

Valentin BÖSWALD, Münster & Stanislaw SCHUKAJLOW, Münster

## **Effekte der Position der Fragestellung auf das Textverstehen bei Modellierungsaufgaben**

### **Einleitung**

In den Aufgaben, in denen die Kompetenz des mathematischen Modellierens gefördert werden soll, wird die darzustellende Realsituation zumeist in Textform präsentiert. Bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben stehen Lernende daher vor der Herausforderung, zunächst einmal den Aufgabentext verstehen zu müssen. Diese Vermutung über die Bedeutung des Textverstehens wird durch empirische Studien bestätigt. Bei realitätsbezogenen Aufgaben fallen durchschnittlich 40 Prozent der Bearbeitungszeit auf den Verstehensprozess und es besteht ein großer Zusammenhang zwischen dem erfolgreichen Verstehen und der Modellierungsleistung (Leiss et al., 2019). Die theoretischen Modelle des Textverstehens lassen vermuten, dass die Position der Fragestellung ein bedeutsamer Faktor ist, der den Verstehensprozess beeinflussen kann. Wird die Fragestellung vor der Situationsbeschreibung – also an anderer Stelle, als es in Lehrbüchern häufig üblich ist – präsentiert, unterstützt dies die Bildung des mentalen Modells zur Aufgabensituation. Erste empirische Befunde finden sich in der Forschung zu Textaufgaben. Lernende zeigten bessere Leistungen, wenn die Fragestellung vor der Situationsbeschreibung präsentiert wurde (Thevenot et al., 2007). Ungeklärt ist bislang allerdings noch, ob ein solcher Effekt auch für Aufgaben zum mathematischen Modellieren und damit zu Problemen, die anspruchsvolle Verstehensanforderungen stellen, gezeigt werden kann. Ebenfalls interessant ist ferner die Frage, ob durch diese Änderung die Effizienz, also das Verhältnis von Aufwand zu Leistung (Paas & van Merriënboer, 1993), beeinflusst werden kann.

### **Die Relevanz des Textverstehens bei Modellierungsaufgaben**

Beim Lesen von Texten konstruiert der oder die Lesende verschiedene mentale Repräsentationen des Gelesenen: die Textoberfläche, die propositionale Textbasis und das mentale Modell. In der Textoberfläche werden die einzelnen Wörter und die Syntax des Gelesenen repräsentiert, in der propositionalen Textbasis die semantischen Zusammenhänge des Textes im Sinne einer logischen Verknüpfung ebendieser. Die dritte und komplexeste Repräsentation stellt das mentale Modell zum Textinhalt dar, in dem die Textbasis unter anderem durch Weltwissen angereichert wird. Das mentale Modell ist keine reine Abbildung des Textes mehr, sondern vielmehr eine Repräsentation des

Textinhalts. Diese Form der Repräsentation ist das Ziel eines auf das Verstehen eines Textes ausgerichteten Leseprozesses (Christmann & Groeben, 1999).

Im idealisierten Bearbeitungsprozess bei Modellierungsaufgaben sprechen Blum und Leiß (2005) davon, dass die Realsituation zunächst verstanden werden, d.h. in ein angemessenes mentales Modell der Situation entwickelt werden muss. Dieses mentale Modell wird schließlich durch das Treffen von Annahmen und das Ausschließen von zur Beantwortung der Fragestellung irrelevanten Informationen vereinfacht und strukturiert. Besonders während dieser beiden Schritte, auf deren Basis das mathematische Modell gebildet wird, ist die Lesekompetenz der Lernenden besonders relevant, da die Realsituation zumeist in textlicher Form präsentiert wird. Demnach lassen sich Ansätze vertreten, die die Kompetenz, einen Aufgabentext mit dem Ziel der Konstruktion eines kohärenten mentalen Modells zum Textinhalt zu lesen, als absolut notwendige Bedingung für die Bearbeitung solcher Aufgabentypen fordern. Die Notwendigkeit zur Konstruktion eines angemessenen mentalen Modells zum Aufgabentext liegt darin begründet, dass sich Modellierungsaufgaben – anders als eingekleidete Aufgaben (Verschaffel et al., 2000) – nicht durch das bloße Kombinieren von allen im Text gegebenen Zahleninformationen in einer oder mehreren Operationen lösen lassen.

Im Lösungsprozess für Textaufgaben im Bereich der Arithmetik konnten Hegarty et al. (1995) insbesondere zwei Verstehensstrategien beobachten. Eine davon, die sogenannte Problemmodellstrategie, fokussiert speziell auf das Verstehen der Aufgabe im Sinne der Bildung eines mentalen Modells. Es zeigte sich, dass diejenigen, die den Fokus weniger – wie bei der anderen Strategie, der direkten Übersetzungsstrategie – auf die reinen Zahlenwerte, sondern vielmehr auf die Beziehungen zwischen den unterschiedlichen Schlüsselementen der Situationen legten, häufiger eine korrekte Lösung erreichten als diejenigen, die die direkte Übersetzungsstrategie verfolgten. Auch für die mathematisch und sprachlich komplexeren PISA-Items konnten die beiden Strategien nachgewiesen werden (Strohmaier et al., 2019).

### **Blickbewegungen beim Lösen von realitätsbezogenen Aufgaben**

Dem Leseprozess sind Blickbewegungen grundgelegt. Vor allem die Subprozesse der Worterkennung und des Textverstehens, also der Konstruktion eines mentalen Modells, beeinflussen diese Blickbewegungen stark (Clifton et al., 2016). Auch die beiden oben genannten Verstehensstrategien finden sich in den Blickbewegungen wieder. Lernende, die die Problemmodellstrategie anwenden, zeigen tendenziell eher wenige Fixationen mit kurzen durchschnittlichen Fixationsdauern und mehr Regressionen als Personen, die

die direkte Übersetzungsstrategie anwenden (Strohmaier et al., 2019). Dieses Erkenntnis reiht sich in die Forschung zu Lesezielen ein, aus der bekannt ist, dass zur Erreichung des Leseziels relevante und irrelevante Informationen unterschiedlich intensiv betrachtet werden (Kaakinen, Hyönä, & Keenan, 2002). Im Fall der Bearbeitung von realitätsbezogenen Aufgaben kann als ein Leseziel das Verstehen des Textinhalts verstanden werden, also die Konstruktion eines angemessenen mentalen Modells zur beschriebenen Situation.

### **Forschungsfragen**

Aus diesen theoretischen Erkenntnissen lassen sich folgende Forschungsfragen ableiten. Es soll untersucht werden, ob sich die initial konstruierten mentalen Modelle bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben in ihrer Angemessenheit unterscheiden (FF 1) und ob sich während dieses Konstruktionsprozesses Unterschiede in den Blickbewegungen feststellen lassen (FF 2), wenn die Position der Fragestellung variiert wird. Ein weiteres Ziel der Untersuchung ist die Beantwortung der Frage, ob auf Grundlage dieser Manipulation im gesamten Lösungsprozess die Leistung (FF 3a) bzw. die Effizienz (FF 3b) Unterschiede aufweisen.

### **Design**

Um diese Forschungsfragen beantworten zu können, nehmen Schülerinnen und Schüler aus der Jahrgangsstufe 10 an der Untersuchung teil. Ihnen werden Modellierungsaufgaben vor allem zum Inhaltsbereich „Satz des Pythagoras“ vorgelegt, die aus drei Teilen bestehen: Überschrift, Situationsbeschreibung und Fragestellung. Die Position der Fragestellung wird dabei variiert: Randomisiert erhalten die Teilnehmenden entweder Aufgaben, in denen die Fragestellung vor oder nach der Situationsbeschreibung präsentiert wird. Die Situationsbeschreibungen in den Aufgaben in beiden Untersuchungsbedingungen sollten möglichst gleich aufgebaut sein und die zur Bearbeitung der Aufgabenstellung (ir-)relevanten Informationen sollen an ähnlichen Stellen stehen. Ferner sind die Situationsbeschreibungen inhaltlich so strukturiert, dass die zu beantwortende Fragestellung nicht unmittelbar inferiert werden kann, da die Veränderung der Position der Fragestellung sonst nicht dazu beitragen könnte, ein angemesseneres mentales Modell zu bilden.

Die Teilnehmenden lesen zunächst die gesamte Modellierungsaufgabe. Anschließend bearbeiten sie eine Verifikationsaufgabe, in der sie ihr individuelles mentales Modell zur Modellierungsaufgabe mit vorgegebenen Modellen vergleichen, bevor die Schülerinnen und Schüler anschließend die präsentierte Fragestellung bearbeiten. Nach Abschluss dieses Lösungsprozesses erhalten sie die Möglichkeit, die Verifikationsaufgabe erneut zu bearbeiten,

um mögliche Änderungen im individuell zur Aufgabe gebildeten mentalen Modell anzuzeigen. Die Erfassung der Blickbewegungen während des initialen Lesens und der Verifikationsaufgabe erfolgt mit dem Tobii Pro Spectrum bei einer Frequenz von 300 Hz.

Es wird erwartet, dass diejenigen Teilnehmenden, denen die Fragestellung schon vor der Situationsbeschreibung präsentiert wird, angemessenere mentale Modelle bilden und darauf aufbauend die Modellierungsaufgaben besser und effizienter lösen. Ferner wird angenommen, dass Schülerinnen und Schüler häufiger Blickbewegungen zeigen, die die Anwendung einer Problemmodellstrategie suggerieren, wenn die Fragestellung vor der Situationsbeschreibung präsentiert wird.

## Literatur

- Blum, W. & Leiß, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe. *mathematik lehren*, 128, 18-21.
- Christmann, U. & Groeben, N. (1999). Psychologie des Lesens. In B. Franzmann, K. Hasemann, D. Löffler & E. Schön (Hrsg.), *Handbuch Lesen* (S. 145-223). Berlin: De Gruyter.
- Clifton, C., Ferreira, F., Henderson, J. M., Inhoff, A. W., Liversedge, S. P., Reichle, E. D. & Schotter, E. R. (2016). Eye movements in reading and information processing: Keith Rayner's 40 year legacy. *Journal of Memory and Language*, 86, 1-19.
- Hegarty, M., Mayer, R. E. & Monk, C. A. (1995). Comprehension of Arithmetic Word Problems: A Comparison of Successful and Unsuccessful Problem Solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87(1), 18-32.
- Kaakinen, J. K., Hyönä, J. & Keenan, J. M. (2002). Perspective effects on online text processing. *Discourse Processes*, 33, 159-173.
- Leiss, D., Plath, J. & Schwippert, K. (2019). Language and Mathematics – Key Factors influencing the Comprehension Process in reality-based Tasks. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(2), 131-153.
- Paas, F. G. W. C. & van Merriënboer, J. J. G. (1993). The Efficiency of Instructional Conditions: An Approach to Combine Mental Effort and Performance Measures. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 35(4), 737-743.
- Strohmaier, A. R., Schiepe-Tiska, A., Chang, Y.-P., Müller, F., Lin, F.-L. & Reiss, K. M. (2019). Comparing eye movements during mathematical word problem solving in Chinese and German. *ZDM Mathematics Education*. doi:10.1007/s11858-019-01080-6.
- Thevenot, C., Devidal, M., Barrouillet, P. & Fayol, M. (2007). Why does placing the question before an arithmetic word problem improve performance? A situation model account. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(1), 43-56.
- Verschaffel, L., Greer, B. & de Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Contexts of learning: Bd. 8. Lisse: Swets & Zeitlinger.