

Beitrag II: Laura Gabler und Stefan Ufer
gabler@math.lmu.de ufer@math.lmu.de

Flexibilität im Umgang mit Situationsstrukturen – Ein Förderkonzept zum Lösen additiver Textaufgaben

Für viele Lernende stellt das Lösen additiver Textaufgaben eine Hürde dar. Insbesondere die Konstruktion eines tragfähigen Situationsmodells zeigt sich als entscheidender Teilprozess (Thevenot, Devidal, Barrouillet & Fayol, 2007). Basierend auf Vorschlägen in der Literatur wird in diesem Beitrag ein Förderkonzept vorgestellt (Gabler & Ufer, 2021), mit dessen Hilfe Kinder der zweiten Jahrgangsstufe beim Aufbau eines solchen Situationsmodells unterstützt werden sollen.

1 Forschungsstand

Gängige Modelle zum Lösen additiver Textaufgaben gehen davon aus, dass Lernende ein Situationsmodell auf Basis des Textes konstruieren und dieses zu einem mathematischen Modell weiterentwickeln, indem sie ihr individuelles Situationsmodell mit mathematischen Konzepten beschreiben (Kintsch & Greeno, 1985). Vergangene Studien zeigten, dass die Aufgabenschwierigkeit vor allem von der Realisierung unterschiedlicher Komponenten der Situationsstruktur einer Textaufgabe abhängt (Carpenter, Hiebert & Moser, 1981). So beeinflussen die *semantische Struktur* (Vereinigung, Veränderung, Vergleich oder Ausgleich von Mengen), die *Formulierungsrichtung* (z. B. aufsteigende oder absteigende Formulierung eines Vergleichs mit „mehr“ oder „weniger“) und die *gesuchte Menge* (bei Aufgaben mit einem Rechenschritt ist eine der drei involvierten Mengen gesucht) die Schwierigkeit einer additiven Textaufgabe (Gabler & Ufer, 2021; Stern, 1993). Insbesondere Vergleichsaufgaben mit gesuchter Referenzmenge (z. B. „Susi hat drei Marmeln. Sie hat zwei Marmeln weniger als Max. Wie viele Marmeln hat Max?“) standen aufgrund ihrer besonderen Schwierigkeit im Fokus bisheriger Forschung (z. B. Stern, 1993).

2 Flexibilität im Umgang mit Situationsstrukturen

Zur Unterstützung beim Umgang mit schwierigen additiven Textaufgaben existieren bereits Vorschläge, dass Lernende ihr individuelles Situationsmodell mit weiteren Perspektiven auf die Situation anreichern

und damit schwierige Textaufgaben in leichtere umdeuten könnten. Greeno (1980) schlug bereits die Umdeutung der semantischen Struktur vor. Bei Vergleichsaufgaben bietet sich insbesondere die Umdeutung in einen Ausgleich an (*Dynamisierung*, z.B. „Wenn Susi noch zwei Murmeln dazubekommt, dann hat sie genauso viele wie Max.“) (Gabler & Ufer, 2021). Zudem könnten Lernende nach Stern (1993) die Formulierungsrichtung umdeuten (*Inversion*, z.B. „Max hat zwei Murmeln mehr als Susi.“) und damit inkonsistente Textaufgaben in konsistente Textaufgaben, in welchen die Formulierungsrichtung (aufsteigend) mit der direkt anwendbaren Rechenoperation (Addition) übereinstimmt, umwandeln (Lewis & Mayer, 1987). Diese beiden Strategien werden in diesem Beitrag unter dem Fähigkeitskonstrukt *Flexibilität im Umgang mit Situationsstrukturen* zusammengefasst. Es wird angenommen, dass eine solche Flexibilität dabei hilft, das individuelle Situationsmodell mit weiteren Perspektiven (z.B. eine weitere Ausprägung der semantischen Struktur oder der Formulierungsrichtung) anzureichern und damit auch schwierigere Textaufgaben zu lösen.

3 Förderkonzept

Im Rahmen einer Interventionsstudie wurden die Ansätze von Greeno (1980) und Stern (1993) aufgegriffen und zu einem Förderkonzept weiterentwickelt. Das explizite Lösen von Textaufgaben ist dabei nicht Teil des Konzepts. Vielmehr sieht das Förderkonzept vor, Lernende durch Anwendung der Dynamisierungs- und Inversionsstrategie zur umfassenden Beschreibung von Vergleichssituationen anzuregen und damit Flexibilität im Umgang mit Situationsstrukturen aufzubauen (Abb. 1).



Abb. 1 Anwendung der Dynamisierungs- und Inversionsstrategie

Das Förderkonzept ist in fünf Phasen untergliedert. Anknüpfend an eine Phase, in welcher *Grundlagen* (z. B. zu Differenzmengen oder zum Mengenausgleich) gesichert werden sollen, werden die Strategien implizit während der Phasen *Prüfen*, *Zuordnen* und *Beschreiben* eingeführt. Beim Prüfen und Zuordnen arbeiten Lernende mit bereits formulierten Situationsbeschreibungen. Zum Beispiel prüfen sie, ob Situationsbeschreibungen zu einer dargestellten Situation passen und begründen ihre Antwort. Zudem werden Lernende angeregt, systematisch formulierte Situationsbeschreibungen, die sich auf die beiden Strategien beziehen (siehe Abb. 1), durch Zuordnung zu verschiedenen Vergleichssituationen zu kontrastieren. In diesen beiden Phasen begegnen Lernende relevanten Sprachmitteln (Niederhaus, Pöhler & Prediger, 2015), welche später, in der Phase des Beschreibens, zur eigenständigen Formulierung solcher Situationsbeschreibungen angewendet werden können. In einer weiteren Phase wird die laut Literatur besonders anspruchsvolle *Inversionsstrategie* (Stern, 1993) zusätzlich explizit eingeführt und geübt.

Zur Unterstützung der Lernenden bei der Übernahme von Sprachmitteln ist Makro-Scaffolding (Hammond & Gibbons, 2005) ein zentraler Bestandteil des Förderkonzepts. Wortkarten, Lückentexte und Satzanfänge (z. B. „mehr“, „Wenn..., dann...“) werden gezielt eingesetzt, um Lernende zur eigenständigen, umfassenden Beschreibung von Situationen anzuregen. Zudem werden Rechenschiffchen zur Veranschaulichung von Vergleich und Ausgleich eingebunden. Beide Unterstützungsmaßnahmen werden im Laufe der Förderung schrittweise zurückgenommen, bis Lernende diese nicht mehr benötigen.

Erste quantitative Analysen der Interventionsstudie zeigten eine Leistungssteigerung der Lernenden beim Lösen von Textaufgaben und bestätigten damit die Wirksamkeit des Förderkonzepts. Qualitative Analysen der Lernprozesse von Lernenden während der Intervention unterstützen diese Beobachtung (Gabler & Ufer, 2021). Damit liefert das Forschungsprojekt ein wirksames Förderkonzept zum Lösen von Textaufgaben, das sich allein auf den flexiblen Umgang mit Situationsstrukturen – ohne die Übersetzung in mathematische Operationen – stützt.

Literatur

- Carpenter, T. P., Hiebert, J. & Moser, J. M. (1981). Problem structure and first-grade children's initial solution processes for simple addition and subtraction problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12(1), 27–39.
- Gabler, L. & Ufer, S. (2021). Gaining flexibility in dealing with arithmetic situations: A qualitative analysis of second graders' development during an intervention. *ZDM Mathematics Education*, 53(2), 375–392.
- Greeno, J. G. (1980). Some examples of cognitive task analysis with instructional implications. In E. Snow, P.-A. Frederico, & W. E. Montague (Hrsg.), *Aptitude, learning, and instruction. Volume 2: Cognitive process analysis of learning and problem solving* (S. 1-21). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hammond, J. & Gibbons, P. (2005). Putting scaffolding to work: The contribution of scaffolding in articulating ESL education. *Prospect*, 20(1), 6–30.
- Kintsch, W. & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109–129.
- Lewis, A. B. & Mayer, R. E. (1987). Students' miscomprehension of relational statements in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 363–371.
- Niederhaus, C., Pöhler, B. & Prediger, S. (2015). Relevante Sprachmittel für mathematische Textaufgaben: Korpuslinguistische Annäherung am Beispiel Prozentrechnung. In E. Tschirner, O. Bärenfänger & J. Möhring (Hrsg.), *Deutsch als fremde Bildungssprache: Das Spannungsfeld von Fachwissen, sprachlicher Kompetenz, Diagnostik und Didaktik* (S. 135–162). Tübingen: Stauffenburg.
- Stern, E. (1993). What makes certain arithmetic word problems involving the comparison of sets so difficult for children? *Journal of Educational Psychology*, 85(1), 7–23.
- Thevenot, C., Devidal, M., Barrouillet, P. & Fayol, M. (2007). Why does placing the question before an arithmetic word problem improve performance? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(1), 43–56.