

Digitale Lernumgebung zur Darstellungsvernetzung bei der Bearbeitung multiplikativer Textaufgaben

Die Bearbeitung von Textaufgaben stellt eine bedeutsame Aufgabe im Mathematikunterricht dar (Verschaffel et al., 2020), jedoch sind sie für viele Lernende mit einem hohen Anspruch und vielfältigen Hürden im Bearbeitungsprozess verbunden (Schukajlow, 2011). Vor allem der Schritt der Mathematisierung gilt als herausfordernd im Bearbeitungsprozess (Galbraith & Stillman, 2006), denn das Aufstellen von Multiplikationstermen ist aufgrund der fehlenden Anschaulichkeit mit einem hohen Abstraktionsanspruch verknüpft (Kuhnke, 2013).

Bildliche Darstellungen können bei der Bearbeitung von Textaufgaben eine Lernhilfe darstellen, da sie „das Erkennen der mathematischen Struktur einer Aufgabe und damit das Erstellen eines mathematischen Modells zur Lösungsfindung erleichtern“ (Bongartz & Verboom, 2012, S.31). Empirische Ergebnisse zeigen, dass bildliche Darstellungen, insbesondere das selbstständige Erstellen von schematischen Darstellungen, die Bearbeitung von Textaufgaben positiv beeinflussen (z. B. Boonen et al., 2014; Fagnant & Vlassis, 2013). Eine Darstellung wird als schematisch bezeichnet, wenn alle relevanten Objekte und Beziehungen für die Lösung der Textaufgabe abgebildet werden (Hegarty & Kozhevnikov, 1999). Jedoch erstellen Lernende selten eigenständig analoge, schematische Darstellungen (Ott, 2016).

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse, der Cognitive Load Theory, die besagt, dass das Arbeitsgedächtnis eine begrenzte Kapazität aufweist und effektives Lernen durch eine Reduktion der kognitiven Belastung erreicht werden kann (Sweller, 2005), und ausgewählter mathematikdidaktischer Potentiale wurde eine digitale Lernumgebung zur Bearbeitung multiplikativer Textaufgaben entwickelt. In dieser digitalen Lernumgebung werden verschiedene Darstellungsformen vernetzt, um Schwierigkeiten bei den Übersetzungsprozessen entgegenzuwirken (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015). Für das Erstellen einer schematischen Darstellung werden Strukturierungshilfen bereitgestellt und unterschiedliche Funktionen werden integriert, durch die mentale Operationen digital umgesetzt werden können (Walter, 2018). Da keine empirischen Ergebnisse zum Einsatz digitaler Medien zur Unterstützung des Mathematisierungsprozesses multiplikativer Textaufgaben vorliegen, wird in diesem Disserationsprojekt sowohl die Entwicklung als auch die Erforschung einer digitalen Lernumgebung mit einem durch Darstellungsvernet-

zung angeregt, verstehensorientierten Zugang zu multiplikativen Textaufgaben angestrebt. Mit dem Fokus auf die Ebene der Lernprozesse werden Gelingensbedingungen und Hürden im Lernprozess aufgedeckt. Befunde zum Zusammenhang zwischen der Vernetzung von verbalen und bildlichen Darstellungen, dem Erstellen eines Lösungsbildes und dem Bearbeitungserfolg der Textaufgabe werden auf der Theorieebene herausgearbeitet.

Diese Ziele sind vereinbar mit dem methodischen Vorgehen der fachdidaktischen Entwicklungsforschung (Hußmann et al., 2013): Zuerst wird der Lerngegenstand *multiplikative Textaufgaben* spezifiziert und strukturiert, daraufhin wird das Design in Form der Aufgaben und Funktionen in der digitalen Lernumgebung entwickelt und dieses in Laborsettings erprobt. Anschließend werden Veränderungen am Design vorgenommen und lokale Theorien zum Zusammenhang zwischen der Darstellungsvernetzung und dem Bearbeitungserfolg weiterentwickelt. Es handelt sich um zyklisch aufeinander aufbauende Designexperimente.

Eine Textaufgabe, welche ausgewählte schwierigkeitsgenerierende Merkmale berücksichtigt, bildet die Grundlage für die in der digitalen Lernumgebung integrierten Aufgaben (vgl. Abb. 1).

Im Pinguingehege leben zurzeit 5 Pinguinkinder und 7 erwachsene Pinguine. Zu ihrer Nahrung gehören Fische und Krebse. Im Gehege bekommt jeder Pinguin von dem Tierpfleger 3 Krebse. Außerdem plant der Pfleger pro Pinguinkind 4 Fische und pro erwachsenen Pinguin 5 Fische. Morgen steht ein Umzug an, denn 4 erwachsene Pinguine ziehen in einen anderen Zoo um.

Wie viele Fische muss der Pfleger ab morgen für seine Pinguine einplanen?




Abbildung 1: Textaufgabe in digitaler Lernumgebung

Die Aufgaben und Funktionen wurden nach den Design-Prinzipien *Verstehensorientierung* und *Darstellungsvernetzung* entwickelt. Die Lernende beginnen den Bearbeitungsprozess mit dem Ausfüllen eines Wortspeichers und einer verbalen Strukturierungshilfe, in der die mathematisch relevante Beziehung ausgedrückt werden soll. Mit Berücksichtigung dieser explizierten Beziehung soll ein Lösungsbild erstellt werden. Dazu können die Lernenden Objekte aus einem Bildspeicher in eine freie Fläche ziehen. Sie können sie gruppieren und kopieren. Nach der Erstellung erfolgt die Versprachlichung der Übereinstimmung der beiden Darstellungsformen und das Notieren der entsprechenden Rechnung.

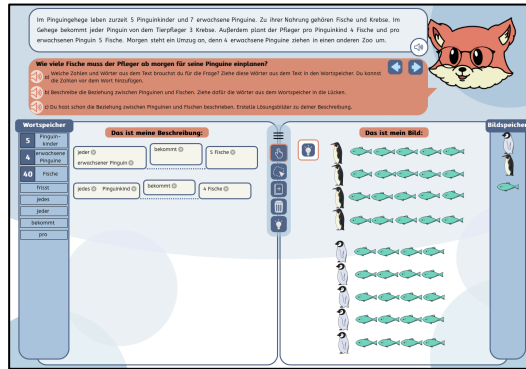


Abbildung 2: Aufgaben & Funktionen in der digitalen Lernumgebung

In Zyklus 1 wurden die Daten von zwölf Lernenden des vierten und fünften Schuljahres aus Schulen in Nordrhein-Westfalen erhoben. Die Lernenden vollzogen die Bearbeitung in einem Tandem an einem Ipad. Die Forscherin nahm eine zurückhaltende Rolle als Beobachterin ein und griff nur bei Fragen in den Prozess ein. Die Sitzung im Laborsetting dauerte 60 Minuten und wurde sowohl videographiert als auch mit einem Screencast festgehalten.

Die Ergebnisse des Zyklus 1 im Hinblick auf das Design zeigen, dass die Aufgaben und Funktionen zur verbalen Strukturierungshilfe als auch zum Lösungsbild weiterentwickelt werden sollten. Es kann festgestellt werden, dass die mathematisch relevante Beziehung vielfach nicht ausschließlich oder inkorrekt dargelegt wurde. Bei dem Erstellen des Lösungsbildes ließen die Lernenden die verbalen Strukturierungshilfen teilweise unberücksichtigt. Trotz der Nutzung der strukturierenden Werkzeuge waren die Lösungsbilder vielfach nicht schematisch und unstrukturiert.

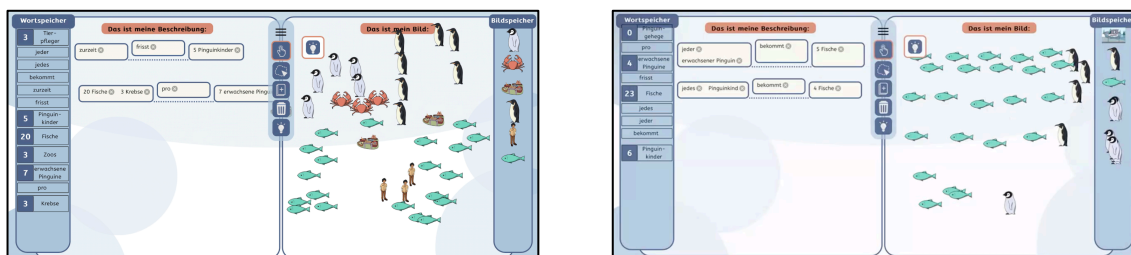


Abbildung 3: Beispielhafte Lösungen zur verbalen Strukturierungshilfe & dem Lösungsbild

Die digitale Lernumgebung wird dahingehend weiterentwickelt, dass die verbale Strukturierungshilfe mit dem Lösungsbild automatisch vernetzt wird. So können die Lernenden unmittelbar die Auswirkungen ihres Handelns in der einen Darstellungsform in der anderen Darstellungsform betrachten. Zudem wird nur noch eine Platzierung der Objekte in Gruppen oder Reihen möglich sein, so soll das Erstellen eines schematischen Lösungsbildes unterstützt werden. Die Auswirkungen dieser Weiterentwicklung werden in Zyklus 2 erprobt.

Förderhinweis. Dieses Projekt ist Teil des durch das BMBF-Rahmenprogramm empirische Bildungsforschung (FKZ: 01NV2113B) geförderte Projekt ForMeL.

Literatur

- Bongartz, T., & Verboom, L. (Hrsg.). (2012). *Fundgrube Sachrechnen: Unterrichtsideen, Beispiele und methodische Anregungen für das 1. bis 4. Schuljahr* (2. Aufl). Cornelsen Scriptor.
- Boonen, A. J. H., van Wesel, F., Jolles, J., & van der Schoot, M. (2014). The role of visual representation type, spatial ability, and reading comprehension in word problem solving: An item-level analysis in elementary school children. *International Journal of Educational Research*, 68, 15–26.
- Fagnant, A., & Vlassis, J. (2013). Schematic representations in arithmetical problem solving: Analysis of their impact on grade 4 students. *Educational Studies in Mathematics*, 84(1), 149–168.
- Galbraith, W., & Stillman, G. (2006). A Framework for Identifying Student Blockages during Transitions in the Modelling Process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 2(38), 143–162.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual–spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 684–689.
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S., & Ralle, B. (2013). Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen—Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: Zur Begründung und Umsetzung genuin fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme*. (S. 25–42). Waxmann.
- Kuhnke, K. (2013). *Vorgehensweisen von Grundschulkindern beim Darstellungswechsel: Eine Untersuchung am Beispiel der Multiplikation im 2. Schuljahr*. Springer Spektrum.
- Ott, B. (2016). *Textaufgaben grafisch darstellen: Entwicklung eines Analyseinstruments und Evaluation einer Interventionsmaßnahme* (1. Auflage). Waxmann.
- Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G. (2015). Medien. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 461–490). Springer Spektrum.
- Schukajlow, S. (2011). *Mathematisches Modellieren. Schwierigkeiten und Strategien von Lernenden als Bausteine einer lernprozessorientierten Didaktik der neuen Aufgabekultur*. Waxmann.
- Sweller, J. (2005). *Implications of cognitive load theory for multimedia learning*. In *The cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: A survey. *ZDM*, 52(1), 1–16.
- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps: Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres* (1. Auflage). Springer Spektrum.