OBERBUCHER, Christoph
Graz

Sprachsensibilität bei Wettbewerbsaufgaben

Einleitung

Auf internationaler Ebene gibt es eine Vielzahl von Mathematikwettbewerben. Die Erstellung passender Aufgaben für länderübergreifende Wettbewerbe wie dem *Känguru der Mathematik* ist dabei eine Herausforderung, denn die ursprünglichen Aufgaben sind meist in englischer Sprache formuliert und werden dann durch die nationalen Organisationen in die jeweilige Landessprache übersetzt. Für den deutschsprachigen Raum gibt es zwei unabhängige Übersetzungen (Deutschland und Österreich) derselben Aufgaben. In diesem Zusammenhang stellt sich notwendigerweise die Frage nach möglichen Auswirkungen divergierender Übersetzungen auf eine potenzielle Veränderung des Schwierigkeitsgrades der gestellten Aufgaben, denn die Komplexität einer Aufgabenstellung wird durch sprachliche, numerische oder das Zusammenspiel beider genannter Faktoren bestimmt (Daroczy et al., 2015). Dies ist sowohl von Relevanz für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse, aber auch für mögliche Übersetzungen von Texten bzw. Aufgaben im Mathematikunterricht. Konkret soll folgende Forschungsfrage im Kontext des Kängurus der Mathematik beantwortet werden:

Welche Unterschiede manifestieren sich durch divergierende Aufgabenübersetzungen des Känguru-Wettbewerbes, welche die Komplexität beeinflussen können?

Methode

Für den Vergleich divergierender Übersetzungen wurden im Rahmen einer Masterarbeitsstudie Aufgaben aus den Jahren 2012 bis 2022 des Kängurus der Mathematik in Deutschland und Österreich gesichtet. Adäquate Aufgaben sind (i) auf mathematisch-inhaltlicher Ebene nahezu ident und (ii) weisen auf Ebene der Aufgabenstellung merkliche Unterschiede auf. Die beiden Aufgaben aus den verschiedenen Ländern wurden zu einem Aufgabenset zusammengefasst und anschließend im Rahmen einer evaluativen qualitativen Inhaltsanalyse analysiert. Das Resultat stellt ein System an Ordinalskalen dar, welches Eigenschaften/ Problemfelder divergierender Übersetzungen aufzeigen soll (Oberbucher, 2023).

Kategorisierung von Aufgaben des Kängurus der Mathematik

Für die Kategorisierung wurden bereits bekannte Kategorienschemata als Ausganspunkt gewählt (Cohors-Fresenborg et al., 2004; Jordan et al., 2006; Neubrand, 2002). Als Ergebnis ergibt sich ein System von sechs Kategorien,

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.
57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0

welche jeweils eine dreistufige Ordinalskala darstellen (siehe Tabelle 1). Es konnte gezeigt werden, dass sich Aufgabenpaare hinsichtlich der *sprachlogischen Komplexität*, der *kognitiven Komplexität*, der *Komplexität des Lösungsprozesses*, der Anwesenheit von *Hilfestellungen*, der Art des *mathematischen Modellierens* und der zur Lösung benötigten *Wissenseinheiten* unterscheiden (Oberbucher, 2023). Es ist hierbei wichtig zu erwähnen, dass die jeweiligen Kategorien nicht disjunkt zueinander sind, sondern durchaus Überschneidungen aufweisen können. Die Unterscheidungsmerkmale samt Beschreibung sind in Tabelle 1 ersichtlich.

Kategorie	**Beschreibung**
Sprachlogische Komplexität	Beschreibt die Anforderungen beim Erkennen und Verstehen von relevanten Informationen einer Aufgabe, bevor eine mathematische Bearbeitung erfolgt (Cohors-Fresenborg et al. 2004).
Kognitive Komplexität	Beschreibt die Anforderungen an Intensität und Vielschichtigkeit von Denkvorgängen beim Lösen einer Aufgabe (Cohors-Fresenborg et al. 2004).
Komplexität des Lösungsprozesses	Beschreibt die Anzahl fundamentaler Entscheidungen beim Lösungsprozess (Cohors-Fresenborg et al. 2004).
Hilfestellungen	Beschreibt das Vorhandensein von Hilfestellungen oder Elementen, welche den Verstehens- und Strukturierungsprozess erleichtern (Jordan et al., 2006).
Mathematisches Modellieren	Beschreibt den Grad des außermathematischen Modellierens (Jordan et al., 2006).
Wissenseinheiten	Beschreibt die Anzahl notwendiger Wissenseinheiten (Bohl et al., 2008) zur Lösung der Aufgabe

Tab. 1: Kategorien und Beschreibung

Beispiel: Analyse eines Aufgabensets

Die in Abbildung 1 dargestellten Aufgaben erfüllen die Kriterien (i) und (ii). Die *sprachlogische Komplexität* in der ersten Aufgabe (AUT) ist minimal, da die Satzstruktur einfache Haupt- und Nebensätze umfasst. In der zweiten Aufgabe (GER) besteht ebenfalls eine einfache Satzstruktur, jedoch weist sie im Gegensatz zur AUT-Aufgabe Informationen auf, die für den Lösungsprozess nicht unbedingt erforderlich sind, wie zum Beispiel die Aufenthaltsorte. Daher ist diese Aufgabe (GER) *sprachlogisch komplexer*. Darüber hinaus stellt die AUT-Aufgabe eine typische Umkehraufgabe dar. Bevor das bekannte Modell des arithmetischen Mittels angewendet werden kann, bedarf es einfacher Vorüberlegungen. Die GER-Aufgabe hingegen verlangt zudem

Das arithmetische Mittel von vier Zahlen ist 9. Wie lautet die vierte Zahl, wenn drei der Zahlen 5,9 und 12 sind? (A) 6 (B) 8 (C) 9 (D) 10 (E) 36
„Im letzten Jahr sind wir 4-mal verreist“, erzählt mein Großvater, „durchschnittlich 9 Tage habe ich ausgerechnet.“ Meine Großmutter erinnert sich: „12 Tage in Tirol, 5 Tage bei meiner Schwester, 9 Tage im Elsass und ein paar Tage auf Rügen.“ Wie lange waren meine Großeltern auf Rügen? (A) 8 Tage (B) 9 Tage (C) 10 Tage (D) 11 Tage (E) 12 Tage

Abb. 1: Wettbewerbsaufgaben der Kategorie Junior aus dem Jahr 2016 in Österreich (dunkel), AUT, (Känguru der Mathematik (AT), 2022) und Deutschland (hell), GER (Mathematikwettbewerb Känguru e.V., 2022)

eine Selektion von Informationen, sodass das passende mathematische Modell erst gefunden und anschließend angewendet werden kann. Auf Grund dieses Selektionsprozesses ist diese Aufgabe (GER) *kognitiv komplexer*.

In Bezug auf das *mathematische Modellieren* zeigt sich, dass die AUT-Aufgabe lediglich Übersetzungsprozesse innerhalb der Mathematik verlangt. Im Gegensatz dazu ist für die Bearbeitung der GER-Aufgabe außermathematisches Modellieren notwendig – die Verwendung des Modells liegt auf Grund des Wortes „durchschnittlich“ unmittelbar nahe. Aus diesem Grund kann die GER-Aufgabe auf Ebene des Modellierens als komplexer klassifiziert werden, da innermathematische Aufgaben keine Vereinfachungen bzw. Idealisierungen verlangen (Rellensmann & Schukajlow, 2017). Es gibt keine Unterschiede in Bezug auf den *Lösungsprozess*, mögliche *Hilfestellungen* und die erforderliche *Anzahl von Wissenseinheiten* zwischen den Aufgaben.

Diskussion und Ausblick

Diese Untersuchung synthetisiert und erweitert bekannte Forschungsergebnisse bezüglich der Aufgabengestaltung und überträgt sie auf Wettbewerbsaufgaben, um divergierende Übersetzungen und deren Auswirkungen auf die Komplexität einer Aufgabenstellung im Kontext von Wettbewerben zu untersuchen. Es konnte beispielhaft gezeigt werden, dass Aufgaben, die auf mathematischer Ebene sehr große Ähnlichkeiten haben, potenziell erhebliche bereichsspezifische Unterschiede in der auf theoretischer Ebene manifestierten Komplexität aufweisen können. In diesem Zusammenhang sei zu erwähnen, dass die Komplexität einer Aufgabenstellung individuell und vor allem vom Vorwissen abhängig ist (Schukajlow, 2011). Dadurch können

beispielsweise im Rahmen der Fachsprache formulierte Aufgaben, welche auf theoretischer Ebene als schwieriger gelten (Cummins, 2000), durchaus leichter zu lösen sein (Oberbucher, 2023). Das dargelegte Kategorisierungsschema könnte als Ausgangspunkt weiterer Untersuchungen dienen, um – unabhängig von Wettbewerbsaufgaben – die Übersetzungen von Aufgabenstellungen in multilingualen Kontexten zu untersuchen und derart die vielfältigen Aspekte einer Aufgabe aus verschiedenen Gesichtspunkten zu betrachten. Zudem könnte es im Sinne der Fairness von Wettbewerben ratsam sein, die Ähnlichkeit der Aufgabenstellungen in schriftsprachlich homogenen Sprachräumen zu maximieren.

Literatur

Bohl, T., Kleiknecht, M., Maier, U., Metz, K., Hoppe, H. & Drüke-Noe, C. (2008). *Kategoriensystem zur überfachlichen Aufgabenanalyse*. Institut für Erziehungswissenschaften - Universtität Tübingen.

Cohors-Fresenborg, E., Sjuts, J. & Sommer, N. (2004). Komplexität von Denkvorgängen und Formalisierung von Wissen. In M. Neubrand (Hrsg.), *Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland* (S. 109–138). Springer.

Cummins, J. (2000). Language, power, and pedagogy: Bilingual children in the crossfire (Bd. 23). *Multilingual matters*.

Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W. D. & Nuerk, H.-C. (2015). Word problems: a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in psychology, 06*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00348

Jordan, A., Ross, N., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M. & Kunter, M. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt*. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.

Känguru der Mathematik (AT). (2022). Aufgaben & Lösungen · Känguru der Mathematik. https://www.kaenguru.at/aufgaben.html

Mathematikwettbewerb Känguru e.V. (2022). Känguru der Mathematik e.V. - Aufgaben. https://www.mathe-kaenguru.de/chronik/aufgaben/index.html

Oberbucher, C. (2023) Eine qualitative Analyse von Aufgaben des Känguru-Wettbewerbes im D-A-CH Raum hinsichtlich Sprache und Kognition.

Rellensmann, J., Schukajlow, S. (2018). Do Students Enjoy Computing a Triangle's Side? Enjoyment and Boredom While Solving Problems with and Without a Connection to Reality from Students' and Pre-Service Teachers' Perspectives. *Journal für Mathematik-Didaktik, 39*. https://doi.org/10.1007/s13138-017-0123-y

Schukajlow, S. (2011). *Mathematisches modellieren (Bd. 6)*. Waxmann Verlag.