

Jan BLOCK, Braunschweig

Was beim Prüfen übrig bleibt? – Zum Potenzial digitaler Werkzeuge in Abiturprüfungen

Der Beitrag möchte die Aufgabenstellungen in den vom IQB Berlin veröffentlichten, seit 2017 von den Bundesländern verwendeten Abituraufgaben mit Einsatz eines CAS bezüglich der Ausschöpfung des Potenzials digitaler Werkzeuge kritisch hinterfragen und zu einer Diskussion um alternative Aufgabenstellungen, Prüfungsstrukturen und Bewertungskriterien anregen.

Potenzial digitaler Werkzeuge

Das Potenzial digitaler Werkzeuge (DW) wie dynamischer Geometriesoftware, CAS, GTR und Tabellenkalkulationssoftware im Unterricht wird in der Literatur ausführlich beschrieben. DW bieten sich besonders zum Erkunden, Generieren von Fragen, Experimentieren, Simulieren, Berechnen, Visualisieren mit Wechsel der Repräsentationsformen und Kontrollieren an. Vielfältige Darstellungsformen können das Verständnis fördern und ermöglichen individuelle Zugänge. Komplexere und authentische Aufgabenstellungen insbesondere hinsichtlich der Kompetenz Modellieren werden möglich. Das Erkunden und Entdecken mathematischer Zusammenhänge betrifft im Kern die prozessbezogene Kompetenz des Problemlösens. Vermutungen können aufgestellt, überprüft und bewiesen werden. DW bieten besonders diesbezüglicher Kompetenzen ein erhebliches Potenzial. (Greefrath & Riess, 2016; Roth, 2011; Barzel et al., 2005; Weigand & Weth, 2002). Für den Einsatz DW in Prüfungen sieht Roth (2011, S. 79) das Potenzial eines Katalysators für stärker prozessorientierte Prüfungsformen: „Werden geeignete Aufgaben gestellt, so kann der Einsatz von CW [Computerwerkzeugen] in Prüfungen die Wertschätzung von kreativem, produktivem und entdeckendem Arbeiten [...] initiieren.“

Digitale Werkzeuge in Abituraufgaben

Dem Potenzial DW werden nun Befunde zur Ausschöpfung dieses Potenzials in den o. g. Abituraufgaben des IQB gegenübergestellt. Den bundesweit durch das IQB Berlin zur Verfügung gestellten Abituraufgaben liegen die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife zugrunde. In der Beschreibung der Kompetenz „Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen“ (K5) werden die Kompetenzen bzgl. DW hinsichtlich der Anforderungsbereiche (AFB) konkretisiert (KMK, 2015, S. 16): DW direkt nutzen (AFB I); DW je nach Situation und Zweck gezielt auswählen und effizient einsetzen (AFB II); die Möglichkeiten und Grenzen DW reflektieren (AFB III). In den vom IQB veröffentlichten Aufgaben mit Einsatz eines CAS lässt sich keine Aufgabenstellung identifizieren, bei der hinsichtlich K5 der AFB III bezogen auf DW explizit gefordert wird.

Henn und Müller (2013, S. 205) konstatieren hinsichtlich Modellierungen besonders im Hinblick auf Abiturprüfungen: „Fast immer geht man von einer mehr oder weniger komplizierten Funktionsgleichung aus, die angeblich eine Skischanze, einen Turm, einen Spielplatz oder ein anderes Konstrukt beschreibt. Nun muss mit dieser Funktion eine übliche Funktionsuntersuchung gemacht werden. Das Ganze ist dann aber keine Modellierungsaufgabe, sondern spielt sich ganz auf der Seite der Mathematik ab.“ Die bisher vom IQB veröffentlichten Aufgaben mit CAS zur Analysis in einem Sachkontext entsprechen diesem Muster. Das Potenzial DW, tatsächlich offene und relevante Kontexte mithilfe DW modellieren zu können, wird nicht ausgeschöpft.

Bezüglich der Anforderungen zu den Operatoren „Bestimmen“ und „Berechnen“ in den Prüfungsaufgaben ist festzustellen, dass die geforderten Aktivitäten und Berechnungen weitgehend durch die DW übernommen werden können und durch die zunehmenden Funktionsumfänge der DW weiter trivialisiert werden. Innerhalb der Sachkontexte der Aufgaben können mit Werkzeugen wie CAS oder Geogebra meist exakte oder hinreichend genaue Näherungsergebnisse durch einfache Befehlsaufrufe gewonnen werden. CAS und andere Werkzeuge dienen in den Aufgaben überwiegend der Übernahme von Berechnungen. Es gibt keine Problemlöseaufgaben, zu deren Bearbeitung DW kreativ oder produktiv genutzt werden. Insbesondere zeigt sich bei der Analyse der Aufgaben, dass das Erkunden, Entdecken und Beschreiben mathematischer Sachverhalte mithilfe DW kein Gegenstand der Prüfungsaufgaben ist, obwohl diesen Aspekten und den damit verbundenen Kompetenzen im unterrichtlichen Geschehen gerade besondere Bedeutung zugemessen wird.

Perspektiven für alternative Aufgabenstellungen im Abitur

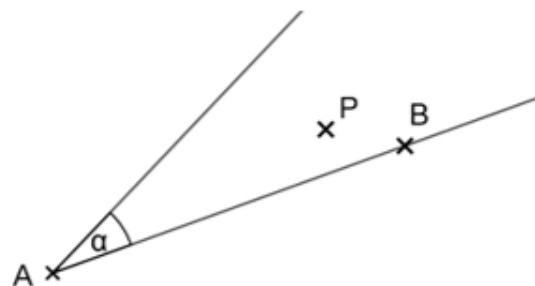
Den folgenden Ausführungen liegt die These zugrunde, dass in Prüfungen die Kompetenzen geprüft werden müssen, die den Unterricht und die Lernprozesse prägen sollten. Es werden Perspektiven für alternative Aufgaben vorgestellt, die das Erkunden und Entdecken mathematischer Sachverhalte mithilfe DW berücksichtigen und damit auf die prozessbezogene Kompetenz des (innermathematischen) Problemlösens im Sinne eines kreativ-produktiven Prozesses abzielen. Hierzu wären Aufgabenstellungen geeignet, die

- Erkundungen ermöglichen, die dann beschrieben werden,
- Entdeckungen ermöglichen, die dann mathematisiert werden,
- Untersuchungen ermöglichen, die dann begründet bzw. bewiesen werden,
- Fragestellungen beinhalten, die nur mit DW möglich sind.

Die Abbildung zeigt beispielhaft eine Aufgabe zum Erkunden und Entdecken, die ausgehend von einer Aufgabe in Hegedus et al. (2017, S. 7 ff.) entwickelt wurde. Der Einsatz eines DW bei dieser Aufgabe ermöglicht exploratives Vorgehen insbesondere im Aufgabenteil b) und spricht bzgl. der prozessbezogenen Kompetenz K5 der Bildungsstandards alle drei Anforderungsbereiche

hinsichtlich des Einsatzes des DW an. Die in der Aufgabe gegebene Situation muss in eine dynamische Konstruktion umgesetzt werden, die Funktionen des DW zum Messen von Flächeninhalten müssen genutzt werden. Vermutungen zu Aufgabenteil b) können durch Variation der Lage von P und der Größe des Winkels überprüft und bestätigt werden. Die Schülerinnen und Schüler gelangen so zu einer ersten Stufe des Beweisens in Form eines experimentellen Beweises (Wittmann & Müller, 1988). Weiterhin sind inhaltlich-anschauliche Begründungen im geometrischen Kontext ausgehend von der Konstruktion möglich. Nach diesen Erkundungen folgen dann in einem zweiten Aufgabenteil weitere Aufgabenstellungen (die hier aus Platzgründen nicht dargestellt werden können), die zunächst von einer konkretisiert vorgegebenen geometrischen Situation ausgehen und typische Kompetenzen der Analysis beinhalten. Schließlich kann ein formal-deduktiver Beweis zu den Befunden aus Aufgabenteil b) mit Mitteln der Analysis unter Einsatz des CAS geführt werden. Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen in solch einer Aufgabe unter Einsatz DW mithilfe geeigneter Strukturierung durch Aufgabenstellungen den gesamten Prozess vom Aufstellen einer Vermutung bis hin zum exakten Beweis dieser Vermutung. Derartige Aufgaben können und sollen die bisherigen nicht ersetzen, sondern diese um bisher in der Prüfung nicht relevante Kompetenzen erweitern.

Zwei von einem Punkt A ausgehende Strahlen bilden einen Winkel α . Innerhalb der von den Strahlen eingeschlossenen Fläche des Winkels α befindet sich ein Punkt P, der nicht auf den Strahlen liegt. Wählt man auf einem der Strahlen einen Punkt B so, dass die Gerade BP den anderen Strahl in einem Punkt C schneidet, bildet ABC ein Dreieck.



- a) Erläutern Sie die Bedingungen für die Lage von B, damit das Dreieck ABC existiert.
- b) Untersuchen Sie, ob und unter welchen Bedingungen es unter den Dreiecken ABC eines mit minimalem bzw. maximalem Flächeninhalt gibt.

Perspektiven für Prüfungsstrukturen

Solche Aufgabenstellungen erfordern u. U. eine Änderung der bisherigen Prüfungsstruktur, sofern sie eine Aufgabe insgesamt durchdringen und nicht nur in einzelnen Teilaufgaben realisiert werden. Die Gliederung der Prüfung in einen Teil ohne Hilfsmittel und einen Teil mit DW könnte um einen Prüfungsteil ergänzt werden, der sich dem Erkunden, Entdecken, Beschreiben und Begründen widmet. Die Bearbeitungen dazu sind abzugeben, bevor die weiteren Aufgaben ausgehändigt werden, die sich dann auch auf den vorhergehenden Prüfungsteil beziehen und Teile der möglichen Entdeckungen mitteilen und weiter thematisieren. So kann eine Abhängigkeit der gesamten Prüfungsleistung von den Entdeckungen vermieden und trotzdem ein Bezug hergestellt werden.

Perspektiven für Erwartungshorizonte und Bewertung

Aufgabenstellungen der genannten Art in Prüfungen erfordern eine Änderung der Erwartungshorizonte (EWH) und der Bewertung. In den EWH sind, statt der beispielhaften Musterlösungen, operationalisierte Beschreibungen der erwarteten Aspekte zu formulieren, ähnlich zu anderen Fächern (z. B. im Fach Deutsch in den EWH des IQB). Als Bewertungskriterien sind neben der fachlichen Korrektheit und Vollständigkeit der Lösungsansätze, Berechnungen und Ergebnisse das Niveau der Problemerkennung und die Differenziertheit und Schlüssigkeit in der Herangehensweise und Argumentation zu berücksichtigen, ebenso die Qualität des zielgerichteten Einsatzes der DW. Siller et al. (2016) bzw. Götz & Süß-Stepancik (2015) haben Vorschläge für Kompetenzstufenmodelle bezüglich der Kompetenzen Argumentieren bzw. Begründen vorgelegt. Ähnlich müssten Kompetenzstufen für das Erkunden und Beschreiben mathematischer Zusammenhänge beschrieben bzw. im jeweiligen EWH konkret formuliert werden. Bei der Bewertung ist dann eine differenzierte Identifikation der gezeigten Kompetenzen zu berücksichtigen. Hier ergeben sich neue Herausforderungen für die Lehrkräfte im Fach Mathematik, da die Bewertung bisher tendenziell eher durch einen defizitorientierten Blick mit Punktabzug bei Fehlern im Vergleich zu einer Musterlösung geprägt ist.

Literatur

- Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (Hrsg.). (2005). Computer, Internet & Co. im Mathematik-Unterricht. Berlin: Cornelsen.
- Götz, S., Süß-Stepancik, E. (2015). Lernpfade zur Unterstützung der Ausbildung von Begründungskompetenz im Mathematikunterricht. In: Roth, J. et al. (Hrsg.). Medienvielfalt im Mathematikunterricht. Wiesbaden: Springer Spektrum. 49-64.
- Greefrath, G., Riess, M. (2016). Digitale Mathematikwerkzeuge in der Sekundarstufe I langfristig einsetzen. In: Heintz, G. et al. (Hrsg.). Digitale Werkzeuge für den Mathematikunterricht. Neuss: Seeberger. 215-226.
- Hegedus, S. et al. (2017). Uses of Technology in Upper Secondary Mathematics Education. o. O. Springer Open.
- Henn, H. W., Müller, J. H. (2013). Von der Welt zum Modell und zurück. In: Borromeo Ferri, R. et al. (Hrsg.). Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule. Wiesbaden: Springer Spektrum. 202-220.
- KMK. (2015). Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012. Bonn u. Berlin: KMK.
- Roth, J. (2011). Computerwerkzeuge und Prüfungen – Probleme, Lösungsansätze und Chancen. In: Kortenkamp, U. et al. (Hrsg.). Computerwerkzeuge und Prüfungen. Aufgaben mit Technologieeinsatz im Mathematikunterricht. Hildesheim: Franzbecker. 67-80.
- Siller, H.-S. et al. (2016). Kompetenzstufenmodell zu Reifeprüfungsaufgaben und deren Eignung für einen kompetenzorientierten Mathematikunterricht. In: Keller, S., Reintjes, C. (Hrsg.). Aufgaben als Schlüssel zur Kompetenz. Münster: Waxmann. 371-387.
- Weigand, H.-G., Weth, T. (2002). Computer im Mathematikunterricht. Heidelberg: Spektrum.
- Wittmann, E. C., Müller, G. (1988). Wann ist ein Beweis ein Beweis? In: Bender, P. (Hrsg.). Mathematikdidaktik: Theorie und Praxis. Berlin: Cornelsen. 237-257.