

Mehr Sprechen fördert Verständnis von Mathematik:

Sprachbildender Mathematikunterricht als Chance für alle Schülerinnen und Schüler

Jessica Mähnert, Kirstin Erath & Susanne Prediger

Quelle: Webversion des Beitrags Mähnert, Jessica, Erath, Kirstin & Prediger, Susanne (2024). Mehr Sprechen fördert Verständnis von Mathematik: Sprachbildender Mathematikunterricht als Chance für alle Schülerinnen und Schüler. *Bildung Spezial*, Heft 1, 36-38.

Abstract. Wie kann das Verständnis von Lernenden für Mathematik gefördert werden? Eine Antwort ist: Durch sprachbildenden Mathematikunterricht! Gestalten Lehrkräfte den Unterricht so, dass mathematische Ideen häufiger diskutiert und begründet werden, dann profitieren Lernende auf allen Leistungsniveaus davon.

Zu diesen Erkenntnissen kommt die DFG-geförderte Studie MuM-MESUT, die mit knapp 600 Kindern und Jugendlichen von einem Team der TU Dortmund und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg unter Leitung von Susanne Prediger und Kirstin Erath durchgeführt wurde (Prediger et al., 2022; Prediger et al., 2023).

Die Ausgangslage: Sprachkompetenz als Schlüssel zum Mathematiklernen

Lehrkräfte berichten immer wieder von ähnlichen Erfahrungen: Gerade in Verstehensprozessen, aber auch bei Aufgaben zum Modellieren und Problemlösen, fällt es Lernenden schwer, ihre mathematischen Ideen zu kommunizieren oder zu begründen. Dies liegt nicht allein an fehlender Grammatik oder Wortschatz, sondern vor allem daran, dass viele Lernenden an eher unvertrauten, fachbezogenen Sprachhandlungen wie dem Erklären von Bedeutungen, Berichten von Rechenwegen oder Beschreiben mathematischer Strukturen kaum mitmachen können (Prediger, 2020; Erath et al., 2018). So erklären sich Ergebnisse (z. B. aus der jüngsten PISA-Studie Lewalter et al., 2023), dass Lernende mit Migrationshintergrund oder benachteiligtem sozioökonomischen Hintergrund nicht nur vor der Schule, sondern auch in ihrer Schulzeit weniger lernen als sozial privilegierte Lernende: Wer sich nicht an den Sprachhandlungen beteiligen kann, die zum Verständnisaufbau gebraucht werden, der baut auch weniger mathematisches Verständnis auf.

Deswegen wurden im Projekt SiMa (Sprachbildung im Mathematikunterricht, sima.dzlm.de/um) Förderkonzepte entwickelt, um das mathematische Verständnis und die Sprachkompetenz der Lernenden integriert aufzubauen.

Ergebnisse der Studie MESUT

Zunächst wurden sprachbildende Unterrichtskonzepte für den Mathematikunterricht oft für mehrsprachige Lernende entwickelt, die Deutsch nicht als Familiensprache sprechen, um Startnachteile auszugleichen. Doch war bislang nicht klar, inwiefern auch andere Zielgruppen profitieren können: Ist sprachbildender Mathematikunterricht auch förderlich für einsprachige Lernende? Für sprachlich Starke? Für mathematisch Starke? Und profitieren sie von denselben Förderansätzen, oder brauchen einige eher Anregungen für Sprachhandlungen und andere zusätzlich Wortschatzarbeit?

Um diese Fragen zu untersuchen, wurden 589 Kinder mit unterschiedlichem Sprachhintergrund und mit verschiedenen Mathematikleistungen zufällig auf drei Gruppen aufgeteilt. In der einen Gruppe erhielten die Kinder eine verstehensorientierte Förderung zum Einstieg in das Thema Brüche (Bruch als Teil eines Ganzen, Bruch als relativer Anteil und Gleichwertigkeit von Brüchen). Während der Förderung wurden die Kinder der dieser ersten Gruppe immer wieder zum Begründen und Erklären von Bedeutungen aufgefordert. Als Unterstützung erhielten sie graphische Darstellungen und Kontexte, jedoch keine gezielte Wortschatzarbeit. Die zweite Gruppe erhielt zusätzliche auch Wortschatzangebote, z. B. durch Formulierungshilfen und eine Speicherkiste, in der wichtige Satzbausteine gesichert

werden wie z. B. „der Teil vom Ganzen“. Die dritte Gruppe, die Kontrollgruppe, durchlief den Standardunterricht ohne zusätzliche Förderung.

Vor und nach der Förderung wurden das Brüche-Verständnis der Lernenden getestet, um die Lernfortschritte zwischen den drei Gruppen vergleichen zu können. Die Analysen zeigten, dass sich das Brüche-Verständnis in beiden Sprachfördergruppen stärker verbesserte als in der Kontrollgruppe. Das gilt sowohl für einsprachige als auch mehrsprachige, sowohl für sprachlich schwache als auch starke Lernende, und für mathematisch starke sogar mehr als für mathematisch schwache (Prediger et al., 2022). Das bedeutet, dass den starken Lernenden durch sprachbildende Ansätze keine Lernzeit für Mathematik verloren geht, sondern sie im Gegenteil mit am meisten davon profitieren. Somit muss ein sprachbildender Mathematikunterricht sich nicht nur auf einen Teil der Klasse fokussieren, sondern nutzt allen.

Und hilft nun die zusätzliche Wortschatzarbeit wirklich zusätzlich? Interessanterweise waren es nicht die leicht anderen Aufgaben und integrierten Formulierungshilfen (Prediger et al., 2022), sondern die Moderation der Lehrkräfte, die hier den Unterschied machte: Erst nachdem wir die Förderprozesse in Videos analysiert hatten, konnten wir feststellen: Je intensiver Lehrkräfte die Nutzung der angebotenen Satzbausteine auch aktiv einforderten, desto mehr lernten die Jugendlichen mathematisch dazu (Prediger et al., 2023). Auf die Lehrkräfte kommt es also mal wieder an!

Rückschlüsse für den Mathematikunterricht

Wie kann sprachbildender Mathematikunterricht ganz konkret aussehen? Wichtig zu wissen ist, dass sprachbildender Mathematikunterricht viele Ansätze des „normalen“ guten Mathematikunterrichts aufgreift. Das bedeutet z. B., dass die Lernenden nicht nur Lösungen nennen und Rechenwege berichten sollten. Stattdessen zeigt sich als lernförderlich, immer wieder gemeinsam Bedeutungen mathematischer Inhalte zu erklären (z. B. Was bedeutet denn $\frac{1}{5}$ von einem Ganzen? in Abbildung 1) und darüber zu sprechen, warum Verfahren funktionieren (z. B. Warum bleibt bei bestimmten Divisionsaufgaben das Ergebnis gleich? in Abbildung 2). Dabei müssen diese Aufgaben von Lernenden nicht allein bewältigt werden, denn durch das gemeinsame Erklären wird viel gelernt.

6 Von einem ganzen Duplo mehrere Teile bekommen

a) Zeichnet die Teile in die Streifen ein. Ergänzt die Tabelle.

Cans Anteil vom Duplo	Bild von Cans Teil	So viele Stü- cke hat das Ganze	So viele Stücke hat Cans Teil
$\frac{1}{5}$		5	1
$\frac{2}{5}$			
$\frac{3}{5}$			
$\frac{4}{5}$			
$\frac{5}{5}$			

Abbildung 1: Anteil von einem Ganzen bestimmen (Fördermaterial MESUT)

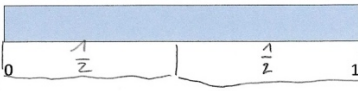
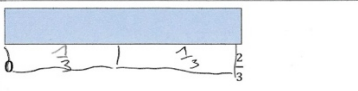
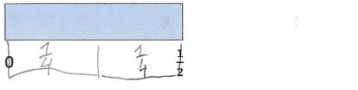
Aufgabe	Bild
Wie oft passt $\frac{1}{2}$ in ein Ganzes?	 Antwort: 2x passt $\frac{1}{2}$ in ein Ganzes
Wie oft passt $\frac{1}{3}$ in $\frac{2}{3}$?	 Antwort: 2x passt $\frac{1}{3}$ in $\frac{2}{3}$
Wie oft passt $\frac{1}{4}$ in $\frac{1}{2}$?	 Antwort: 2x passt $\frac{1}{4}$ in $\frac{1}{2}$

Abbildung 2: Lernendenprodukt: Division als „Wie oft passt“ (Dissertation J. Mähnert)

Sprache wird dabei nicht nur eingefordert, sondern auch gezielt unterstützt, z. B. durch Formulierungshilfen für Schreibaufgaben, Angebot und Sicherung bedeutungsbezogener Satzbausteine und die Reflexion gesammelter Satzbausteine (Prediger, 2020). Im Sprachspeicher können die Satzbausteine gesichert werden, und zwar vernetzt mit passenden graphischen Darstellungen (wie z. B. in Abbildung 3).

Der Gesprächsausschnitt in Abbildung 4 zur Division von Brüchen zeigt beispielhaft, welche Rolle die Vernetzung von Darstellungen beim erklären spielen kann.

Die Schülerin Sina löst zunächst auf symbolischer Ebene die Divisionsaufgabe $\frac{4}{8} : \frac{2}{4}$, indem sie die bereits im Unterricht gelernte Kehrwertregel anwendet. Das berechnete Ergebnis $\frac{16}{16}$ stuft sie allerdings irrtümlich als falsch ein. Dass es nicht mit ihrer Erwartung übereinstimmt, sorgt bei Sina für einen kognitiven Konflikt. Um diesen produktiv zu nutzen, fragt die Lehrerin gezielt nach. Dadurch offenbaren sich eine gute Intuition, dass man eine Division durch eine Bruch als „wie oft passt es hinein“ deuten kann, aber Unsicherheiten beim Erkennen, dass $\frac{4}{8}$ und $\frac{2}{4}$ gleichwertig sind. Sina übersetzt nun die symbolische Aufgabe in ein Bild und erkennt, dass in der Tat $\frac{2}{4}$ einmal in die $\frac{4}{8}$ passt.

Die Vernetzung der Darstellungen (von symbolischer Schreibweise zu gesprochener Sprache und Bild) boten Anlass zur fachlichen Kommunikation, die wichtig sind für den Verständnisaufbau (Prediger & Wessel, 2012).

Das Beispiel zeigt auch, warum die Moderation der Lehrkraft so wichtig ist: Ohne die Unterstützung wäre die Vernetzung zwischen symbolischer Schreibweise, gesprochener Sprache und Bild womöglich ausgeblieben. Die Moderation führt die Schülerin durch den Denk- und Erklärprozess und nimmt gleichzeitig nichts vorweg. Sprache spielt dabei eine wichtige Rolle, sowohl in kommunikativer Funktion (Vermittlung von Informationen) als auch in kognitiver Funktion (d.h. bei der Konstruktion neuen Wissens).

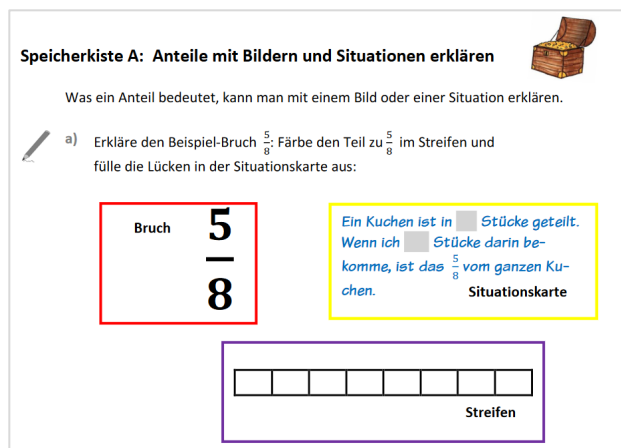


Abbildung 3: Speicherkiste zum Begriff Anteil (Fördermaterial MESUT)

S Wir nehmen die Aufgabe $\frac{4}{8} : \frac{2}{4}$. Jeder weiß, dass da. Das sagen wir jetzt natürlich nicht, aber jeder weiß das. Und jetzt muss man $\frac{4}{8}$ so lassen. [...] $\frac{2}{4}$ muss man jetzt tauschen. [...] Und dann muss man $4 \cdot 4$ und $8 \cdot 2$ [...] Und das ist in dem Fall $\frac{16}{16}$. Und dann weiß man, dass $\frac{4}{8} : \frac{2}{4} = \frac{16}{16}$. Scheiße, dass ist falsch.

L Warum denkst du, dass es falsch ist?

S Weil ich denke, dass $\frac{16}{16}$ kein Sinn macht, weil dass ist ein Ganzes und ich würde sagen, 2 von denen passen da rein.

[...]

L Was bedeutet das denn 2 dividiert durch 1 ist gleich 2 bei der Aufgabe, die wir eben gemacht haben?

S In eine Größe, die zwei ist, passt einmal die zwei rein. Oder zweimal zwei halbe? [...] Ah. Jetzt weiß ich. Die zu messende Größe ist zwei und das Maß, dass man hat, ist eins. [...]

L Und wenn du jetzt hier mal überlegst, was wäre dann hier in dem Beispiel?

S [...] Zwei Viertel ist ja die Hälfte von vier Achtel.

[...]

L Zeichne mir mal $\frac{2}{4}$ und $\frac{4}{8}$.
Schülerin zeichnet das Bild (siehe rechts).

[...]

S Ach so, dass ist derselbe Anteil.

L Und wie oft passen jetzt $\frac{2}{4}$ in $\frac{4}{8}$?

S Einmal. Also das Ergebnis ist ein Ganzes. Dann ist es ja doch richtig!

(Transkript gekürzt, L für LehrerIn und S für SchülerIn)

Abbildung 4: Unterstützung im Lernprozess durch Sprachanregung und Darstellungsvernetzung (Dissertation J. Mähnert)

Fazit

Sprachbildender Mathematikunterricht dient nicht nur zur Verbesserung der Sprachkompetenzen: Die MESUT-Studie zeigt, dass er auch zu einer Verbesserung der Mathematikleistung führen kann: Wenn sprachliche und fachliche Aspekte verschränkt gefördert werden, verbessert sich das konzeptuelle Verständnis *aller* Lernenden, unabhängig von ihrer Sprachkompetenz und ihrer Mathematikleistung.

Wer sich weiter informieren möchte, findet verschiedene Ressourcen:

- Ausgearbeitete sprachbildende Unterrichtseinheiten zu 13 Themen der Klassenstufen 3-12: <http://sima.dzlm.de/um> (darunter auch das hier vorgestellte Fördermaterial zu Brüchen von Lena Wessel und Susanne Prediger)
- Praxisbuch „Sprachförderung im Mathematikunterricht“ der Primarstufe (Götze 2015) unter <https://pikas.dzlm.de/selbststudium/sprachbildung/sprachf%C3%B6rderbuch>
- Praxisbuch „Sprachbildender Mathematikunterricht“ der Sekundarstufen (Prediger 2020), erste 40 Seiten unter <https://www.cornelsen.de/produkte/scriptor-praxis-sprachbildender-mathematikunterricht-ein-forschungsbasiertes-praxisbuch-buch-9783589166145>.

Förderhinweis: Das Projekt MESUT wurde gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Förder-Kz. PR662/14-2 an S. Prediger und ER880/1-2 an K. Erath).

Literaturverzeichnis

- Lewalter, D., Diedrich, J., Goldhammer, F., Köller, O. & Reiss, K. (Hrsg.). (2023). *Pisa 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. Waxmann.
- Götze, D. (2015). *Sprachförderung im Mathematikunterricht*. Cornelsen.
- Prediger, S., Erath, K., Weinert, H., & Quabeck, K. (2022). Only for multilingual students at risk? Cluster-randomized trial on language-responsive instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 53(4), 255–276. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc-2020-0193>
- Prediger, S., Erath, K., Quabeck, K., & Stahnke, R. (2023, online first). Effects of interaction qualities beyond task quality: Disentangling instructional support and cognitive demands. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10389-4>
- Prediger, S. (2020). *Sprachbildender Mathematikunterricht in der Sekundarstufe - ein forschungsbasiertes Praxisbuch*. Cornelsen.
- Prediger, S. & Wessel, L. (2012). Darstellungen vernetzen - Ansatz zur integrierten Entwicklung von Konzepten und Sprachmitteln. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 54(45), 29–3