

Josephine PAUL, Jena, Dominik LEISS, Lüneburg &
Anke LINDMEIER, Jena

Kategorisierung von Fachbegriffen zum Mathematikunterricht im Bereich quadratische Gleichungen und Funktionen

Lernen im Unterricht ist eng verwoben mit dem Erwerb fachsprachlicher Kompetenzen. Diese zählen auch zu den Zielen allgemeinbildenden Mathematikunterrichts (z.B. „*Mathematisch Kommunizieren*“, KMK, 2003). Allgemein dient eine Fachsprache als spezifisches Sprachregister der Kommunikation Angehöriger einer bestimmten Profession. Diese Register zeichnen sich durch die Nutzung von Fachbegriffen aus. Durch ihre Verwendung können Gespräche präziser, differenzierter und eindeutiger geführt werden (Kniffka & Roelcke, 2016). In diesem Beitrag richten wir den Blick beispielhaft auf Mathematikunterricht der Sekundarstufe – konkret auf den Themenbereich quadratische Gleichungen und Funktionen. Ziel der Studie ist die Erarbeitung potenziell relevanter Lexika (Fachbegriffslisten), die als Grundlage für vertiefte computerlinguistische Untersuchungen nutzbar sind.

Theoretischer Hintergrund

Aus mathematikdidaktischen Studien mit Bezug zur Sprache im Fachunterricht geht eine Relevanz sprachlicher Fähigkeiten für die Leistungen Mathematiklernender hervor. Es zeigt sich, dass niedrigere sprachliche Kompetenzen mit niedrigeren Mathematikleistungen einhergehen (z. B. Prediger et al., 2018; Ufer et al., 2013). Erklärungen nehmen die fachsprachlichen Anforderungen im Unterricht in den Blick. Dabei wurde das Konzept eines schulischen Sprachregisters eingeführt (Schleppegrell, 2001), das komplexer als das alltägliche, aber einfacher als das spezifische technische Register der mathematischen Fachsprache ist (Prediger & Wessel, 2018).

Die Fachbegriffe als Teile solcher Register bilden gesammelt in Form von Lexika eine notwendige Ressource für computerlinguistische Analysen. Solche Analysen erlauben, Merkmale von Sprache im Mathematikunterricht differenziert zu untersuchen und angenommene Relevanzen, bspw. auf Unterrichtsqualität und mathematisches Lernen, zu prüfen. Bisherige Studien zu Fachbegriffen im Unterricht fanden überwiegend im Kontext von Lehrbuchanalysen statt (z. B. Besser et al., 2014; zsf. Härtig et al., 2015). Fachabhängig wurde die Anzahl der Fachbegriffe in Aufgaben, die Zugänglichkeit für das Verständnis der Lernenden oder die Fachwortdichte untersucht. In Physiklehrbüchern war eine sehr hohe Fachwortdichte (zsf. Härtig et al., 2015), in Politik hingegen eine sehr niedrige (Weißeno, 2013) zu beobachten. Weiter wurden verschiedene Taxonomien vorgeschlagen, etwa durch Unterscheidungen zwischen allgemeinen Wendungen der mathematischen

Unterrichtssprache, welche der Alltagssprache entnommen sein können, und expliziten Fachbegriffen (Maier & Schweiger, 2008). Bisher fehlen jedoch systematisch erarbeitete Lexika für spezifische Themen der Sekundarstufe.

Zielsetzung

Diese Arbeit erstrebt, (1) für das Themengebiet quadratische Gleichungen und Funktionen aus dem Mathematikunterricht der Sekundarstufe relevante Lexika zu erarbeiten, die zur genaueren Bestimmung von Merkmalen eines schulsprachlichen Registers in computerlinguistischen Analysen genutzt werden können und (2) zu beantworten, ob ein bereichsspezifisches Lexikon von einem allgemeineren mathematischen Lexikon abgrenzbar ist.

Methodische Umsetzung und Ergebnisse

Zur Erarbeitung der Lexika wurden zwölf verschiedene Schulbuchreihen der Sekundarstufe I und sechs Unterrichtstranskripte zum Thema quadratische Gleichungen und Funktionen herangezogen. In den Schulbüchern wurden alle zugehörigen Abschnitte selektiert. Die Transkripte stammen aus der deutschen TALIS-Video-Stichprobe (OECD, 2020). Sie wurden auf Basis der Ratings der Herkunftsstudie so ausgewählt, dass sie in Bezug auf sprachlich relevante Merkmale der Unterrichtsqualität (z. B. Diskurs-Qualität, Vorkommen von Anwendungsaufgaben) besonders unterschiedlich sind. Aus den Schulbuchabschnitten und den Transkripten wurden Fachbegriffe ohne Berücksichtigung der Wortart oder alltäglicher Zweitbedeutungen (z. B. Wurzel) manuell extrahiert.

Anschließend wurde geprüft, inwiefern diese Liste in unterschiedlich spezifische Lexika differenziert werden kann. Dazu wurde ein Kategoriensystem mit final drei Kategorien entwickelt: (a) allgemein-mathematisches Lexikon, (b) spezifisches Lexikon für den Bereich quadratische Gleichungen und Funktionen, (c) spezifisches Lexikon für andere mathematische Bereiche. Bevor diese Kategorien näher beschrieben werden konnten, wurde eine erste Codierung entlang der Oberbegriffe durchgeführt. Dazu wurde erst zwischen den bereichsspezifischen Kategorien quadratische Terme und Gleichungen (b1) und quadratische Funktionen (b2) unterschieden. Da beide Themengebiete in Deutschland jedoch gemeinsam unterrichtet werden (OECD, 2020), bot es sich an, die Kategorien zusammenzufassen. Bevor die Kategorien final definiert werden konnten, wurden im Zwischenschritt Doppelcodierungen angewendet. Im mehrschrittigen Abstimmungsprozess zwischen allen Coautorierenden konnten zunehmend Unschärfen beseitigt werden. Die genaue Formulierung der Kategorien erfolgte anschließend induktiv während eines erneuten Codings, so dass folgende Beschreibungen resultieren:

(a) Allgemein-mathematische Begriffe sind solche, die unabhängig vom Themengebiet typisch für Mathematikunterricht sind. Sie werden dadurch charakterisiert, dass sie aus normativer Sicht mathematischen Unterricht, nicht aber die Thematik der Stunde erkennen lassen. Beispiele sind *rechnen*, *Beweis* und *(ist) gleich*. Auch zählen Rechenoperationen (und zugehörige Begriffe), welche bis zum Abschluss der Orientierungsstufe (Ende 6. Klasse) erlernt wurden, in diese Kategorie (z.B. *plus*, *Multiplikation*, *Zähler* und *Drittel*). (b) Bereichsspezifische Begriffe für den Bereich quadratische Gleichungen und Funktionen identifizieren die Thematik der Unterrichtsstunde. In diese Kategorie fallen Begriffe, deren Wortbestandteile Term oder Gleichung sind, Rechenoperationen, welche das Niveau der Orientierungsstufe übersteigen (z.B. *potenzieren*, *Formel*, *Gleichsetzungsverfahren*) und Begriffe, die im Zusammenhang mit quadratischen Funktionen, Graphen oder dem Koordinatensystem stehen (z.B. *gestaucht*, *Abszisse*). (c) Unter spezifische Begriffe für andere mathematische Bereiche fallen jene Worte, welche zwar im Kontext von quadratischen Gleichungen und Funktionen relevant sind, jedoch in anderen mathematischen Bereichen wie Geometrie, Zahlbereich oder Statistik zu verorten sind (z.B. *Spiegelung*, *Meter*, *reelle Zahl*).

Auf Basis des finalen Kategoriensystems wurden 20 Begriffe zunächst gemeinsam durch zwei Raterinnen kodiert. Uneinigkeiten wurden im Gespräch ausgeräumt. Anschließend wurden auf Basis des finalen Kategoriensystems alle Einträge erneut kodiert, dabei ca. 35% der insgesamt 845 Wörter doppelt. Es ergab sich eine sehr gute Interrater-Übereinstimmung (Cohens $\kappa > .90$). Die finalen Lexika enthalten (a) 246, (b) 380 und (c) 219 Einträge.

Diskussion und Ausblick

In der berichteten Studie wurden auf Basis von Schulbuchanalysen und thematisch einschlägigen Unterrichtstranskripten drei verschiedene Lexika erarbeitet, die als Grundlage eines schulmathematischen Registers zum Thema quadratische Gleichungen und Funktionen verstanden werden können. Dabei konnten drei Kategorien definiert und verlässlich unterschieden werden.

Limitierende Faktoren sind, dass aufgrund des Analysefokus derzeit keine Aussagen über die in speziellen Büchern oder Unterrichtsstunden genutzten Fachbegriffe zu treffen sind. Zudem ist ein Vergleich der Größe der Lexika nicht sinnvoll, da das angewendete Vorgehen nur auf die Vollständigkeit des bereichsspezifischen Lexikons zielte, nicht aber auf die Vollständigkeit des allgemeinen und bereichsunspezifischen Lexikons. In letzteren wurden nur Worte gelistet, die im Korpus mit dem Fokusthema auftraten. Die ermittelten Lexika können nicht als normativ verstanden werden, was für die intendierte Nutzung auch nicht notwendig ist.

Auf Basis der entstandenen Lexika sollen nun im Projekt InQuaLex mittels computerlinguistischer Analysen erstmals Unterrichtsstunden auf sprachliche Merkmale untersucht werden. Erweisen sich diese innovativen Methoden als durchführbar, könnten Vergleiche in Bezug auf die Fachbegriffsnutzung mit anderen Merkmalen des Unterrichts in Zusammenhang gebracht werden. Dabei könnte geprüft werden, ob Unterricht verschiedener Lehrkräfte sich in Bezug auf die Fachworddichte unterscheidet und inwiefern solche Merkmale Unterrichtsqualität bedingen. Mit der Erstellung der Lexika wurde also ein notwendiger erster Schritt geleistet, um computerlinguistische Methoden für Fragestellungen mit klar fachlichem Bezug zu eröffnen.

Anmerkung Die Studie ist Teil des Projektes InQuaLex, einem Kooperationsprojekt von Forschenden der Universitäten Tübingen (Richard Göllner, Zarah Weiß), Jena (Anke Lindmeier) und Lüneburg (Dominik Leiß).

Literatur

- Besser, M., Richard, A., Linneweber-Lammerskitten, H. & Leiss, D. (2014). Texte lesen und verstehen, Lösungswege diskutieren: Das Schulbuch als zentrales Element mathematischen Kommunizierens? In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *BzMU 2014* (S. 169–172). WTM.
- Härtig, H., Bernholt, S., Prechtel, H. et al. (2015). Unterrichtssprache im Fachunterricht – Stand der Forschung und Forschungsperspektiven am Beispiel des Textverständnisses. *ZfDN*, 21, 55–67.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2003). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*.
- Kniffka, G. & Roelcke, T. (2016). *Fachsprachenvermittlung im Unterricht*. Schöningh.
- Maier, H. & Schweiger, F. (2008): *Mathematik und Sprache. Zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Mathematikunterricht*. Universität Klagenfurt.
- OECD (2020). *Global Teaching InSights: A Video Study of Teaching*. OECD.
- Prediger, S. & Wessel, L. (2018). Brauchen mehrsprachige Jugendliche eine andere fach- und sprachintegrierte Förderung als einsprachige? *ZfE*, 21(2), 361–382.
- Prediger, S., Wilhelm, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2018). Language proficiency and mathematics achievement. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 39(1), 1–26.
- Schleppegrell, M. J. (2001). Linguistic features of the language of schooling. *Linguistics and Education*, 12(4), 431–459.
- Ufer, S., Reiss, K. & Mehringer, V. (2013). Sprachstand, soziale Herkunft und Bilingualität: Effekte auf Facetten mathematischer Kompetenz. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach* (S. 185–201). Waxmann.
- Weißeno, G. (2013). Fachsprache in Schulbüchern für Politik/Sozialkunde - eine empirische Studie. In P. Massing & G. Weißeno (Hrsg.), *Demokratischer Verfassungsstaat und Politische Bildung* (S. 151–170). Wochenschau.