

Denk- und Sachaufgaben 2.0 – Eine App zur virtuellen Unterstützung der Texterschließung bei problemhaltigen Sachaufgaben

Die Ergebnisse der letzten vier Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchungen (IGLU) zeigen durchgehend, dass Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse zum Teil große Schwierigkeiten beim Verstehen von Sachtexten haben (vgl. Bremerich-Vos, Wendt & Bos 2017). Dieses Ergebnis hat nicht nur für den Deutschunterricht weitreichende Folgen. Auch im Mathematikunterricht – und hier insbesondere im Bereich des Sachrechnens – ist es notwendig, dass Kinder einer Aufgabenstellung die relevanten Informationen entnehmen, um zum Kern der Aufgabenstellung vordringen zu können. Scheitern Kinder bei solchen Aufgaben, kann dies im Umkehrschluss bedeuten, dass sie nicht vom mathematischen Inhalt überfordert sind, sondern auf der sprachlichen Ebene scheitern (bspw. Heckmann, Vernarr & Witzmann 2007). Die übergeordnete Forschungsfrage des Projekts Denk- und Sachaufgaben 2.0 lautet daher: *Wie können Grundschul Kinder mit Leseschwierigkeiten unterstützt werden, problemhaltige Sachaufgaben im Mathematikunterricht zu verstehen?*

Zur Bedeutung des Sachrechnens

In der Grundschule werden Aufgaben in Form von Sachaufgaben dargeboten, um anwendungsorientierte Situationen zu schaffen und lebensweltliche Erfahrungen aufzugreifen. Dadurch soll der Zugang zum arithmetischen Inhalt erleichtert werden. Und anders herum wird eine Sachaufgabe nur dann erfolgreich gelöst, wenn die Schülerinnen und Schüler die verwendeten Begriffe, Ausdrücke und sprachlichen Wendungen genau erfassen, und wenn es ihnen gelingt, ihre Beziehungen sowohl untereinander als auch zu ggf. anwendbaren Mitteln zu durchschauen (vgl. Rink 2014).

Zudem ist der Bereich des Sachrechnens der einzige Bereich in der Grundschulmathematik in dem sich die Prozessbezogene Kompetenz des Modellierens schulen lässt.

Zum Lösen von Sachaufgaben

Das Lösen von Sachaufgaben ist ein sehr komplexer Prozess. Schematisch kann man diesen Prozess wie folgt veranschaulichen:

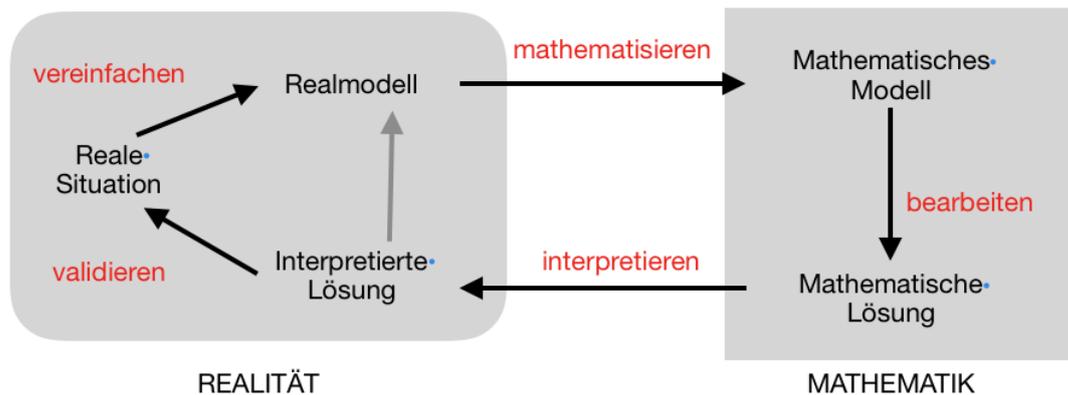


Abbildung 1: Modellierungskreislauf nach Maaß (2005)

Verfügen jedoch Schülerinnen und Schüler über mangelnde Lesefertigkeiten, so sind sie nicht in der Lage, die *reale Situation* so zu vereinfachen, dass sie das *Realmodell* aufbauen können. Zur Anwendung mathematischer Fähigkeiten kommt es somit erst gar nicht.

Cognitive Load Theory (CLT)

Die CLT geht davon aus, dass Lernen mit kognitiver Belastung verbunden ist, und beschreibt, wodurch das Lernen erleichtert bzw. erschwert werden kann (vgl. Chandler & Sweller 1991). Die CLT schreibt dem Arbeitsgedächtnis eine besonders wichtige Funktion beim Wissenserwerb zu. Es wird davon ausgegangen, dass die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses begrenzt ist und nur eine bestimmte Menge an Informationen aufrechterhalten werden kann. Chandler und Sweller gehen von drei verschiedenen Arten der kognitiven Beanspruchung aus:

- *Intrinsic cognitive load* ist die Art der kognitiven Belastung, die durch das Lernmaterial selbst bedingt ist bzw. von der Schwierigkeit und der Komplexität des Lernmaterials abhängt.
- Der *Extraneous cognitive load* wird durch die Darstellung und Gestaltung des Lernmaterials beeinflusst.
- Unter *Germane cognitive load* versteht man den wichtigen Anteil der kognitiven Belastung, der für den Lernprozess notwendig ist, d. h. die Beanspruchung oder den Aufwand des Lernenden, um das Lernmaterial zu verstehen und neue Konzepte zu entwickeln.

Für das (Mathematik)Lernen ist es wichtig, dass die verschiedenen Loads möglichst günstig zusammenspielen. Wünschenswert wäre ein niedriger *Extraneous Load* bei möglichst hohem *Germane Load* (vgl. Brünken & Leutner 2008).

Zum multimedialen Lernen

Für die Informationsaufnahme stehen zwei Kanäle zur Verfügung. Visuelle Eindrücke werden vom bildlichen, auditive hingegen vom sprachlichen Kanal des sensorischen Gedächtnisses aufgenommen. Von hier aus gelangen selektierte Inhalte ins Arbeitsgedächtnis, wo sie kanalspezifisch zu visuellen bzw. sprachlichen Repräsentationen organisiert und weiterverarbeitet werden. Danach findet die Integration der beiden Repräsentationen in die bestehende Wissensstruktur statt (vgl. Mayer 2005). Das begrenzte Fassungsvermögen der Kanäle stellt besondere Herausforderungen an multimediale Lernmaterialien. Bei der Konzeption muss die Möglichkeit einer kognitiven Überlastung des Lernenden in Betracht gezogen und idealerweise ausgeschlossen werden. Im Sinne des ‚modality principle‘ sollten Informationen daher nicht in einer Monocodierung (nur auditiv oder nur visuell), sondern als Multicodierung (auditiv und visuell) dargeboten werden.

Mathematikdidaktische Potentiale einer Sachrechen-App und Design

Im Projekt ‚Denk- und Sachaufgaben 2.0‘ wurde eine App entwickelt, die eine Sachaufgabe nicht nur in Textform darbieten kann, sondern auch eine Vorlesefunktion sowie eine grafische Umsetzung in Form einer Animation beinhaltet. Durch die *Synchronität der Darstellungsebenen* kann eine *kognitive Entlastung* von Lernenden erzielt werden (vgl. Walter 2016).

In der hier beschriebenen Pilotstudie wurden 15 Schülerinnen und Schüler mit Leseschwierigkeiten aus einer vierten Klasse mit Hilfe des Hamburger Lesetest (HAMLET 3-4) ausgewählt. In klinischen Einzelinterviews wurden die Kinder anschließend mit zwei strukturgleichen Sachaufgaben konfrontiert (1. ‚Schnecke im Brunnen‘ und 2. ‚Ameise auf dem Quadrat‘, vgl. Rasch 2003), die auf jeweils verschiedenen (Kombinationen von) Darstellungsebenen gestellt wurden. Ziel der Untersuchung ist es, herauszufinden, welche der folgenden Kombinationen von Darstellungen Kinder mit Leseschwierigkeiten unterstützt, ein Realmodell bei der Bearbeitung problemhaltiger Sachaufgaben im Mathematikunterricht aufzubauen:

- Nur Text
- Text und Ton
- Ton und Animation
- Text, Ton und Animation

Erste Ergebnisse

Die von den Kindern aufgestellten Realmodelle wurden entlang der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet, woraus ein vierstufiges Kategoriensystem

entstand. Die Daten weisen darauf hin, dass bei sieben Kindern keine qualitativen Unterschiede in den Situationsmodellen auszumachen sind. Bei fünf Kindern liegen solche Unterschiede jedoch vor. Hervorzuheben ist insbesondere, dass die Qualität des Realmodells höher eingeschätzt wurde, wenn Aufgaben über Text mit Ton oder der Animation oder beidem kombiniert wurde. Dies scheint ein Indiz dafür zu sein, dass kombinierte Darstellungen hilfreich für den Verstehensprozess einer Aufgabe sein können.

Ausblick

Seit dem Frühjahr 2018 wird die Hauptstudie mit einer größeren Stichprobe durchgeführt, um auch eine quantitative Auswertung von Daten zu ermöglichen. Neben der Frage, welche Kombinationen synchroner Darstellungen bei problemhaltigen Sachaufgaben sich für den Aufbau des Realmodells am besten eignen, erwarten wir auch Hinweise darauf, inwiefern die Darstellung einer Sachaufgabe mittels verschiedener synchroner Darstellungen beim Aufbau eines Realmodells unterstützen kann.

Literatur

- Bremerich-Vos, A., Wendt, H. & Bos, W. (2017). Lesekompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In A. Hußmann, H. Wendt, W. Bos, A. Bremerich-Vos, D. Kasper, E.-M. Lankes, N. McElvany, T. C. Stubbe & R. Valtin (Hrsg.), IGLU 2016 – Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 79-142). Münster: Waxmann.
- Brünken, R. & Leutner, D. (2008). Lernen mit Medien. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), Handbuch der Psychologie (S. 133-140). Göttingen: Hogrefe.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8 (4), 293-332.
- Heckmann, L., Vernay, R. & Witzmann, C. (2007). Textaufgaben? Kann ich nicht! In (Zeitschrift): *Mathematik 5 bis 10. Unterricht – Aufgaben – Materialien*. 1, 4-5.
- Maaß, K. (2005). Stau – eine Aufgabe für alle Jahrgänge!. *PM Praxis der Mathematik*, 47 (3), 8-13.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 31-48). New York: Cambridge University Press.
- Rasch, R. (2003). 42 Denk- und Sachaufgaben. Seelze: Kallmeyer.
- Rink, R. (2014): Mit Audiodateien Schwierigkeiten beim Sachrechnen begegnen - Untersuchung mit Kindern mit Leseschwierigkeiten im vierten Schuljahr. In: J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 979–982). Münster: WTM-Verlag
- Walter, D. (2016). Potentiale von Tablet-Apps und wie 'rechenschwache' SchülerInnen sie nutzen. In: Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. 1369-1372). Münster: WTM-Verlag.