

## **Evaluation von sprachlichen Schwierigkeiten bei Mathematikaufgaben**

Zum Gewinn neuer Einsichten und Erkenntnisse in einem Lernprozess und der Mitteilungen von Empfindungen, Gedanken und Motivationen dient die Sprache als Verständigungsmedium. In der Verwendung der Sprache wird differenziert zwischen kognitiver Funktion und kommunikativer Funktion (Maier & Schweiger, 1999). Sprachanlässe in denen der Erkenntnisprozess im Vordergrund steht wird der kognitiven Funktion von Sprache zugeordnet. Affektiv dominierendes Verständigungsverhalten wird der kommunikativen Funktion zugeordnet. Die kognitive Funktion bedient dabei die Vermittlungsstrukturen im Lernprozess. So beispielsweise, wenn Lernende ihre Erkenntnisse teilen, dass zwei Dreiecke zueinander ähnlich sind, wenn sie in zwei Winkeln übereinstimmen. Bei der auf die Funktion orientierten Beschreibung von Sprache kommt es zu einer kommunikativen Funktion, wenn Lernende verschiedene Figuren in Gruppen von ähnlichen Figuren sortieren sollen. Beide Funktionen haben für den Mathematikunterricht eine zentrale Rolle und stellen für sich unterschiedliche Herausforderungen für eine didaktische Passung im Unterricht dar.

Sprache hat eine Funktion im Mathematikunterricht und besonders für Lernende mit geringen Sprachkompetenzen zeigen sich Herausforderungen mit der Fachsprache Mathematik. Prediger et al. (2015) zeigten, dass die Sprachkompetenz der wichtigste Hintergrundfaktor zur Erklärung von unterschiedlichen mathematischen Leistungen in den zentralen Prüfungen 10 (NRW) ist. Für Leistungsstudien aber auch für eine Passung von Voraussetzungen der Lernenden und des Lernmediums ergibt sich das Bedürfnis einer Manipulation von mathematischen Textaufgaben zur Reduktion von sprachlichen Hürden. Für verschiedene Studien zeigte sich ein differenziertes Bild über die Effektivität von linguistisch vereinfachten Mathematikitems (Haag, Heppt, Roppelt, & Stanat, 2015). Leiss, Domenech, Ehmke, and Schwippert (2017) reduzierten die sprachliche Komplexität von Mathematikitems über ein heuristisches Modell, dabei wurden die sprachlich weniger komplexen Items nicht mit einer höheren Wahrscheinlichkeit gelöst.

### **1. Forschungsfrage**

Wie dargestellt ergibt sich aus der Relevanz von Sprache für den Mathematikunterricht und der noch unzureichenden Erkenntnis von möglichen

sprachlichen Manipulationsmöglichkeiten von Aufgaben, folgende Forschungsinteresse: Die Konzeption eines empirischen Modells zur Bestimmung sprachlicher Schwierigkeiten von Textaufgaben.

Das Forschungsinteresse und Fragestellungen zur Kategorisierung, Beziehung und zur Modellbildung werden im Projekt „Evaluation of Linguistic Features in Mathematics“ (ELFMa) untersucht.

## 2. Klassifikation von Fachsprache

In der didaktischen Literatur wird zur Unterscheidung der Sprachdifferenzierungen der Begriff des Registers verwendet. Der Begriff des Registers differenziert die Sprache auf seiner funktionalen Varietät, daher ein Register ist spezifisch auf die Funktion und Verwendung von Sprache (Halliday, 1975). Eine wichtigste Unterscheidung aus mathematikdidaktischer Perspektive findet in der Definition des Registers bei Halliday (1975) statt, Register verwenden die natürliche Sprache, die im Falle der Mathematik, nicht die Mathematik selbst ist. Diese Unterscheidung ist zentrales Element der Objekt-Namen-Unterscheidungen denen Lernende oft schwer fällt (Freudenthal, 1973). Im Allgemeinen werden drei verschiedene Register unterschieden das alltagssprachliche Register, das bildungssprachliche Register und das fachsprachliche Register. Das verwendete Registermodell in Abbildung 1 und die Zuordnung einzelner linguistischer Einheiten bildet die Grundlage für die empirische Untersuchung.



Abbildung 1: Registermodell der Zuordnung einzelner linguistischer Einheiten zu verschiedenen Registern

Neben dem Register ist eine weitere mögliche Strukturierungsebene die des sprachlichen Genre (Martin, 1984). Im Vergleich zum Register, beschreibt das Genre die Verwendung und die Funktion in einem kulturellen Kontext,

wobei Unterricht als spezieller kultureller Kontext verstanden werden kann. So wird im Mathematikunterricht nicht nur das mathematische fachsprachliche Register verwendet und die damit häufig auftretende linguistische Strukturen. Die Verwendung der sprachlichen Strukturen ist situationsspezifisch implizit bzw. explizit, die funktional gegebenenfalls verschiedenen Register zugeordnet werden würden. So kann die Alltagssprache zur Beschreibung der Änderung des Flächeninhalts eines Rechtecks bei Verdoppelung der Seitenlängen dienen. Dies gilt sowohl für dialogische, produktive aber auch rezeptive Momente im Mathematikunterricht.

### **3. Methode**

Zur Modellbildung dient das theoretische Konstrukt des Genres, welches das Auftreten von verschiedenen sprachlichen Strukturen beschreibt. Der erste Schritt der empirischen Analyse ist eine Zusammenhangsuntersuchung über korrelative Beziehung verschiedener linguistischen Einheiten. Dies wird umgesetzt mittels einer Hauptkomponentenanalyse (HCA).

### **3. Ergebnisse**

Als Stichprobe dienen 302 verschiedene Textaufgaben aus Schulbüchern der Sekundarstufe I und eines Teilsamples des Projekts zur Analyse der Leistungsentwicklung in Mathematik (PALMA) (vom Hofe, Kleine, Wartha, Blum, & Pekrun, 2005). Die Voraussetzungen für eine PCA wurden erfüllt ( $\chi^2 = 886,581$ ,  $p < 0,01$ ). Die verwendeten Variablen zeigten ebenfalls eine gute Passung für eine HCA (Overall MSA = 0,79).

Mittels Kaiser-Kriterium und Parallel-Analyse wurde die Anzahl der Faktoren ermittelt. Das Kaiser-Kriterium ergab eine 6-Faktorlösung, die Parallel-Analyse eine 4-Faktorlösung. Da das Ziel des Projektes ist ein ökonomisches Modell zu entwickeln, wird im Folgenden nur auf das 4-Faktoren-Modell eingegangen.

Für die HCA gilt eine gewichtete Linearkombination. Die Gewichtung wird als Ladung bezeichnet und stellt die korrelative Beziehung zwischen der Variable und des Faktors dar. Über die Höhe der Ladungen können hypothesengenerierend die Faktoren bezeichnet werden. Die Bezeichnung aller Faktoren ist an Freudenthal (1973) orientiert und seiner Unterscheidung zwischen intentionaler und extensionaler Begriffsbeschreibung.

Der erste Faktor ist bestimmt durch hohe Ladungen im Bereich des alltags sprachlichen Registers und wird als alltagssprachlich intentional bezeichnet. Der zweite Faktor zeichnet sich durch Ladungen von Einheiten des bildungssprachlichen Registers aus und wird als bildungssprachlich extensional klas-

sifiziert. Der dritte Faktor lädt auf prototypische Elemente des mathematischen Registers hoch und wird als algebraisch-fachsprachlich extensional bezeichnet. Darstellende Elemente sind besonders relevant für den vierten Faktor, der klassifiziert wird als darstellend extensional.

Die über die HCA ermittelten sprachlichen Strukturen dienen als weitere Untersuchungseinheit zur Ermittlung von sprachlichen Schwierigkeiten bei Mathematikaufgaben. Neben der Schwierigkeitsanalyse ist weiteres Ziel der Aufbau eines mathematikdidaktisch orientierten Modells zur Sprachbildung im Fach.

## Literatur

- Freudenthal, H. (1973). *Mathematik als pädagogische Aufgabe*. Stuttgart: Klett.
- Haag, N., Heppt, B., Roppelt, A., & Stanat, P. (2015). Linguistic simplification of mathematics items: effects for language minority students in Germany. *European Journal of Psychology of Education*, 30, 145-167.
- Halliday, M. A. K. (1975). Some Aspects of Sociolinguistics. *Interactions between Linguistics and Mathematical Education* (pp. 64-73). Paris: UNESCO.
- Leiss, D., Domenech, M., Ehmke, T., & Schwippert, K. (2017). *Schwer – schwierig – diffizil: Zum Einfluss sprachlicher Komplexität von Aufgaben auf fachliche Leistungen in der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Maier, H., & Schweiger, F. (1999). *Mathematik und Sprache. Zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Mathematikunterricht* (Vol. 4). Wien: öbv&hpt.
- Martin, J. R. (1984). Language, Register and Genre. In F. Christie (Hrsg.), *Language Studies: Children Writing* (S. 21-30). Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- 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, 77-104.
- vom Hofe, R., Kleine, M., Wartha, S., Blum, W., & Pekrun, R. (2005). On the Role of "Grundvorstellungen" for the Development of Mathematical Literacy – First Results of the Longitudinal Study PALMA. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 4(2), 67-84.