

Messung der Diagnosekompetenz von angehenden Lehrkräften im Kontext von offenen Modellierungsaufgaben

Ein wichtiges Ziel der mathematischen Bildung ist die Vermittlung von Kompetenzen offene Modellierungsprobleme zu bearbeiten. Als offene Modellierungsprobleme werden mathematische Probleme mit fehlenden lösungsrelevante Informationen und anspruchsvollen Übersetzungsprozessen zwischen der realen Welt und der Mathematik bezeichnet (Schukajlow et al., 2023). In bisheriger Forschung wurde die Notwendigkeit des Unterrichts von Lernenden im Lösen von offene Modellierungsaufgaben für die Vermittlung von Modellierungskompetenzen unterstrichen (Krawitz et al., 2018). Dafür müssen die (angehenden) Lehrkräfte fähig sein, die Leistungen der Lernenden im Unterrichtsgeschehen zu beurteilen und zu bewerten (Greefrath et al., 2022). Die Diagnosekompetenz der Lehrkräfte umfasst das Diagnostizieren und Beurteilen von Schülerlösungen im unterrichtspraktischen Handeln. Bislang fehlt es an empirischen Ergebnissen zur Diagnosekompetenz im Kontext offener Modellierungsaufgaben. Hier setzt das DOMoDA Projekt (Diagnose von Schülerlösungen zu Offenen Modellierungsaufgaben) an. In diesem Beitrag soll die Frage beantwortet werden, ob es sich bei dem entwickelten Messinstrument um eine valide Methode zur Messung der Diagnosekompetenz (angehender) Lehrkräfte im Kontext offener Modellierungsaufgaben handelt.

Offene Modellierungsaufgaben

Um die Modellierungskompetenz der Lernenden zu verbessern, ist es entscheidend, sich explizit auf die Entwicklung der Fähigkeiten von Lehrern im Umgang mit offenen Modellierungsproblemen zu konzentrieren. Modellierungsaufgaben mit offenem Anfangszustand stellen folgende charakteristische Anforderungen an die Lernenden: (1) Identifikation der Offenheit des Problems, (2) Identifikation der lösungsrelevanten Größen, deren Wert nicht festgelegt ist, (3) Treffen von (realistischen) Annahmen über unbekannte Größen und (4) Integration der (realistischen) Annahme in das mathematische Modell (Schukajlow et al., 2023). Zunächst muss die Offenheit des Problems wahrgenommen werden, d.h. die Lernenden müssen sich bewusst sein, dass lösungsrelevante Informationen fehlen. Wenn Lernende die Offenheit nicht erkennen, lösen sie offene Probleme ähnlich wie geschlossene, indem sie sich nur auf die gegebenen numerischen Informationen konzentrieren und daher unrealistische Antworten geben. In Studien in verschiedenen kulturellen Kontexten konnten Schwierigkeiten der Lernenden bei der

Identifizierung der fehlenden Variablen illustriert werden (Galbraith & Stillman, 2001; Schukajlow et al., 2023). Nachdem die Offenheit erfolgreich erkannt wurde, müssen die für die Lösung relevanten unbekanntes Größen identifiziert werden. Die Fähigkeit, relevante unbekanntes Größen zu identifizieren, wurde als ein wesentlicher Faktor zur Lösung von offenen Problemen identifiziert (Hankeln, 2020). Nach der Identifikation der unbekanntes Größen trifft der Problemlöser (realistische) Annahmen für diese Größen. In Studien konnte der Schritt der Bestimmung der numerischen Größen als eine Barriere im Lösungsprozess identifiziert werden, da Lernende entweder die Realität bei Annahmen vernachlässigen (Galbraith & Stillman, 2001) oder ihnen das notwendige Wissen für realistische Annahmen fehlt. Schließlich endet der Prozess durch die Integration der (realistischen) Annahmen in das mathematische Modell.

Diagnosekompetenz von Lehrkräften

Die Diagnosekompetenz von Lehrkräften ist entscheidend für die Notengebung sowie den individuellen Lernprozess der Lernenden. Unter der Diagnosekompetenz wird das Wissen und die Fähigkeiten der Lehrkräfte gefasst, die für die Vorbereitung, Durchführung und Reflexion von Schülerbeurteilungen erforderlich sind (T. Leuders et al., 2020). Im Schulalltag kommen Diagnosesituationen häufig vor und erfordern, besonders im Kontext von offenen Modellierungsaufgaben, spezifische Kompetenzen (Greefrath & Maaß, 2020). Im Kontext offener Modellierungsaufgaben kann die Vielzahl der möglichen Lösungen eine Herausforderung für die Lehrkräfte bei der Diagnose darstellen und muss von ihnen erlernt werden. In einer Studie konnten bereits mittlere bis starke Effekte zwischen der Diagnosekompetenz von angehenden Grundschullehrkräften und deren vorhandener unterrichtspraktischen Erfahrung nachgewiesen werden (Larrain & Kaiser, 2022).

Methode

Ziel der Studie DOModA war es ein valides Messinstrument zu entwickeln, um die Diagnosekompetenz (angehender) Lehrkräfte im Kontext offener Modellierungsaufgaben messen zu können. Dazu wurde eine Studie mit 213 Studierenden der Universität Münster durchgeführt. Die angehenden Lehrkräfte wurden aufgefordert jeweils fünf Schülerlösungen zu fünf offenen Modellierungsaufgaben zu bewerten. Es sollte ein Vergleich der Schülerlösungen stattfinden mit anschließender Nummerierung der Reihenfolge der Schülerlösungen (1 als beste Lösung bis 5 als schlechteste Lösung), die Ränge (z.B. 2 Punkte) durften dabei nicht mehrfach vergeben werden. Die fünf Schülerlösungen wurden in Anlehnung an Schukajlow et al. (2023) konzipiert, sodass folgende Schülerlösungen entstanden: (1) ohne Annahme, (2)

mit Erkennen der Offenheit ohne das Treffen von Annahmen, (3) mit unrealistischer Annahme, (4) mit realistischer Annahme und (5) eine Variation einer Schülerlösung z. B. in Form einer gespiegelten Skizze. Die fünfte Schülerlösung, die durch Variation entstanden ist, ist gleichwertig zu einer der vier anderen Schülerlösungen. Die fünfte Schülerlösung wird somit äquivalent zu einer der vier Lösungen bewertet.

Ziel der Auswertung des Rankings war ein aufgabenunabhängiger Gesamtscore der Diagnosekompetenz. Dazu werden die Beziehungen der einzelnen Bewertungen untereinander betrachtet und anschließend bepunktet. Hierzu wurden 991 Aufgabenbearbeitungen/Rankings ausgewertet. 74 Bearbeitungen mussten aus der Analyse ausgeschlossen werden, da entweder keine Bearbeitung stattgefunden hat oder die Studierenden nicht der Aufforderung gefolgt sind, keine Ränge doppelt zu vergeben. Um den aufgabenunabhängigen Gesamtscore zu bestimmen, wurde zunächst eine normativ gesetzte Bewertungsreihenfolge festgelegt, die aus den charakteristischen Anforderungen offener Modellierungsaufgaben abgeleitet wurde: Rang 1 mit realistischer Annahme, Rang 2 mit unrealistischer Annahme, Rang 3 mit Erkennen der Offenheit ohne das Treffen von Annahmen und Rang 4 ohne Annahme (Schukajlow et al., 2023). Die fünfte Schülerlösung wird nach dem Rang eingefügt zu dem sie gleichwertig ist. Zur Berechnung der Diagnosekompetenz wurde jede kombinatorisch mögliche Beziehung zwischen den Rängen untersucht. Es wurde ein Punkt vergeben, sobald die normativ schlechtere Schülerlösung einen höheren Rang hat als die normativ bessere. Eine der zehn möglichen Beziehungen besteht zwischen zwei gleichwertigen Lösungen. Für diese Beziehung wurde kein Punkt vergeben, sodass in Summe neun Beziehungen betrachtet und bewertet wurden und somit die maximale Punktzahl neun Punkte beträgt. Beispiele für die Bepunktung einer Bewertung sind (Lösung 1 und 2 sind dabei gleichwertig): 1 – 2 – 3 – 4 – 5: 10 Punkte, 1 – 3 – 2 – 4 – 5: 9 Punkte, 5 – 4 – 3 – 2 – 1: 0 Punkte.

Zur Überprüfung der Dimensionalität der diagnostischen Kompetenz wurde eine explorative Faktorenanalyse (EFA) durchgeführt, sowie für die Kriteriumsvalidität die Beziehung der diagnostischen Kompetenz und der unterrichtspraktischen Erfahrung der angehenden Lehrkräfte überprüft.

Ergebnisse

Zur Prüfung der Konstruktvalidität des aufgabenunabhängigen Gesamtscores der Diagnosekompetenz wurde eine Hauptkomponentenanalyse mit orthogonaler Rotation (Varimax) gerechnet. Die Stichprobeneignung wurde durch das Kaiser-Meyer-Olkin Kriterium gezeigt ($MSA = .838$). Der Bartlett-Test auf Sphäridizität ($\chi^2(10) = 528.947, p < .001$) zeigte, dass sich

die aufgabenspezifischen Scores der Diagnosekompetenz für eine Faktorenanalyse eignen. Es wurde ein Faktor berechnet mit einem Eigenwert über 1, der 58,7% der Varianz aufklärt. Auf Basis des Scree-Plots ist ersichtlich, dass die Diagnosekompetenz der angehenden Lehrkräfte ein eindimensionales Konstrukt darstellt.

Die Kriteriumsvalidität wurde anhand eines ungepaarten t -Tests der Diagnosekompetenz mit der vorhandenen bzw. nicht vorhandenen unterrichtspraktischen Erfahrung der angehenden Lehrkräfte beurteilt. In Übereinstimmung mit der Studie von Larrain und Kaiser (2022) konnte ein signifikanter Unterschied der Diagnosekompetenz der angehenden Lehrkräfte mit und ohne unterrichtspraktischer Erfahrungen nachgewiesen werden ($t(207) = -5.052$, $p < .001$, $d = 2.05$).

Die Kodierung der Diagnosekompetenz stellt somit aufgrund der Konstruktvalidität und Kriteriumsvalidität eine valide Möglichkeit für die Messung der Diagnosekompetenz von angehenden Lehrkräften im Kontext offener Modellierungsaufgaben dar. Das Messinstrument wird im Rahmen der DOModA-Studie zu weiteren Untersuchungen verwendet werden.

Literatur

- Galbraith, P. & Stillman, G. (2001). Assumptions and context: Pursuing their role in modelling activity. In J. Matos, W. Blum, K. Houston & S. Carreira (Hrsg.), *Modelling and mathematics education, ICTMA 9: Applications in science and technology* (S. 300–310). Horwood Publishing.
- Greefrath, G. & Maaß, K. (2020). *Modellierungskompetenzen – Diagnose und Bewertung*. Springer Berlin Heidelberg.
- Greefrath, G., Siller, H.-S., Klock, H. & Wess, R. (2022). Pre-service secondary teachers' pedagogical content knowledge for the teaching of mathematical modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 109(2), 383–407.
- Hankeln, C. (2020). Mathematical modeling in Germany and France: a comparison of students' modeling processes. *Educational Studies in Mathematics*, 103(2), 209–229.
- Krawitz, J., Schukajlow, S. & van Dooren, W. (2018). Unrealistic responses to realistic problems with missing information: What are important barriers? *Educational Psychology*, 38(10), 1221–1238.
- Larrain, M. & Kaiser, G. (2022). Interpretation of Students' Errors as Part of the Diagnostic Competence of Pre-Service Primary School Teachers. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 43(1), 39–66.
- Leuders, T., Loibl, K. & Dörfler, T. (2020). Diagnostische Urteile von Lehrkräften erklären – Ein Rahmenmodell für kognitive Modellierungen und deren experimentelle Prüfung. *Unterrichtswissenschaft*, 48(4), 493–502.
- Schukajlow, S., Krawitz, J., Kanefke, J., Blum, W. & Rakoczy, K. (2023). Open modelling problems: cognitive barriers and instructional prompts. *Educational Studies in Mathematics*, 114, 417–438.