

Lena FRENKEN, Münster, Gilbert GREEFRATH, Münster & Carola SCHNITZLER, Berlin

Entwicklung und Evaluation innovativer E-Items für VERA-8

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) und des Instituts für Didaktik der Mathematik und der Informatik an der Universität Münster mit dem Titel „Innovative E-Items für VERA-8“ wurde eine Analyse der aktuell gültigen Bildungsstandards vorgenommen, um jene Aspekte in der Ausdifferenzierung der Leitideen zu identifizieren, die mithilfe eines technologiebasierten Assessments (TBA) – im Gegensatz zur papierbasierten Variante – überhaupt erst oder besser zu erheben sind. Darauf aufbauend wurden in einem verkürzten, aber an den regulären Ablauf angelehnten Entwicklungsprozess innovative Items im TBA-Format entwickelt. Auf Basis einer Erprobungsstudie, in der Schülerinnen und Schüler in 15 Klassen eine Auswahl der Items innerhalb einer Schulstunde nach ausführlicher Anleitung am Computer bearbeiteten, konnte beobachtet werden, dass eine Digitalisierung der Vergleichsarbeiten in der Sekundarstufe I (VERA-8) generell machbar ist. Erste Auswertungen der Lösungen auf Basis der Prozessdaten zeigen jedoch, dass ein Großteil der Schülerinnen und Schüler nicht über adäquate digitale mathematische Werkzeugkompetenzen verfügte.

Einleitung

Einhergehend mit der stetig zunehmenden Relevanz digitaler Medien und Werkzeuge im Mathematikunterricht ist eine logische Konsequenz, im Rahmen des Bildungsmonitorings (KMK, 2016) auch Formate zu entwickeln, die spezifische fachrelevante digitale Kompetenzen erfassen können. Außerdem können bundesweite Erhebungen wie die Vergleichsarbeiten (VERA) auch Inhalte und die angestrebten Ziele von Lehrkräften im Mathematikunterricht beeinflussen (Prodromou, 1995), indem mögliche Anwendungen digitaler Medien und Werkzeuge zum Beispiel in Begleitmaterialien zu Testaufgaben aufgezeigt werden. Im Rahmen des Projekts „Innovative E-Items für VERA-8“ wurden daher Möglichkeiten zur Erfassung digitaler mathematischer Kompetenzen entwickelt sowie erprobt.

Erhebung digitaler mathematischer Kompetenz

Digitale mathematische Kompetenz umfasst die Bereitschaft, mathematische Fähigkeiten mithilfe von digitalen Werkzeugen auszuführen und dabei mathematische Beziehungen, die durch ein digitales Werkzeug transportiert werden, zu beurteilen, vorherzusehen oder auch eigenständig zu erstellen (Geraniou & Jankvist, 2019).

Eine Analyse der in Deutschland dem Mathematikunterricht zugrunde liegenden Bildungsstandards zeigt, dass auch solche digitalen mathematischen Kompetenzen in der Ausdifferenzierung der Leitideen präsent sind. Dabei kann unterschieden werden zwischen (1) Kompetenzen, deren Erfassung ohne Technologie möglich ist, (2) Kompetenzen, bei denen die Nutzung eines digitalen Werkzeugs oder Mediums optional bzw. bereichernd ist, sowie (3) Kompetenzen, die ausschließlich in einem digitalen Testformat erhoben werden können (vgl. Brown, 2003; Stacey & William, 2013). Die Beschreibung „Zeichnen und

Konstruieren geometrische Figuren unter Verwendung angemessener Hilfsmittel, wie [...] dynamische Geometrie-Software“ (KMK, 2004) lässt sich beispielsweise der letzten Kategorie zuordnen. Um Leitidee Zahl (z. B. „prüfen und interpretieren Ergebnisse in Sachsituationen unter Einbeziehung einer kritischen Einschätzung des gewählten Modells und seiner Bearbeitung“, (KMK, 2004)) in vielfältigerer Weise zu überprüfen, könnte die Sachsituation auch durch ein Video oder Audio dargestellt werden. Somit ist hier eine Einordnung zur zweiten Kategorie sinnvoll.

Es lässt sich bereits anhand der beiden Beispiele erkennen, dass die Umsetzung eines digitalen Formats für VERA, welche der Schul- und Unterrichtsentwicklung dienen und in allen Klassen der Jahrgangsstufe 3 und 8 in spezifischen Domänen durchgeführt werden (KMK, 2016), notwendig ist, um die Bildungsstandards umfänglicher mit einem Testinstrument abbilden zu können. So ist es außerdem möglich, Vorteile des digitalen Testens zu realisieren, wie beispielsweise automatische Auswertung, reichhaltige Testitems oder das zeitgleiche Zugreifen auf den Test (Drijvers, 2018). Darüber hinaus ist es möglich, im Sinne von Stacey und William (2013) die Erfassung mathematischer Kompetenzen durch und mit digitaler Technologie zu kombinieren, sodass vor allem auch die oben beschriebene zweite und dritte Kategorie abgebildet werden können. Allerdings ist es bei der Entwicklung und Evaluation eines solchen Testinstruments notwendig, Gütekriterien wie die Inhaltsvalidität zu prüfen (Drijvers, 2018).

Forschungsinteresse und Methodik

Es stellt sich die Frage, inwieweit Schülerinnen und Schüler innovative digitale Items in einem zu VERA-8 vergleichbaren Setting lösen können und ob sich anhand der Lösungsquoten bereits Unterschiede zwischen Items mit digitalen Medien und Items mit digitalen Werkzeugen beschreiben lassen.

Zur Annäherung an eine Antwort auf diese Fragen wurden in einer Erprobungsstudie, die sich über zwei Jahre erstreckte, zunächst Aufgaben entwickelt, welche aufgrund ihrer Passung zu der oben genannten zweiten oder dritten Kategorie besonders interessant für die Entwicklung eines digitalen Prüfungsformats erschienen. An dem Aufgabenentwicklungsprozess waren Lehrkräfte sowie fachdidaktische Expertinnen und Experten beteiligt, sodass ein an den üblichen Zyklus (Drüke-Noe, 2012) angelehnter, aber verkürzter Entwicklungsprozess umgesetzt werden konnte. Die digitale Umsetzung erfolgte mit dem CBA-ItemBuilder (Rölke, 2012). Zu zwei Testzeitpunkten wurde eine Auswahl der entwickelten Aufgaben innerhalb einer Web-Umgebung ausgeliefert. In diesem Beitrag konzentrieren wir uns auf die Ergebnisse aus dem zweiten Durchgang im Jahr 2020 (zu den Ergebnissen aus 2019 siehe Frenken et al., 2020).

In dem Test wurden insgesamt 5 Aufgaben inkludiert, wobei vier Items die Tabellenkalkulationssoftware OnlyOffice, zwei Items die Dynamische Geometrie-Software (DGS) GeoGebra, drei Items Videos und zwei Items eine

Audiodatei enthielten. Darüber hinaus stand in allen Aufgaben ein einfacher Taschenrechner innerhalb der digitalen Umgebung zur Verfügung. Ein Beispielitem ist in Abb. 1 dargestellt. Die damit geprüfte Kompetenz lässt sich in den Bildungsstandards wie folgt einordnen: Schülerinnen und Schüler sollen, nachdem eine Tabelle in der Tabellenkalkulation vervollständigt wurde, ein geeignetes Diagramm auswählen und dieses mit Hilfe des digitalen Werkzeugs erstellen. Damit handelt es sich hier um eine offene Antwortmöglichkeit, die sich der Leitidee Daten und Zufall beim Darstellen von gesammelten Daten zuordnen lässt. Durch die geforderten Werkzeugkompetenzen ist dieser Aufgabenteil außerdem neben der Kompetenz „Mathematisch Modellieren“ auch der Kompetenz „mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen“ zuzuordnen. Die Mehrschrittigkeit führt zu Anforderungsbereich II.

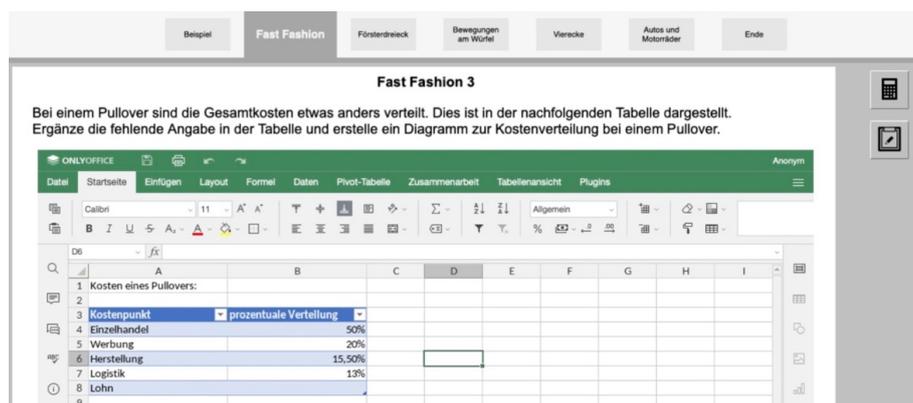


Abb. 1: Beispielitem mit Tabellenkalkulation.

Die in 20 Klassen geplante Testdurchführung war in 5 Klassen primär aufgrund mangelnder technischer Voraussetzungen (z. B. unzureichende Internetverbindung) nicht möglich. Während der Erhebung wurden Prozessdaten (z. B. Zeitstempel oder Texteingaben) gespeichert, welche nun als Datengrundlage genutzt und mit R ausgewertet werden.

Ergebnisse

Insgesamt wurden die Daten von 363 Schülerinnen und Schülern ausgewertet, indem die Antworten – teilweise automatisiert – mit 0 (falsch) und 1 (richtig) kodiert wurden; auch fehlende Werte wurden als falsch bewertet. Im Anschluss wurden die Mittelwerte pro Item berechnet (siehe Tabelle 1).

Item	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
Lösungsquote [%]	36,91	46,56	0,28	24,52	0,28	10,47	55,92	48,21	13,22	20,94	7,71	1,65

Tabelle 1: Lösungsquoten der verschiedenen Items.

Anmerkung: hellgraue Markierung = Items mit Tabellenkalkulation; dunkelgraue Markierung = Items mit DGS

Die Ergebnisse zeigen also, dass die Lösungsquoten der Items mit digitalen Werkzeugen sehr gering sind. Im Vergleich dazu wurden die Items, die der Kategorie 2 zugehörig sind, tendenziell besser bearbeitet.

Diskussion

Insgesamt kann konstatiert werden, dass durch Aufgaben im digitalen Format eine umfänglichere Ausdifferenzierung der Leitideen erfolgen kann. Allerdings lässt sich die Hypothese formulieren, dass vor allem der Umgang mit digitalen Werkzeugen problematisch war, obwohl die Items Anforderungen der Bildungsstandards (KMK, 2004) abgebildet haben. Die beschriebenen Beobachtungen können vielfältige Ursachen haben. Vor allem ist fraglich, ob digitale Mathematikwerkzeuge in einem für eine erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben hinreichenden Maß im Unterricht eingesetzt wurden. Es sollte daher beispielsweise diskutiert werden, inwieweit die Bildungsstandards den Einsatz digitaler Werkzeuge deutlich genug herausstellen und wie der Aufbau digitaler mathematischer Kompetenz – auch mit Blick auf den Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge – im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I gelingen kann.

Literatur

- Brown, R. (2003). Computer Algebra Systems and Mathematics Examinations: A comparative study. *The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education* 10(3), 155–182
- Drijvers, P. (2018). Digital assessment of mathematics: Opportunities, issues and criteria. *Mesure et Évaluation En Éducation*, 41(1), 41–66. <https://doi.org/10.7202/1055896ar>
- Drüke-Noe, C. (2012). Können Lernstandserhebungen einen Beitrag zur Unterrichtsentwicklung leisten? In W. Blum, R. Borromeo Ferri, & K. Maaß (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität* (S. 284–293). Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2389-2_29
- Frenken, L., Libbrecht, P., Greefrath, G., Schiffner, D., Schnitzler, C. (2020). Evaluating educational standards using assessment "with" and "through" technology. In: A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, J. Trgalova, L. Zsolt, R. Weinhandl, A. Clark-Wilson, H.G. Weigand (Hrsg.) *PROCEEDINGS of the Tenth ERME TOPIC CONFERENCE (ETC 10) on Mathematics Education in the Digital Age (MEDA)*, S. 361–368. Johannes Kepler University
- KMK. (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*.
- KMK. (2016). *Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring*. Wolters Kluwer.
- Prodromou, L. (1995). The backwash effect: From testing to teaching. *ELT Journal*, 49(1), 13–25. <https://doi.org/10.1093/elt/49.1.13>
- Rölke, H. (2012). The ItemBuilder. A graphical authoring system for complex item development. In T. Bastiaens & G. Marks (Hrsg.), *Proceedings of world conference on E-Learning in corporate, government, healthcare, and higher education 2012* (S. 344–353). AACE. <https://www.learntechlib.org/p/41614/>
- Stacey, K., & Wiliam, D. (2013). Technology and Assessment in Mathematics. In M. A. Clements, A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Hrsg.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (S. 721–754). Springer Science+Business. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2>