

Nadine RENK, Susanne PREDIGER, Dortmund,
Andreas BÜCHTER, Köln, Claudia BENHOLZ, Erkan GÜRSOY, Essen

Hürden für sprachlich schwache Lernende bei Mathematiktests – Empirische Analysen der Zentralen Prüfungen 10 NRW

0. Ausgangspunkt: Sprachkompetenz als wichtigster Hintergrundfaktor für Mathematikleistung

Die Empirische Bildungsforschung hat in den vergangenen Jahren mit zunehmender Vehemenz auf den Zusammenhang zwischen Mathematikleistung und sozialen Hintergrundfaktoren aufmerksam gemacht (zur Zusammenschau vgl. Prediger et al. 2013). Doch was genau hindert sozial benachteiligte Schülerinnen und Schüler am Erfolg in Leistungstests? Die empirische Untersuchung der Zentralen Prüfungen 10 (ZP10) Mathematik in Nordrhein-Westfalen zeigte, dass die bildungssprachliche Kompetenz in Deutsch der (mit einem C-Test operationalisierte) Hintergrundfaktor mit dem stärksten Zusammenhang mit Mathematikleistung ist – stärker als der sozioökonomische Status, der Migrationshintergrund, Mehrsprachigkeit oder die Lesekompetenz (für Operationalisierungen und genauere Ergebnisse vgl. ebd.).

Um genauer zu verstehen, wie eine geringe Sprachkompetenz den Erfolg in den Zentralen Prüfungen beeinflusst, wurden die Hürden in den Prüfungen mit verschiedenen Fragestellungen und Methoden genauer geortet:

1. Bei welchen Items haben sprachlich schwache Schülerinnen und Schüler die größten Nachteile? (DIF-Analyse)
- 2./3. Bei welchen potentiellen sprachlichen und konzeptuellen Hürden haben sprachlich schwache Lernende besondere Schwierigkeiten? (Merkmalsanalysen und Bearbeitungsanalysen)

1. Identifikation von relativ schwierigen Items in DIF-Analysen

Auf der Basis einer Skalierung der Leistungsdaten der ZP10 Mathematik 2012 im eindimensionalen dichotomen Rasch-Modell wurden mit Hilfe von DIF-Analysen solche Items identifiziert, die von sprachlich schwachen Lernenden signifikant seltener richtig gelöst wurden als dies aufgrund ihrer Gesamtleistung zu erwarten war. Für diese Analysen wurde die Stichprobe von 698 Lernenden auf Basis der Deutsch-Sprachtest-Ergebnisse halbiert. Für die sprachlich schwächere Hälfte wurde für jedes Item die Lösungswahrscheinlichkeit (die im Rasch-Modell aus der Gesamtleistung und der Itemschwierigkeit für die Gesamtstichprobe berechnet werden kann) mit

der beobachteten Lösungshäufigkeit dieser Gruppe verglichen. Eine signifikant schlechtere Lösungshäufigkeit lässt sich u. a. bei Item 1a1 mit folgendem Text feststellen: „Schätze, wie viele Kilometer hoch ein Turm aus 2,4 Milliarden 1-Cent-Münzen ungefähr wäre. Beschreibe, wie du vorgegangen bist.“. Warum dieses Item für sprachlich schwache Lernende relativ schwieriger ist, wurde in Tiefenanalysen untersucht (Abschnitt 3).

2. Merkmalsanalysen zur Spezifikation potentieller und tatsächlicher Hürden

In theoretischen Aufgabenanalysen wurden mathematikdidaktische und sprachliche Merkmale als potentiell schwierigkeitsgenerierend spezifiziert (mathematikdidaktisch ausgehend von Neubrand & Neubrand 2004, sprachlich vgl. Gürsoy et al. 2013). Auch wenn die geringe Anzahl von 27 Items nicht ausreicht, um Aussagen über die Effekte isolierter Item-Merkmale statistisch abzusichern, lassen sich doch einige Tendenzen erkennen: Sowohl für die Vorhersage absoluter Itemschwierigkeit als auch für die Vorhersage relativer Itemschwierigkeit für sprachlich schwache Lernende lassen sich für diese 27 Items die mathematikdidaktischen Merkmale leichter isolieren als die sprachlichen Merkmale. So erweisen sich für sprachlich schwache Lernende diejenigen Items als besonders schwer, die einen Problemlöseanteil haben, Verbalisierungen einfordern oder Offenheit der Lösungswege aufweisen. Eine hohe Informationsdichte wirkt sowohl auf die absoluten als auch auf die relativen Schwierigkeiten.

3. Bearbeitungsanalysen zur genaueren Verortung der Hürden

Um mehr darüber zu erfahren, welche Stellen im Lösungsprozess besondere Herausforderungen für sprachlich schwache Lernende darstellen, wurden 195 schriftliche Schülerinnen- und Schüler-Bearbeitungen von ausgewählten Items der ZP10 Mathematik 2012 entlang der notwendigen Elemente im Lösungsprozess kategorisiert, unterschieden nach Bearbeitung (B) und Darstellung (D).

Erste Ergebnisse der Bearbeitungsanalysen werden hier am Beispiel des Items 1a1 dargestellt, das in der DIF-Analyse signifikante relative Schwierigkeiten für sprachlich schwache Lernende aufwies. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Analysekategorien (erste Spalte) und die Lösungshäufigkeiten für Gruppen mit unterschiedlicher sprachlicher Kompetenz. Für den Vergleich beider Gruppen entscheidend sind die bedingten relativen Häufigkeiten „in gültigen %“, die jeweils auf die potentiell relevante Teilgruppe bezogen wurden. Somit wird etwa der Anteil „nicht tragfähiger“ Bearbeitungen eines Lösungsschritts in dem sprachlich schwachen Drittel nicht

schon dadurch vergleichsweise groß, dass die Aufgabe insgesamt seltener bearbeitet wurde.

Lösungsschritt (B Bearbeitung - D Darstellung)	Häufigkeiten bei sprachlich schwachem Drittel (n=87)					Häufigkeiten bei sprachlich starkem Drittel (n=48)				
	Item nicht bearb. nicht anwendbar	nicht bearbeitet nicht tragfähig	tragfähig	Item nicht bearb. nicht anwendbar	nicht bearbeitet nicht tragfähig	tragfähig	Item nicht bearb. nicht anwendbar	nicht bearbeitet nicht tragfähig	tragfähig	
	(in %)	(in gültigen %)			(in %)	(in gültigen %)				
Strukturierung des Realmodells										
B Erfassung Fragestellung	16	6	0	13	87	4	2	0	4	96
B Schätzung Münzhöhe	16	1	22	39	39	4	0	7	20	74
D Schätzung Münzhöhe	16	20	2	34	64	4	6	0	0	100
D Beschreibung Vorgehen	16	1	68	21	11	4	0	50	11	39
Mathematisierung										
B Wahl der Rechenoperation	16	0	22	15	63	4	0	11	13	76
Durchführung										
B Stellengerechte Multiplikation	16	29	6	29	65	4	19	3	8	89
B Umrechnung Mill / Einheiten	16	3	39	40	21	4	0	11	48	41
D Umrechnung Mill / Einheiten	16	39	5	56	39	4	17	8	34	58
D Ergebnis (Antwortsatz)	16	2	10	68	23	4	0	7	50	44

Von den sprachlich schwachen Lernenden haben 16 % keine Bearbeitung abgegeben, bei sprachlich starken Lernenden beträgt dieser Anteil 4 %. In jedem Lösungsschritt erreichen die sprachlich Schwachen geringere Anteile tragfähiger Ansätze als das sprachlich starke Drittel, doch mit variierend starken Differenzen: So liegt bei „B Erfassung Fragestellung“ der Anteil der tragfähigen Bearbeitungen bei den sprachlich schwachen Lernenden mit 87 % nur unwesentlich unter dem der sprachlich starken (96 %). Die Schwierigkeiten der sprachlich schwachen Lernenden scheinen also bei diesem Item nicht vordergründig im Verstehen der Aufgabenstellung begründet zu liegen. Dagegen ist beim Schritt „B Schätzung der Münzhöhe“ (nicht bei der Darstellung der Schätzung) der Anteil der tragfähigen Bearbeitungen mit 39 % bei den sprachlich schwachen bedeutend niedriger als bei den sprachlich starken Lernenden mit 74 %. Obwohl bei oberflächlicher Betrachtung die Vermutung nahe liegt, dass die reine Schätzung der Münzhöhe nicht von der Sprachkompetenz abhängen sollte, erweist sich die not-

wendige Bildung eines Situationsmodells (als Höhe ist nicht der Durchmesser relevant, also nicht 0,8 oder 1 cm, sondern etwa 1 mm) als größte Hürde für sprachlich Schwache. Deutliche Unterschiede lassen sich darüber hinaus z. B. bei „B Stellengerechte Multiplikation“ und „B Umrechnung Mill / Einheiten“ identifizieren, obwohl auch hier Sprachkompetenz nicht an der sichtbaren Oberfläche der Bearbeitung relevant ist, sondern anscheinend bei den zugrunde liegenden mentalen Prozessen.

4. Fazit

Die Hürden bei den ZP10 Mathematik liegen für sprachlich schwache Lernende nicht, wie oft vermutet wird, allein bzw. primär in Text- oder Satzlänge oder einzelnen schwierigen Wörtern. Stattdessen ergeben sich Schwierigkeiten durch ein komplexes Zusammenspiel sprachlicher und konzeptueller Hürden. Bei der Frage, welche Item-Merkmale relative Schwierigkeit für sprachliche schwache Lernende hervorbringen, können mathematikdidaktische Merkmale tendenziell besser isoliert werden als sprachliche Merkmale. Für die weitere Analyse der sprachlichen Merkmale werden andere Untersuchungsdesigns notwendig sein.

Von besonderem Interesse für weitere Untersuchungen dürfte außerdem sein, dass die relative Schwierigkeit von Items in zunächst unerwarteten Bereichen der Bearbeitung liegen kann. Dies wurde exemplarisch durch die Analyse der schriftlichen Bearbeitungen des in der DIF-Analyse auffälligen Items 1a1 deutlich: Hier treten bei einigen Lösungsschritten, die bei oberflächlicher Betrachtung nicht von der Sprachkompetenz abhängen, deutliche Unterschiede bei den Anteilen tragfähiger Bearbeitungen zwischen sprachlich schwachen und sprachlich starken Lernenden auf. Dies verweist darauf, dass für den Lösungserfolg von sprachlich schwachen Lernenden nicht nur das Aufgabenverständnis und die Sprachproduktion Probleme darstellen, sondern auch die Ausbildung eines Situationsmodells und des konzeptuellen Verständnisses – vermutlich aufgrund einer schwächer ausgeprägten „Denksprache“.

Literatur

- Gürsoy, E., Benholz, C., Renk, N., Prediger, S. & Büchter, A. (2013, im Druck): Erlös = Erlösung? – Sprachliche und konzeptuelle Hürden in Prüfungsaufgaben. Erscheint in: Deutsch als Zweitsprache.
- Neubrand, N. & Neubrand, M. (2004): Innere Strukturen mathematischer Leistung im PISA-2000-Test. In M. Neubrand (Hrsg.): Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwiss., 87-108.
- Prediger, S., Renk, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2013, eingereicht): Family background or language disadvantages? Factors for underachievement in high stakes tests. Eingereicht für Proceedings of 37th PME. Kiel (Germany).