GDM-Mitteilungen 101 · 2016 Arbeitskreise 45

Arbeitskreis: Empirische Bildungsforschung Bericht von der Frühjahrstagung in Hannover, 29.–30. 4. 2016

Gabriele Kaiser und Timo Leuders

Bericht zur Frühjahrstagung 2016

Am 29. und 30. April 2016 veranstaltete der Arbeitskreis "Empirische Bildungsforschung in der Mathematikdidaktik" seine Frühjahrstagung in Hannover mit fast 40 Teilnehmenden. Der Arbeitskreis widmet sich Themen der empirischen Bildungsforschung in der ganzen Breite und befasst sich dabei auch immer wieder mit aktuellen bildungspolitischen Entwicklungen, insbesondere im Bereich der Bildungsstandards. So bestand auch diese Tagung wieder aus zwei Schwerpunkten: einerseits der Vorstellung und Diskussion von drei empirischen Projekten zu Kompetenzen von Lehrkräften (Hannah Heinrichs, Jessica Hoth, Claudia Lazarevic, alle Universität Hamburg) und andererseits der Präsentation und Diskussion von zwei Aktivitäten im Kontext der Bildungsstandards: der Arbeit an der Aufgabenentwicklung zu den deutschen Abiturstandards (Werner Blum, Gilbert Greefrath) und zur schriftlichen Reifeprüfung in Österreich (Regina Bruder, Torsten Linnemann, Eva Sattlberger, Hans-Stefan Siller, Jan Steinfeld).

Während die empirischen Projekte durch wissenschaftliche Veröffentlichungen verfügbar sind bzw. in Kürze verfügbar sein werden, sind bildungspolitische Maßnahmen oft nicht so gut dokumentiert. Daher möchten wir an dieser Stelle den beiden Teams danken, dass sie den aktuellen Diskurs in Berichten an dieser Stelle wiedergeben.

Bericht 1: Das O-M-A-Kompetenzstufen-Modell – Ergebnisse aus der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung 2015 in Mathematik (Österreich) (Regina Bruder; Torsten Linnemann, Eva Sattlberger, Hans-Stefan Siller, Jan Steinfeld)

Wenn sich ein ganzes Land auf den Weg macht, um von bislang dezentralen schriftlichen Reifeprüfungen auf eine zentrale schriftliche Reifeprüfung umzustellen und dafür auch ein elaboriertes Konzept zugrunde legt (vgl. https://www.bifie.at/node/1442), dann erhalten nicht nur der dahinter stehende Entwicklungsprozess, sondern auch die ersten Prüfungsaufgaben und -ergebnisse besondere Aufmerksamkeit. In Österreich fand nach einer mehrjährigen Vorbereitungsphase im Mai 2015 die erste flächendeckende schriftliche standardisierte Reifeprüfung an 324 Allgemeinbilden-

den Höheren Schulen (AHS) mit 17490 Kandidatinnen und Kandidaten statt.

Im Vortrag lag der Schwerpunkt auf den Prüfungsergebnissen in Verbindung mit einem theoretischen Kompetenzstufenmodell O-M-A (Operieren - Modellieren - Argumentieren), das von Siller, Bruder, Linnemann und Hascher im Auftrage des Bifie (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens) entwickelt wurde (s. Siller, Bruder, Hascher, Linnemann, Steinfeld & Sattlberger 2016). Aufgabe dieses mit jeweils vier Ausprägungsstufen grobmaschig konzipierten Stufenmodells ist u.a. die Sicherung einer Vergleichbarkeit der Prüfungsanforderungen im Längsschnitt. Eva Sattlberger (Bifie) beschrieb nach Einblicken in den Entwicklungsprozess zur zentralen Reifeprüfung den Umgang mit dem O-M-A-Modell an Aufgabenbeispielen aus der ersten zentralen Reifeprüfung 2015. Thematisiert wurden auch Ratingschwierigkeiten, da Aufgaben, die durch Training vertraut waren, mitunter bessere Ergebnisse erzielt haben als im theoretischen Modell erwartet wurde. Solche curricularen Effekte führten in der Folge zu Problemen die empirische Evidenz für eine dimensionale Trennung der drei Handlungsaspekte Operieren, Modellieren und Argumentieren - zumindest in den unteren Schwierigkeitsstufen - aufzuzeigen. Jan Steinfeld (Bifie) gab zunächst Einblicke in die aufgabenbezogenen Prüfungsergebnisse in der großen Kohorte und dann in das gestufte Vorgehen zur psychometrischen Modellierung, um die Beziehungen der Aufgaben untereinander besser zu verstehen. Unter der Annahme, dass die betrachteten Aufgaben inhaltlich zusammenhängen, deuten die Daten darauf hin, dass eine dimensionale Trennung bei den drei Handlungsaspekten besteht.

In der anschließenden Diskussion ging es einerseits um den theoretischen Hintergrund der gewählten Kompetenzstufenmodellierung und um die gewählten Begrifflichkeiten (z.B. wie viel "Modellieren" beinhaltet der österreichische Ansatz der Kompetenzstufenmodellierung bzw. enthalten die definierten Grundkompetenzen). Andererseits wurden einige der in den Diskussionsbeiträgen in den DMV- und GDM-Mitteilungen bereits veröffentlichten Kommentare zur österreichischen Reifeprüfung aufgegriffen. In Bezug auf

Arbeitskreise GDM-Mitteilungen 101 · 2016

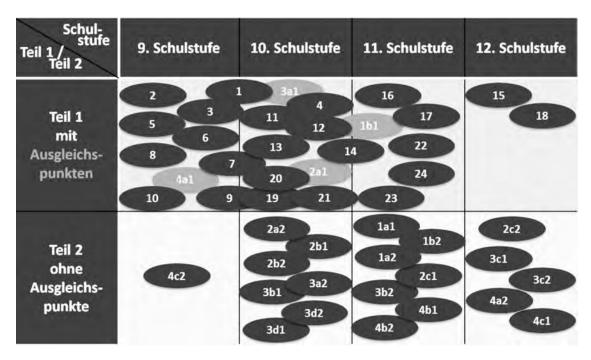


Abbildung 1. Schulstufenzuordnung Haupttermin 2015

die Leistungsvoraussetzungen wies Eva Sattlberger darauf hin, dass eine Zulassung zur Reifeprüfung ohne eine Bewältigung der Anforderungen in der gymnasialen Oberstufe gar nicht möglich sei. Insofern müssen die Inhalte der Oberstufe gelernt und in Tests nachgewiesen worden sein. Damit rückt der bildungstheoretisch legitimierte Ansatz der standardisierten Reifeprüfung in ein anderes Licht. In dieser Prüfung sollen mathematische Grundkompetenzen nachgewiesen werden, die stringent auf grundlegenden Lerninhalten der Sekundarstufe I aufbauen. Interessanterweise werden in der österreichischen Reifeprüfung gerade solche Wissens- und Könnenselemente geprüft, deren fehlende Verfügbarkeit in den weiterführenden Bildungseinrichtungen Deutschlands derzeit so sehr beklagt werden und in der Schweiz im Frühjahr 2016 in den Rahmenlehrplan zur Maturität aufgenommen wurden (basale Studierkompetenzen). Abbildung 1 zeigt die Zuordnung der Prüfungsaufgaben von 2015 zu den Schuljahren, in denen die relevanten mathematischen Inhalte Gegenstand sind.

Künftig gilt es weiter zu verfolgen, welche Steuerungswirkung die österreichische standardisierte schriftliche Reifeprüfung auf den Unterricht entfaltet und inwiefern sich das theoretische Kompetenzstufenmodell noch weiter verifizieren lässt.

Literatur

46

Siller, H.-St.; Bruder, R.; Hascher, T.; Linnemann, T.; Steinfeld, J.; Sattlberger, E. (2016). Competency level modelling for school leaving examination. In K. Krainer; N. Vondrová (Eds.). CERME 9 – Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Feb 2015, Prague, Czech Republic. (pp. 2716–2723), Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education.

Bericht 2: Entwicklung kompetenzorientierter Abituraufgaben im Fach Mathematik (Gilbert Greefrath & Werner Blum)

Einführung

Seit mehr als zwei Jahren wird an der Erstellung eines Abituraufgabenpools im Fach Mathematik für alle Bundesländer in Deutschland gearbeitet. Ein solcher Aufgabenpool, dessen Erstellung durch Experten aus allen Bundesländern vom Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen in Berlin koordiniert wird, ist Teil der Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring. Für die Abiturprüfungsaufgaben wird durch die Erstellung eines zentralen Pools "eine besondere Strategie gewählt, die vergleichbare und standardbezogene Anforderungen in den Abiturprüfungen der Länder gewährleisten soll und sich von der Überprüfung der Bildungsstandards in der Primar- und Sekundarstufe I unterscheidet." (KMK 2015). Eine empirische Überprüfung der Standards für die Allgemeine Hochschulreife ist allerdings - im Gegensatz zum Vorgehen bei den Standards für die Sekundarstufe I - nicht vorgesehen, was insbesondere die Erstellung eines Katalogs von unverzichtbaren Basiskompetenzen erschwert.

GDM-Mitteilungen 101 · 2016 Arbeitskreise 47

In ihren Vorträgen "Abituraufgaben in Zeiten von Bildungsstandards" (G. Greefrath) und "Modellieren in Abituraufgaben – Möglichkeiten und Grenzen" (W. Blum) haben die beiden Autoren im Arbeitskreis über die aktuellen Arbeiten am Aufgabenpool informiert und einige konkrete Fragen in diesem Zusammenhang diskutiert.

Abituraufgabenpool

Im Juni 2013 hat die Kultusministerkonferenz den Aufbau eines gemeinsamen Pools von Abiturprüfungsaufgaben für die Jahre ab 2017 beschlossen, mit den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife als inhaltliche Grundlage. Die Leistungsanforderungen in den Ländern sollten so schrittwiese angeglichen werden. Zurzeit gibt es in den Bundesländern sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen bei den Abiturprüfungen im Fach Mathematik. Beispielsweise werden unterschiedliche digitale oder weitere Hilfsmittel vorgeschrieben, die Bewertungseinheiten und ihre Umsetzung in Notenpunkte ist ganz verschieden und es gibt unterschiedliche Regelungen zur Arbeitszeit sowie zur Anzahl und Auswahl der Aufgaben.

Der entwickelte Abituraufgabenpool wird im Jahr 2017 erstmals eingesetzt. Es gibt bereits aktuell Beispielaufgaben, die die Struktur der Aufgaben erläutern und die Vorgaben aus den Bildungsstandards verdeutlichen (s. www.iqb.hu-berlin. de/bista/abi/mathematik). Die für eine Abiturprüfung ausgewählten Aufgaben sollen laut Bildungsstandards Bezug auf mindestens zwei der mathematischen Sachgebiete Analysis, Lineare Algebra/Analytische Geometrie und Stochastik nehmen und sich nicht nur auf die Inhalte eines Schulhalbjahres beschränken. Mindestens ein Drittel der Anforderungen muss sich auf Analysis beziehen und die beiden anderen Sachgebiete dürfen nicht über mehrere Jahre ausgeschlossen werden (KMK 2012, S. 24). Dies ist zwar mehr, als bisher in einigen Ländern üblich war, aber weniger als das, was die Fachverbände immer gefordert haben, nämlich dass alle drei Sachgebiete immer im Abitur vorkommen sollen.

Möglichkeiten im Rahmen der Bildungsstandards

Die Bildungsstandards bieten gemäß ihrer Konzeption vielfältige Möglichkeiten für die Erstellung von Abituraufgaben. Dabei ist die Vielfalt bezogen auf die Sachgebiete, die allgemeinen mathematischen Kompetenzen und die Anforderungsbereiche der Aufgaben ein wichtiges Ziel. Dies ist auch eines der Prinzipien für die aktuelle Aufgabenerstellung am IQB. So sind also Aufgaben zum "technischen Arbeiten" ebenso möglich wie Aufgaben zu mathematischen Begründungen, zum Problemlösen oder zur Förderung der Fachsprache. Im

Rahmen der Bildungsstandards sind aber auch weitere Aufgabentypen denkbar, die zurzeit nicht in die Sammlung der Beispielaufgaben aufgenommen wurden. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe ist ein sog. "mathematischer Aufsatz". Eine Aufgabenstellung könnte etwa sein: "Erläutern Sie in einem Text (15-20 Zeilen) Extrempunkte von Funktionsgraphen. Gehen Sie auf unterschiedliche Arten von Extrempunkten und mögliche Nachweismethoden ein. Beschreiben Sie den Nutzen der Kenntnis von Extrema beim Arbeiten mit Funktionen." (Heintz, Drüke-Noe, & Greefrath 2015, S. 176). Eine solche Aufgabenstellung böte trotz zentraler Prüfungen die Möglichkeit, eigene Schwerpunkte zu setzen und ein Themengebiet unterschiedlich intensiv und individuell strukturiert darzustellen. Sie schafft zudem die Möglichkeit, den produktiven Teil der Kompetenz des mathematischen Kommunizierens verstärkt anzusprechen. Das Beispiel zeigt, dass trotz der aktuellen Bemühungen, eine Vielfalt an Inhalten aus den verschiedenen Sachgebieten anzusprechen und alle allgemeinen Kompetenzen zu berücksichtigen, noch viele weitere Möglichkeiten für zentrale Abituraufgaben gemäß den Bildungsstandards bestehen.

Es ist allerdings zu bedenken, dass an Abituraufgaben vielfältige Ansprüche gestellt werden, deren gleichzeitige Erfüllung nicht immer leicht möglich ist. So sollte eine Prüfungsaufgabe nicht nur die in den Bildungsstandards ausgewiesenen Anforderungs- und Inhaltsbereiche abdecken und ein ausgewogenes Spektrum prozessbezogener Kompetenzen aufweisen, sondern zudem auch inner- und außermathematische Kontexte berücksichtigen, struktur-, anwendungs- und problemorientiert sein, mit Texten und Sprache sinnvoll umgehen und digitale Werkzeuge sinnvoll nutzen (Heintz et al. 2015, S. 178). Zusätzlich sollen Teilaufgaben in einem sinnvollen Zusammenhang miteinander stehen und gleichzeitig so gestaltet sein, dass eine Fehlleistung in einer Teilaufgabe nicht die Bearbeitung der weiteren Teilaufgaben deutlich erschwert (KMK 2012, S. 24). All dies ist gemeint, wenn kurz von "kompetenzorientierten Abituraufgaben" gesprochen wird.

Digitale Mathematikwerkzeuge

In Bezug auf die Verwendung von digitalen Mathematikwerkzeugen als Hilfsmittel werden im zentralen Aufgabenpool grundsätzlich zwei Teile vorgesehen werden. In einem Prüfungsteil A, der 45 Minuten dauert, sind Aufgaben, für deren Bearbeitung eine Verwendung von Hilfsmitteln nicht erlaubt ist. Zum Prüfungsteil B, für den eine Bearbeitungszeit von 225 Minuten im erhöhten Niveau und von 180 Minuten im grundlegenden Niveau vorgesehen ist, gehören Aufgaben, für deren Be-

48 Arbeitskreise GDM-Mitteilungen 101 · 2016

arbeitung ein digitales Hilfsmittel vorgesehen ist. Als Aufgaben, die mit digitalen Hilfsmitteln bearbeitet werden können, sind zwei Varianten vorgesehen, die die Länder jeweils auswählen können. Eine Variante besteht aus Aufgaben, die mit einem einfachen wissenschaftlichen Taschenrechner bearbeitet werden können, und die andere Variante aus Aufgaben, die mit einem Computeralgebrasystem bearbeitet werden können. In Einzelfällen hat die Einordnung der Aufgaben in Prüfungsteil A oder B deutliche Auswirkungen auf die zu prüfenden Kompetenzen. Während bei einigen Aufgaben, bei denen die Hilfsmittelverwendung keine Vorteile bringt, die Zuordnung zu den Gruppen kaum Auswirkungen hat, kann bei anderen Aufgaben durch die Zuordnung ein bestimmter Lösungsweg besonders gefordert oder auch die Vielfalt der Lösungsmöglichkeiten deutlich vergrößert werden. Wenn einzelne Länder andere digitale Werkzeuge verwenden wollen, müssen die Aufgaben aus dem Pool entsprechend angepasst werden.

Das Ziel der Verwendung dieser digitalen Mathematikwerkzeuge ist in jedem Fall nicht die Überprüfung der Bedienkompetenz dieser Werkzeuge, sondern die Überprüfung der in den Bildungsstandards geforderten mathematischen Kompetenzen. Zu genaueren Ausgestaltung der Verwendung digitaler Mathematikwerkzeuge sind allerdings weitere Vorgaben durch die Bundesländer erforderlich, z. B. welche Geräte genau verwendet werden dürfen und über welche Funktionalitäten die Werkzeuge genau verfügen sollen.

Anwendungen und Modellieren

Die vielfältigen Anforderungen an Prüfungsaufgaben führen in Aufgaben mit Anwendungssituationen und Modellierungen zu besonderen Herausforderungen, die z.B. so gelöst werden können, dass Anwendungssituationen in Prüfungsaufgaben nur vorkommen, soweit sie einen authentischen Mathematikgebrauch darstellen oder wenn sie Vorteile bei der Problemerschließung bieten. Aufgaben für die Prüfung werden in der Regel kleinschrittiger aufgebaut sein als Aufgaben für den Unterricht. Daher ist es schwierig, wirklich authentische Anwendungen in Prüfungsaufgaben zu verwenden. Insofern können u.E. nur Teilschritte des Modellierungskreislaufs in Prüfungsaufgaben aufgenommen werden. Wenn man vermeiden will, dass nur bloße Einkleidungen statt echter Anwendungen verwendet werden, führt dies in der Praxis zu einer stärkeren Trennung von Kalkül und Modellierung in Prüfungsaufgaben (Greefrath, Leuders, & Pallack 2008). Die bisherige Praxis der Abituraufgaben in Bezug auf Modellierungsanteile ist ganz unterschiedlich. In vielen Ländern kommen nur Einkleidungen vor, in deren Rahmen kleine lokale Mathematisierungen oder Interpretationen erforderlich sind, während am anderen Ende des Spektrums Hamburg seit vielen Jahren sämtliche Abituraufgaben in Anwendungskontexte einbettet, teilweise mit umfangreichen Sachtexten, und viele Modellierungsanforderungen verlangt.

Folgende Prinzipien für die in Abituraufgaben abzufragenden Modellierungsanforderungen erscheinen uns vernünftig, wobei deren Berücksichtigung im derzeitigen zentralen Aufgabenpool erst in Teilen erreicht ist, auch weil dies eine spürbare Änderung der Praxis in eingen Bundesländern bedeutet:

- Modellieren kann und muss auch in der Abiturprüfung gefordert werden, beschränkt auf die wesentlichen Teilkompetenzen: Verstehen einer Sachsituation, Vereinfachen/Strukturieren, Mathematisieren, Interpretieren, Validieren/ Beurteilen.
- Im Abitur müssen auch innermathematische Kontexte vorkommen.
- Außermathematische Kontexte und zugehörige Fragestellungen müssen auch im Abitur stimmig und grundsätzlich glaubwürdig (wenn auch nicht authentisch) sein; Einkleidungen sollen als solche erkennbar sein; die Kontexte müssen grundsätzlich bekannt sein.
- Der Aufwand beim Textlesen muss in einem angemessenen Verhältnis zum Aufwand beim Modellieren und beim mathematischen Arbeiten stehen.

Im Unterricht muss hingegen das volle Spektrum von Kompetenzen und Teilkompetenzen des Modellierens auf allen Anforderungsbereichen behandelt werden, auch umfassende Modellierungsprozesse.

Entscheidend ist eine insgesamt breite und ausgewogene Berücksichtigung der verschiedenen Kompetenzen und Anforderungsbereiche in der Abiturprüfung.

Fazit

Der entwickelte Abituraufgabenpool bietet ab 2017 erstmals länderübergreifende Abituraufgaben mit Hilfsmitteln an und ermöglicht – abhängig von der tatsächlichen Verwendung der Aufgaben in den einzelnen Ländern – eine bessere Vergleichbarkeit über die Ländergrenzen hinweg. Auch wenn sicherlich noch eine weitere Optimierung (z. B. bzgl. Terminen, Hilfsmitteln, Klausurlängen, Aufgabenauswahl, etc.) möglich ist, liegt hier u. E. ein gutes und ausbaufähiges Modell für deutschlandweite Abiturprüfungsaufgaben im Fach Mathematik vor.

Die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit und der Verbände ist dabei weiterhin sehr sinnvoll und notwendig, um die Chancen für eine höhere Verbindlichkeit und eine größere Vergleichbarkeit der AbiGDM-Mitteilungen 101 · 2016 Arbeitskreise 49

turanforderungen auch tatsächlich weitestgehend nutzen zu können. Insbesondere muss im ersten Jahr der Nutzung des Pools, also 2017, darauf geachtet werden, wie die Länder mit dem Pool umgehen, d.h. wie ernst sie ihre Selbstverpflichtung nehmen, durch Nutzung der Aufgaben aus dem Pool eine höhere Verbindlichkeit und größere Vergleichbarkeit zu erreichen und so zur Umsetzung der Bildungsstandards beizutragen.

Literatur

Greefrath, G., Leuders, T., Pallack, A. (2008). Gute Abituraufgaben – (ob) mit oder ohne Neue Medien, Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 61 Bd. 2, 79–83

Heintz, G., Drüke-Noe, C., Greefrath, G. (2015). Abituraufgaben im Sinne der Bildungsstandards, in: W. Blum, S. Vogel, C. Drüke-Noe & A. Roppelt (Hrsg.). Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II (S. 171–180), Braunschweig: Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers.

KMK (2012) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2012). Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012. Zugriff am 15.5.2015 unter www.kmk. org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf

KMK (2015) = Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2015). Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring (Beschluss der 350. Kultusministerkonferenz vom 11.06.2015). Zugriff am 15.5.2016 unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2015/2015_06_11-Gesamtstrategie-Bildungsmonitoring.pdf

Gabriele Kaiser, Universität Hamburg, Fakultät EPB – für Erziehungswissenschaft, Psychologie und Bewegungswissenschaft, Von-Melle-Park 8, 20146 Hamburg, Email: Gabriele.Kaiser@uni-hamburg.de

Timo Leuders, Pädagogische Hochschule Freiburg, IMBF, Kunzenweg 21, 79117 Freiburg, Email: leuders@ph-freiburg.de