenziert beschrieben werden können. Die bisherigen Bearbeitungen weisen bereits eine adäquate Streuung auf.

Literatur

- Ferrari, A. (2012). *Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks*. Office of the European Union.
- Kosiol, T. & Ufer, S. (2021). Technologie- und fachbezogenes Wissen von (angehenden) Lehrkräften messen – Erste Ergebnisse einer Pilotstudie. In K. Hein, C. Heil, S. Ruwisch & S. Prediger (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 199–202). WTM.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60–70.
- Ostermann, A., Ghomi, M., Mühling, A. & Lindmeier, A. (2022, im Druck). Elemente der Professionalität von Lehrkräften in Bezug auf digitales Lernen und Lehren von Mathematik. In G. Pinkernell, F. Reinhold, F. Schacht & D. Walter (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule*, Springer.
- Petko, D. (2020). Quo vadis TPACK? Scouting the road ahead. In *Proceedings of Ed-Media + Innovate Learning* (S. 1349–1358). AACE.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu (No. JRC107466)*. Publications Office of the European Union.
- Seifert, H., Ghomi, M., Mühling, A. & Lindmeier, A. (2021, im Druck). Entwicklung eines Instruments zur Messung digitaler Kompetenzen von Mathematiklehrkräften. In F. Reinhold & F. Schacht (Hrsg.), *Digitales Lernen in Distanz und Präsenz. Tagungsband des Arbeitskreises Mathematikunterricht und digitale Werkzeuge in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*. Franzbecker.