

Der Zusammenhang von Funktionalem Denken und sprachlichen Fähigkeiten

Funktionale Zusammenhänge sind ein entscheidender Bestandteil des Mathematikunterrichts. Unabhängig von der Jahrgangsstufe müssen Schülerinnen und Schüler (SuS) implizit oder explizit auftretende funktionale Zusammenhänge erkennen, verwenden und auch immer wieder beschreiben und in Worte fassen. Hierzu ist es zum einen notwendig, dass SuS über ein angemessenes Funktionales Denken (FD) verfügen. Dieses ermöglicht ihnen den adäquaten Zugang zu funktionalen Zusammenhängen. Um die verbale Beschreibung funktionaler Zusammenhänge leisten zu können, müssen SuS zum anderen aber auch auf die notwendigen sprachlichen Fähigkeiten zugreifen können. Ob ein Zusammenhang zwischen den sprachlichen Fähigkeiten von SuS und ihrem FD beim Beschreiben funktionaler Zusammenhänge besteht, wird daher im Rahmen dieses Projekts untersucht.

1. Funktionales Denken und Bildungssprache

FD wird beschrieben mittels der drei Aspekte Zuordnung, Änderungsverhalten und Funktion als Objekt (Vollrath, 1989). Das Durchdringen dieser Aspekte zeigt sich in den Fähigkeiten der SuS, die verschiedenen Repräsentationsformen eines funktionalen Zusammenhangs (Graph, Tabelle, Funktionsvorschrift oder situative Beschreibung) verwenden, diese interpretieren und insbesondere zwischen ihnen wechseln zu können. Mit Blick auf den Aspekt der Zuordnung ist es z. B. erforderlich, mittels der verschiedenen Repräsentationsformen ein Wertepaar des funktionalen Zusammenhangs zu vervollständigen. SuS müssen dazu eine „wenn – dann Beziehung“ (konditional) erkennen. Im Rahmen des Änderungsverhaltens sollten SuS in der Lage sein, anhand der Repräsentationsformen Aussagen über die Änderung der unabhängigen und unabhängigen Variablen in Abhängigkeit voneinander zu treffen und diese zu deuten. So folgt aus unterschiedlichen Steigungen zweier Graphen im entsprechenden Kontext ein stärkeres Wachstum eines der beschriebenen Zusammenhänge. Neben der erneut konditionalen Beziehung zwischen den voneinander abhängigen Änderungen der Variablen wird für SuS auch eine kausale Beziehung (weil) zwischen Steigung und Deutung deutlich. Um den Objekt-Aspekt zu erfassen, sollten SuS erkennen, dass man z. B. durch Veränderung eines Parameters der Funktionsgleichung eine Änderung im Graphen erzeugen kann (vgl. vom Hofe, 2004). Erneut spielen konditionale und kausale Beziehungen eine Rolle. Denn sowohl *wenn* als auch *weil* die Änderung eines Parameters erfolgt, ergibt sich die Änderung des zugehörigen Graphen. Werden SuS nun durch entsprechende Aufgaben

zu funktionalen Zusammenhängen dazu aufgefordert, ihren Lösungsweg zu verbalisieren, zu erklären bzw. zu begründen, liegt die Vermutung nahe, dass sich auf sprachlicher Ebene die zum Verständnis notwendigen Elemente (z. B. konditionale und kausale Beziehungen) zeigen. Es lässt sich daher vermuten, dass zwischen der Fähigkeit des FD, das zur Beschreibung eines funktionalen Zusammenhangs notwendig ist, und den sprachlichen Fähigkeiten der SuS, die bei der Bearbeitung entsprechender Aufgaben zum Einsatz kommen, ein positiver Zusammenhang besteht. Sprachliche Fähigkeiten werden dabei mittels der Merkmale von Bildungssprache gefasst. Der Begriff der Bildungssprache geht auf Habermas (1977) zurück und ist von der Alltagssprache abzugrenzen. Er umfasst jene Sprache, mit der SuS im Unterricht konfrontiert werden (Meyer und Prediger, 2012). Gogolin und Duarte (2016, S. 489 - 491) stellen lexikalische, morpho-syntaktische und diskursive Elemente zusammen, die Bildungssprache klassifizieren. Dazu zählen z. B. die Verwendung von Fachwörtern und adverbialen Konstruktionen, die zu Textkomplexität und -dichte führen. Auf syntaktischer Ebene ergibt sich eine Untergliederung in z. B. einfache Hauptsätze, Parataxen und Hypotaxen (Ortner, 2009). Auf Bildungssprache ausgerichtete Texte zielen in der Regel auf Beschreiben, Erklären und Vergleichen ab (Hepp et al., 2012).

2. Methode

Grundlage der Untersuchung waren schriftlich vorliegende Schülerantworten (Jahrgangsstufe 6, N = 234) aus einer Interventionsstudie zur Förderung des FD (Lichti und Roth, 2018) zu folgender Aufgabe (siehe Abbildung 1). Es wurde erwartet, dass die SuS den Verlauf des Graphen mittels entsprechender syntaktischer Konstruktionen und unter Verwendung der vorgegebenen Begriffe beantworteten.

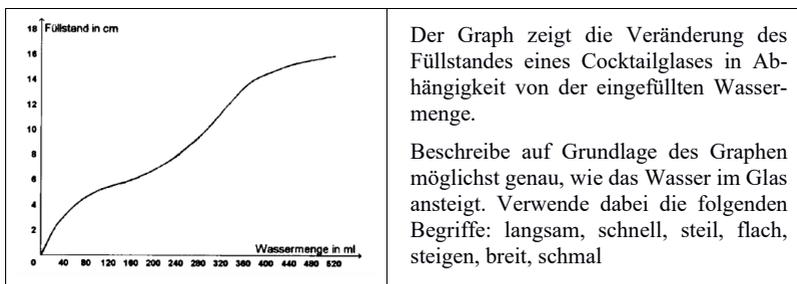


Abb. 1: Aufgabe zur Beschreibung eines funktionalen Zusammenhangs

Mit Fokus auf die Kriterien von Bildungssprache wurde induktiv (Mayring, 2010) auf Grundlage der Schülerantworten ein Kategoriensystem entwickelt, um die deutlich zutage tretenden Aspekte von Bildungssprache, die bei

der Lösung der Aufgabe durch die SuS Verwendung fanden, zu erfassen. Des Weiteren wurde eine Rangfolge der verschiedenen Kategorien hinsichtlich ihrer sprachlichen Komplexität erstellt, die mit einer Gewichtung der einzelnen Kategorien einherging (Tabelle 1). Es folgte die Kodierung.

<i>Kategorie</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>SuS-Beispiel</i>	<i>Wert</i>
Begriffe	Aufzählen geforderter Begriffe	Langsam, schnell, steigen	1
Einfache HS	Formulieren eines HS.	Das Wasser steigt schnell.	2
Parataxen	Formulieren eines beigeordneten Satzes, Verknüpfung mit entsprechender Konjunktion oder Komma.	In der Mitte steigt es schnell <i>und</i> oben wird es langsamer.	3
Hypotaxen	Formulieren eines untergeordneten Nebensatzes mit entsprechender Nebensatzeinleitung.	Das Wasser steigt langsam, <i>weil</i> das Glas breiter ist.	4

Anmerkung: HS: Hauptsatz, SuS: Schülerinnen und Schüler

Tab. 1: Kodiersystem zur Bestimmung der sprachlichen Fähigkeit

Basierend auf der Anzahl der einzelnen Kategorien und deren Gewichtung (siehe *Wert* in Tab. 1) wurde für alle SuS ein Wert *sprachliche Fähigkeit* (SF) aus dem Intervall $[0, 20]$ bestimmt. Des Weiteren wurde ermittelt, wie viele der in der Aufgabe vorgegebenen Begriffe die SuS in ihrer Antwort tatsächlich verwendeten. Hieraus ergab sich ein Wert für *Verwendung* (VW) aus dem Intervall $[0,7]$. Dieser Wert kann ebenfalls in Teilen als Indiz für sprachliche Fähigkeiten dienen, da er verdeutlicht, ob mit vorgegebenen, als bildungssprachlich und fachlich zu bezeichnenden Begriffen gearbeitet werden kann. Im Rahmen der Studie, aus der die Schülerantworten stammten, wurde allen SuS basierend auf einem entsprechenden Test (Lichti, 2019) ein Fähigkeitswert FD zugewiesen. Um einen Zusammenhang von sprachlicher Fähigkeit und FD zu identifizieren, wurden Korrelationen (Spearman mangels Normalverteilung von SF und VW) von FD und SF sowie FD und VW bestimmt.

3. Ergebnisse

Es findet sich mit $\rho_{FD-VW} = .24^{***}$ ($S = 1624600$, $p < .001$) eine kleine Korrelation zwischen der Verwendung der vorgegebenen Begriffe und der Fähigkeit des FD. Außerdem liegt eine beinahe mittlere Korrelation $\rho_{FD-FS} = .29^{***}$ ($S = 1512600$, $p < .001$) zwischen den sprachlichen Fähigkeiten und dem FD der SuS vor.

4. Diskussion

Die Ergebnisse ($\rho_{\text{FD-VW}} = .24^{***}$, $\rho_{\text{FD-FS}} = .29^{***}$) liefern erste Indizien dafür, dass in Jahrgangsstufe 6 ein Zusammenhang zwischen den sprachlichen Fähigkeiten der SuS und ihrem FD besteht. Da sich die sprachlichen Fähigkeiten im Anschluss an Klasse 6 deutlich weiterentwickeln sollten, ist von einer Zunahme des Zusammenhangs über die Zeit auszugehen. Eine entsprechende Untersuchung auch in höheren Jahrgangsstufen sollte durchgeführt werden. Ob nun FD Einfluss auf die sprachlichen Fähigkeiten hat oder diese auf das FD, lässt sich an dieser Stelle nicht vermuten. Trotzdem scheint es sinnvoll, von SuS vermehrt die Beschreibung funktionaler Zusammenhänge zu verlangen und dabei besonders auf eine adäquate sprachliche Ausführung zu achten. Gegebenenfalls lässt sich auf diese Weise positiv Einfluss auf die Entwicklung des FD nehmen.

Literatur

- Gogolin, I. & Duarte, J. (2016). Bildungssprache. In J. Kilian, N. Brouer, D. Lüttenberg (Hrsg.), *Handbuch Sprache in der Bildung* Band 21. De Gruyter, S. 478-499.
- Herbermas, J. (1977). Umgangssprache – Bildungssprache – Wissenschaftssprache. In *Kleine politische Schriften, I-IV* (S. 340-363). Frankfurt: Suhrkamp
- Heppt, B., Dragon, N., Berendes, K., Stanat, P., Weinert, S. (2012). Beherrschung von Bildungssprache bei Kindern im Grundschulalter. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*, 3, 349-356.
- Lichti, M. (2019). *Funktionales Denken fördern. Experimentieren mit gegenständlichen Materialien oder Computer-Simulationen*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Lichti, M. & Roth, J. (2018). How to foster functional thinking in learning environments using computer-based simulations or real materials. *Journal for STEM Education Research*. <https://doi.org/10.1007/s41979-018-0007-1>.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 601-613). Wiesbaden: Springer.
- Meyer, M. & Prediger, S. (2012). Sprachenvielfalt im Mathematikunterricht - Herausforderungen, Chancen und Förderansätze. *PM*, 54(45), 2-9.
- Ortner, H. (2009). Rhetorisch stilistische Eigenschaften der Bildungssprache. In Fix, U.; Gardt, A.; Knape, J. (Hrsg.): *Rhetorik und Stilistik*. S. 2227-2240.
- vom Hofe, R. (2004). "Jetzt müssen wir das Ding noch stauchen!". *Der Mathematikunterricht*, 50(6), 46–56.
- Vollrath, H.-J. (1989). Funktionales Denken. *Journal für Mathematikdidaktik*. (10), 3–37.