

Führt geringe Sprachkompetenz zur oberflächlichen Bearbeitung von Textaufgaben?

Theoretische Einordnung

Mathematikleistung wird von verschiedenen Hintergrundfaktoren beeinflusst. Dabei ist Sprachkompetenz die Hintergrundvariable mit dem stärksten Zusammenhang mit Mathematikleistung, vor allem bei Prüfungen mit Textaufgaben, wie den Zentralen Abschlussprüfungen für den Mittleren Schulabschluss in NRW (ZP10) (Prediger et al. 2015; Schlager et al. 2016; Kaulvers et al. 2016). In diesen Prüfungen erzielen sprachschwache Lernende signifikant schlechtere Ergebnisse (vgl. ebd.). Ausschlaggebend scheinen hierbei jedoch nicht isolierte linguistische Aspekte, wie beispielsweise Nominalisierungen und Verdichtungen, in der Formulierung der Aufgaben zu sein. Diese können zwar für einzelne Lernende Hürden darstellen, führen aber nicht im Allgemeinen dazu, dass Aufgaben für die Lernenden statistisch signifikant schwieriger werden, wie unser ZP10-Projekt zeigte (Schlager et al. 2016; Kaulvers et al. 2016). Somit bleibt bislang ungeklärt, wie genau sich Sprachkompetenz und Mathematikleistung beeinflussen.

Ergebnisse der Analyse schriftlicher Schülerlösungen (Jg. 10) und videografierter Bearbeitungsprozesse im oben genannten Projekt lassen vermuten, dass sich die Bearbeitungsprozesse je nach Sprachkompetenz unterscheiden. So lösten Sprachschwache manche Aufgaben unerwartet gut. Vermutlich handelt es sich hierbei um Aufgaben, die mit oberflächlichen Strategien erfolgreich gelöst werden können. Ein solcher Zusammenhang von Sprachkompetenz und Bearbeitungsstrategien wurde auch im englischen Sprachraum identifiziert. Bei der Bestimmung einer Anzahl an Steckwürfeln zählten sprachschwache Englischlernende diese eher ab, während Lernende, die die Sprache gut beherrschten, die Steckwürfel gruppierten und anschließend Verfahren der Addition oder Multiplikation anwendeten (Bailey et al. 2015).

Somit lässt sich vermuten, dass Lernende mit geringer Sprachkompetenz Textaufgaben anders bearbeiten und vermehrt oberflächlich lösen. Diese Zugangsweise ist bei einigen, jedoch nicht bei hinreichend vielen Aufgaben erfolgreich. Hieraus ergibt sich folgende Forschungsfrage: Welche Bearbeitungsstrategien liegen bei textbasierten Mathematikaufgaben bei sprachschwachen und sprachstarken Schülerinnen und Schülern vor und welche Rolle spielen hierbei oberflächliche Bearbeitungen?

Definitionen und Hintergrundmodelle

In Anlehnung an Threlfall (2009) werden Bearbeitungsstrategien als jeder bewusste oder unbewusste Prozess, der zur Aufgabebearbeitung stattfindet,

verstanden. In meinem Dissertationsprojekt unterteile ich diese in den Bereich der Mikro-Prozesse, wie das Markieren von Wörtern im Text, das Notizenanfertigen oder die einzelnen Rechenschritte, und den Makro-Prozess, welcher den gesamten Vorgang der Bearbeitung beschreibt. Zur Analyse wird das Modell von Reusser (1992) zum Umgang mit Textaufgaben zu Grunde gelegt. In diesem Modell führt der Bearbeitungsprozess vom Problemtext über das Verstehen des Textes, der Situation und des Problems hin zu einem mathematischen Modell und seiner Verknüpfungsstruktur, die mit Hilfe einer mathematischen Operation berechnet, interpretiert sowie in einen Antwortsatz überführt wird (vgl. Reusser 1992, S. 231).

Unter oberflächlich richtig lösbaren Aufgaben werden in Anlehnung an das Konzept von Aufgaben mit „lower-level-demands“ von Smith und Stein (1998) solche verstanden, die ohne tieferes Verständnis mit naheliegenden Standardoperationen lösbar sind. Hierbei führen der Kontext, Signalwörter und die Bekanntheit des Aufgabentyps aus dem Unterricht zur richtigen Rechenoperation. Eine Reflexion oder tiefergehendes In-Beziehung-Setzen von Informationen ist nicht erforderlich.

Aufbau der Studie

Die aktuelle Studie greift als Folgestudie vorliegende Daten aus dem oben genannten ZP10-Projekt auf. Zunächst werden vorliegende schriftliche Bearbeitungen sowie videographierte Bearbeitungsprozesse einzelner Aufgaben mit Blick auf zu identifizierende Mikro- und Makroprozesse analysiert. Es schließt eine qualitative Interviewstudie mit der Methode des Lauten Denkens an, die die Strategien, Vorgehensweise und Begründungen der Lernenden fokussiert. Die Probanden (Jg. 10; n=36) für die Interviews werden aus der Gesamtstichprobe (n=141) auf Grund ihrer Mathematikleistung (Schulnoten Mathematik, Selbstkonzept bzgl. der Mathematikleistung) und ihrer Sprachkompetenz (C-Test) so ausgewählt, dass die vier Gruppen der Kreuzmatrix zu guter und schlechter Mathematikleistung sowie Sprachkompetenz gleichmäßig besetzt sind. Nach der Aufgabebearbeitung diskutieren Interviewer und Proband über verwendete Strategien und ihre Begründungen.

Es werden je zwei Aufgaben der Bereiche des exponentiellen Wachstums und der Zuordnungen betrachtet, die mit verschiedenen Strategien lösbar sind. In jedem Bereich unterscheiden sich die Aufgaben hinsichtlich ihrer Lösbarkeit mit oberflächlichen Herangehensweisen. Die hier beispielhaft dargestellte Aufgabe „Blattläuse“ stellt eine oberflächlich richtig lösbare Aufgabe aus dem Bereich der Exponentialrechnung dar.

Blattläuse sind Insekten, die sich auf Blumen setzen und diesen schaden. Auf einer Blume sind zehn Blattläuse. Die Anzahl an Blattläusen vervierfacht sich jede Woche. Wie viele Blattläuse sind nach drei Wochen auf der Blume? Notiere deine Rechnung.

Erste Ergebnisse

In der Pilotierung der Aufgaben in Einzelinterviews zeigten sprachschwache Lernende verschiedene oberflächliche Herangehensweisen. Zum Ausdruck gebrachte Gedanken wie „Da kommt eine viel zu hohe Zahl raus“, „Das wäre zu einfach, das kann ja nicht sein“ oder „Die Zahl sieht so komisch aus“, die einen Wechsel der Rechenoperation auslösten, zeigten, dass diese Lernenden die Richtigkeit ihrer Lösung auf Grund äußerer Merkmale von Lösungsweg und Ergebnis beurteilten. Zur mathematischen Struktur des Problems nahmen sie nicht weiter Bezug. So äußerte ein Schüler zum Beispiel:

S1: Die Blattläuse vervierfachen sich, die Frage war, wie viel in 3 Wochen, da musste man einfach multiplizieren.

Für den Lernenden bedeutete *vervierfachen*, dass er *multiplizieren* muss. Tiefergehende Überlegungen stellte er nicht an. Somit ist, wenn das exponentielle Wachstum nicht erkannt wird, auch bei dieser Aufgabe eine oberflächliche, falsche Bearbeitung möglich. Bei der nicht oberflächlich richtig lösbaren Badewannen-Aufgabe (vgl. Schlager et al. 2016) zeigte eine sprachschwache Lernende folgende oberflächliche Bearbeitung [Der richtige Rechenschritt wäre $135 \text{ l} : 16,5 \text{ min} = 8,18 \text{ l/min}$]:

S2: „Wenn insgesamt 135, eh, Liter kommen/ pro Minute. Dann 16,5 die Minute. Plus 135. $16,5+135=$ Oder ist das nur pro Minute? Ok, ich mach mal [Rechnet mit dem Taschenrechner $16,5*135=2227,5$]. Boa, die Zahl sieht so komisch aus, aber naja. Ich versuch es mal mit plus [Rechnet mit dem Taschenrechner $16,5+135=151,5$]. Da kommt auch 'ne komische Zahl raus. Ich schreib zur Sicherheit nochmal beide raus. Und dann überleg ich nochmal. [...] Wie viel Liter Wasser kommen pro Minute. Ja, wahrscheinlich sind das die 2227,5 Liter Wasser kommt raus pro Minute.“

Die Schülerin probierte die Addition sowie die Multiplikation aus, wobei als Begründung das „krumme“ Ergebnis diente. Dass die Rechnung nicht auf einem tieferen Verständnis beruht, zeigen Ausdrücke des Ausprobierens wie „Ich mach mal“, „Ich versuch es mal mit“ und „wahrscheinlich“.

Analysen der Mikroprozesse bei den verschiedenen Aufgaben zeigten, dass mehr sprachschwache Lernende Informationen im Aufgabentext markierten, vor allem bei nicht mit oberflächlichen Strategien lösbaren Aufgaben. Zudem nutzten mehr sprachschwache Lernende oberflächliche Bearbeitungen mit falschen Rechentermen. Bei den Aufgaben zum exponentiellen Wachstum lösten Sprachschwache die Aufgaben eher durch schrittweise Vervielfachung, während Sprachstarke eher Potenzen verwendeten.

Analysen der Makro-Prozesse der Bearbeitungen zeigten, dass Sprachschwache mehr Zeit für Textverständnis und Rechenoperationen verwendeten, Sprachstarke hingegen für die Ausbildung eines Modells und die Mathematisierung. Dies bestätigt, dass Sprachschwache die Aufgaben oberflächlicher bearbeiteten, da Modelle und ihre Mathematisierung zur inhaltlichen und mathematischen Durchdringung der Aufgabe beitragen. Direkte Übergänge vom Text zu Rechenoperationen begünstigen Oberflächlichkeit.

Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt wird durch die bisher vorliegenden Ergebnisse der Untersuchung die Vermutung bestärkt, dass Lernende mit geringer Sprachkompetenz Aufgaben anders bearbeiten und hierbei zu oberflächlichen Bearbeitungen neigen. So wählen Sprachschwache häufiger oberflächliche Rechenstrategien und bilden im Bearbeitungsprozess seltener Modelle. Die Hauptstudie wird detailliertere Aufschlüsse über Zusammenhänge und Gründe für andere und oberflächliche Bearbeitungen liefern.

Literatur

- Bailey, A. L., Blackstock-Bernstein, A., & Heritage, M. (2015). At the intersection of mathematics and language: Examining mathematical strategies and explanations by grade and English learner status. *Journal of Mathematical Behavior*, 40(A), 6–28.
- Kaulvers, J., Schlager, S., Isselbacher-Giese, A., & Klein, M. (2016). Entwickeln, Beraten, Unterstützen – QUA-LiS. Sprachliche Hürden in Mathematikaufgaben. *Schule NRW, 07-08/2016*, 16–19.
- Prediger, S., Wilhelm, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2015). Sprachkompetenz und Mathematikleistung: Empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen 10. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36(1), 77–104.
- Reusser, K. (1992). Kognitive Modellierung von Text-, Situations- und mathematischem Verständnis beim Lösen von Textaufgaben. In K. Reiss, M. Reiss & H. Spandl (Hrsg.), *Maschinelles Lernen – Modellierung von Lernen mit Maschinen* (S. 225–249). Berlin: Springer.
- Schlager, S., Kaulvers, J. & Büchter, A. (2016). Zum Zusammenhang von Sprachkompetenz und Mathematikleistung: Ergebnisse einer Studie mit experimentell variierten sprachlichen Aufgabenmerkmalen. In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. 855–858). Münster: WTM-Verlag.
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From research to Practice. *Mathematics teaching in the middle school*, 3(5), 344–350.
- Threlfall, J. (2009). Strategies and flexibility in mental calculation. *ZDM Mathematics Education*, 41(5), 541–555.