

Denk- und Sachaufgaben 2.0 – Zum Einfluss multipler Repräsentationen auf die Generierung eines Situationsmodells beim Sachrechnen

Unter dem Begriff *Sachrechnen* wird allgemein das Bearbeiten von Aufgaben verstanden, die eine Situation des realen Lebens aus dem Erfahrungsbe- reich von Schülerinnen und Schülern beschreiben (vgl. Franke & Ruwisch, 2010). Dabei durchlaufen die Kinder komplexe kognitive Prozesse. Alleine das Verstehen einer Sachaufgabe ist bisweilen sehr anspruchsvoll. Es ist somit wenig verwunderlich, dass viele Lernende beim Verstehen und Lösen von Sachaufgaben große Schwierigkeiten haben. Dieser Beitrag beschreibt ein Projekt, in dem das *Verstehen* von Sachaufgaben und die damit verbundene Generierung eines Situationsmodells durch das Angebot multipler Re- präsentationen untersucht wird. Hierzu wurde eine App entwickelt, die eine Sachaufgabe nicht nur in Textform darbietet, sondern zugleich auch eine Vorlesefunktion sowie eine grafische Umsetzung in Form einer Animation beinhalten kann. Aktuell umfasst sie zwei wohlbekannt problemhaltige Sachaufgaben (vgl. Rasch, 2006), die im Zentrum der Studie stehen:

- *Die Schnecke im Brunnen*: Eine Schnecke in einem 20 Meter tiefen Brunnen will nach oben auf die Wiese. Sie kriecht am Tage immer 5 Meter hoch und rutscht nachts im Schlaf wieder 2 Meter nach unten. Am wievielten Tag erreicht sie den Brunnenrand?
- *Der Weg der kleinen Ameise auf dem Quadrat*: Die Seite des Quadrates ist 200 Meter lang. Tagsüber legt die Ameise genau 200 Meter zurück. Aber in der Nacht bläst sie ein starker Wind die halbe Strecke, die sie während des Tages zurückgelegt hat, wieder zurück. Am Montagmorgen geht sie los. Sie läuft von A aus über B, C und D und wieder zurück zu A. Wann wird sie wieder in A ankommen?

Zum Aufbau des Situationsmodells

In der ersten Phase des Lösungsprozesses von Sachaufgaben wird idealtypisch das Situationsmodell aufgebaut, indem das geschilderte Sachproblem einer Aufgabe verstanden, analysiert, strukturiert und vereinfacht wird (vgl. Schipper, 2009). Der Verstehensprozess beginnt in dem Moment, in dem die Aufgabe präsentiert wird. Nur wenn die geschilderte Sachsituation mit ihren Informationen und zugrunde liegenden Beziehungen mental in einem Situationsmodell repräsentiert wird, kann die Aufgabe verstanden und gelöst werden (vgl. Schnotz, 1994). Der Aufbau des Situationsmodells wird dabei von

diversen Faktoren beeinflusst und stellt für Kinder mit Leseschwierigkeiten eine besondere Herausforderung dar (vgl. Franke & Ruwisch, 2010).

Ableitung des Untersuchungsziels und der Forschungsfragen

Die App bietet die Möglichkeit, drei Repräsentationen einer Aufgabe darzubieten, von denen jede einzelne nach Belieben dargeboten werden kann (Abb. 1):

- (1) Text (schriftlich-symbolisch),
- (2) Ton (verbal-symbolisch),
- (3) Animation (ikonisch).

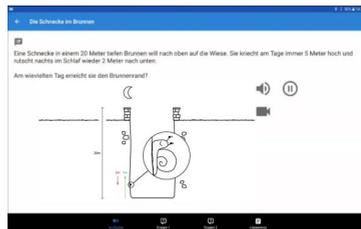


Abbildung 1: Die Schnecke im Brunnen

Dabei ist unter Animation eine Simulation der in der Aufgabe aufgebauten Situation zu verstehen. Technisch realisiert wurde dies durch ein Video.

Ziel der Untersuchung ist es herauszufinden, welche (multiplen) Repräsentationen Kinder mit Leseschwierigkeiten dabei unterstützten, ein Situationsmodell aufzubauen. Somit wird untersucht, ob die Synchronität multipler Darstellungen mit einer kognitiven Entlastung der Lernenden einhergehen kann (vgl. Walter, 2018). In der dieser Untersuchung vorgeschalteten Pilotstudie (vgl. Rink & Walter, 2018) wurden vier (Kombinationen von) Repräsentationen untersucht, die sich als vielversprechend herausgestellt haben und in dieser Hauptstudie tiefergehend beleuchtet werden: (1) Nur Text, (2) Text und Ton, (3) Ton und Animation sowie (4) Text, Ton und Animation.

Daraus resultieren die folgenden Forschungsfragen:

- Forschungsfrage 1: Welche (Kombinationen multipler) Repräsentationen eignen sich für den Aufbau eines Situationsmodells bei problemhaltigen Sachaufgaben?
- Forschungsfrage 2: Inwiefern kann die Darstellung einer problemhaltigen Sachaufgabe mittels verschiedener synchroner Darstellungen beim Aufbau eines Situationsmodells unterstützen?

Anlage der Untersuchung

Entsprechend der Zielsetzung der Untersuchung wurden Schülerinnen und Schüler ausgewählt, die als ‚leseschwach‘ eingeschätzt werden können. Als diagnostisches Instrument wurde der Hamburger Lesetest für 3. und 4. Klassen (HAMLET) herangezogen (vgl. Lehmann, Peek & Poerschke, 2006). Als sehr schwache Leser gelten die Schülerinnen und Schüler, die in dem Test lediglich die Stufen 0 oder 1 erreichen. 61 Kinder, die diesen Stufen

zuzuordnen sind, bildeten die Stichprobe für hier beschriebene Untersuchung. Bei diesen Schülerinnen und Schülern ist zu vermuten, dass sie problemhaltige Textaufgaben nur schwerlich verstehen und bei Aufgabendarstellungen in Textform nicht zum mathematischen Kern durchdringen können.

In klinischen Einzelinterviews wurden die Kinder anschließend mit den problemhaltigen Sachaufgaben ‚Die Schnecke im Brunnen‘ sowie ‚Die Ameise auf dem Quadrat‘ nacheinander konfrontiert (vgl. Rasch, 2006). Die Aufgaben ähneln sich zwar in Ihrer Struktur, unterliegen gleichwohl aber einem unterschiedlichen Abstraktionsgrad. Darstellungsweisen der Aufgaben variierten von Kind zu Kind und wurden randomisiert zugeordnet, so dass keinem Kind beide Aufgaben auf derselben Darstellungsvariante repräsentiert wurde. Jede der vier obigen Darstellungsvarianten wurde gleich häufig in der gesamten Stichprobe genutzt. Nach den Aufgabebearbeitungen durch die Schülerinnen und Schüler wurde die Komplexität des von den Kindern zum Ausdruck gebrachten Situationsmodells analysiert.

Ein Instrument zur Erfassung der Komplexität des Situationsmodells

Zur Feststellung der Komplexität des Situationsmodells wurden für die notwendigen Elemente zur Lösung der verwendeten Sachaufgaben herausgearbeitet. Einige Elemente hängen miteinander zusammen, bzw. werden durch ein zweites Element genauer beschrieben. Die Schnecke sitzt in einem Brunnen, dieser ist 20 Meter tief. Die Angabe der Tiefe des Brunnens beschreibt die Situation noch genauer. Nach diesen Elementen wurden zum einen die Aussagen der Kinder und zum anderen ihre selbstgenerierten Skizzen ausgewertet. Es wurde geprüft, ob die Elemente aus der jeweiligen Aufgabe enthalten sind. Somit gab es zwei Quellen, die es erlaubten, auch die Elemente der Aufgabe, die mündlich wiedergegeben, aber nicht in der Skizze dargestellt wurden, zu erfassen. Die Elemente der jeweiligen Aufgabe dienen als Indikatoren zur Feststellung, ob ein vollständiges und passendes Situationsmodell aufgebaut wurde. Dabei geht die Untersuchung von der Grundannahme aus, dass ein Situationsmodell dann ausgereift ist, wenn möglichst viele Elemente in den Aussagen und Skizzen identifiziert werden können.

Ausgewählte Ergebnisse

Bei der Auswertung der Ergebnisse ließen sich abhängig von der jeweiligen Aufgabenrepräsentation (siehe vier Settings oben) qualitative Unterschiede der aufgebauten Situationsmodelle feststellen. Es konnte festgestellt werden, dass eine auditive Unterstützung (hier: das Vorlesen der Aufgabe durch die Software) eine für den Aufbau des Situationsmodells förderliche Wirkung haben kann. Wird eine problemhaltige Textaufgabe zusätzlich zur Textdarstellung vorgelesen, ist das aufgebaute Situationsmodell in vielen Fällen

passender und vollständiger gewesen. Die Qualität der aufgebauten Situationsmodelle unterschied sich jedoch nicht so stark, wie auf Grundlage von theoretischen Modellen zum Lernen mit Multimedia (vgl. z. B. Sweller, 2004) und daraus abgeleiteten Effekten zum Lernen erwartet werden konnte. In beiden Untersuchungsgruppen konnten ähnlich viele Elemente, die zur Bildung des Situationsmodells notwendig sind, identifiziert werden.

Ein anderes Bild zeigt sich, wenn die Kombination Text, Ton und Animation der in der bloßen Textform dargebotenen Aufgabenstellung gegenübergestellt wird. Besonders eindrücklich ist dies bei der Aufgabe „Der Weg der kleinen Ameise auf dem Quadrat“ festzustellen. Während bei der Schnecken-Aufgabe alle notwendigen Zahlen zur Lösung genannt werden, muss bei der Ameisen-Aufgabe die Angabe „die Hälfte der Strecke, die sie am Tage zurückgelegt hat“ noch in die passende Zahl (100 Meter) übersetzt werden. In der Ameisen-Aufgabe treten geometrische Formen und typische, mathematische Beschriftungsweisen (A, B, C, D als Bezeichnung für die Ecken des Quadrats) auf, die im Aufgabentext nicht genauer erklärt werden. Die Schülerinnen und Schüler benötigen eher kontextbezogenes Vorwissen. Dieses mathematische Wissen wird durch die Animation repräsentiert und der Aufbau von Vorstellungen entsprechend unterstützt. Somit scheint der Inhalt einer Aufgabe durch die Kombination der Darstellungen zugänglicher zu sein.

Ausblick

2019 soll die App um weitere problemhaltige Sachaufgaben ergänzt werden. Zudem werden zur Zeit Gestaltungselemente entwickelt, die auch eine Bearbeitungshilfe innerhalb der App ermöglichen sollen.

Literatur

- Franke, M., & Ruwisch, S. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schipper, W. (2009). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Braunschweig: Schroedel.
- Schnotz, W. (1994). *Aufbau von Wissensstrukturen. Untersuchungen zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Sweller, J. (2004). Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture. *Instructional Science*, 32, 9-31.
- Lehmann, R., Peek, R., & Poerschke, J. (2006). *HAMLET 3-4 – Hamburger Lesetest für 3. und 4. Klassen. Manual*. Göttingen: Hogrefe.
- Rasch, R. (2006). *42 Denk- und Sachaufgaben. Wie Kinder mathematische Aufgaben lösen und diskutieren*. Seelze: Kallmeyer.
- Rink, R., & Walter, D. (2018). Denk- und Sachaufgaben 2.0 – Eine App zur virtuellen Unterstützung der Texterschließung bei problemhaltigen Sachaufgaben. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 1495–1498). Münster: WTM.
- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps. Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Wiesbaden: Springer Spektrum.