

REWER, Antonia & GREEFRATH, Gilbert
Münster

Sprachliche und Mathematische Schwierigkeiten bei der Bearbeitung von VERA 8 Testaufgaben

Theoretischer Hintergrund

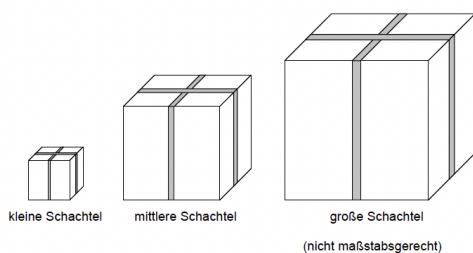
Sprache spielt auch im Fach Mathematik eine zentrale Rolle. Dies wird unter anderem in den prozessbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards der Sekundarstufe I sichtbar, die die enge Verknüpfung sprachlicher und mathematischer Kompetenzen zeigen. So verweist die Kompetenz Mathematisch Kommunizieren explizit auf sprachliche Fähigkeiten, die sowohl rezeptiver Natur sind (z. B. Entnehmen von Informationen aus mathematikhaltigen Texten) als auch produktive Fähigkeiten umfassen (z. B. Lösungswege verständlich darstellen) (KMK, 2022). Die Kompetenz Mathematisch Argumentieren erfordert oftmals komplexere Sprachkompetenzen, die über das Beherrschen einzelner Fachbegriffe hinausgehen (Linneweber-Lammerskitten, 2013). Aber auch beim Mathematischen Modellieren und Problemlösen ist es erforderlich, ein Problem oder eine reale Situation erst einmal zu verstehen (Blum & Leiss, 2005; Polya, 1949). In Testaufgaben erfordert dies z.B. Leseverstehenskompetenzen, da das Problem bzw. die reale Situation meist in Textform dargestellt wird. Hier wird die kommunikative Funktion von Sprache deutlich. Die enge Verbindung zwischen sprachlichen und mathematischen Kompetenzen deutet an, dass sprachliche Anforderungen ein integraler Bestandteil mathematischer Testaufgaben sind und daher nicht als konstruktirrelevant betrachtet werden können (Haag, 2015). Entsprechend zeigen Befunde quantitativer Forschung, dass bildungssprachliche Anforderungen unter Kontrolle der mathematischen Anforderungen im Hinblick auf die prozessbezogenen Kompetenzen keinen signifikanten Einfluss auf die Schülerleistungen in VERA 8 Testaufgaben haben (Rewer & Greefrath, 2024). Ein möglicher Erklärungsansatz dafür ist, dass hohe mathematische Anforderungen in Testaufgaben häufig mit hohen bildungssprachlichen Anforderungen des Aufgabentextes einhergehen. Diese Korrelationen erschweren es, festzustellen, ob und welche sprachlichen bzw. mathematischen Anforderungen Lernenden Schwierigkeiten bereiten. In einer qualitativen Studie erbrachten Lernende mit geringeren Sprachkompetenzen tendenziell auch schlechtere Leistungen in mathematischen Testaufgaben. Die schwächeren Leistungen liegen nicht nur in Lesehürden begründet, sondern vielmehr in der kognitiven Funktion von Sprache (Prediger et al., 2015). Diese Funktion bezieht sich auf die Nutzung von Sprache als Werkzeug des Denkens (Morek & Heller, 2012). Prediger et al. (2015) konnten sprachlich

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

bedingte Hürden in zentralen Abschlussarbeiten der zehnten Jahrgangsstufe vor allem auf mathematische Hürden konzeptueller und prozessualer Natur zurückführen. Dabei werden prozessuale Hürden als solche verstanden, die kognitiv anspruchsvolle Prozessschritte umfassen. Konzeptuelle Hürden hingegen umfassen Schwierigkeiten beim Verständnis mathematischer Konzepte.

Forschungsfrage und Methode

In diesem Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, welche Arten von Schwierigkeiten bei Lernenden mit unterschiedlicher Sprachkompetenz bei der Bearbeitung von VERA 8 Testaufgaben auftreten. Dabei wird analysiert, ob diese Schwierigkeiten eher auf mathematische Anforderungen im Hinblick auf die prozessbezogenen Kompetenzen zurückzuführen sind oder ob sie durch bildungssprachliche Anforderungen im Aufgabentext bedingt werden. Die Sprachkompetenz der Lernenden wurde im Vorhinein durch einen C-Test erhoben. Zur Untersuchung der sprachlichen und mathematischen Schwierigkeiten wurden Lernende bei der Bearbeitung der Testaufgaben videografiert. Während der Bearbeitung wurden die Lernenden zum lauten Denken aufgefordert. Diese Methode ermöglicht es, tiefere Einblicke in die Denkprozesse der Lernenden zu gewinnen und die sprachlichen sowie mathematischen Schwierigkeiten der Aufgaben genauer zu erfassen. Im Anschluss an die Aufgabebearbeitung erfolgte ein halbstandardisiertes Interview, in dem gezielt Fragen zu Denkprozessen und aufgetretenen bzw. wahrgenommenen Schwierigkeiten gestellt wurden.



Zu einer Verpackungsserie gehören verschieden große würfelförmige Schachteln. Die Kantenlänge der kleinen Schachtel beträgt 5 cm. Die Kanten der mittleren Schachtel sind 1 cm länger als die doppelte Kantenlänge der kleinen Schachtel, und die Kanten der großen Schachtel sind 1 cm länger als die doppelte Kantenlänge der mittleren Schachtel.

Teilaufgabe 1

Gib die Kantenlängen der beiden anderen Schachteln an.

Teilaufgabe 2

Die Serie wird um eine vierte Schachtel, eine „Riesenschachtel“, erweitert. Ihre Kantenlänge ist 1 cm länger als die doppelte Kantenlänge der großen Schachtel. Es sollen so viele kleine Schachteln wie möglich in die Riesenschachtel gepackt werden. Drei Schülerinnen haben aufgeschrieben, wie sie deren Anzahl berechnet haben.

Kreuze jeweils an, ob die Argumentation richtig ist.

		richtig	falsch
Lisa	Die Kantenlänge wird dreimal verdoppelt. Also passen jetzt $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ kleine Schachteln nebeneinander, und das in Länge, Breite und Höhe. Also passen $8 \cdot 8 \cdot 8 = 512$ kleine Schachteln in die Riesenschachtel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frieda	Die Riesenschachtel hat eine Kantenlänge von 47 cm. Da passen 9 kleine Schachteln nebeneinander. Also passen $9 \cdot 9 \cdot 9 = 729$ kleine Schachteln in die Riesenschachtel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erika	Die Riesenschachtel hat ein Volumen von $(47 \text{ cm})^3 = 103823 \text{ cm}^3$. Die kleine Schachtel hat ein Volumen von $(5 \text{ cm})^3 = 125 \text{ cm}^3$. Es passen also $103823 : 125$, d. h. 830 kleine Schachteln in die Riesenschachtel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Copyright Text, Grafik und Teilaufgaben: IQB e. V., Lizenz: Creative Commons (CC BY). Volltext unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/legalcode>

Abb. 1: Aufgabe "Schachteln packen"

Der vorliegende Beitrag beschränkt sich auf die Auswertung des Videomaterials von fünf Lernenden zu der Aufgabe "Schachteln packen" (PDF abrufbar unter: <https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p61^schachtelnpacken^f24527>), die aus zwei Teilaufgaben besteht (Abb. 1). Die Videos wurden transkribiert und mit Hilfe der inhaltlich

strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse analysiert (Kuckartz & Rädiker, 2022). Die Kategorien wurden deduktiv auf Grundlage der in Prediger et al. (2015) festgestellten Hürden gebildet.

Ergebnisse und Diskussion

Die am C-Test gemessenen sprachlich stärkeren Schüler*innen hatten mit der Bearbeitung der ersten Teilaufgabe keine Schwierigkeiten. Obwohl sie einige Textstellen mehrfach lasen, konnten sie dennoch relativ schnell das mathematische Modell für die Berechnung der Kantenlänge der mittleren und großen Schachtel aufstellen. Leyla, die auf Basis des C-Tests als sprachlich schwach eingestuft wird, konnte das mathematische Modell $5 \cdot 2 + 1$ für die Berechnung der Kantenlänge der mittleren Schachtel nicht fehlerfrei aufstellen. Sie hat lediglich $5 + 1 = 6$ gerechnet. Im anschließenden Interview und nach mehrfachem Lesen der Textstelle "Die Kante der mittleren Schachtel ist 1 cm größer als die doppelte Kantenlänge der kleinen Schachtel" konnte sie ihren Fehler selbst korrigieren:

"Ah ich weiß, das hab ich falsch gemacht (streicht die Rechnung über der mittleren Schachtel durch). Hm ne eigentlich nicht. Ja da, da verwirrt man sich (..) ob fünf Zentimeter plus, also den doppelt wäre dann fünf Zentimeter mal zwei plus eins"

Diese Schwierigkeit kann auf bildungssprachliche Anforderungen zurückgeführt werden. Der Satzteil ist durch komplexe Nominalphrasen stark verdichtet, wodurch ein komplexer Sachverhalt vermittelt wird. Damit hängt auch zusammen, dass die Reihenfolge der Informationen im Satzteil nicht der Reihenfolge der Operationen im mathematischen Modell entspricht. Dies verursacht bei Leyla Schwierigkeiten bei der Erfassung des Aufgabentextes, was schließlich zu einer fehlerhaften Mathematisierung in der Bearbeitung führte. In der zweiten Teilaufgabe können die sprachlich stärkeren Lernenden die richtige Problemlösung identifizieren und zusätzlich korrekt begründen, warum sie diese Problemlösung als richtig bewerten. Für die meisten Lernenden war klar, dass nur eine Antwortmöglichkeit richtig sein kann, weshalb sie eher nach der plausibelsten Lösung suchten, als nach Fehlern in den falschen Lösungswegen. Im Interview wurde dann noch einmal vertiefend nachgefragt, warum die anderen beiden Problemlösungen ausgeschlossen werden. Jedoch gelang es keinem Lernenden die Denkfehler in den falschen Lösungswegen präzise zu identifizieren. Es zeigen sich Schwierigkeiten bei kognitiv anspruchsvollen Prozessschritten. Die Schwierigkeit liegt darin, fremde Lösungswege von Problemlöseaufgaben kritisch zu reflektieren. Zusätzlich hatten sowohl sprachlich schwächere Lernende als auch sprachlich stärkere Lernende Schwierigkeiten mit dem Begriff Volumen. Ahmet zum Beispiel bewertet Erikas Problemlösung als falsch ohne nachvollziehen zu können, welcher konkrete Fehler darin enthalten ist:

"Und weil mit Volumen und so, das verstehe ich sowieso nicht mehr." (...)
" Ja, das mit dem hoch Drei, aber da hab ich mein/ da habe ich einfach gedacht, ich kann das sowieso nicht"

Dies weist auf Schwierigkeiten beim Verständnis mathematischer Konzepte hin und zeigt, dass Ahmet zu dem Begriff Volumen keine angemessenen Vorstellungen aufgebaut hat. Insgesamt können somit für alle Lernenden Schwierigkeiten, die eher auf mathematische Anforderungen im Hinblick auf die prozessbezogenen Kompetenzen zurückzuführen sind, festgestellt werden. Für sprachlich schwache Lernende stellten zusätzlich komplexe sprachliche Strukturen eine Schwierigkeit dar, sodass der Aufgabentext nicht erfasst werden kann. In den Interviews hätte man möglicherweise mit gezielteren Nachfragen weitere Schwierigkeiten identifizieren bzw. kategorisieren können. Außerdem erfährt auch die Methode des lauten Denkens ihre Grenzen, da es den Lernenden teilweise nicht gelingt, ihre komplexen kognitiven Denkprozesse simultan zu verbalisieren bzw. manche Lernende bei komplexen Denkprozessen in ihre Muttersprache wechseln und ihre Denkprozesse daher nicht laut verbalisieren.

Literatur

- Haag, N. (2015). *Differenzielle Validität von Mathematiktestaufgaben für Kinder mit nicht-deutscher Familiensprache – Welche Rolle spielt die sprachliche Komplexität der Aufgaben?* <https://doi.org/10.18452/17398>
- KMK. (2022). Bildungsstandards für das Fach Mathematik Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA).
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden (5. Auflage)*. Beltz Juventa.
- Linneweber-Lammerskitten, H. (2013). Sprachkompetenz als integrierter Bestandteil der mathematical literacy? In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann, & H. J. Vollmer (Eds.), *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 151–166). Waxmann.
- Morek, M., & Heller, V. (2012). Bildungssprache – Kommunikative, epistemische, soziale und interaktive Aspekte ihres Gebrauchs. *Zeitschrift Für Angewandte Linguistik*, 2012(57), 67–101. <https://doi.org/10.1515/zfal-2012-0011>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s13138-015-0074-0>
- Rewer, A., & Greefrath, G. (2024). Der Einfluss von bildungssprachlichen und prozessbezogenen mathematischen Anforderungen in VERA-8 auf die Schüler*innenleistungen. *Beiträge zum Mathematikunterricht 57*. <https://doi.org/10.17877/DE290R-24822>