

Nina STURM, Landau

## **Die Rolle selbstgenerierter Repräsentationen beim Lösen problemhaltiger Textaufgaben und Fördern von „problem representation skills“**

Beim Lösen kniffliger Textaufgaben stoßen Grundschul Kinder häufig auf Problembarrrieren. Sie stehen vor der Aufgabe lösungsrelevante Informationen und ihre Relationen zu identifizieren und sie im zweiten Schritt neu miteinander zu verknüpfen (Schukajlow, 2011). Das Abrufen der Lösung aus dem Gedächtnis ist durch die anspruchsvolle mathematische Struktur der Problemstellungen nicht ohne Weiteres möglich (Hussy, 1993). Problemhaltige Textaufgaben zählen zu den Aufgaben, welche die Lösenden herausfordern neue Wege zu gehen und das Erreichen der Zone der nächsten Entwicklung ermöglichen können (Vygotskij, 2002).

Externe Repräsentationen können, insbesondere wenn sie selbst konstruiert und für die Lösungsfindung genutzt werden, das Überwinden von Problembarrrieren ermöglichen. Einerseits entlastet das Verschriftlichen der individuellen Gedankengänge das Arbeitsgedächtnis; die Aufgabenbedingungen müssen nicht mehr präsent gehalten werden, wodurch Kapazität für den Lösungsprozess geschaffen werden (Schnotz et al., 2010). Andererseits fungieren sie als Gedächtnis-Trigger (Ohlsson, 1992) und aktivieren Wissen, wenn der Anfangszustand mit einer passenden Repräsentation dargestellt wird. Wird dieser (noch) nicht treffend repräsentiert, so hat der Lösende die Möglichkeit seine Repräsentation zu verändern.

Trotz des hohen Potentials externer Repräsentationen konstruieren Grundschul Kinder in den seltensten Fällen von sich aus externe Repräsentationen (Hohn, 2012). Allein eine Konstruktion ist jedoch noch kein Garant für den Lösungserfolg. Vielmehr werden Repräsentationen mit adäquaten Strukturen benötigt, welche es ermöglichen den Gegenstand korrekt zu erfassen und einfache Lösungsschritte anzuwenden (Fehse, 2001; Rasch, 2001). Gelingt die Problemlösung trotz externer Repräsentationen nicht, so lässt sich dies größtenteils auf eine fehlerhafte Repräsentation der Problemstruktur und nicht auf Berechnungsfehler zurückführen (Fehse, 2001). Grundschul Kinder mangelt es an Erfahrungen, sie sind hinsichtlich der Konstruktion von Repräsentationen Novizen und benötigen Unterstützung, um in Abhängigkeit von dem gerade zu lösenden Problem entscheiden zu können, welche Repräsentationen hilfreich sind (Cox, 1999). Diesbezüglich wird die Fokussierung von „problem representation skills“ anstelle von „symbol manipulation skills“ im Problemlöseanfangsunterricht empfohlen (Brenner et al., 1997). Die Autoren warnen davor zu schnell mit dem Rechnen zu

beginnen, ohne sicherzustellen, dass das Problem verstanden wurde. Es bleibt festzuhalten, dass Kinder beim Externalisieren ihrer mentalen Modelle Unterstützung benötigen und diesbezüglich Trainingsbedarf besteht.

In diesem Beitrag wird die Forschungsfrage, ob Drittklässler, die beim Lösen problemhaltiger Textaufgaben trainiert wurden, externe Repräsentationen wie Tabellen, Zeichnungen, Rechnungen und begründende Texte zu konstruieren, nach dem Training höhere problem representation skills besitzen. Ferner wird der Fragestellung nachgegangen, in wie fern die einzelnen Gruppen hinsichtlich ihrer Kompetenzentwicklung divergieren.

Im vorliegenden Pre-Post-Test-Kontrollgruppen-Design (vgl. Sturm, 2014) werden vier Gruppen unterschieden:

- *trainierte Klassen* mit kommunikativen Zweiersettings (T+KS) und ohne kommunikative Zweiersettings (T)
- *nicht trainierte Klassen* mit kommunikativen Zweiersettings (KS) und ohne kommunikative Zweiersettings (Kontrollgruppe, KG)

Erhebungsinstrument der problem representation skills war ein selbst konstruierter Test, der aus drei problemhaltigen Textaufgaben dreier Aufgabengruppen bestand (Vgl. Sturm, 2014; Sturm & Rasch, im Druck). Die Tests der Messzeitpunkte 2 und 3 umfassten strukturgleiche Aufgaben.

Als Analyseinstrument wurde die fünfstufige „Focused Holistic Scoring Point Scale“ von Charles, Lester & O’Daffer (1987) adaptiert eingesetzt. Jede Aufgabe wurde zunächst mit 0, 1, 2, 3 oder 4 bepunktet. Anschließend folgten für den Pre-, Post- und Follow-up-Test gesonderte Mittelwertberechnungen aus den drei zu bearbeitenden Textaufgaben.

Gruppe	n	Pretest		Posttest		Follow-up-Test	
		M	SD	M	SD	M	SD
KG	79	.17	.34	.97	.99	.95	1.04
KS	88	.42	.63	1.48	1.22	1.54	1.17
T	93	.50	.77	2.23	1.23	2.23	1.31
T+KS	91	.43	.62	2.34	1.03	2.60	1.13

**Table.** KG = Kontrollgruppe, KS = kommunikative Settings, T = trainierte Klassen, T+KS = trainierte Klassen mit kommunikativen Settings.

Rein deskriptiv spiegelt sich in allen Gruppen vom Pre- zum Posttest ein Anstieg der problem representation skills wider (vgl. Tabelle, Abbildung). Die größte Steigerung war hypothesenkonform in den trainierten Klassen

mit kommunikativen Settings (T+KS) zu beobachten. Der Kompetenzzuwachs lag hier bei 1,9 Punkten. Gefolgt von den trainierten Klassen ohne kommunikative Settings (T), welche einen Zuwachs von 1,7 Punkten erzielten. Auch in den nicht trainierten Klassen gab es einen Zuwachs, jedoch fiel dieser kleiner aus (KS um 1,1 Punkte, KG um 0,8 Punkte).

Die mixed ANOVA ergab einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Gruppe ( $F(3, 347) = 33.05, p < .001$ ), einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Zeit ( $F(1.99, 691.23) = 440.99, p < .001$ ) und einen signifikanten Interaktionseffekt der Faktoren Gruppe und Zeit ( $F(5.98, 691.23) = 18.62, p < .001$ ). Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangsvoraussetzungen zu Messzeitpunkt 1 wird der signifikante Haupteffekt der Gruppe nicht interpretiert. Geplante orthogonale Kontraste decken auf, dass sich die KG bezüglich ihres Kompetenzzuwachses von Pre- zu Posttest signifikant von den Experimentalgruppen ( $t(351) = 5.90, p < .001, r = .30$ ) und die KS sich von den trainierten Klassen ( $t(351) = 5.663, p < .001, r = .29$ ) unterscheiden. Ferner zeigen weitere geplante orthogonale Kontraste signifikante Unterschiede im Kompetenzzuwachs von Pre- zu Posttest zwischen trainierten und nicht trainierten Klassen ( $t(351) = 8.10, p < .001, r = .40$ ).

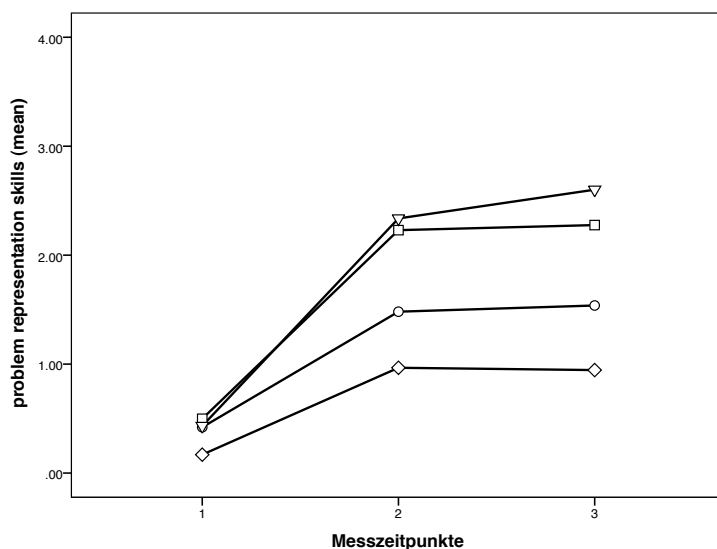


Abbildung. ◇ = KG, ○ = KS, □ = T, ▽ = T+KS

Weitere Gruppenunterschiede wurden nicht signifikant.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nach der zwölfwöchigen Intervention in allen Gruppen ein signifikanter Kompetenzzuwachs vorhanden war. Dabei erreichten trainierte Klassen höhere problem representation skills als nicht trainierte Klassen. Hieraus kann geschlossen werden, dass das Thematisieren verschiedenartiger Herangehensweisen wie das Rechnen, Zeichnen, Tabellieren und Begründen heterogenen Lerntypen beim Lösen problemhaltiger Textaufgaben gerecht wird. Unterschiedliche

und vielfältige Lösungsmöglichkeiten helfen Novizen beim Aufbau eines Repräsentationsrepertoires und bei der anfänglich schwierigen Unterscheidung zwischen Repräsentationen adäquater und inadäquater Struktur. Das Training sensibilisiert die Grundschulkinder für unterschiedliche Zugänge, so dass sie bei der jeweils zu bearbeitenden Aufgabe immer wieder neu entscheiden können, welche Repräsentationen ihnen zur erfolgreichen Problemlösung verhelfen.

## Literatur

- Brenner, M. E., Mayer, R. E., Moseley, B., Brar, T., Durán, R., Smith Reed, B., & Webb, D. (1997). Learning by Understanding: The Role of Multiple Representations in Learning Algebra. *American Educational Research Journal*, 39 (4), 663-689.
- Cox, R. (1999). Representation construction, externalised cognition and individual differences. *Learning and Instruction*, 9, 343-363.
- Charles, R., Lester, F. K. & O'Daffer, P. G. (1987). How to evaluate progress in problem solving. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Fehse, E. (2001). *Unterstützung von Kohärenzbildung beim kooperativen und individuellen Lernen mit externen Repräsentationen*. Freiburg im Breisgau: Universitätsbibliothek. Verfügbar unter: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/>
- Hohn, K. (2012). Gegeben, gesucht, Lösung? Selbstgenerierte Repräsentationen bei der Bearbeitung problemhaltiger Textaufgaben (Dissertation, Universität Koblenz-Landau). Verfügbar unter: <http://d-nb.info/1028021070/34>.
- Hussy, W. (1983). *Denken und Problemlösen* [Thinking and Problem Solving]. Stuttgart, Germany: Kohlhammer.
- Ohlsson, S. (1992). Information processing explanations of insight and related phenomena. In M. Keane, K. Gilhooly (Eds.), *Advances in the psychology of thinking* (pp. 1-44). London: Harvester-Wheatsheaf.
- Rasch, R. (2001). *Zur Arbeit mit problemhaltigen Textaufgaben im Mathematikunterricht der Grundschule*. Hildesheim: Franzbecker.
- 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.
- Schukajlow, S. (2011). *Mathematisches Modellieren. Schwierigkeiten und Strategien von Lernenden als Bausteine einer lernprozessorientierten Didaktik der neuen Aufgabekultur*. Münster: Waxmann.
- Sturm, N. (2014). Sind Repräsentationen beim Lösen problemhaltiger Textaufgaben lösungsunterstützend? In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1191-1194). Münster: WTM-Verlag.
- Sturm, N. & Rasch, R. (in press). Forms of representation for solving mathematical word problems - development of an intervention study. In W. Schnotz, A. Kauertz, H. Ludwig, J. Pretsch, & A. Müller (Hrsg.), *Multiple Perspectives on Teaching and Learning*.
- Vygotskij, L. S. (2002). *Denken und Sprechen*. Weinheim, Germany: Beltz.