

## **Einsatz multimedialer Visualisierungen im Mathematikunterricht – Wie urteilen Lehrkräfte?**

### **Zusammenfassung**

Im Projekt *EKoL10* des Forschungs- und Nachwuchskollegs zur *Effektiven Kompetenzdiagnose in der Lehrerbildung (EKoL)* wird ein umfassendes Testinstrument für das Professionswissen von Lehrkräften für den Umgang mit multimedialen Repräsentationen im Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1 auf Basis von Bildschirmvignetten entwickelt. Zur empirischen Erfassung dieses technologisch-fachdidaktischen Wissens wurden in der ersten Projektphase Bildschirmvignetten mit Bezug auf die Themengebiete *Funktionen* und *Geometrie* entwickelt und pilotiert. Im Rahmen der Validierung konnte hierdurch auch das theoretisch angenommene Modell bestätigt werden. In der zweiten Projektphase werden das theoretische Modell und das Instrument zur Erfassung des technologisch-fachdidaktischen Wissens im Umgang mit multimedialen Repräsentationen mit Blick auf die weiteren Themengebiete des Mathematikunterrichts *Zahl und Algebra* sowie *Daten und Zufall* erweitert.

### **Multimediale Repräsentationen und Technologisch-fachdidaktisches Wissen (TPACK)**

Mathematische Objekte sind ihrer Natur nach rein gedanklich und somit unsichtbar. Die Entwicklung und Verwendung geeigneter Repräsentationen mathematischer Phänomene sind somit unabdingbare Voraussetzungen für das Verstehen mathematischer Objekte oder Prozesse (Duval, 2006). Durch das Heranführen von Schülerinnen und Schülern an die Arbeit mit *multiplen* Repräsentationen im Mathematikunterricht kann ein tieferes Verständnis des Unterrichtsgegenstands ermöglicht werden (Ainsworth, 1999). Dabei ist es jedoch notwendig, dass die Schülerinnen und Schüler die Verbindung zwischen den verschiedenen Repräsentationen herstellen, das heißt ein kohärentes mentales Modell entwickeln (Seufert, 2003). Die Möglichkeiten mit multiplen Repräsentationen im Unterricht zu arbeiten wird durch moderne Multimedia-Technologien, z.B. durch die Dynamisierung, stark erweitert. So kann etwa durch interaktive dynamische Visualisierungen das bewegliche Denken (Roth, 2005) gefördert werden oder durch automatische Übersetzungen zwischen multiplen Repräsentationen mehr Information über den mathematischen Gegenstand bereitgestellt werden (Kaput, 1989). Mit diesen Potentialen gehen jedoch auch Gefahren einher, etwa Fehlvorstellungen hervorzurufen (Hadjidemetriou & Williams, 2002) oder hohe extrinsische kognitive Belastung zu erzeugen (Brünken & Leutner, 2001).

Für die Gestaltung von effektiven multimedia-basierten Lernmaterialien liefert u.a. Mayer (2009) verschiedene allgemeine Richtlinien. Für die professionelle Bewertung und Auswahl zur Verfügung stehender Lernmaterialien (vgl. [www.geogebra.org/materials](http://www.geogebra.org/materials)) für den Einsatz im Mathematikunterricht, müssen Lehrkräfte zwischen den oben beschriebenen Potentialen und den möglichen Hindernissen abwägen. Das dafür nötige Professionswissen ist nicht rein fachdidaktischer Natur. Vielmehr muss hierzu fachdidaktisches, psychologisches und technologiebezogenes Wissen zu einem interdisziplinären Professionswissen des multimedialen Lernens verknüpft werden. Letzteres lässt sich im technologisch-fachdidaktischen Professionswissen innerhalb des TPACK-Modells von Koehler & Mishra (2014) verorten.

Das TPACK-Modell erweitert die Taxonomie des Professionswissens von Lehrkräften von Shulman (1986) um die Komponente des technologischen Wissens. Auf diese Weise entstehen weitere Amalgame („Schnittmengen“) von Professionswissen: Technologisches Fachwissen (TCK), Technologisch-pädagogisches Wissen (TPK) und Technologisches-fachdidaktisches Wissen (TPACK).

### **Projektphase 1: Vignetten zu Funktionen und Geometrie**

Mit Blick auf die inhaltliche Komponente des technologisch-fachdidaktischen Wissens lassen sich aus den Bildungsstandards (z. B. Kultusministerkonferenz, 2003) *Funktionen*, *Geometrie*, *Stochastik* (inkl. Statistik) sowie *Algebra* (inkl. Zahlen) als zentrale Unterrichtsthemen der Sekundarstufe I herauslesen. Abhängig von diesen Bereichen werden im Gesamtprojekt E-KoL10 vignettenbasierte Testinstrumente zur Erhebung des technologisch-fachdidaktischen Wissens im Umgang mit multimedialen Repräsentationen im Mathematikunterricht entwickelt.

Unterrichtsauthentische Videovignetten haben sich als effektives Testinstrument für Kompetenzen von Lehrkräften etabliert (Rehm & Bölsterli, 2014), da sie für ihre Bearbeitung situationsspezifische Fähigkeiten im Übersetzungsprozess zwischen kognitiven und affekt-motivationalen Dispositionen (Professionswissen, Kompetenz im dispositionalem Sinne) und Performanz in Realsituationen (Kompetenz im performativem Sinne) fordern (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015).

In der ersten Phase des EKoL10-Projekts wurden theoriebasiert 36 Videovignetten erstellt, die verschiedene Unterrichtssituationen zu den Themengebieten *Funktionales Denken* sowie *Raum und Form* zeigen, in denen multimediale Repräsentationen zum Einsatz kommen. Die Vignetten wurden mit Aussagen versehen, zu denen die jeweilige Zustimmung durch Items vom Likert-Typ erhoben wird. Diese eingesetzten Likert-Skalen thematisieren in

Kombination mit der dargestellten Situation ausgewählte psychologische Facetten des multimedialen Lernens – *gegenseitige Ergänzung multipler Repräsentationen* und *Kognitive Belastung*.

In einer mehrstufigen Expertenbefragung mit insgesamt 121 Expertinnen und Experten konnte das Testinstrument auf zehn Vignetten, jeweils fünf pro Facette multimedialen Lernens, reduziert und eine entsprechende Experten-norm gewonnen werden. Der resultierende Vignettentest wurde in einer vorläufigen Stichprobe von 261 angehenden Lehrkräften in Baden-Württemberg eingesetzt, wobei die Kovariaten *Pädagogisches Wissen* und *Fachwissen* sowie Daten über die bisherige Ausbildung erhoben wurden. Die erzielten Ergebnisse geben zufriedenstellende Hinweise auf die diskriminante Validität der Testwerte. Wie auf Basis des TPACK-Modells erwartet, ergeben sich schwache Korrelationen des Testwertes der Vignetten zu den Konstrukten *Pädagogisches Wissen* ( $r = .17$ ,  $p = 0.01$ ) und *Fachwissen* ( $r = .29$ ,  $p < .001$ ). Außerdem konnten positive Korrelationen zum Ausbildungsstand ( $r = .14$ ,  $p = .03$ ) und zur Anzahl der besuchten Lehrveranstaltungen zum Thema „Computer im Mathematikunterricht“ ( $r = .17$ ,  $p = .03$ ) nachgewiesen werden.

## **Projektphase 2: Vignetten zu Algebra und Stochastik**

Der Einsatz von multimedialen Repräsentationen bietet nicht nur Potential in Unterrichtseinheiten zu den Themengebieten *Funktionalen* oder *Geometrie*. Multiple Repräsentationen können auch den Aufbau prozeduraler Denkprozesse beim Thema der Äquivalenzumformungen in der *Algebra* fördern (Frech, Holzäpfel, Leuders & Barzel, 2015). Dynamische Visualisierungen und die Förderung dynamischer Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern bieten sich bei der Betrachtung von Bruchzahl- und Dezimalbruchdarstellungen an – nicht immer ohne die Gefahr Fehlvorstellungen hervorzurufen (Marx, 2013). Auch unter dem Bereich *Daten und Zufall* vereinen sich vielfache Anwendungen multimedialer Repräsentationen (Vogel & Eichler, 2014).

Um das im ersten Projektabschnitt entstandene Testinstrument auf den gesamten Inhaltsbereich der Mittelstufe zu erweitern, sollen in einem analogen Verfahren weitere Vignetten für diese Themengebiete produziert werden.

## Literaturverzeichnis

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33 (2-3), 131–152
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R. J. (2015). Beyond Dichotomies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), 3–13
- Brünken, R. & Leutner, D. (2001). Aufmerksamkeitsverteilung oder Aufmerksamkeitsfokussierung? Empirische Ergebnisse zur " Split-Attention-Hypothese" beim Lernen mit Multimedia. *Unterrichtswissenschaft*, 29 (4), 357–366.
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61 (1-2), 103–131.
- Frech, A., Holzäpfel, L., Leuders, T. & Barzel, B. (2015). *Wirkungen verschiedener Visualisierungen als Lernhilfe beim Umformen von Gleichungen*: Technische Universität Dortmund.
- Hadjidemetriou, C. & Williams, J. (2002). Children's graphical conception. *Research in Mathematics Education*, 4 (1), 69–87.
- Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbolic systems of algebra. In S. Wagner (Hrsg.), *Research issues in the learning and teaching of algebra* (Research agenda for mathematics education, Bd. 4, Bd. 4, S. 167–194). Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S. & Graham, C. R. (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen & M. J. Bishop (Hrsg.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (4th ed. 2014, S. 101–111). Dordrecht: Springer.
- Kultusministerkonferenz. (2003). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss.
- Marx, A. (2013). Schülervorstellungen zu unendlichen Prozessen – Die metaphorische Deutung des Grenzwerts als Ergebnis eines unendlichen Prozesses. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34 (1), 73–97.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Rehm, M. & Bölsterli, K. (2014). Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 213–225). Springer.
- Roth, J. (2005). *Bewegliches Denken im Mathematikunterricht* (Texte zur mathematischen Forschung und Lehre, Bd. 44). Zugl.: Würzburg, Univ., Diss., 2005. Hildesheim: Franzbecker.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. *Experimental Psychology*, 46 (3), 217–236.
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13 (2), 227–237.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand. Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4–14.
- Vogel, M., & Eichler, A. (2014). Die computergestützte Leitidee Daten und Zufall. In H.-W. Henn & J. Meyer (Eds.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 1* (pp. 126–138). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.