

Birte PÖHLER, Dortmund

Umgang mit Prozentaufgaben – Herausforderungen für konzeptuelles Verständnis und Leseverständnis

Wie hängen bei der Bearbeitung von Textaufgaben Schwierigkeiten im konzeptuellen Verständnis und im Leseverständnis zusammen? Inwiefern sind dabei Unterschiede zwischen sprachlich starken und schwachen Lernenden zu erkennen? Welche sprachlichen Charakteristika der Textaufgaben stellen in besonderem Maße Hürden für die Lernenden dar?

Diese Fragen stellen sich innerhalb eines größeren Entwicklungsvorhabens aus dem Dortmunder MuM-Projekt, in dem Sprach- und Verstehensförderung bezogen auf die Prozentrechnung integriert werden sollen. Ihnen wird hier im ersten Schritt mit einem schriftlichen Test nachgegangen.

1. Ausgangssituation

Der starke Zusammenhang zwischen Sprachkompetenz und Mathematikleistung wurde wiederholt nachgewiesen (z. B. Prediger et al. 2013). Genauer lokalisiert werden müssen jedoch diejenigen sprachlichen Merkmale, die für die Lernenden in bestimmten mathematischen Inhaltsbereichen besondere Hürden darstellen (Gürsoy et al. 2013, Duarte 2011).

Gewählt wird dafür der Themenbereich der Prozentrechnung. Einerseits aufgrund seiner Relevanz im Alltag und im Berufsleben, andererseits aber auch aus theoretischen Gründen, denn er stellt einen Prototypen des Sachrechnens dar (u. a. Haffner 2012). Zudem ist der Lerngegenstand in empirischen Studien (u. a. ebd., Parker & Leinhardt 1995) bzgl. der Schwierigkeiten von Lernenden mit dem konzeptuellen Verständnis und mit Textaufgaben gut untersucht, doch bleiben sprachliche Aspekte bei deren Explikation bisher weitgehend unberücksichtigt.

2. Test zur Prozentrechnung – Design, Stichprobe, erste Ergebnisse

Design. Dem schriftlichen Test zur Prozentrechnung wird eine Erhebung zum Sprachhintergrund der Lernenden mit Selbstauskünften zur Sprachbiographie und mit einem C-Test zur Ermittlung der allgemeinen Sprachleistung vorangestellt (Kniffka et al. 2007). Das Testdesign mit 15 Items zur Prozentrechnung adressiert mathematisch drei Konstellationen: *Prozentwert gesucht*, *Grundwert gesucht*, *Verminderter Grundwert*. Zu jeder Konstellation sind je ein Item der Aufgabentypen *Entkleidete Aufgabe* und *Grafisch gestützte Aufgabe* enthalten.

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 923–926).
Münster: WTM-Verlag

Der Einsatz dieser sprachlich entlasteten Aufgabentypen dient der Überprüfung des Vorhandenseins von konzeptuellem Verständnis. Für die erstgenannte Konstellation ist die *Entkleidete Aufgabe* z. B. wie folgt formuliert: „Wie viel sind 5 % von 400 €? Bestimme den Prozentwert.“. Bei den *Grafisch gestützten Aufgaben* müssen an der schülernahen Ladebalkendarstellung fehlende Werte ergänzt werden.

Mit Blick auf die genannten Forschungsfragen bilden pro Konstellation mehrere Textaufgaben den Kern des Tests (Abb. 1 zeigt dies für die Konstellation *Prozentwert gesucht*). Um erste Hypothesen zu schwierigkeitsgenerierenden sprachlichen Merkmalen aufstellen zu können, werden die potentiellen Schwierigkeiten systematisch variiert. Genauer gesagt erfolgt eine Variation der sprachlichen Formulierungen der strukturtragenden Elemente, aus denen die mathematischen Beziehungen zu rekonstruieren sind (Duarte et al. 2011).

<p><i>Kartoffeln</i> bestehen zu 75 % aus Wasser. Wie viel Wasser (in g) sind in 1000 g <i>Kartoffeln</i> enthalten?</p>	<p>30 % des bei einem Sportfest im Rahmen einer <i>Tombola</i> erzielten Erlöses in Höhe von 700 € fließen einem guten Zweck zu. Wie hoch ist die Spende?</p>	<p>Eine Schule überweist 60 % der Einnahmen bei einem Schulfest an die „<i>Aktion Mensch</i>“. Die Einnahmen betragen 1400 € Wie viel Geld überweist die Schule?</p>
--	---	--

Abbildung 1: Strukturgleiche, sprachlich variierte Aufgaben zur Konstellation *Prozentwert gesucht*

Verortet sind die potentiell schwierigkeitsgenerierenden Merkmale auf verschiedenen Ebenen des Leseprozesses, nämlich auf Wort-, Satz- oder Textebene (Christmann & Groeben 1999). Bezogen auf die *Tombola-Aufgabe* (Abb. 1, Mitte) sind dies z. B. auf Wortebene das Nomen „Erlös“ (Gürsoy et al. 2013) und auf Satzebene das Genitivattribut „des Erlöses“ sowie die Nebensatzeinsparung durch Partizip-II-Attribut „bei einem Sportfest im Rahmen einer Tombola erzielten Erlöses“. Auf Textebene besteht die Herausforderung im Erkennen von Referenzstrukturen. So wird etwa in der Aufgabe *Aktion Mensch* (Abb. 1, rechts) die Kombination des Genitivattributs „der Einnahmen“ mit dem Inhalt des deren Höhe enthaltenden zweiten Satzes zur Identifikation des Grundwerts erforderlich.

Stichprobe. Eingesetzt wurde der Test in zwei 9. Klassen einer Hauptschule und zwei Grundkursen bzw. einem Erweiterungskurs des 8. Jahrgangs einer Gesamtschule. Anhand der C-Test-Ergebnisse werden die 98 Lernenden in drei ähnlich große Gruppen eingeteilt und dementsprechend als *sprachlich Schwache*, *sprachlich Mittlere* und *sprachlich Starke* bezeichnet.

Erste Ergebnisse. Die Lösungshäufigkeiten für die verschiedenen Konstellationen und Aufgabentypen werden in Abbildung 2 aufgeführt, sowohl für das Gesamtsample als auch für zwei Teilgruppen.

	Prozentwert gesucht			Grundwert gesucht			Verminderter Grundwert		
	E	GG	TA	E	GG	TA	E	GG	TA
Gesamt-sample	67 %	57 %	34 %	47 %	45 %	38 %	14 %	37 %	20 %
Sprachlich starke Gruppe	76 %	76 %	50 %	58 %	67 %	54 %	18 %	56 %	26 %
Sprachlich schwache Gruppe	60 %	48 %	23 %	32 %	24 %	20 %	8 %	24 %	8 %

Abbildung 2: Prozentuale Lösungshäufigkeiten der Aufgabentypen *Entkleidet (E)*, *Grafisch gestützt (GG)* und *Textaufgaben (TA)* je Konstellation im Gesamtsample beziehungsweise gruppenweise.

Wie andere Studien erwarten lassen (vgl. Duarte et al. 2011 für einen Überblick), sind die Lösungshäufigkeiten im Gesamtsample bei den Textaufgaben (mit einer Ausnahme) um bis zu 37 Prozentpunkte geringer als bei entkleideten oder grafisch gestützten Aufgaben. Dabei sind die Lösungshäufigkeiten der sprachlich schwachen Gruppe signifikant geringer als die der sprachlich Starken.

Da insbesondere die Items zur Konstellation *Prozentwert gesucht* große Unterschiede aufweisen, lohnt eine gesonderte Betrachtung der Resultate der einzelnen Textaufgaben aus Abbildung 1. Auffällig ist, dass die Kartoffelaufgabe, bei der auf Satz- und Textebene a priori keine potentiell schwierigkeitsgenerierenden Merkmale identifiziert wurden, die geringste Lösungshäufigkeit (sprachlich stark: 39 %; sprachlich schwach: 16 %) und

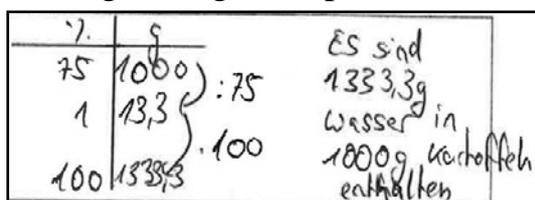


Abbildung 3: Kartoffelaufgabe – Mathematisierungsfehler

einen hohen Anteil an Nichtbearbeitungen aufweist. Als typischer Fehler erweist sich dabei die falsche Mathematisierung als Aufgabe der Konstellation *Grundwert gesucht* (wie in Abb. 3). Eine mögliche Ursache ist dabei die nicht gelingende Rekon-

struktion der Beziehung „75 % von 1000 g“, die in Form der sprachlichen Darbietungen „bestehen zu ... aus“ bzw. „in ... enthalten“ realisiert ist.

Die Lösungshäufigkeiten der beiden anderen Aufgaben (*Aktion Mensch*: 58 %; 24 %; *Tombola*: 52 %; 28 %), die sich kontextuell und in der Art der schwierigkeitsgenerierenden Merkmale ähneln, sind höher und weichen nur wenig voneinander ab. Die komplexere Satzstruktur und das Nomen „Erlös“ in der *Tombola-Aufgabe* scheinen also quantitativ gesehen wider Erwarten keinen großen Einfluss auf den Bearbeitungserfolg zu haben. Ein im Anschluss an den Test geführtes Interview zur *Tombola-Aufgabe* zeigt aber, dass eine Ermittlung der mathematischen Struktur durchaus ohne adäquate Rekonstruktion der Bedeutung des Inhalts möglich ist und zwar, indem z. B. das „von“ aus „in Höhe von“ im Sinne eines Zufallstreffers als verbindende Präposition zwischen Prozentsatz und Grundwert identifiziert wird.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten ersten Ergebnisse des Tests zur Prozentrechnung bestätigen, dass Lernenden der Umgang mit Textaufgaben besondere Schwierigkeiten bereitet, sodass konzeptuelles Verständnis zwar als notwendige, nicht aber als hinreichende Bedingung für eine erfolgreiche Bearbeitung dieser angenommen werden kann. Eine gruppenweise Betrachtung verdeutlicht ferner, dass der Sprachkompetenz dabei eine entscheidende Rolle zukommt. Zudem zeigen die zwischen verschiedenen strukturgleichen Textaufgaben variierenden Lösungsquoten den Stellenwert der Art der sprachlichen Darbietung auf. Die a-priori-Bestimmung potentiell schwierigkeitsgenerierender Merkmale erweist sich dabei jedoch – wie die präsentierten Beispiele offenbaren – nicht als grundsätzlich adäquat.

Mit dem Ziel der Ausschärfung der dargelegten Erkenntnisse und der weiteren Spezifizierung der relevanten sprachlichen Hürden in den Textaufgaben sollen einerseits eine Erweiterung der Stichprobe und andererseits die Durchführung zusätzlicher Interviews erfolgen. Im darauffolgenden Schritt werden diese Einsichten bei der im Gesamtprojekt angestrebten Entwicklung von Lehr-Lernarrangements zur Förderung des Umgangs mit Textaufgaben zur Prozentrechnung Berücksichtigung finden.

Literatur

- Christmann, U. & Groeben, N. (1999). Psychologie des Lesens. In B. Franzmann et al. (Hrsg.), *Handbuch Lesen* (S. 145–223). München: K. G. Saur.
- Duarte, J., Gogolin, I. & Kaiser, G. (2011). Sprachlich bedingte Schwierigkeiten von mehrsprachigen Schülerinnen und Schülern bei Textaufgaben. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit*. (S. 35–53). Münster: Waxmann Verlag.
- Gürsoy, E., Benholz, C., Renk, N., Prediger, S. & Büchter, A. (2013). Erlös = Erlösung? Sprachliche und konzeptuelle Hürden in Prüfungsaufgaben. *Deutsch als Zweitsprache*, 1, 14–24.
- Hafner, T. (2012). *Proportionalität und Prozentrechnung in der Sekundarstufe I*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag.
- Kniffka, G., Linnemann, M. & Thesen, S. (2007), *C-Test für den Förderunterricht*. Universität zu Köln: Kooperationsprojekt Sprachförderung / Stiftung Mercator.
- Parker, M. & Leinhardt, G. (1995). *Percent: A Privileged Proportion*. *Review of Educational Research*, 65 (4), 421–481.
- Prediger, S., Renk, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2013). Family background or language disadvantages? Factors for underachievement in high stakes tests. In A. Lindmeier & A. Heinze (Hrsg.), *Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 4* (4.49–4.59). Kiel: PME.