

## **Konfiguration von Textmerkmalen als Ansatz zur Bestimmung der textuellen Schwierigkeit von Mathematikaufgaben**

### **1. Einleitung**

Der Einfluss der Sprache ist für mathematische Lehr-Lernprozesse einer der bedeutsamsten Indikatoren; durch Migration und soziokulturelle Veränderungen hat er nochmals an Aktualität gewonnen.

Im theoretischen Teil wird zum einen aufgezeigt, welche Relevanz die sprachlichen Anforderungen von mathematischen Textaufgaben haben, zum anderen, die Rolle der Bildungssprache und Fachsprache als Sprachvariationen skizziert. Aus dieser Perspektive werden für den empirischen Teil die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse präsentiert und eine Interpretation der Faktoren beschrieben.

### **2. Theoretischer Rahmen**

Neben den fachlichen Anforderungen mathematischer Aufgaben sind sprachliche Anforderungen ein Faktor, der die Komplexität von Mathematikaufgaben mitbestimmt (Abedi & Lord, 2001). Erklärungsansätze sind zum einen, dass insbesondere sachbezogene Aufgaben spezifischen Vorkenntnisse abfragen, zum anderen, dass die grammatikalischen und lexikalischen Elemente, die in Mathematikaufgaben vorkommen, wichtige Indikatoren für die Schwierigkeit von sprachlichen Strukturen sind (Abedi & Lord, 2001).

Die Bildungssprache und Fachsprache sind theoretische Konstrukte, die erklärungsstark bezüglich sprachlicher Anforderungen bei Mathematikaufgaben sind (Maier & Schweiger, 1999; Morek & Heller, 2012; Prediger, Wilhelm, Büchter, Gürsoy, & Benholz, 2015). Beide können über einen systemisch funktionalen Ansatz als Register beschrieben werden. Die systemisch funktionale linguistische Theorie beschreibt, theoretisiert und analysiert Sprache im Hinblick auf ihre Bedeutung innerhalb eines Umfeldes (Eggs, 2004). Jede Benutzung von Sprache hat einen spezifischen Kontext der Verwendung, dieser wird als Kontext der Situation beschrieben (Halliday & Hasan, 1989). Das Konzept des Registers soll die Variation von Sprache in der Veränderung von Situationen darstellen. Register variieren entsprechend der Nutzung und tendieren dabei auch innerhalb der Semantik zu variieren, insbesondere in der Grammatik und dem Vokabular (Morek & Heller, 2012). Aus dieser Tendenz ergeben sich auf textlicher Einzelfallebene kontextuelle Konfigurationen (Halliday & Hasan, 1989). Texte des

bildungssprachlichen Registers stellen damit kontextuelle Konfiguration dar, die innerhalb des Registers eine systemische Wahrscheinlichkeit für spezifische Konfigurationen zeigen (Halliday, 2014).

Registervariablen	Field	Mode			Tenor	
Typische Situationen der Sprachnutzung	Spezielle Situationen	Geschriebene Sprache	Gesprochene Sprache	Relatoren	Informell	Formell
Textuelle Merkmale	Math. Begriffe, Symbole, Ziffern, Darstellungen	Komposita, lexikalische Dichte, Synonyme, Passiv	Füllwörter, Perfekt	Präpositionen, Konjunktionen	Modalverben	Nominalisierung, propositionale Dichte, seltene Wörter, unpersönliche Sprache

**Tab. 1:** Zuordnung von textuellen Merkmalen zu Registervariablen

Zur Beschreibung dieses Kontextes werden die drei Registervariablen Tenor, Mode und Field verwendet (Halliday & Hasan, 1989). Daraus kann abgeleitet werden, dass sich bei Änderung des Kontextes die Sprache verändert, die verwendet wird. Eggins (2004) ordnet den verschiedenen Registervariablen spezifischen Situationen und charakteristischen sprachliche Eigenschaften zu. Im Hinblick auf die zentrale Bedeutung von bildungs- und fachsprachlichem Register, scheint die Bestimmung von systematischer Variation spezifischer Variablen, definiert als textuelle Konfigurationen, für die Bildungs- und Fachsprache, als Ansatzpunkt zur Bestimmung von sprachlichen Anforderungen vielversprechend. Dieses Modell soll im Vergleich zu bisherigen Ansätzen die Möglichkeit bieten die dimensionale Struktur zu nutzen, um Aufgaben gezielter über die Kenntnisse der Schwierigkeit der einzelnen Dimensionen und der spezifischen textuellen Variation zu modifizieren. Daraus ergibt sich die nachfolgende Fragestellung.

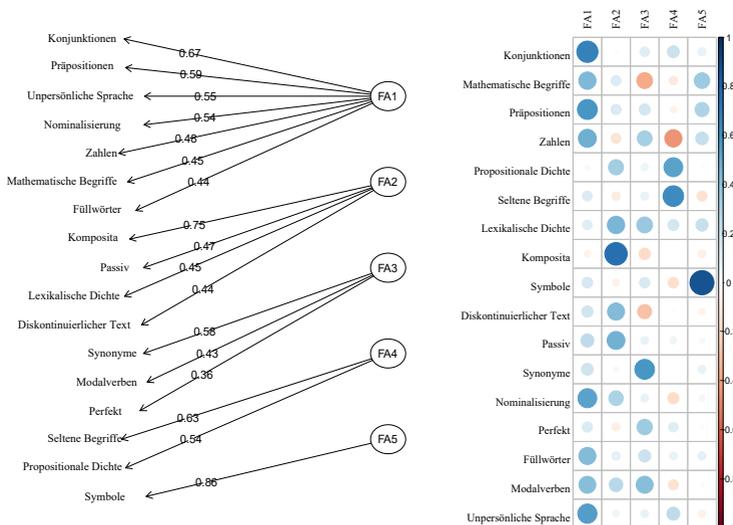
### 3. Fragestellung

Welche charakteristischen Dimensionen lassen sich extrahieren und interpretieren, auf denen die unterschiedlichen textuellen Merkmale variieren?

### 4. Methode und Ergebnisse

Als Grundlagenkorpus zur Analyse wurden  $n=348$  Mathematikaufgaben verwendet, die aus unterschiedlichen Lehrwerken der Sekundarstufe I stammen. In diesem Korpus wurden 17 Textmerkmale quantitativ bestimmt. Für 14 Variablen wurde die Häufigkeit des Auftretens in den Textaufgaben

abgezählt (diskrete Messwerte). Für die Variablen *seltene Begriffe*, lexikalische *Dichte*, *Komposita* und *proportionale Dichte* werden weiterführende Methoden zur Bestimmung verwendet (kontinuierliche Messwerte). Zur Feststellung der textuellen Konfigurationen wird eine explorative Faktorenanalyse verwendet. Dieser Ansatz orientiert sich an den multidimensionalen Analysen von Biber (2006). Als Extraktionsmethode wird eine Hauptachsmethode verwendet mit einer Varimax-Rotation.



**Abb. 1:** Reduziertes Faktoren-Diagramm und Korrelations-Diagramm

Die aus der Theorie abgeleiteten Zuordnung von Registervariablen und textuellen Variablen in Tab. 1 und den empirischen Ergebnissen in Abb. 1 und Tab. 2, erlaubt eine Interpretation der Faktoren.

Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Konjunktionen (0.67)	Komposita (0.75)	Synonyme (0.58)	Seltene Begriffe (0.63)	Symbole (0.86)
Präpositionen (0.59)	Passiv (0.47)	Modalverben (0.43)	Propositionale Dichte (0.54)	Mathematisch Begriffe (0.36)
Unpersönliche Sprache (0.55)	Lexikalische Dichte (0.45)	Lexikalische Dichte (0.38)	Unpersönliche Sprache (0.25)	Präpositionen (0.30)
Nominalisierung (0.54)	Diskontinuierlicher Text (0.44)	Mathematische Begriffe (-0.38)	Ziffern (-0.44)	Zahlen (0.24)

**Tab. 2:** Die Variablen mit den vier höchsten Ladungen auf den Faktoren

Wie in Abb. 1 zu erkennen, ergeben sich für die Faktorenanalyse zwei Faktoren mit Einfachstruktur. Dies betrifft Faktor 4 und Faktor 5. Mit zusätzlicher Hinzunahme der anderen spezifischen Ladungen für die Interpretation wird Faktor 4 als formelle textuelle Konfigurationen und Faktor 5 als mathematische textuelle Konfigurationen bezeichnet. Wie bei der Charakterisierung der Faktoren 4 und 5 zu erkennen, wird die Zuordnung zu den typischen Situationen der Sprachnutzung zur Bezeichnung verwendet. Dieses Vorgehen wird bei den anderen Faktoren ebenfalls durchgeführt. Faktor 3 wird aufgrund der charakteristischen Ladungen als informell geschriebene textuelle Konfiguration bezeichnet. Zur zielgerichteten Bezeichnung für Faktor 1 und Faktor 2 ist es nötig, eine theoretisch feinere Struktur einzuführen, welche an dieser Stelle nicht vertieft werden kann (Halliday, 2014). So referieren visuelle Darstellungen, worunter alle mathematischen Darstellungen subsummiert sind, auf materielle und experimentelle Prozesstypen und algebraische und numerische auf mentale und relationale Prozesstypen. Dementsprechend wird Faktor 2 aufgrund der Faktorenladungen als geschrieben diskontinuierliche textuelle Konfiguration und Faktor 1 als formelle relationale mathematische textuelle Konfiguration bezeichnet.

## 5. Ausblick

Die in der Faktorenanalyse extrahierten Faktoren sollen in nachfolgenden Analysen verwendet werden, um zu prüfen welchen Einfluss die Faktoren auf die Lösungshäufigkeit von Mathematikaufgaben zeigen. Daraus abgeleitet soll ein Modell zu rezeptiven Schwierigkeiten von Mathematikaufgaben.

## Literatur

- Abedi, J., & Lord, C. (2001). The language factor in mathematics tests. *Applied Measurement in Education*, 14(3), 219-234.
- Biber, D. (2006). Dimensions of register variation. A cross-linguistic comparison. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eggins, S. (2004). An introduction to systemic functional linguistics (2 ed.). London: Continuum.
- Halliday, M. A. K. (2014). *Halliday's introduction to functional grammar* (fourth ed.). London: Routledge.
- Halliday, M. A. K., & Hasan, R. (1989). Language, context, and text: Aspects of language in a social-semiotic perspective. Oxford: Oxford University Press.
- Maier, H., & Schweiger, F. (1999). Mathematik und Sprache. Zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Mathematikunterricht (Vol. 4). Wien: öbv&hpt.
- Morek, M., & Heller, V. (2012). Bildungssprache – Kommunikative, epistemische, soziale und interaktive Aspekte ihres Gebrauchs. *Zeitschrift für angewandte Linguistik*, 57(1), 67-101.
- 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 Mathematikdidaktik*, 36, 77-104.