

Helmut LINNEWEBER-LAMMERSKITTEN, Basel

## **Testitems zur mathematischen Sprachkompetenz**

2016 findet ein erster landesweiter Test (dt./fr./it.) zur Überprüfung der Erreichung mathematischer Bildungsstandards in der Schweiz statt. Dieser Test betrifft die Grundkompetenzen (Mindeststandards) im Fach Mathematik der Jahrgangsstufe 11 (Ende der obligatorischen Schulzeit) und wird als „Computer Based Test“ („CBT“) konzipiert. Der Beitrag thematisiert den Übergang von der Beschreibung mathematischer Kompetenzen zur Konstruktion von CBT-Items und die Schwierigkeiten (und Chancen), die sich dabei bezüglich der sprachlich-kommunikativen Komponenten mathematischer Kompetenz ergeben.

Das HarmoS-Kompetenzmodell Mathematik, welches die Grundlage für die mathematischen Bildungsstandards in der Schweiz bildet (EDK, 2011), wurde 2007 empirisch validiert – an diesem Validierungstest nahmen insgesamt ca. 12'000 Lernende aus den drei Sprachregionen (ital., frz., dt.) teil. In der Jahrgangsstufe 11 haben rund 6500 Lernende etwa 15'000 Testhefte bearbeitet, so dass jedes der 34 Testhefte im Durchschnitt von 440 Lernenden bearbeitet wurde. Die eingesetzten 273 Testitems sollen nun – soweit möglich – in eine CBT-Aufgabendatenbank überführt werden und für den landesweiten Test 2016 und kantonale Tests zur Verfügung stehen. Beim Validierungstest wurden allerdings aus organisatorischen Gründen in der Jahrgangsstufe 11 keine Items zu den Kompetenzaspekten „Verwenden von Instrumenten und Werkzeugen“ und „Darstellen und Kommunizieren“ sowie zum Kompetenzbereich „Daten und Zufall“ eingesetzt. Immerhin enthält der Kurzbericht des Konsortiums (2009, S. 92ff.) aber auch Itembeispiele zu diesen Kompetenzaspekten und -bereichen.

Da die 2007 für die Validierung generierten Items zwar in einem „Paper-Pencil-Test“ („PPT“) eingesetzt, gleichzeitig aber bereits in einer Datenbank erfasst wurden, ist man leicht geneigt, die Probleme zu unterschätzen, welche bei der Überführung der Items in eine CBT-Aufgabendatenbank auftauchen. Tatsächlich sind sowohl grundsätzliche als auch vom einzelnen Item abhängige Entscheidungen zu treffen, die nicht nur organisatorische, psychologische, testtheoretische oder technische, sondern auch – mit diesen eng verzahnte – mathematikdidaktische Überlegungen erfordern. Da der Wechsel von PPT zu CBT das Medium betrifft, das (i) die Aufgabenstellung, (ii) die Bearbeitung der Aufgabe, (iii) die Lösung und (iv) die Bewertung ermöglicht, ist es nicht erstaunlich, dass sprachlich-kommunikative Komponenten mathematischer Kompetenz und ihrer Erfassung hier eine wichtige Rolle spielen. Dabei erkennt man schnell, dass der Wechsel des

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 755–758).  
Münster: WTM-Verlag

Mediums sowohl Barrieren als auch (auf die Zukunft gerichtet) Chancen in allen vier Bereichen mit sich bringen kann. Unter den Barrieren, die zur Zeit existieren, sich aber durch geeignete Maßnahmen und zukünftige Entwicklungen einschränken lassen, sind zu nennen:

(i) Verständnisschwierigkeiten aufgrund fehlerhafter Darstellung von: Sonderzeichen (Umlaute, Akzente, mathematische Symbole); Tabellen; Formattierungen; Bildauflösungen; oder aufgrund schwerverständlicher Navigation durch den Test.

(ii) Schwierigkeiten, das Medium als Hilfsmittel zur Lösung der Aufgabe zu benutzen, insbesondere: die Lösung durch eine Mischung von Text und Skizzen zu entwickeln; Konstruktionen mit Zirkel und Lineal durchzuführen; Freihandzeichnungen, Tabellen, Zuordnungen, Formeln etc. in einfacher Weise zu notieren; u.a.m.

(iii) Schwierigkeiten, die Lösung verständlich darzustellen: durch kommentierte Zeichnungen und Skizzen; durch Formelsprache; durch Tabellen; durch Funktionsgraphen; durch Diagramme; durch Darstellung von Mengenverhältnissen, u.a.m.

(iv) (sofern eine automatische Auswertung z.B. zur Selbstevaluation der Lernenden intendiert ist:) ein Verzicht auf Aufgabenformate, die eine Analyse und Bewertung durch eine Lehrkraft nötig machen oder eine rechnerische Nachprüfung erfordern, die in der CBT-Software nicht programmiert werden kann.

Diese Barrieren können (durch Verbesserungen der Soft- und Hardwareorganisation und verstärkter ICT-Kompetenz der Lernenden) bereits heute oder in naher Zukunft abgebaut oder verkleinert werden, zusätzlich bieten sich neue Möglichkeiten:

(i) Durch Audio- und Videofiles: Möglichkeit zur Erfassung des mathematischen Hörverstehens; des Vorstellungsvermögens; des Verständnisses mathematischer Prozesse.

(ii) Durch Tablets, andere Eingabegeräte und modifizierte Tools: Möglichkeit, Gedankengänge aufgrund der zeitlichen Einordnung der Notizen zu rekonstruieren; durch den Einsatz angepasster Algebra- und Geometriesoftware die Kompetenz zum Verwenden von Instrumenten und Werkzeugen zu erfassen.

(iii) Durch Algebra- und Geometriesoftware und Feedbackfunktion: Möglichkeit (auf Seiten der Lernenden), die Kompetenz zur Darstellung einer mathematischen Problemlösung durch Kombination von beschreibendem und erläuterndem Text, Formeln, Berechnungen, Diagrammen, Tabellen,

Funktionsgraphen, Skizzen, etc. sichtbar zu machen; durch Reaktionen auf Feedback, die Kompetenz zum Interpretieren und Reflektieren der Resultate zu zeigen.

(iv) Durch Protokoll- und interne und externe Auswertungstools: Möglichkeit (auf Seiten der MathematikdidaktikerInnen), auf der Basis eines ausführlichen zeitlich geordneten Protokolls eine differenzierte Kompetenzeinschätzung vornehmen zu können.

Welche Testitems bieten sich für die Überprüfung mathematischer Kompetenzen an, die sprachlich-kommunikative Kompetenzen umfassen, und welche CBT-Itemtypen stehen dafür zu Verfügung oder wären wünschenswert?

Beim *Kompetenzaspekt* „*Wissen, Erkennen und Beschreiben*“ geht es vor allem darum, zwischen den 3 Ebenen des semantischen Dreiecks flexibel wechseln zu können: beispielsweise ausgehend vom Fachausdruck „Trapez“ zur Trapezfigur und zur Beschreibung/Definition eines Trapezes überzugehen, von der Trapezfigur zur Bezeichnung und zur Beschreibung/Definition, von der Beschreibung/Definition zur Trapezfigur und zum Fachausdruck. Entsprechend ausgehend von der Fachbezeichnung „Satz des Pythagoras“ zu Anwendungsbeispielen und zur Beschreibung/Erläuterung/Begründung der Behauptung, usw. Bei leichteren Testaufgaben sind die Elemente der drei Ebenen sowie zahlreiche Distraktoren vorgegeben und müssen nur richtig zugeordnet oder eingesetzt werden, respektive Multiple-Choice-Fragen richtig beantwortet werden. Für beides stehen im QTI-Standard mehrere Itemtypen zur Verfügung, bei denen die Auswertung, da es sich um gebundene Antwortformate handelt, jeweils automatisch erfolgen kann. Bei schwierigeren Testaufgaben ist jeweils nur ein Element vorgegeben, die jeweils gesuchten Bezeichnungen, Figuren oder Beschreibungen hingegen müssen selbst erstellt werden. Da es sich um ein offenes Antwortformat handelt, ist eine automatische Beantwortung nur möglich, wenn die Menge richtiger Antworten abschließend angegeben werden kann. Nicht alle Itemtypen mit offenem Antwortformat, welche in PPTs möglich sind (z.Zt.) auch in CBTs möglich, eine befriedigende Möglichkeit für die Lernenden, Formeln, Zeichnungen oder Skizzen einzugeben fehlt noch.

Beim *Kompetenzaspekt* „*Darstellen und Kommunizieren*“ geht es um die Fähigkeit, relevante mathematische Informationen in geeigneter Form aus unterschiedlichen Medien zu entnehmen und sie so aufzubereiten, dass sie für andere verständlich sind und von ihnen weiter verwendet werden können. CBT-Items bieten die Möglichkeit, durch Videoclips in mathematische wie kommunikative Situationen und Kontexte einzuführen und daran

Schreibaufträge im Stil der obigen Kompetenzbeschreibung zu knüpfen. Hier fehlt zur Zeit jedoch noch die für anspruchsvolle Darstellungen nötige Implementation von Geometrie- und Algebrasoftware, wie etwa Geogebra, sowie reichere Möglichkeiten der Textgestaltung (Tabellen, Symbole, Formeln) für die Lernenden. Die Fähigkeit, die für eine Problemstellung relevante Informationen aus kontinuierlichen und diskontinuierlichen Texten zu entnehmen, kann mit Multiple Choice und Hot Spot Itemformaten getestet werden.

Beim *Kompetenzaspekt* „*Interpretieren und Reflektieren der Resultate*“ bieten sich Items an, in denen die Richtigkeit und Kohärenz einer Problemlösung mit einer Problemstellung beurteilt und die Beurteilung begründet werden soll, sowie Fragen zur Übertragbarkeit des Lösungswegs auf andere Problemstellungen (jeweils offene Antwortformate).

Das Erstere bietet sich auch für den *Kompetenzaspekt* „*Argumentieren und Begründen*“ an, wobei es hier um die Richtigkeit und Kohärenz einer Begründung resp. Argumentation geht. Daneben können Lückentexte benutzt werden, in denen teils die Begründung für einen Gedankenschritt teils der Gedankenschritt selbst ergänzt werden muss (offene Antwortformate).

## Literatur

- EDK (Schweizerische Konferenz der Erziehungsdirektoren) (2011). *Grundkompetenzen für die Mathematik. Nationale Bildungsstandards*. Retrieved from: [http://edudoc.ch/record/96784/files/grundkomp\\_math\\_d.pdf](http://edudoc.ch/record/96784/files/grundkomp_math_d.pdf) (March 2012).
- Konsortium Mathematik (2009): *HarmoS Mathematik. Wissenschaftlicher Kurzbericht und Kompetenzmodell*. (Manuskript) Retrieved from: [http://www.edudoc.ch/static/web/arbeiten/harmos/math\\_kurzbericht\\_2009\\_d.pdf](http://www.edudoc.ch/static/web/arbeiten/harmos/math_kurzbericht_2009_d.pdf) (March 2014).
- Linneweber-Lammerskitten, H. and Wälti, B. (2008). HarMoS Mathematik: Kompetenzmodell und Vorschläge für Bildungsstandards. *BZL*, 26 (3), 326–337.
- Linneweber-Lammerskitten, H. (2014a). Mathematikdidaktik, Bildungsstandards und mathematische Kompetenz. In Linneweber-Lammerskitten, H. (Ed.) (2014). *Fachdidaktik Mathematik. Grundbildung und Kompetenzaufbau im Unterricht der Sek. I und II*. (pp. 9-27). Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Linneweber-Lammerskitten, H. (2014b). Darstellen und Kommunizieren, Argumentieren und Begründen, Interpretieren und Reflektieren von Resultaten. In Linneweber-Lammerskitten, H. (Ed.) (2014). *Fachdidaktik Mathematik. Grundbildung und Kompetenzaufbau im Unterricht der Sek. I und II*. (pp. 179-200). Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Linneweber-Lammerskitten, H. (2012). Sprachkompetenz im Mathematikunterricht. In Ludwig, Matthias and Kleine, Michael (Eds.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012* (S. 561–564). Münster: WTM-Verlag