

GRIESE, Birgit & WEISS APARICIO, Pablo
Ludwigsfelde, Berlin

Digitale Aufgaben zur Erhebung der Argumentationskompetenz

Beweise sind als essenzielle Komponente der Wissenschaft Mathematik akzeptiert (Ufer et al. 2009). Für den Mathematikunterricht ist es daher von Bedeutung, Tätigkeiten zu integrieren, mit denen Schülerinnen und Schüler sich auch mit präformalen, handlungsbezogenen, experimentellen, operativen, inhaltlich-anschaulichen und generischen Beweisen beschäftigen, so dass sie mathematisch argumentieren lernen können (Brunner 2014, Knipping 2019). In den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz wird *Mathematisch argumentieren* als eine von fünf prozessbezogenen Kompetenzen geführt und umfasst u. a. "das Entwickeln eigenständiger, situationsangemessener mathematischer Argumentationen (wie Begründungen, Beweise)" (KMK 2022, S. 9). Die Untersuchung dieser Kompetenz ist somit von Interesse, idealerweise mit Instrumenten und Verfahren, die die Gütekriterien quantitativer Erhebungen erfüllen.

Digitale Aufgabenformate gewinnen in diesem Zusammenhang zunehmend an Bedeutung, auch, weil die Datenerhebungen im Kontext von größeren Studien (VERA, TIMSS, IQB-Bildungstrend), also über den Kontext einer Lerngruppe oder Schule hinaus, durchgeführt werden können. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die digitale Erfassung erhöht die Objektivität und vereinfacht Vergleiche zwischen Lerngruppen, Schulformen und Bundesländern sowie die Beschreibung von temporalen Veränderungen erheblich. Die typischen Aufgabenformate im Fach Mathematik (Single / Multiple Choice, Zuordnungen, Eingabe von Termen oder Zahlenwerten, GeoGebra-basierte Aufgabenformate) haben jedoch Argumentieren eher selten im Blick.

Neben dichotomen digitalen Aufgaben, die automatisiert ausgewertet werden, gibt es auch solche, die zwar digital gestellt und bearbeitet werden, deren Bewertung jedoch durch eine Lehrkraft vorgenommen wird. Dies bedeutet gegenüber einem *paper/pencil*-Format eine deutliche Zeitersparnis, denn der Lehrkraft werden die Antworten der Lernenden gleichzeitig auf dem Bildschirm eingeblendet, zusammen mit einer eng vorgegebenen Korrekturanleitung. Die Entscheidung, ob eine Bearbeitung als richtig oder falsch zu bewerten ist, kann für eine komplette Lerngruppe in kürzester Zeit gefällt werden und ist sofort im System verfügbar. Damit sind auch dichotome digitale Aufgabenformate realisierbar, die frei formulierte Argumentationen von Lernenden adressieren. Hier ist spannend, ob solche Items auf Akzeptanz stoßen und die Argumentationskompetenz angemessen erheben.

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),

Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.

57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.

<https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0>

DigiLAL7 Mathematik

Zur Erhebung der Lernausgangslage in der siebten Jahrgangsstufe, dem ersten Jahr der weiterführenden Schule, wird in den Ländern Berlin und Brandenburg seit dem Schuljahr 2023/24 für das Fach Mathematik eine digitale Variante angeboten, die aus fünf inhaltsbezogenen Modulen besteht (siehe <https://isq-bb.de/lal7> bzw. <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/lal-7>). Dabei werden alle prozessbezogenen Kompetenzen aus dem Rahmenlehrplan 1-10 (SenBJF & MBS 2023) erhoben. Für die Kompetenz *Mathematisch argumentieren* kommt dafür mehrfach das Format "Entscheide, ob die folgende Aussage wahr oder falsch ist. Begründe deine Entscheidung." zum Einsatz. Dieser Beitrag stellt die mit diesem Aufgabenformat in DigiLAL7 gewonnenen Daten vor und präsentiert eine erste Einschätzung, ob die Items die Erwartungen erfüllen.

DigiLAL7-Aufgaben zum Argumentieren

DigiLAL7 Mathematik enthält acht Aufgaben, bei denen eine Begründung verlangt wird, die sich auf alle fünf inhaltsbezogenen Module verteilen. Diese Aufgaben sind meist in dem Format *Entscheide, ob die folgende Aussage wahr oder falsch ist. Begründe deine Entscheidung*, einmal ist die zu begründende Aussage auch vorgegeben (*Begründe, warum die beiden Figuren den gleichen Flächeninhalt haben*). Die Auswertung des Teils, in dem angeklickt werden muss, ob die Aussage für wahr oder falsch gehalten wird, erfolgt automatisiert. Nur in den Fällen, in denen korrekt entschieden wurde (falls dies Teil des Items ist), wird die Begründung der Lehrkraft auf die oben beschriebenen Weise gezeigt, andernfalls wird das gesamte Item bereits als falsch bewertet. Die Korrekturanweisung für die Begründung enthält eine präzise Beschreibung, welche Begründungen als korrekt zu bewerten sind, mit erwartbaren Beispielen für korrekte und grenzwertigen Beispielen für unzureichende Begründungen.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt, wie viele Klassen und wie viele Schülerinnen und Schüler die einzelnen Module jeweils bearbeitet haben (Stand 14.12.2023). Es gibt in Berlin und Brandenburg mehrere 10.000 Schülerinnen und Schüler, die im Schuljahr 2023/2024 die siebte Jahrgangsstufe besuchen, und somit die Grundgesamtheit von DigiLAL7 bilden. Die Nutzung von DigiLAL7 ist für Lehrkräfte nicht generell verpflichtend, und sie kann zudem zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen.

Modul	Klassen mit Bearbeitungen	SuS mit Bearbeitungen	SuS pro Klasse mit Bearbeitungen (\emptyset)
1	498	10.545	21,2

2	638	13.588	21,3
3	211	4.043	19,2
4	241	4.642	19,3
5	212	3.795	17,9

Tabelle 1: DigiLAL7 Mathematik - Anzahl der Klassen sowie Schülerinnen/Schüler (SuS), die die einzelnen Module bearbeitet haben, Stand 14.12.2023

In Tabelle 2 ist für denselben Zeitpunkt aufgeführt, wie viele Bearbeitungen der Begründungsaufgaben bisher mit Bewertung im System vorliegen, bei wie vielen die Einschätzung als richtig oder falsch korrekt erfolgte, und bei wie vielen auch die Begründung korrekt war.

Item	Bewertete Aufgaben	richtig/falsch korrekt (%)	Begründung korrekt (%)	Begr. korrekt, wenn r/f korrekt
1.5	6.752	2.777 (41,1 %)	894 (13,2 %)	32,2 %
1.10	6.625	5.506 (83,1 %)	3.183 (48,0 %)	57,8 %
2.5	8.860	6.473 (73,1 %)	2.144 (24,2 %)	33,1 %
3.6	2.080	1.052 (50,6 %)	743 (35,7 %)	70,6 %
3.7	1.983	1.254 (63,2 %)	530 (26,7 %)	42,3 %
4.5	2.382	2.382 (100 %)*	1.664 (69,9 %)	69,9 %
5.7	1.749	1.418 (81,1 %)	957 (54,7 %)	67,5 %
5.9	1.714	1.054 (61,5 %)	718 (41,9 %)	68,1 %
Σ	32.145	21.916 (68,2 %)	10.833 (33,7 %)	49,4 %

Tabelle 2: Anzahl der bewerteten Begründungs-Items im System, inklusive Details zur Bewertung; *zu begründende Aussage vorgegeben, Stand 14.12.2023

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Zahlen zeigen, dass ein nicht unerheblicher Anteil der Schülerinnen und Schüler der 7. Jahrgangsstufe in Berlin und Brandenburg an DigiLAL7 teilnimmt bzw. ihre Teilnahme geplant ist (Tabelle 1). Damit ist bereits im ersten Jahr von DigiLAL7 der Bekanntheitsgrad bzw. die Akzeptanz unter den Lehrkräften hinlänglich gegeben. Die Auswertung (Tabelle 2) zeigt, dass auf diese Weise die Kompetenz, mathematisch argumentieren zu können, abhängig von dem Inhaltsbereich oder dem konkreten Item, zwischen 13 % und 70 % (und im Mittel in einem Drittel) der Fälle bestätigt wird (Tabelle 2, Spalte 3). Dies entspricht den Erwartungen (siehe Zusammenfassung in Kapitel 3 in Ufer et al. 2009), dass mathematisches Argumentieren eine anspruchsvolle Kompetenz ist (maximale Lösungsquote knapp 55 %, wenn

man das Item mit vorgegebener Aussage nicht berücksichtigt), die über die Einschätzung, ob eine Aussage richtig oder falsch ist, deutlich hinausgeht (Tabelle 2, Spalte 5). Somit ist der Einsatz von Items, die eine von der Lehrkraft zu bewertende Begründung verlangen, gerechtfertigt. Es zeigt sich zudem eine gewisse Streuung der Anteile korrekter Begründungen (Tabelle 2, Spalten 4 und 5) in Bezug auf die einzelnen Items bzw. Inhaltsbereiche, was daran liegen kann, dass mathematisches Argumentieren in den verschiedenen Inhaltsbereichen im Unterricht unterschiedlich intensiv thematisiert wird (zur Tradition geometrischer Beweise siehe z. B. Jahnke & Ufer, 2015).

Perspektivisch eröffnen die Daten zu diesen Items Möglichkeiten zum Einsatz von künstlicher Intelligenz bei der Bewertung von freien Texten, die Begründungen enthalten.

Danksagung

Wir danken Kompetenztest Jena für die Erhebung der Daten und der Steuergruppe DigiLAL für ihre Unterstützung.

Literatur

- Brunner, E. (2014). Verschiedene Beweistypen und ihre Umsetzung im Unterrichtsgespräch. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(2), 229-249. <https://doi.org/10.1007/s13138-014-0065-6>
- Jahnke, H., Ufer, S. (2015). Argumentieren und Beweisen. In: Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B., Weigand, H.-G. (Hrsg.) *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 331-355). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8_12
- KMK (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik, Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA)*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004 und vom 04.12.2003, i.d.F. vom 23.06.2022. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf
- Knipping, C. (2019). Argumentieren und Beweisen im Mathematikunterricht – diskursive und epistemologische Herausforderungen. In A. Frank, S. Krauss & K. Binder (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2019* (S. 11-18). WTM-Verlag.
- SenBJF Berlin & MBSJ Brandenburg (2023). *Rahmenlehrplan, Teil C Mathematik, Jahrgangsstufen 1-10*. https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Mathematik_November_2023.pdf
- Ufer, S., Heinze, A., Kuntze, S. & Rudolph-Albert, F. (2009). Beweisen und Begründen im Mathematikunterricht. *Journal für Mathematik-Didaktik* 30(1), 30-54. <https://doi.org/10.1007/BF03339072>