

Nina STURM, Landau

Sind Repräsentationen beim Lösen problemhaltiger Textaufgaben für Grundschul Kinder lösungsunterstützend?

Das Lösen problemhaltiger Textaufgaben stellt für Grundschul Kinder häufig eine Herausforderung dar, da sie nicht auf vertraute Grundmodelle der Rechenoperationen zurückgreifen können. Die anspruchsvolle mathematische Struktur der Aufgaben, die ungewohnten mathematischen Zusammenhänge aber auch deren Komplexität können als Barrieren der Transformation des Anfangs- in den Zielzustand angesehen werden (Franke & Ruwisch, 2010; Rasch, 2001). Repräsentationen können beim Entfalten mathematischer Situationen lösungsunterstützende Funktion übernehmen. Das Externalisieren mentaler Prozesse entlastet das Arbeitsgedächtnis und diese freien Kapazitäten können für den Lösungsprozess genutzt werden (Schnotz et al., 2011). Die Konstruktion einer Repräsentation mit lösungsrelevanten Struktureigenschaften sowie der Umgang mit dieser wird aus konstruktivistischer Sicht als bedeutsames Element des Lernprozesses angesehen (Papert, 1993). Franke und Ruwisch (2010) ordnen den Repräsentationen gerade in der kreativen Phase des Lösungsprozesses einen hohen Stellenwert zu.

Darüber hinaus können kommunikative Settings unter Gleichaltrigen als Lernunterstützung gesehen werden, da auch diese zu einem Lernzuwachs führen können (vgl. Piaget, 1986; Rohrbeck et al., 2003; Tarim, 2009). Das Kommunizieren über den eigenen Lösungsprozess und den Lösungsprozess des Anderen fördert das Lernen voneinander, das Hineindenken in einen noch unbekanntem, fremden Lösungsweg, das Argumentieren sowie das Überdenken der eigenen Lösung und kann dadurch kognitive Entwicklungen anregen (Oswald, 1994; Lamberigts & Diepenbrock, 1993).

In einem quasi-experimentellen Pre-Post-Test-Kontrollgruppen-Design auf Klassenebene wird untersucht, ob ein Repräsentationstraining und kommunikative Zweiersettings einen positiven Einfluss auf den Lösungserfolg haben. An der Untersuchung haben 20 dritte Klassen teilgenommen, welche randomisiert den vier Bedingungen zugewiesen wurden: a) Training und kommunikative Zweiersettings, b) Training, c) kommunikative Zweiersettings und d) weder Training noch kommunikative Zweiersettings (Kontrollgruppe). Grundlage der randomisierten Zuweisung war die Messung personenbezogener Störvariablen vor Durchführung der Intervention: Leseverständnis (ELFE 1-6), mathematische Basiskompetenzen (HRT 1-4) und Intelligenz (CPM).

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1191–1194). Münster: WTM-Verlag

Das Training zeichnete sich durch die Implementierung selbstkonstruierter Schülerrepräsentationen aus. Zunächst lösten die Kinder die problemhaltige Textaufgabe eigenständig, indem sie alle für sich wichtigen Schritte und Gedanken protokollierten. Diese Produkte stellten die Grundlage des Trainings in der Folgestunde dar, indem zu Stundenbeginn exemplarisch an vier bis fünf unterschiedlichen Schülerlösungen das mögliche Vorgehen thematisiert wurde. Dabei war der Lösungsprozess, der durch eine Zeichnung, Tabelle, Liste, Rechnung oder begründender Text externalisiert und kategorisiert wurde, entscheidend für die Auswahl der Lösungsbeispiele (vgl. Sturm et al., 2013). Diese ausgewählten Schülerlösungen sollten den Kindern ein möglichst facettenreiches Lösungsspektrum aufzuzeigen und durch die Tatsache, dass es sich nicht um konstruierte, von der Lehrkraft vorgefertigte Musterlösungen handelte, zusätzlich motivieren.

In den Klassen der experimentellen Bedingung a) fanden zusätzlich kommunikative Zweiersettings statt. In dieser zehnminütigen Unterrichtsphase stand die Kommunikation über den eigenen Lösungsweg mit einem Partner/einer Partnerin sowie das Hineindenken in die Mitschülerlösung im Vordergrund, so dass Argumentations- und Reflexionsprozesse angeregt wurden. Die Klassen der experimentellen Bedingung b) absolvierten anstelle der kommunikativen Zweiersettings ein Kopfrechentraining.

Den Lehrkräften, welche die Klassen der experimentellen Bedingungen c) und d) unterrichteten, wurde die Zielsetzung des Projektes, das Repräsentationstraining, nicht mitgeteilt. Die Lehrkräfte konnten die Textaufgaben in ihren Unterricht integrieren wie sie dies üblicherweise taten. Ein Fragebogen soll nach der Untersuchung Aufschluss über Unterrichtsgestaltung, Zielsetzungen, aber auch Schwierigkeiten geben.

Für alle 20 Klassen galt der gleiche organisatorische Rahmen. Zu Beginn des dritten Schuljahres startete die Untersuchung mit dem Pretest, der drei problemhaltige Textaufgaben unterschiedlicher Aufgabengruppen umfasste. Anschließend startete die Intervention. In einer festen Problemlösestunde wurde einmal wöchentlich eine problemhaltige Textaufgabe bearbeitet. Dabei wurden aus sechs verschiedenen Aufgabengruppen jeweils zwei Aufgaben berücksichtigt. Hierzu zählten Vergleichs-, Bewegungs-, und Ausgleichsaufgaben sowie Aufgaben mit komplexen Informationen, mit kombinatorischem Hintergrund sowie zum Verhältnis von Zwischenraum und Begrenzung (vgl. Rasch, 2008). An die Intervention schloss sich ein Posttest an. Die Grundschul Kinder bearbeiteten erneut drei problemhaltige Textaufgaben, welche durch ihre Strukturgleichheit einen Pre-Post-Test Vergleich zuließen. 13 Wochen nach der Intervention wird der Follow-up Test die Intervention abrunden. Dieser steht aktuell noch aus.

In diesem Beitrag wird der Effekt der Unterrichtsgestaltung mit der Forschungsfrage, ob sich die vier Gruppen hinsichtlich ihres Lösungserfolgs unterscheiden, fokussiert. Deskriptiv ergibt der Pre-Post-Test Vergleich, dass 76,3 % der 355 Kinder im Pretest keine Aufgabe richtig gelöst haben. Im Posttest sinkt der Anteil auf 35,6 %. Eine Aufgabe lösten 19,0 % (Pretest) richtig, später 29,7 % (Posttest). Zwei Aufgaben 3,6 % (Pretest), später 21,0 % (Posttest). Alle drei Aufgaben lösten im Pretest 1,1 % aller Kinder, im Posttest waren es 13,7 %. Es zeigt sich deskriptiv, dass die Integration problemhaltiger Textaufgaben in den Unterricht eine Leistungssteigerung bewirkt. Dies bestätigt sich auch, wenn man jede experimentelle Bedingung für sich betrachtet (siehe Tabelle).

Experimentelle Bedingung a)

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Keine Richtige	72,3 %	19,4 %
Eine Richtige	20,2 %	30,1 %
Zwei Richtige	6,4 %	31,2 %
Drei Richtige	1,1 %	19,4 %

Experimentelle Bedingung c)

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Keine Richtige	74,4 %	39,3 %
Eine Richtige	23,3 %	30,3 %
Zwei Richtige	2,2 %	20,2 %
Drei Richtige	0 %	10,1 %

Experimentelle Bedingung b)

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Keine Richtige	72,9 %	28,2 %
Eine Richtige	18,8 %	29,8 %
Zwei Richtige	5,2 %	21,3 %
Drei Richtige	3,1 %	20,2 %

Experimentelle Bedingung d)

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Keine Richtige	85,7 %	56,0 %
Eine Richtige	13,1 %	27,5 %
Zwei Richtige	0 %	9,5 %
Drei Richtige	0 %	3,7 %

Vergleicht man die Mittelwerte innerhalb der Gruppen, so ergibt der t-Test für gepaarte Stichproben folgende Ergebnisse: Der Lösungserfolg (gemessen mit 0 für eine falsche Lösung und 1 für eine richtige Lösung) der trainierten Klassen mit kommunikativen Zweiersettings steigt höchst signifikant vom Pretest ($M = .12$, $SD = .219$) zum Posttest ($M = .50$, $SD = .341$), $t(91) = 10.758$, $p < .001$. Darüber hinaus erreichen sowohl die Trainingsklassen ohne kommunikative Zweiersettings (Pretest ($M = .13$, $SD = .245$); Posttest ($M = .44$, $SD = .367$), $t(91) = 8.951$, $p < .001$) als auch die untrainierten Klassen mit kommunikativen Zweiersettings (Pretest ($M = .09$, $SD = .167$); Posttest ($M = .34$, $SD = .335$), $t(88) = 7.865$, $p < .001$) eine höchst signifikante Steigerung des Lösungserfolgs. Auch in den Kontrollgruppen steigt der Lösungserfolg höchst signifikant vom Pretest ($M = .05$, $SD =$

.116) zum Posttest ($M = .20$, $SD = .274$), $t(79) = 4.789$, $p < .001$, so dass festzuhalten bleibt, dass die Implementierung problemhaltiger Textaufgaben eine Leistungssteigerung bewirkt, wenn diese auch mit .38 in der experimentellen Bedingung a am größten ist.

Der Pre-Post-Test Vergleich zwischen den Gruppen zeigt, dass sich die Gruppen höchst signifikant bezüglich des Lösungserfolgs unterscheiden ($F(3, 349) = 10.176$, $p < .001$). Die Kontrastanalyse ergibt, dass sich die Kontrollgruppen höchst signifikant von den Gruppen mit kommunikativen Zweiersettings unterscheiden ($p < .001$) und die Gruppen mit kommunikativen Zweiersettings sich signifikant von den Trainingsgruppen unterscheiden ($p = .002$). Die Trainingsgruppen unterscheiden sich von den Trainingsgruppen mit kommunikativen Zweiersettings nur noch rein deskriptiv ($p = .119$). Somit konnte die Nullhypothese, dass sich die Gruppen nicht signifikant voneinander unterscheiden, verworfen werden. Weitere Analysen müssen nun sicherstellen, dass der Lernzuwachs auf das Training zurückzuführen ist und keine weiteren Faktoren diesen bedingen können.

Literatur

- Franke, M. & Ruwisch, S. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule* (2. Aufl.). Heidelberg: Spektrum.
- Lamberigts, R. & Diepenbrock, J.-W. (1993). Aktivierender Unterricht in einer kooperativen Lernumwelt: Implementation und Effekte in einem Feldexperiment. In G. L. Huber (Hrsg.), *Neue Perspektiven der Kooperation* (S. 94-194). Hohengehren: Schneider.
- Oswald, F. (1994). *Begabtenförderung in der Schule*. Wien: Facultas Universitätsverlag
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York, NY: Basic Books.
- Rasch, R. (2001). *Zur Arbeit mit problemhaltigen Textaufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*. Hildesheim: Franzbecker.
- Rasch, R. (2008). *42 Denk- und Sachaufgaben. Wie Kinder mathematische Aufgaben lösen und diskutieren*. Seelze: Kallmeyer.
- Rohrbeck, C. A., Ginsburg-Block, M. D., Fantuzzo, J. W. & Miller, T. R. (2003). Peer-Assisted Learning Interventions with Elementary School Students: A Meta Analytic Review. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 240-257.
- Schnotz, W., Baadte, C., Müller, A. & Rasch, R. (2010). Creative Thinking and Problem Solving with Depictive and Descriptive Representations. In L. Verschaffel, E. De Corte, J. Elen & T. de Jong (Eds). *Use of External Representations in Reasoning and Problem Solving* (pp. 11-35). Amsterdam: Elsevier.
- Sturm, N., Rasch, R., & Schnotz, W. (2013). Wie knacke ich das Problem? Zeichnen, auflisten, tabellieren oder einfach nur rechnen... *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013*. Münster: WTM-Verlag.
- Tarim, K. (2009). The Effects of Cooperative Learning on Preschooler's Mathematics Problem-solving Ability. *Educational Studies in Mathematics*, 72, 325-340.