

Katrin BOCHNIK, Stefan UFER, LMU München

Die Rolle (fach-)sprachlicher Kompetenzen für den mathematischen Kompetenzerwerb von Lernenden mit (nicht-)deutscher Familiensprache

Migrationsbedingte Disparitäten mathematischer Kompetenz wurden wiederholt zu einem großen Teil durch allgemeinsprachliche Kompetenzen erklärt (Prediger, Renk, Büchter, Gürsoy & Benholz, 2013; Ufer, Reiss & Mehringer, 2013). Zur Bewältigung mathematischer Anforderungen in Schule und Alltag benötigen Lernende jedoch neben mathematischen und allgemeinsprachlichen Kompetenzen auch die mathematische Fachsprache (Dryvold, Bergqvist & Österholm, 2015). Auch diese scheint besondere Anforderungen (nicht nur) an Lernende mit nicht-deutscher Familiensprache zu stellen (z.B. Haag, Heppt, Stanat, Kuhl & Pant, 2013) und zeigt sich als Textmerkmal, das spezifische Kompetenzen erforderlich macht.

Mathematische Fachsprache als Textmerkmal

Das Textmerkmal der mathematischen Fachsprache kennzeichnet sich durch spezielle linguistische Eigenschaften, die typisch sind für die Mathematik und die sich hinsichtlich des Wortschatzes und der sprachlichen Strukturen beispielsweise von der Alltagssprache unterscheiden (Halliday, 1978). Auf der lexikalischen Ebene zeigt sich hier ein spezifisches Vokabular, auf der grammatikalischen Ebene beispielsweise Passiv- und Nominalkonstruktionen sowie auf der Textebene geringe Redundanz bei gleichzeitig hoher Dichte der im Text enthaltenen Informationen. Analysiert wurde dieses Textmerkmal bisher durch den Vergleich von Aufgabentexten mit (nicht-)mathematischen Textcorpora (Bergqvist, Dryvold & Österholm, 2012) sowie durch Expertenratings (Haag et al., 2013). In Relation zur Aufgabenschwierigkeit zeigen sich für die Merkmale der Fachsprache unterschiedliche Effekte: Während im Text enthaltene bildungssprachliche Begriffe und grammatikalische Strukturen die Aufgabenschwierigkeit erhöhen, gilt dies für Fachbegriffe nicht (Bergqvist et al., 2012; Haag et al., 2013).

Mathematisch-fachsprachliche Kompetenzen

Neben der Beschreibung des Textmerkmals lassen sich auch individuelle mathematisch-fachsprachliche Kompetenzen beschreiben. Gellert (2008) spricht hier von einer *mathematikspezifischen Bildungssprache*, die die Kenntnis von Fachbegriffen sowie die Verwendung kohärenzbildender Sprachmittel (z.B. Konnektoren, die Argumente verknüpfen) umfasst. Er-

hoben wurden fachsprachliche Kompetenzen beispielsweise durch die Abfrage mathematischer Definitionen von Fachbegriffen (Bae, Hickson & Chiang, 2015). In der Chemiedidaktik wurden außerdem fachbezogene Lückentexte eingesetzt, um neben der Kenntnis von Fachbegriffen auch den Umgang mit fachspezifischen sprachlichen Strukturen zu erfassen (Özcan, 2013). In der vorliegenden Studie wurde diese Operationalisierung auf die Mathematik übertragen sowie ein Instrument zur Erhebung des Fachwortschatzes entwickelt.

Fragestellungen

Ziel des Projekts LaMa (*Language and Mathematics*) ist es, fachsprachliche Kompetenzen in der dritten Klasse zu operationalisieren und hinsichtlich ihrer Vorhersagekraft für die Entwicklung mathematischer Kompetenz zu untersuchen. Für den vorliegenden Bericht werden die folgenden Fragestellungen herausgegriffen:

- Wie lassen sich fachsprachliche Kompetenzen reliabel und valide erheben?
- In welchem Ausmaß können fachsprachliche Kompetenzen über allgemeinsprachliche Kompetenzen hinaus mathematische Kompetenzunterschiede erklären?
- Inwieweit stellen fachsprachliche Kompetenzen zu Beginn der dritten Klasse einen Prädiktor für die mathematische Kompetenz zum Ende der dritten Klasse dar?

Studiendesign

Mathematisch-fachsprachliche Kompetenzen wurden in drei Subskalen operationalisiert: *Aktiver Fachwortschatz*, *Passiver Fachwortschatz* und *Textintegratives Verständnis*. Während in den Skalen *Aktiver* und *Passiver Fachwortschatz* Fachbegriffe aus der Sprachproduktion und –rezeption erhoben werden, bezieht sich das *Textintegrative Verständnis* auf mathemathikhaltige Lückentexte, die insbesondere kohärenzbildende Sprachmittel erfassen. Weiterhin wurde die Mathematische Kompetenz in den vier Facetten *Arithmetische Basisfertigkeiten*, *Konzeptuelles Verständnis*, *Textaufgaben* und *Nutzung mathematischer Arbeitsmittel* (jeweils Eigenentwicklungen) sowie allgemeinsprachliche Kompetenzen mit dem SFD 3-4 (Hobusch, Lutz & Wiest, 2002) erhoben. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich größtenteils auf N = 383 Drittklässler (N = 163 Kinder mit nicht-deutscher Familiensprache), die längsschnittliche Analyse auf N = 237 Drittklässler (N = 91 Kinder mit nicht-deutscher Familiensprache).

Ergebnisse

Mathematisch-fachsprachliche Kompetenzen konnten mit den Skalen *Aktiver Fachwortschatz* ($\alpha = .62$), *Passiver Fachwortschatz* ($\alpha = .57$) und *Textintegratives Verständnis* ($\alpha = .75$) für eine Neuentwicklung ausreichend reliabel erhoben werden. Die Validität des Textintegrativen Verständnisses wurde außerdem in einer qualitativen Interviewstudie mit $N = 14$ Drittklässlern überprüft, wobei die Notwendigkeit der Kohärenzbildung bei der Bearbeitung der mathemathikhaltigen Lückentexte bestätigt werden konnte. Darüber hinaus wurde für die drei Skalen Messinvarianz zwischen Lernenden mit deutscher und nicht-deutscher Familiensprache festgestellt, die Skalen messen demnach in beiden Gruppen dasselbe Konstrukt und können für einen Gruppenvergleich herangezogen werden. Dieser ergab für mathematische, allgemeinsprachliche und fachsprachliche Kompetenzen jeweils signifikante Unterschiede zugunsten der Kinder mit deutscher Familiensprache. Dabei zeigte sich innerhalb der fachsprachlichen Kompetenzen der größte Unterschied im Textintegrativen Verständnis.

Um die Relevanz fachsprachlicher Kompetenzen über allgemeinsprachliche Kompetenzen hinaus für die Erklärung mathematischer Kompetenzunterschiede zu Beginn der dritten Klasse zu untersuchen, wurde im Rahmen von Strukturgleichungsmodellen ein Mediationsmodell analysiert. Dabei zeigt sich neben dem signifikanten Einfluss der allgemeinsprachlichen Kompetenzen auch ein bedeutsamer indirekter Effekt der fachsprachlichen Kompetenzen. Diese vermitteln demnach einen Teil des Zusammenhangs von allgemeinsprachlichen und mathematischen Kompetenzen und bestätigen den angenommenen Zusammenhang von sprachlichen und mathematischen Kompetenzen zu Beginn der dritten Klasse.

Die Analyse fachsprachlicher Kompetenzen zu Beginn der dritten Klasse als Prädiktor mathematischer Kompetenzen zum Ende der dritten Klasse in einem autoregressiven Modell ergibt hingegen keinen signifikant positiven Zusammenhang. Die Fachsprache scheint demnach keinen Prädiktor der mathematischen Kompetenz darzustellen. Werden hingegen die einzelnen Facetten mathematischer Kompetenz betrachtet, so stellen fachsprachliche Kompetenzen einen Prädiktor für *Arithmetische Basisfertigkeiten*, *Textaufgaben* und die *Nutzung mathematischer Arbeitsmittel* dar, jedoch nicht für das *Konzeptuelle Verständnis*. Die hier abgefragten mathematischen Konzepte stellen weniger Überschneidungen mit den fachsprachlichen Kompetenzen dar als beispielsweise die *Textaufgaben*.

Die entwickelte Operationalisierung mathematisch-fachsprachlicher Kompetenzen stellt demnach einen über allgemeinsprachliche Kompetenzen hinaus relevanten Prädiktor mathematischer Kompetenzen dar. Dies gilt für

Lernende mit deutscher und nicht-deutscher Familiensprache in gleichem Maße, wobei für Lernende mit nicht-deutscher Familiensprache geringere fachsprachliche Kompetenzen festgestellt wurden. Die Ergebnisse stützen demnach die Forderung eines sprachsensiblen Mathematikunterrichts mit besonderer Betonung der mathematischen Fachsprache. Das wesentliche Problem scheinen hier weniger Fachbegriffe zu sein, die im schulischen Unterricht meist explizit eingeführt werden (vgl. Haag et al., 2013). Zentral ist der Umgang mit mathemathikhaltigen Texten anzusehen, die letztendlich auch die mündliche Kommunikation im Mathematikunterricht repräsentieren und damit neben der Förderung fachsprachlicher Kompetenzen auch den Verständnisaufbau im Unterricht unterstützen können.

Literatur

- Bae, Y. S., Hickson, L. & Chiang, H.-M. (2015): Mathematical Word Problem Solving Ability of Children with Autism Spectrum Disorder and their Typically Developing Peers. In: *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, H.7, 2200-2208.
- Bergqvist, E., Dyrvold, A. & Österholm, M. (2012). *Relating vocabulary in mathematical tasks to aspects of reading and solving*. Paper presented at the MADIF 8, The Eighth Mathematics Education Research Seminar.
- Dyrvold, A., Bergqvist, E. & Österholm, M. (2015): Uncommon vocabulary in mathematical tasks in relation to demand of reading ability and solution frequency. In: *Nordisk matematikdidaktikk*, 20, H.1.
- Gellert, U. (2008): Mathematikspezifische schulische Bildungssprache im Schuleingangsalter. In: Ramseger, J. & Wagener, M. (Hrsg.): *Chancenungleichheit in der Grundschule*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Haag, N., Heppt, B., Stanat, P., Kuhl, P. & Pant, H. A. (2013): Second language learners' performance in mathematics: Disentangling the effects of academic language features. In: *Learning and Instruction*, 28, 24–34.
- Halliday, M. A. K. (1978): *Language as social semiotic: The social interpretation of language and meaning*. London: Edward Arnold.
- Hobusch, A., Lutz, N. & Wiest, U. (2002): *Sprachstandsüberprüfung und Förderdiagnostik für Ausländer- und Aussiedlerkinder (SFD 3/4)*. Horneburg: Persen Verlag.
- Özcan, N. (2013): *Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie*. Berlin: Logos.
- Prediger, S., Renk, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2013): Family background or language disadvantages? Factors for underachievement in high stakes tests. In: Lindmeier, A. & Heinze, A. (Hrsg.): *Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Kiel, Germany: PME.
- Ufer, S., Reiss, K. & Mehringer, V. (2013): Sprachstand, soziale Herkunft und Bilingualität: Effekte auf Facetten mathematischer Kompetenz. In: Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E. & Vollmer, H. J. (Hrsg.): *Sprache im Fach*. Münster: Waxmann.