

Ulrike DREHER, Timo LEUDERS, Lars HOLZÄPFEL, Freiburg

Einfluss von Präferenzen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen auf den Umgang mit verschiedenen Repräsentationen

Der Umgang mit verschiedenen Repräsentationen von Funktionen ist Lerngegenstand der Sekundarstufe I. Unter der Leitidee „Funktionaler Zusammenhang“ finden sich in den Bildungsstandards nicht nur das Erstellen der einzelnen Darstellungen (Graph, Tabelle, Funktionsterm, Situation), sondern auch die Übersetzung zwischen den Darstellungen und deren Interpretation als anzustrebende Kompetenzen (KMK 2004, S.12). Die inhaltlichen Anforderungen beim Übersetzungsprozess wurden in zahlreichen Studien beschrieben (vgl. Leinhardt et al. 1990). Die vorgelegte Studie konzentriert sich auf zwei Repräsentationsformen von Funktionen - Graph und Tabelle - im Zusammenhang mit Aufgabenstellungen, in denen Funktionen durch Situationen repräsentiert sind.

1. Stand der Forschung

Der Bearbeitungsprozess solcher Aufgaben unterliegt zahlreichen Einflussfaktoren, die bei Acevedo Nistal et al. (2009) in drei Bereiche gegliedert werden: *Aufgabenspezifische Faktoren* beziehen sich z.B. auf die jeweilige adäquate Repräsentationswahl (vgl. Hollands & Spence 1998). Zu den *individuellen Faktoren* zählen sowohl das inhaltliche Vorwissen (Grawemeyer 2006), das Wissen über den Umgang mit den Repräsentationen (Ueasaka & Manolo 2006) als auch Affekte (deBellis & Goldin 2006), Präferenzen (Ainsworth 1999) und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen. *Kontextuelle Faktoren* beziehen sich auf die Art der unterrichtlichen Auseinandersetzung mit den verschiedenen Repräsentationen: Werden beispielsweise Repräsentationen einzeln behandelt oder die Übersetzung zwischen diesen betont (vgl. Greeno & Hall 1997)? Die vorliegende Studie sieht von den kontextuellen Faktoren ab und knüpft an die Befunde zu den folgenden drei Bereichen an: Im Bereich des **Umgangs mit den Repräsentationen** Graph und Tabelle konnten Bayrhuber et al. (2010) unterschiedliche Kompetenzdimensionen bei Achtklässlern identifizieren. Befunde zum **flexiblen Umgang** von Acevedo Nistal et al. (2012) zeigen, dass es Lernenden der Sekundarstufe je nach Alter unterschiedlich schwer fällt, angemessene Repräsentationen auszuwählen und dass Items mit Vorgabe besser gelöst werden. Die Kombination von geschlossenen und offenen Aufgaben erscheint damit als probates Mittel zur Messung der Leistung mit Repräsentationen. In einer Interventionsstudie war es Ueasaka und Manolo (2006) möglich, **reflexives Wissen über die Repräsentationen** zu vermitteln und dieses in of-

fenen Statements der Schüler zu erheben. Die vorliegende Studie nutzt ebenso offene Antwortformate, um an ein solches **metarepräsentationales Wissen** (vgl. diSessa & Sherin 2000) zu gelangen. Den dritten Bereich bilden die **Präferenzen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen**. Kognitionspsychologische Befunde zeigen, dass für verschiedene Repräsentationen Präferenzen in der kognitiven Struktur vorliegen können (Schwank 1996). Selbstwirksamkeitsüberzeugungen bezüglich einzelner Repräsentationen wurden in Fragebogenstudien (Gagatsis et al. 2009) erhoben und es zeigt sich eine eher rückläufige Entwicklung in der Schullaufbahn.

2. Fragestellung

Bisherige Forschungsbefunde konzentrieren sich auf die Erfassung und Beschreibung der genannten einzelnen Komponenten des Umgangs mit Repräsentationen, können jedoch keine systematischen Zusammenhänge herstellen. Daher soll untersucht werden, welche Zusammenhänge bei Lernenden der Klasse 8 zwischen (1) Kompetenzen bezüglich der Nutzung verschiedener Repräsentationen, (2) Präferenzen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen für einzelne Repräsentationen und (3) der adaptiven Nutzung mehrerer Repräsentationen im Bereich Funktionen bestehen. An dieser Stelle werden erste Befunde aus einer Vorstudie vorgestellt, welche Anlass zu einigen Hypothesen geben.

3. Design

Die entwickelten Erhebungsinstrumente nutzen quantitative wie qualitative Erfassungsstrategien. Ein Fragebogen soll die vorliegenden Präferenzen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen bezüglich der Repräsentationsarten Graph und Tabelle erfassen. Offene Items mit mathematischen Textaufgaben geben Hinweise auf die Präferenzen und Reflexionsfragen zur Nutzungsbegründungen erfassen metarepräsentationales Wissen. Eine repräsentationsbezogene Kompetenzmessung erfolgt mit Testitems des Forschungsprojekts HEUREKO (Bayrhuber et al. 2010). Um vertiefende Analysen vorliegender Extremfälle leisten zu können, wird eine Interviewstudie mit ausgewählten Lernenden angeschlossen.

4. Vorstudie

Anliegen der Vorstudie ist die Erprobung der neu entwickelten Instrumente. Sowohl die Fragebogenskalen zu den Konstrukten der spezifischen Präferenz und der Selbstwirksamkeitsüberzeugungen, als auch die offenen Mathematikitems wurden an einer Stichprobe von 95 Schülerinnen und Schülern der Klasse 8 an Realschulen erprobt. Für die Selbstwirksamkeitsüberzeugungen bezüglich der Repräsentationen von Funktionen wurden Items

in Anlehnung an Gagatsis et al. (2009) entwickelt und ein 4-stufiges Antwortformat gewählt. Die Präferenzskala in diesem Bereich wurde 6-stufig und bipolar angelegt, sodass eine kontrastierende Entscheidung zwischen Graph und Tabelle vom Lernenden eingefordert werden konnte. Des Weiteren wurden die allgemeinen Skalen Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept bezüglich Mathematik (Ramm et al. 2006) eingesetzt, um überprüfen zu können, ob spezifische Selbstwirksamkeitsüberzeugungen bei Schülerinnen und Schülern messbar sind.

5. Vorstudienergebnisse

Zunächst zeigt sich in einer explorativen Faktorenanalyse, dass die repräsentationsspezifischen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen von den allgemeinen Skalen (Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept bezüglich Mathematik) trennbar sind. Letztere sind allerdings nicht voneinander trennbar (1-dim Lösung mit Cronbachs $\alpha = 0.934$; 9 Items), was der inhaltlichen Nähe der Konstrukte geschuldet ist. Die Überprüfung der Dimensionsstruktur der spezifischen selbst entwickelten Skalen mittels einer konfirmatorischen Faktorenanalyse bestätigte, dass Selbstwirksamkeit bezüglich der Repräsentationen dreidimensional betrachtet werden kann: Dabei weisen die 3 Dimensionen eine hohe interne Konsistenz auf: Cronbachs $\alpha_{(\text{Funktionen allg.})} = 0.770$ (2 Items); Cronbachs $\alpha_{(\text{Tabelle})} = 0.789$ (4 Items) und Cronbachs $\alpha_{(\text{Graph})} = 0.783$ (4 Items). Korrelationsanalysen zwischen den Konstrukten Präferenz und Selbstwirksamkeit zeigten, dass eine Präferenz für Tabellen mit einer Selbstwirksamkeitsüberzeugung für die Tabelle mit $r = 0.336$ mäßig korreliert. Für die Graphen ergibt sich ein ähnliches Bild mit $r = 0.344$. Die vier offenen Mathematikitems sind mit unterschiedlichen Schwierigkeiten (Lösungshäufigkeiten zwischen 0.34 und 0.74) zufriedenstellend variabel. Zur Beantwortung der Fragestellung müssen weitere Zusammenhänge korrelativ untersucht werden.

6. Ausblick

In der Hauptstudie werden in einer Stichprobe von 15 Klassen zu drei Messzeitpunkten mit Hilfe der beschriebenen Instrumente die individuellen Faktoren erhoben, um anschließend Aussagen über deren Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit und darüber hinaus über deren Beziehung zu einer metarepräsentationalen Kompetenz schließen zu können.

Literatur

Acevedo Nistal, A., van Dooren, W., Clarebout, G., Elen, J., Verschaffel, L. (2009). Conceptualising, investigating and stimulating representational flexibility in mathe-

- matical problem solving and learning: a critical review. *ZDM Mathematics Education* 41 (5), 627–636.
- Acevedo Nistal, A., Dooren, W., Verschaffel, L. (2012). What counts as a flexible representational choice? An evaluation of students' representational choices to solve linear function problems. *Instructional Science* 40 (6), 999–1019.
- Ainsworth, S. (1999). *Designing effective multi-representational learning environments (technical report 58)*. University of Nottingham: ESRC Centre for Research in Development, Instruction and Training.
- Bayrhuber, M., Leuders, T., Bruder, R., Wirtz, M. (2010). Repräsentationswechsel beim Umgang mit Funktionen - Identifikation von Kompetenzprofilen auf der Basis eines Kompetenzstrukturmodells. Projekt HEUREKO. *Zeitschrift für Pädagogik; Beiheft* 56 (56), 28–39.
- DeBellis, V. A. & Goldin, G. A. (2006). Affect and meta-affect in mathematical problem-solving: A representational perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 131–147.
- diSessa, A. & Sherin, B. (2000): Meta-representation: an introduction. *Journal of Mathematical Behavior* (19), 385–398.
- Gagatsis, A., Panaoura, A., Deliyianni, E., Elia, I. (2009). Student's Belief about the Use of Representations in the Learning of Fractions. In *Proceedings of CERME 6. Lyon, France, 28.1.-1.2.2009*, 64–73.
- Grawemeyer, B. (2006). Evaluation of ERST—An external representation selection tutor. In D. Barker-Plummer, R. Cox & N. Swoboda (Eds.). *Diagrammatic representation and inference: 4th international conference, Stanford, CA, USA, June 28–30, 2006*. New York: Springer, 154–167.
- Greeno, J. G. & Hall, R. P. (1997). Practicing representation: Learning with and about representational forms. *Phi Delta Kappan*, 78(5), 361–367.
- Hollands, J. G. & Spence, I. (1998). Judging proportion with graphs: The summation model. *Applied Cognitive Psychology*, 12, 173–190.
- Kultusministerkonferenz, B. (2004). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4.12. 2003. In *Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.)*. München: Luchterhand.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O., Stein, M. (1990). Functions, Graphs and Graphing: Task, Learning and Teaching. *Review of Educational Research*, 60 (1), 1–64.
- Ramm, G., Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W. et al. (Hrsg.)(2006). *PISA 2003. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Schwank, I. (1996). Zur Konzeption prädikativer versus funktionaler kognitiver Strukturen und ihrer Anwendung. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (H. 6)*, 168–183.
- Uesaka, Y. & Manalo, E. (2006). Active comparison as a means of promoting the development of abstract conditional knowledge and appropriate choice of diagrams in math word problem solving. In D. Barker-Plummer, R. Cox & N. Swoboda (Eds.). *Diagrammatic representation and inference: 4th international conference, Stanford, CA, USA, June 28–30, 2006*. New York: Springer, 181–195.