

Lena DAMMANN, Lüneburg

Textkohärenz in mathematischen Modellierungsaufgaben

Sprachliche Fähigkeiten spielen im Schulunterricht eine entscheidende Rolle. Zahlreiche Studien konnten bereits nachweisen, dass Schüler*innen, die über hohe sprachliche Kompetenzen verfügen, im Schnitt auch bessere Fachleistungen erbringen. Das gilt nicht zuletzt auch für traditionell eher als spracharm geltende Fächer wie Mathematik (Prediger et al., 2015). Bisherige Ansätze für eine bessere Verständlichkeit von Lern- und Leistungsaufgaben fokussieren jedoch immer noch häufig auf (bildungs-)sprachliche Oberflächenmerkmale wie etwa Fremdwörter, Komposita, Nebensatzgefüge oder die Verwendung des Konjunktivs (z. B. Berendes et al., 2013). Dementsprechend gelten Texte häufig als besonders leicht verständlich, wenn etwa die syntaktische Struktur so einfach wie möglich gehalten ist und vor allem kurze Hauptsätze beinhaltet. Diesem Ansatz folgend – auf dem auch viele Lesbarkeitsindizes (z.B. der Lesbarkeitsindex LIX) beruhen – werden auch satzverknüpfende Elemente wie Konnektoren stark beschränkt. Konnektoren wie z. B. *weil*, *aber* oder *anschließend* geben den Rezipienten aber Hinweise darauf, wie Sätze oder ganze Textabschnitte verknüpft werden sollen. Sie können den Rezipienten so entscheidenden Aufschluss über Kohärenzrelationen – die Sinnzusammenhänge eines Textes – geben, die Leser*innen sich andernfalls selbst erschließen müssten. Konnektoren können dabei als eine Art „Wegweiser“ verstanden werden, die Klarheit über einen intendierten Sinnzusammenhang geben. Auf diese Weise können sie den Aufbau eines kohärenten mentalen Modells – des Situationsmodells (Dijk & Kintsch, 1983) – zum geschilderten Sachverhalt unterstützen. Dieses ist auch für das Lösen von mathematischen Modellierungsaufgaben entscheidend, da hier zunächst ein geeignetes Situationsmodell gebildet werden muss, um aus diesem dann ein mathematisches Modell konstruieren zu können (Leiss et al., 2019). Konnektoren unterstützen dabei die intendierte Leseart, fügen jedoch keine neuen inhaltlichen Komponenten hinzu. Studien deuten darauf hin, dass gerade Schüler*innen der Sekundarstufe I besonders von einer Explizierung der Kohärenzrelationen im Text profitieren könnten (Becker & Musan, 2014).

Verschiedene Studien zeigen jedoch, dass für viele Fächer kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der sprachlichen Anforderung und der empirischen Aufgabenschwierigkeit besteht (Walkington et al., 2019). Ein Erklärungsansatz könnte sein, dass durch die sprachliche Vereinfachung von (Aufgaben-)Texten neue kognitive Herausforderungen erzeugt werden, da etwa Kohärenzbeziehungen weniger explizit gemacht werden. Bisher gibt es jedoch keine gesicherten Erkenntnisse dazu, ob und wie sich der Einsatz von

Konnektoren auf die Bildung eines kohärenten mentalen Modells beim Verstehen und Bearbeiten von mathematischen Modellierungsaufgaben auswirkt. Unklar ist außerdem, ob spezifische Schüler*innengruppen besonders vom Einsatz der Konnektoren profitieren. So kann aufgrund bestehender Studienergebnisse vermutet werden, dass vor allem sprachschwächere Schüler*innen (Becker & Musan, 2014) und Leser*innen mit geringem Vorwissen und Interesse am Thema (Kamalski, 2007) von der Explizierung der Kohärenzrelationen durch Konnektoren profitieren.

Hieran knüpft die vorliegende Studie an, indem folgende **Forschungsfragen** beantwortet werden sollen:

- Hat die Stärkung der Textkohärenz durch Konnektoren Einfluss auf das Verständnis von Sinnzusammenhängen in mathematischen Modellierungsaufgaben und somit auf die Bildung eines geeigneten Situationsmodells und das Lösen der mathematischen Aufgabenstellung?
- Profitieren sprachstarke und sprachschwache Schüler*innen in gleicher Weise von der Explizierung der Kohärenzrelationen durch Konnektoren?
- Haben Vorwissen und Interesse am lebensweltlichen Thema einer mathematischen Modellierungsaufgabe einen Einfluss darauf, ob Schüler*innen vom Einsatz der Konnektoren profitieren können?

Methode

Um zu überprüfen, ob die Explizierung von Kohärenzrelationen mithilfe von Konnektoren das Verständnis von mathematischen Modellierungsaufgaben erhöhen kann und so zur Bildung eines geeigneten Situationsmodells führt, wurden Modellierungsaufgaben so variiert, dass sich zwei inhaltlich identische Aufgabenvarianten ergaben, die sich auch in ihrer syntaktischen Komplexität kaum unterscheiden. Die Unterschiede der Texte liegen, abgesehen von wenigen unvermeidlichen Abweichungen in der Wortstellung, nur darin, dass Kohärenzrelationen einmal implizit und einmal explizit durch Konnektoren ausgedrückt werden. Andere Kohärenzmarker, wie etwa Pro-Formen, Textdeixis oder Rekurrenz können dagegen in beiden Varianten vorkommen, so dass es sich bei beiden Versionen um kohärente Texte handelt, die es den Leser*innen grundsätzlich ermöglichen, ein geeignetes Situationsmodell zu bilden. In bisherigen Studien (Kamalski, 2007) wurden meist mehrere Kohärenzmarker gleichzeitig variiert, was entweder zu deutlich unterschiedlichen Satzlängen in den beiden Variationen führte, oder neue inhaltliche Komponenten hinzufügte.

Um zu testen, welche der beiden Textversionen Schüler*innen der 7. bis 10. Klasse am besten befähigt ein geeignetes Situationsmodell zu bilden, wurden

zwei Zugänge gewählt: Einerseits wurden die Schüler*innen angewiesen, Mathematikaufgaben zum Aufgabentext zu lösen. Andererseits werden in Leseverständnisfragen nach Informationen und Zusammenhängen aus dem Aufgabentext gefragt (sogenannte *bridging inference questions* nach McNamara & Kintsch, 1996). Diese fragen zum einen bewusst nach Informationen, die für die Beantwortung der Mathematikaufgaben benötigt sind. Zum anderen beziehen sie sich gezielt auf jene Abschnitte der Texte, deren intendierte Lesart in der zweiten Version durch Konnektoren gestützt wird. Dabei wurden bereits beim Erstellen der Textversionen alle verwendeten Konnektoren hinsichtlich ihrer semantischen Funktion und ihrer syntaktischen Position im Text kodiert. So kann auch erfasst werden, ob es Hinweise darauf gibt, dass bestimmte Arten von Konnektoren besonders wichtig für den Aufbau des Situationsmodells sind, oder ob dies durch einige Konnektoren sogar erschwert wird. Daneben wurden in der Studie auch Vorwissen und Interesse am Thema erfragt. Darüber hinaus wurden durch einen verkürzten C-Test der Sprachstand erhoben und mithilfe eines Fragebogens personenbezogene Hintergrunddaten erfasst, die vor allem auf sprachbezogene Merkmale abzielen.

Durchführung und erste Ergebnisse

Im November und Dezember 2021 wurde die Testung in einer Online-Erhebung mit 390 Schüler*innen an einer niedersächsischen Gesamtschule durchgeführt. Alle Schüler*innen lasen dabei im Durchschnitt vier der sechs möglichen Aufgabenkontexte in jeweils einer der beiden sprachlichen Versionen. Zu jedem Text waren eine Mathematikaufgabe und neun Leseverständnisfragen zu beantworten. Im Höchstfall wurden also sechs Mathematikaufgaben und 54 Leseverständnisfragen gestellt. Anschließend wurde die empirische Aufgabenschwierigkeit in Bezug zur vorgelegten Textversion gesetzt. Erste Auswertungen zeigen weder bei den Mathematikaufgaben noch bei den Leseverständnisfragen signifikante Unterschiede in den Lösungsraten zwischen den beiden Textvarianten. Über eine Quartilsanalyse der Ergebnisse des verkürzten C-Tests konnten die Proband*innen in eine besonders sprachschwache und eine besonders sprachstarke Gruppe geteilt werden. Dabei zeigte sich, dass sprachschwache Schüler*innen sowohl bei der Beantwortung der Lesefragen als auch beim Lösen der Mathematikaufgaben niedrigere Lösungsraten erzielten als sprachstarke. Sprachschwache Schüler*innen zeigten über alle Leseverständnisfragen bessere Leistungen, wenn sie zuvor die Textversionen gelesen hatten, in der die Beziehungen im Text durch Konnektoren expliziert wurden. Die sprachstarken Schüler*innen konnten die Leseverständnisfragen dagegen etwas häufiger beantworten, wenn sie zuvor die Textversion ohne Konnektoren gelesen hatten. Bei der

Lösung der Mathematikaufgaben verhielt es sich genau entgegengesetzt. Hier zeigten die sprachstarken Schüler*innen nach der expliziteren Version des Textes bessere Leistungen, während sich die Lösungsrate der sprachschwachen Schüler*innen sogar verringerte. Sprachschwache Schüler*innen scheinen daher zwar beim Bilden des Situationsmodell vom Einsatz der Konnektoren zu profitieren, diesen Vorteil jedoch anschließend nicht für die Lösung der Mathematikaufgaben nutzen zu können. Obwohl kein Globaleffekt zwischen den beiden Textvarianten festgestellt werden konnte, war die Differenz in den Lösungsraten zwischen den zwei Textversionen bei 18 der 54 Leseverständnisfragen signifikant. Sieben der 54 Leseverständnisfragen zeigen sogar eine hohe Signifikanz von $p < .001^{***}$. Um zu verstehen, ob sich dies auf bestimmte sprachliche Merkmale zurückführen lässt, die in diesen Fragestellungen gehäuft auftreten, soll die bereits erfolgte systematische Kodierung der Konnektoren hinsichtlich ihrer semantischen Funktion und ihrer syntaktischen Position genutzt werden. Darüber hinaus steht auch eine Untersuchung der Auswirkungen von Vorwissen, Interesse und Hintergrundvariablen auf die Lösungsrate noch aus.

Literatur

- Becker, A. & Musan, R. (2014). Leseverstehen von Sachtexten: Wie Schüler Kohärenzrelationen erkennen. In M. Averintseva-Klisch & C. Peschel, C. (Hrsg.), *Aspekte der Informationsstruktur für die Schule* (S.129–154). wbv Publikation. <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.3278/9783763964390>
- Berendes, K., Dragon, N., Weinert, S., Heppt, B. & Stanat, P. (2013). Hürde Bildungssprache? Eine Annäherung an das Konzept „Bildungssprache“ unter Einbezug aktueller empirischer Forschungsergebnisse. In A. Redder & S. Weinert (Hrsg.), *Sprachförderung und Sprachdiagnostik* (S. 17–41). Waxmann
- Dijk, T. A. van & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Academic Press.
- Kamalski, J. (2007). *Coherence marking, comprehension and persuasion: On the processing and representation of discourse*. LOT.
- Leiss, D., Plath, J. & Schwippert, K. (2019). Language and Mathematics—Key Factors influencing the Comprehension Process in reality-based Tasks. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(2), 131–153. <https://doi.org/10.1080/10986065.2019.1570835>
- McNamara, D. S. & Kintsch, W. (1996). Learning from texts: Effects of prior knowledge and text coherence. *Discourse Processes*, 22(3), 247–288. <https://doi.org/10.1080/01638539609544975>
- 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>
- Walkington, C., Clinton, V. & Sparks, A. (2019). *The effect of language modification of mathematics story problems on problem-solving in online homework*. *Instructional Science*. <https://doi.org/10.1007/s11251-019-09481-6>