

Ist das Zeichnen einer Skizze überhaupt nützlich? Theorien, Forschungsbefunde und Messinstrumente zu Visualisierungen und ihrer Valenz

Der gut gemeinte Rat „Zeichne doch erst einmal eine Skizze!“ führt nicht immer dazu, dass Schwierigkeiten bei der Bearbeitung realitätsbezogener Probleme im Mathematikunterricht erfolgreich überwunden werden. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu selbst erstellten Visualisierungen mit dem Fokus auf die Bedeutung und Messung strategiebezogener Valenz.

Selbst erstellte Skizzen in Problemlöse- und Modellierungsprozessen

Zahlreiche Studien belegen positive Wirkungen externer Repräsentationen auf Lernprozesse und Leistungen (u. a. Hembree, 1992; Panoura & Michael, 2010; Uesaka et al., 2010). Dies gilt in besonderem Maße für schematisch-abstrakte (z. B. mathematische) Visualisierungen. Die Befundlage für die Effekte bildlich-situativer Visualisierungen ist allerdings uneinheitlich und weist darauf hin, dass es auf die Art und Qualität der Visualisierungen ankommt (Hegarty & Kozhevnikov, 1999; Edens & Potter, 2008).

Ainsworth (1999) schreibt externen Repräsentationen drei zentrale Funktionen zu. Die Repräsentationen können eine komplementäre Rolle einnehmen, indem sie sich in ihrem Informationsgehalt gegenseitig ergänzen. Darüber hinaus stützen sie das gegenseitige Verstehen, so dass z. B. die Interpretation des Problems erleichtert wird. Multiple externe Repräsentationen können zudem zu einem tieferen Verständnis beitragen, indem beispielsweise durch Abstraktion ein Übertragen auf ähnliche Sachverhalte ermöglicht wird.

In diesem Zusammenhang weist Cox (1999) auf das unterschiedliche kognitive Anspruchsniveau bei Argumentationen mit selbst erstellten und vorgegebenen Skizzen hin. Van Meter und Garner (2005) fassten unter dem Begriff der Learner-Generated Drawing Theory Studien zu selbst erstellten Skizzen als Lernstrategie, um ein Lernziel zu erreichen, zusammen und rückten die selbst erstellten Skizzen damit stärker in den Forschungsfokus.

Speziell für das erfolgreiche Lösen von (realitätsbezogenen) Problemen, die in verbalisierter Form vorliegen, sieht Jonassen (2003) die Fähigkeit, gegebene Daten zu visualisieren, als unabdingbar an. In einer Visualisierung können relevante Objekte und ihre Beziehungen zueinander dargestellt und somit Verständnis gefördert werden. Eine Einordnung in den Modellierungskreislauf zeigt, dass eine Visualisierung hier in erster Linie

das Mathematisieren – also den Übergang vom Realmodell zum mathematischen Modell – erleichtern soll.

Ergänzend betonen Schukajlow und Leiss (2011) die Bedeutung des Zeichnens einer Skizze als Organisationsstrategie. So kann das Übersetzen von sprachlichen Informationen in ein Bild das Verstehen der Realsituation sowie deren Vereinfachung und Strukturierung unterstützen. Die entstehende räumliche Anordnung der Informationen hilft dabei, Fehler im mentalen Modell der Situation zu reduzieren und die Aufmerksamkeit auf das zugrunde liegende Problem zu lenken (Cox, 1999).

Qualitative Analysen der Lösungsprozesse deuten darauf hin, dass die selbst erstellten Skizzen auch in allen anderen Phasen der mathematischen Modellierung genutzt werden (Borromeo Ferri, 2011). Während des mathematischen Arbeitens können sie helfen, Fortschritte im Lösungsprozess zu verfolgen. Beim anschließenden Übergang vom mathematischen zum Situationsmodell kann die Visualisierung genutzt werden, um die gewonnenen Resultate im Sachzusammenhang zu interpretieren und kritisch zu überprüfen. Auch bei der Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse werden Visualisierungen von den Lernenden herangezogen.

Obwohl Skizzen an vielen Stellen des Modellierungskreislaufes förderlich sein können, werden sie von den Lernenden als Strategie eher selten genutzt (Uesaka et al., 2010). Die Frage nach dem „warum“ ist vor dem Hintergrund, dass spontan gezeichnete Skizzen leistungsförderlich sind und die Aufforderung eine Skizze zu zeichnen sogar zu negativen Effekten führen kann (De Bock et al., 2003), umso bedeutsamer.

Eine Klassifizierung möglicher Einflussfaktoren auf die flexible Nutzung von Repräsentationen führt u. a. zu individuellen Merkmalen der Lernenden (Acevedo Nistal et al., 2009), zu denen auch der affektive Bereich (Überzeugungen, Einstellungen, Emotionen) gehört, der bisher bzgl. der Verwendung der Strategie des Zeichnens einer Skizze in Modellierungsprozessen nur wenig untersucht wurde.

Der Einfluss von Valenz auf die Strategienutzung

Individuelle Überzeugungen haben Auswirkungen auf das Lernen und insbesondere auf die Nutzung von Strategien (Wigfield & Cambria, 2010). In Bezug auf das Zeichnen einer Skizze betont Ichikawa (1993, zitiert nach Uesaka et al., 2007), dass die Strategienutzung nicht allein von der Fähigkeit, sondern auch von der wahrgenommenen Effizienz des Zeichnens abhängt.

Es gibt erste Hinweise darauf, dass die strategiebezogene Valenz, welche subjektive Aussagen zu der Bedeutung, Wertigkeit und Nützlichkeit einer Strategie beinhaltet (Eccles, 2005), einen Einfluss auf die spontane Strategienutzung bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben hat. Uesaka et al. (2010) vermuten, dass die Häufigkeit der spontanen Strategienutzung steigt, wenn diese von Lernenden als gewinnbringend – d. h. die Effizienz steigernd – angesehen wird. Dieser Befund konnte für Lernstrategien bereits nachgewiesen werden (Berger & Karabenick, 2011).

Zur Messung der Valenz selbst erstellter Skizzen beim Modellieren

Im Rahmen einer Studie zur Rolle visueller Repräsentationen beim mathematischen Modellieren wurde ein Item für die Messung von Valenz selbst erstellter Skizzen entwickelt und eingesetzt (Csíkos et al., 2012). Dieses Item bezog sich auf den gesamten Modellierungsprozess: „Denkst du, dass dir das Zeichnen einer guten Skizze hilft, die Lösung einer Textaufgabe leichter zu finden?“. Analog wurden die Überzeugungen zur Nützlichkeit von Skizzen in einer weiteren Studie erhoben (Uesaka et al., 2007).

Ein neu zu entwickelndes Messinstrument soll die Valenz selbst erstellter Skizzen bezogen auf den Lösungsprozess differenzierter messen. Wie oben bereits ausgeführt, können selbst erstellte Skizzen in allen Phasen des mathematischen Modellierungsprozesses verwendet werden. Daran orientierend lassen sich Items formulieren (siehe Abbildung 1):

Ich bin überzeugt davon, dass das Zeichnen einer Skizze zu einer schwierigen Textaufgabe nützlich ist ...
... um mir anschaulich vorzustellen, worum es in der Aufgabe geht.
... um mir klar zu machen, was gesucht/gefragt ist.
... um zu überlegen, wie ich bei ähnlichen Aufgaben gerechnet habe.
... um am Schluss zu überlegen, was die berechnete Lösung bedeuten kann.
... um zu überlegen, ob das Ergebnis überhaupt stimmen kann.
... um anderen meinen Lösungsweg zu erklären.

Abbildung 1: Beispielitems zur Messung der Valenz selbst erstellter Skizzen

In einem nächsten Schritt muss nun untersucht werden, ob die strategiebezogene Valenz ein ein- oder – wie im Modellierungskreislauf angelegt – mehrdimensionales Konstrukt darstellt. Anschließend werden die Auswirkungen der strategiebezogenen Valenz auf die spontane Strategienutzung, Leistung und weitere Konstrukte untersucht.

Literatur

Acevedo Nistal, A., Van Dooren, W., Clarebout, G., Elen, J., & Verschaffel, L. (2009). Conceptualising, investigating and stimulating representational flexibility in mathematical problem solving and learning: a critical review. *ZDM*, 41(5), 627-636.

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2), 131-152.
- Berger, J., & Karabenick, S. A. (2011). Motivation and students' use of learning strategies: Evidence of unidirectional effects in mathematics classrooms. *Learning and Instruction*, 21(3), 416-428.
- Borromeo Ferri, R. (2011). *Wege zur Innenwelt des mathematischen Modellierens*. Springer.
- Cox, R. (1999). Representation construction, externalised cognition and individual differences. *Learning and Instruction*, 9(4), 343-363.
- Csíkós, C., Szitányi, J., & Kelemen, R. (2012). The effects of using drawings in developing young children's mathematical word problem solving: A design experiment with third-grade Hungarian students. *Educational Studies in Mathematics*, 81(1), 47-65.
- De Bock, D., Verschaffel, L., Janssens, D., Van Dooren, W., & Claes, K. (2003). Do realistic contexts and graphical representations always have a beneficial impact on students' performance? Negative evidence from a study on modelling non-linear geometry problems. *Learning and Instruction*, 13(4), 441-463.
- Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. *Handbook of Competence and Motivation*, 105-121.
- Edens, K., & Potter, E. (2008). How students "unpack" the structure of a word problem: Graphic representations and problem solving. *School Science and Mathematics*, 108(5), 184-196.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 684.
- Hembree, R. (1992). Experiments and Relational Studies in Problem Solving: A Meta-Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(3), 242-273.
- Jonassen, D. H. (2003). Designing research-based instruction for story problems. *Educational Psychology Review*, 15(3), 267-296.
- Panoura, A., & Michael, P. (2010). Students' self-concept beliefs about the use of geometrical shapes on mathematical problem solving. *Acta Didactica Universitatis Comenianae – Mathematics*, 10, 87-102.
- Schukajlow, S., & Leiss, D. (2011). Selbstberichtete Strategienutzung und mathematische Modellierungskompetenz. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 32(1), 53-77.
- Uesaka, Y., Manalo, E., & Ichikawa, S. (2010). The effects of perception of efficacy and diagram construction skills on students' spontaneous use of diagrams when solving math word problems. *Diagrammatic Representation and Inference*, 197-211.
- Uesaka, Y., Manalo, E., & Ichikawa, S. (2007). What kinds of perceptions and daily learning behaviors promote students' use of diagrams in mathematics problem solving? *Learning and Instruction*, 17(3), 322-335.
- Van Meter, P., & Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17(4), 285-325.
- Wigfield, A., & Cambria, J. (2010). Students' achievement values, goal orientations, and interest: Definitions, development, and relations to achievement outcomes. *Developmental Review*, 30(1), 1-35.