

Kognitiver Anspruch der Mathematikaufgaben zentraler Abschlussprüfungen in Europa

Im Beitrag wird eingangs der theoretische Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes zur Analyse von Aufgaben, die am Ende der Pflichtschulzeit in zentralen Abschlussprüfungen in acht europäischen Staaten gestellt werden, dargelegt. Nach einer Vorstellung der Forschungsfragen und des untersuchten Datensatzes werden die Ergebnisse der Untersuchung zum kognitiven Anspruch dieser Aufgaben in Bezug zu Prüfungsvorgaben und der Art der Veröffentlichung der Prüfungsergebnisse gesetzt. Der Beitrag schließt mit einem kurzen Resümée.

1. Theoretischer Rahmen

Die Mehrheit der europäischen Staaten hat sich verpflichtet, Schülerinnen und Schüler im verpflichtenden Schulsystem sog. Schlüsselkompetenzen zu vermitteln, die Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen umfassen und u.a. für persönliche, gesellschaftliche und soziale Teilhabe als unverzichtbar erachtet werden. Neben anderen gehört mathematische Kompetenz zu den insgesamt acht ausgewiesenen Schlüsselkompetenzen, die über nationale Strategien befördert sowie in Prüfungen implementiert werden (Eurydice, 2012).

Ein besonderer Stellenwert kommt den am Ende gewisser Schulstufen geschriebenen Abschlussprüfungen zu, die z.B. am Ende der Pflichtschulzeit (ISCED Level 2) geschrieben werden und in denen wenigstens Mathematik sowie die Landessprache Prüfungsgegenstand sind. Allerdings variieren die Rahmenbedingungen dieser Prüfungen z.B. mit Blick auf den Grad der Verpflichtung zur Teilnahme, die Prüfungsdauer oder den Umgang mit den Ergebnissen erheblich zwischen den verschiedenen Staaten.

Internationale Forschungsarbeiten zu diesen Prüfungen adressieren im Wesentlichen fachunspezifische Themen, wie beispielsweise Governance und Accountability, Standardsetting und den Einfluss solcher Prüfungen. Konzentriert man letzteren und zusätzlich den Stellenwert von Aufgaben im Fach Mathematik (z.B. Arbaugh & Brown, 2005), so verwundert, dass fachspezifische Forschungsarbeiten zu Merkmalen der Aufgaben zentraler Prüfungen bislang kaum vorliegen. Zu den wenigen Studien gehört jene von Vos (2013), die am Beispiel der Niederlande auf Modellieren fokussiert und herausstellt, dass nur wenige Modellierungsaspekte geprüft werden. In einer anderen Studie zeigen Kühn & Drüke-Noe (2013), dass die Prüfungsaufgaben der 15 zentral prüfenden Bundesländer Deutschlands einen überwiegend nur niedrigen kognitiven Anspruch aufweisen und Technisches Arbeiten als Kompetenz sehr bedeutsam ist, während anderen Kompetenzen, wie z.B.

Problemlösen oder Argumentieren, kaum gefordert sind oder sich auf Standardaktivitäten beschränken.

2. Datensatz und Methode

Mit Blick auf den skizzierten Forschungsstand waren die folgenden drei Forschungsfragen von Interesse:

- Welche mathematischen Kompetenzen sind zur Aufgabenbearbeitung erforderlich und welchen kognitiven Anspruch weisen diese auf?
- Sind die verschiedenen mathematischen Kompetenzen ähnlich bedeutsam?
- Lassen sich nationale Besonderheiten der Prüfungsaufgaben identifizieren, die durch Prüfungsvorgaben oder durch die Art der Veröffentlichung und Nutzung der Prüfungsergebnisse erklärt werden können?

Der Datensatz umfasst jene 655 Aufgaben, die in acht europäischen Staaten (Irland (IE), Frankreich (FR), Italien (IT), Niederlande (NL), Norwegen (NO), Portugal (PT), England (UK-ENG) und Schottland (UK-SCT)) gestellt wurden. Nur diese acht Staaten verfügten in den beiden Jahren 2008 und 2011 im Fach Mathematik über zentrale Abschlussprüfungen am Ende der Pflichtschulzeit (ISCED Level 2). Alle Aufgaben wurde ins Deutsche übersetzt und dann von einem geschulten Rater anhand eines Kategoriensystems klassifiziert und die Kategorisierungen konsensuell validiert (vgl. Drüke-Noe & Kühn, 2017, angenommen). Mithilfe des Kategoriensystems wurden neben weiteren Aufgabenmerkmalen auch die zur Aufgabenbearbeitung erforderlichen mathematischen Kompetenzen mit ihrem jeweiligen kognitiven Anspruch erfasst. Dabei wurde(n) jeder Aufgabe eine bzw. mehrere der sechs mathematischen Kompetenzen Argumentieren, Problemlösen, Modellieren, Darstellungen verwenden, Technisches Arbeiten bzw. Kommunizieren zugewiesen und jeder erforderlichen Kompetenz eines der vier Niveaus des kognitiven Anspruchs (0: nicht nötig, 1: niedriges Niveau, 2: mittleres Niveau, 3: hohes Niveau) und durch einen entsprechenden Wert (0 bis 3) gekennzeichnet.

3. Ergebnisse

Die folgende Tabelle enthält die für beide Jahre 2008 und 2011 aggregierten Ergebnisse. Sie informiert über die Anzahl der Prüfungsaufgaben je Staat (N) sowie den realisierten kognitiven Anspruch durch die Angabe des Mittelwertes (M) und der Standardabweichung (SD) je Kompetenz.

Staat	N	Argumentieren		Problemlösen		Modellieren		Darstellungen verwenden		Technisches Arbeiten		Kommunizieren	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
IE	96	.01	.102	.28	.452	.46	.501	.15	.355	1.41	.535	.02	.144
FR	60	.40	.807	.77	.647	.67	.629	.63	.712	1.13	.724	.28	.585
IT	63	.17	.423	.37	.485	.79	.652	.67	.762	.90	.560	.37	.517
NL	50	.32	.713	.72	.497	.78	.648	1.22	.932	1.32	.768	.74	.527
NO	124	.10	.400	.40	.582	.52	.618	.54	.562	.94	.621	.29	.522
PT	39	.26	.637	.54	.643	.51	.506	.82	.885	1.18	.756	.77	.742
UK-ENG	152	.26	.581	.37	.512	.50	.575	.67	.726	1.16	.656	.45	.639
UK-SCT	71	.08	.327	1.00	.378	.65	.657	.56	.626	1.39	.547	.59	.523

Bezüglich der ersten beiden Forschungsfragen wird deutlich, dass in allen acht Ländern der kognitive Anspruch aller sechs Kompetenzen durchweg niedrig oder sogar sehr niedrig ist. Angesichts eines maximal möglichen Wertes von 3 (hohes Niveau) machen die erreichten Mittelwerte deutlich, dass die meisten Kompetenzen zur Aufgabenbearbeitung kaum benötigt werden. Gleichzeitig bedeuten diese Ergebnisse, dass eine Kompetenz, sofern sie überhaupt benötigt wird, zumeist auf nur niedrigem kognitiven Niveau gefordert ist. Die relativ höchsten Mittelwerte mit 1 und mehr werden fast nur beim Technischen Arbeiten erreicht, was bedeutet, dass diese Kompetenz wesentlich den kognitiven Anspruch der Prüfungsaufgaben prägt, während andere Kompetenzen – hier sind insbesondere Argumentieren, Problemlösen, Modellieren und Kommunizieren zu nennen – kaum zum kognitiven Anspruch beitragen. Daher ist Technisches Arbeiten als relativ bedeutsam einzuschätzen.

Diese Einschätzung lässt sich an der Aufgabe „Faktorisiere $x^2 + 7x + 12$.“ verdeutlichen, die im Jahr 2011 in Irland gestellt wurde. Exemplarisch soll dieses Beispiel zeigen, dass viele Aufgaben nur die Kompetenz Technisches Arbeiten erfordern bzw. dass diese Kompetenz vielfach die einzige ist, die etwas anspruchsvollere kognitive Aktivitäten verlangt. So sind hier, um die gegebene Summe zu faktorisieren, mehrere Schritte auszuführen, was gemäß Kategoriensystem Technisches Arbeiten auf mittlerem Niveau bedeutet. In den meisten anderen Aufgaben ist der Anspruch an das Technische Arbeiten sogar noch geringer.

Der durchweg nur niedrige kognitive Anspruch der Prüfungsaufgaben lässt sich nicht durch die Prüfungsvorgaben erklären, wie eine exemplarische Analyse der entsprechenden Dokumente für Frankreich, die Niederlande und England ergab (Anm: Nur die Prüfungsvorgaben dieser drei Staaten waren einer Analyse zugänglich). Obgleich diese Vorgaben unterschiedlich detailliert sind, verlangen alle explizit, dass Argumentieren, Modellieren und Kommunizieren geprüft werden, ohne dies jedoch näher zu quantifizieren. Damit entsprechen die Aufgaben(merkmale) nicht den Vorgaben.

Schließlich lassen sich die Aufgabenmerkmale auch nicht durch die Art der Veröffentlichung der Prüfungsergebnisse erklären (vgl. nachfolgende Tabelle), denn hier zeigt sich kein systematischer Zusammenhang.

Staat	IE	FR	IT	NL	NO	PT	UK-ENG	UK-SCT
Verleihung Schulabschlusszertifikat	x		x			x		x
Kein Einfluss auf die weitere schulische Laufbahn		x		x	x		x	
Ergebnisveröffentlichung seitens Schulen organisiert/verlangt von staatlichen Behörden				x			x	x
Nur schulinterne Ergebnisveröffentlichung			x					
Keine Ergebnisveröffentlichung	x	x			x	x		

4. Resümée

Obwohl alle acht betrachteten Staaten mathematische Kompetenzen fördern sollen, werfen die hier dargestellten Untersuchungsergebnisse die Frage auf, wie umfassend diese Kompetenzen in den einzelnen Staaten implementiert wurden, da der kognitive Anspruch dieser Aufgaben weitgehend nur vom kognitiven Anspruch an das Technische Arbeiten bestimmt wird. Angesichts des erheblichen Einflusses zentraler Prüfungen auf den Unterricht und die in diesem gestellten Aufgaben sowie in Anbetracht des Umstandes, dass weder die Prüfungsvorgaben noch die Art der Veröffentlichung der Prüfungsergebnisse die Aufgabenmerkmale zufriedenstellend erklären können, stellt sich umso dringender die Frage, welche Wirkgrößen die Ausgestaltung nationaler Prüfung(saufgab)en tatsächlich beeinflussen.

Literatur

- Arbaugh, F. & Brown, C. A. (2005). Analyzing Mathematical Tasks: A Catalyst for Change? *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8 (6), 499–536.
- Drüke-Noe, C. & Kühn, S.M. (angenommen, erscheint 2017). Cognitive Demand of Mathematics Tasks set in European Statewide Exit Exams – Are some Competences more demanding than others? *Tagungsband des 10th Congress of European Research in Mathematics Education*.
- European Commission/EACEA/Eurydice (2012). *Developing Key Competences at School in Europe: Challenges and Opportunities for Policy*. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Kühn, S. M. & Drüke-Noe, C. (2013). Qualität und Vergleichbarkeit durch Bildungsstandards und zentrale Prüfungen? - Ein bundesweiter Vergleich von Prüfungsanforderungen im Fach Mathematik zum Erwerb des Mittleren Schulabschlusses. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59 (06), 912–932.
- Vos, P. (2013). Assessment of Modelling in Mathematics Examination Papers: Ready-Made Models and Reproductive Mathematizing. In G.A. Stillman et al. (Hrsg.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice, International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (S. 479–488). Springer: Dordrecht.