

Marcus SCHMITZ, Münster & Stanislaw SCHUKAJLOW, Münster

## **Blickbewegungen auf Bild und Text bei mathematischen Modellierungsaufgaben**

### **Einleitung**

Der Fähigkeit, realitätsbezogene Aufgaben zu bearbeiten, wird eine hohe Bedeutung beigemessen. So ist die Modellierungskompetenz weltweit Teil der Curricula (Niss et al., 2007). Realistische Bilder, die zusammen mit Textaufgaben präsentiert werden, bieten eine Möglichkeit den Realitätsbezug von Modellierungsaufgaben im Unterricht zu verstärken. In bisherigen Studien konnte bereits festgestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler Bildern mit verschiedenen Funktionen einen unterschiedlichen Nutzen zum Lösen und Verstehen der Aufgabe zuweisen (z.B. Böckmann & Schukajlow, 2018). Auswirkungen der Funktionen der Bilder auf die Modellierungsleistungen haben sich dabei allerdings nicht gezeigt. Unklar ist bisher, wie die Lösungsprozesse bei Modellierungsaufgaben mit Bildern verlaufen. Die Erfassung von Blickbewegungen auf Bild und Text beim mathematischen Modellieren soll Aufschluss über die Auswirkungen verschiedener Bilder auf den Lösungsprozess liefern. Dieser Beitrag beschreibt erste Ergebnisse aus der Pilotierung der Studie.

### **Theorie**

Bilder, die gemeinsam mit mathematischen Modellierungsaufgaben präsentiert werden, können verschiedene Funktionen haben. In dieser Untersuchung werden Bilder mit dekorativer und repräsentativer Funktion untersucht. Dekorative Bilder haben keinen Bezug auf Ereignisse oder Informationen des Textes, die zum Lösen der Aufgabe wichtig sind. Repräsentative Bilder stellen hingegen einen Teil oder den gesamten Kontext des Problems dar und verdeutlichen so die Situation.

Kognitionspsychologische Multimediatheorien (z.B. Mayer, 2009; Schnotz, 2014) postulieren, dass eine Kombination aus Text und Bild lernförderlicher als Text allein sein kann. Das integrierte Modell des Text- und Bildverstehens (Schnotz, 2014) geht dabei von zwei zentralen Informationskanälen aus. In einem Kanal werden dabei verbal organisierte Informationen wie Text verarbeitet und in einem weiteren Kanal werden visuelle Informationen wie Bilder verarbeitet. Beide Informationskanäle enden im gleichen mentalen Modell, wodurch der Lernprozess insgesamt unterstützt wird.

Einige Studien bestätigen diese Annahme auch für Bilder in mathematischen Kontexten. So haben beispielsweise repräsentative Bilder bei TIMSS-Items

das Erstellen des Situationsmodells unterstützt und die Zeit zur Verarbeitung der Textinformationen verkürzt (Lindner et al., 2017). Hingegen konnten Berends und Van Lieshout (2009) zeigen, dass Bilder keinen Effekt auf die Lösungsraten bei Textaufgaben haben und bestimmte Bildertypen die Bearbeitungszeit verlängern. Dewolf et al. (2015) untersuchten die Auswirkungen von repräsentativen und dekorativen Bildern in Textaufgaben mit Realitätsbezug. Durch die Analyse von Blickbewegungen konnten sie herausfinden, dass die Probanden die präsentierten Bilder zu den Aufgaben kaum betrachteten. In den Fällen, wo sie betrachtet wurden, zeigten sich keine Auswirkungen auf die Lösungen. Wie sich repräsentative und dekorative Bilder in Modellierungsaufgaben auf Blickbewegungen und Lösungsprozesse auswirken, wurde nach unserem Wissensstand bisher noch nicht untersucht.

### **Forschungsfragen und Hypothesen**

Aus der beschriebenen Theorie ergeben sich folgende Forschungsfragen: (1) Wie unterscheiden sich die Blickbewegungen auf Bild und Text beim Lösen mathematischer Modellierungsaufgaben zwischen Bildern mit dekorativer und Bildern mit repräsentativer Funktion? Da die Erstellung eines passendes Situationsmodells für eine erfolgreiche Bearbeitung von Modellierungsaufgaben essentiell ist und frühere Studien bereits zeigen konnten, dass repräsentative Bilder das Erstellen des Situationsmodells unterstützen können, vermuten wir, dass die Gesamtzahl der Fixationen und die durchschnittliche Fixationsdauer auf repräsentative Bilder höher sind als auf dekorative Bilder. Außerdem vermuten wir, dass die Blickbewegungen häufiger zwischen repräsentativem Bild und Text alternieren als zwischen dekorativem Bild und Text. Die zweite Forschungsfrage lautet (2) Besteht ein Zusammenhang zwischen Leistung und Effizienz und den Blickbewegungen auf Bild und Text beim Lösen mathematischer Modellierungsaufgaben? Basierend auf den theoretischen Überlegungen der Multimediatheorie vermuten wir, dass die durchschnittliche Fixationsdauer und die Gesamtzahl von Fixationen auf repräsentative Bilder sowie alternierende Blickbewegungen zwischen repräsentativem Bild und Text mit der Lösungsrate und Effizienz positiv zusammenhängen. Für die dekorativen Bilder ergibt sich auf Grundlage bisheriger empirischer Ergebnisse die Hypothese, dass eine hohe Gesamtzahl von Fixationen und eine hohe durchschnittliche Fixationsdauer auf das dekorative Bild zu einer verringerten Effizienz führen.

### **Methode**

Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden in der Studie Modellierungsaufgaben mit realistischen Bildern gestellt, die sich in zwei Gruppen

unterscheiden: Bilder mit dekorativer Funktion (EG-D) und Bilder mit repräsentativer Funktion (EG-R). Es werden ca. 70 Lehramtsstudierende mit Fach Mathematik teilnehmen, die randomisiert einer der beiden Gruppen zugeteilt werden. Mit einem Remote Eyetracker (Tobii Spectrum 300Hz) werden die Blickbewegungen der Studierenden beim Lösen der Aufgaben aufgezeichnet.

Nach einer Instruktion und einer 5-Punkt-Kalibrierung sowie 4-Punkt-Validierung folgt eine Beispielaufgabe, um die Methode der mündlichen Lösung zu üben. Anschließend sollen vier Modellierungsaufgaben zum Inhaltsbereich des Satzes von Pythagoras in quasi-randomisierter Reihenfolge am Bildschirm mündlich gelöst werden. Das Anfertigen von Notizen ist während der Bearbeitung nicht möglich. Zwischen jeder der vier Modellierungsaufgaben wird ein Bufferitem zu einem anderen mathematischen Inhaltsbereich gelöst. Neben den Daten der Blickbewegungen werden die Leistung sowie die Effizienz bei den vier Modellierungsaufgaben erhoben.

## Erste Ergebnisse

Beobachtungen aus der Pilotierung der Studie weisen darauf hin, dass sich die Blickbewegungen beim Lösen der Modellierungsaufgaben voneinander unterscheiden. Erste qualitative Auswertungen in Form von Heatmaps zeigen, dass dekorative Bilder von den Probanden kaum beachtet und im Lösungsverlauf nur selten fixiert werden (siehe Abbildung 1).

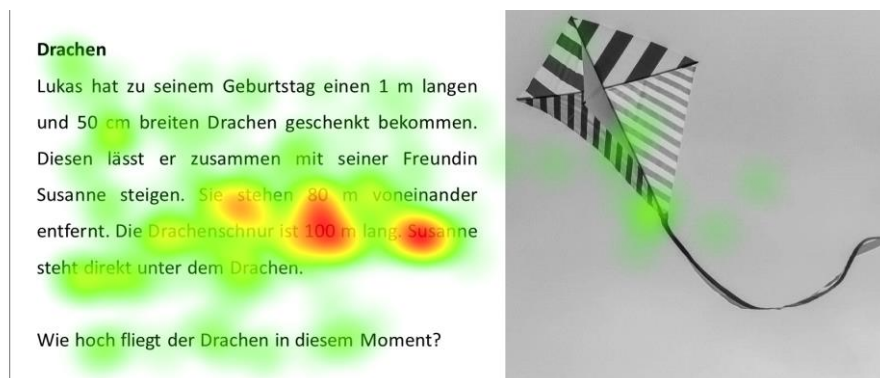


Abb. 1: Heatmap der Blickbewegungen beim Lösen der Aufgabe „Drachen“ mit dekorativem Bild



Abb. 2: Heatmap der Blickbewegungen beim Lösen der Aufgabe „Drachen“ mit repräsentativem Bild

Die Analyse der Heatmaps zeigt außerdem, dass es deutlich mehr und längere Fixationen auf den Text gibt, wenn die Aufgabe ein dekoratives Bild enthält im Vergleich zu den Modellierungsaufgaben, die mit repräsentativen Bildern präsentiert wurden. Bei allen vier Modellierungsaufgaben mit repräsentativen Bildern wurden außerdem rechtwinklige Dreiecke im Bild erkannt und Eckpunkte lange fixiert (siehe Abbildung 2). Die Betrachtungen von Scanpaths zeigen im gesamten Lösungsprozess alternierende Blickbewegungen der Probanden der EG-R zwischen Text und Bild. Die Beobachtungen aus der Pilotierung unterstützen unsere Hypothesen zur ersten Forschungsfrage. Aussagen über die Hypothesen der zweiten Forschungsfrage lassen sich ohne die Daten aus der Hauptstudie noch nicht formulieren.

## Literatur

- Böckmann, M. & Schukajlow, S. (2018). Values of pictures in modelling problems from the students' perspective. In E. Bergqvist, M. Österhol, C. Granberg & L. Sumpter (Hrsg.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 2, S. 163-170). Umeå, Sweden: PME.
- Dewolf, T., van Dooren, W., Hermens F. & Verschaffel, L. (2015). Do students attend to representational illustrations of non-standard mathematical word problems, and, if so, how helpful are they? *Instructional Science*, 43 (1), 147-171.
- Lindner, M. A., Eitel, A., Strobel, B. & Köller, O. (2017). Identifying processes underlying the multimedia effect in testing: An eye-movement analysis. *Learning and instruction*, 47, 91-102.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Niss, M., Blum, W. & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI study* (vol. 10, S. 1-32). New York: Springer.
- Schnotz, W. (2014). Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (Cambridge handbooks in psychology, Second edition, S. 72-103). New York: Cambridge University Press.