

Julia OLLESCH, Heidelberg, Markus VOGEL, Heidelberg,
Tobias DÖRFLER, Heidelberg

Unterrichtsvignetten zu computergestützten Lernumgebungen im Fach Mathematik

Mit Hilfe des Computers lassen sich mathematische Darstellungen erzeugen, die mit traditionellen Medien nicht hergestellt werden können. Wenn sich die Forderung nach einem computergestützten Mathematikunterricht in den verschiedenen Curricula wiederfindet, lässt sich darin die implizite Annahme eines unterrichtlichen Mehrwerts nachzeichnen. Ein solcher Mehrwert ist jedoch nicht genuin gegeben, sondern (unter anderen Faktoren) wesentlich von der Kompetenz der Lehrkraft abhängig, den Computer im Mathematikunterricht gewinnbringend einzusetzen. Über den Einsatz von computerbasierten Unterrichtsvignetten soll erforscht werden, welche Facetten von Lehrerkompetenz sich hierzu als maßgeblich erweisen.

Computerbasierte multiple Repräsentationen in der Mathematik

Der Computer soll im Mathematikunterricht als Unterstützung zum Lernen für die Schüler(innen) an geeigneter Stelle eingesetzt werden (z. B. KMK, 2003). Der Computer bietet die Möglichkeit der dynamischen Darstellung, darüber hinaus können auch multiple Repräsentationen parallel angezeigt und miteinander verknüpft werden, was zu einem höheren Informationsgehalt führen kann (Kaput, 1989). Verknüpfungsbedingte Synergien in der äußeren Darstellung können die Informationsverarbeitung anreichern (Schnotz & Bannert, 1999) und so den Verstehensprozess von Schüler(innen) unterstützen. Dies kann den Schüler(innen) helfen, mit Hilfe der verschiedenen Darstellungen am Computer ein tieferes Verständnis für den repräsentierten Sachverhalt zu entwickeln (vgl. Ainsworth, 1999). Speziell im Bereich der Mathematik spielen multiple Repräsentationen eine große Rolle, da mathematische Objekte als gedankliche Konstrukte an sich unsichtbar sind und erst durch verschiedene Repräsentationen jeweils perspektivisch sichtbar gemacht werden können. Daher ist es für das Verständnis eines mathematischen Inhalts notwendig, diverse Repräsentationen zu kennen, sie miteinander in Verbindung zu bringen sowie zwischen ihnen wechseln zu können (Duval, 2006).

Beim Einsatz des Computers muss der Lehrkraft allerdings bewusst sein, dass auch bei computerbasierten individualisierten Lernangeboten die Lernarbeit bei den Schüler(inne)n verbleibt (Spanhel, 1999). Computerbasierte Darstellungen können eine höhere Verarbeitungsleistung von Schüler(innen) abverlangen und nicht alle Schüler(innen) können gleich gut da-

mit umgehen: Der Nutzen des Computers ist nicht für alle Schüler(innen) gleich (Mandl, Gruber & Renkl, 2002). Entsprechend sollte die Lehrkraft bei der Erstellung von Lernumgebungen darauf achten, dass die relevanten Informationen zum Sachverhalt möglichst einfach zugänglich sind, so dass bei den Schüler(inne)n keine kognitive Überlastung anfällt (Chandler & Sweller, 1991). Es geht um die Frage nach „[...] einer gleichermaßen sach- und adressatengerechten mathematischen Repräsentation [...]“ (Vogel, 2006, S. 43).

Computerbasierte Repräsentationen im Mathematikunterricht

Lehrkräfte müssen den Computer in geeigneter Weise im Unterricht einsetzen können. Hierzu ist die Kenntnis der Schnittstelle zwischen Computer im Alltag der Schüler(innen) und Computer im Mathematikunterricht von großer Bedeutung. Lehrkräfte können so an „das mediale Vorwissen der Schüler anknüpfen und es für eine fruchtbare Gestaltung der schulischen Lern- und Bildungsprozesse nutzen“ (Spanhel, 1999, S. 58).

Neben dem mathematischen und technischen Fachwissen benötigen Lehrkräfte fachdidaktische Kompetenzen bezüglich des Computereinsatzes. So sollte eine Lehrkraft beispielsweise im Stande sein, die Grenzen der jeweiligen Lernumgebung zu erkennen (Mandl, Gruber & Renkl, 2002). Ebenso sollten mögliche Potentiale multimedial verknüpfter Repräsentationen (Ainsworth, 1999; Kaput, 1989) erkannt und aktiv in Vorbereitung und unterrichtlicher Umsetzung genutzt werden. Hinsichtlich der Adressaten, d. h. den Schüler(inne)n benötigen Lehrkräfte Wissen über bekannte Verstehenshürden und die Fähigkeit, kognitive Überforderung (Chandler & Sweller, 1991) zu erkennen. Dies lässt sich auf der Ebene des Unterrichtshandelns für Maßnahmen der multimedialbasierten individuellen Förderung (Seufert & Brünken, 2006) nutzen.

Computerbildschirmvignetten

Die dargestellten Kompetenzfacetten des Umgangs mit Computern im Mathematikunterricht sollen mit Hilfe eines Vignettentests erfasst werden. Bei sogenannten Vignetten handelt es sich um „kurze Szenen aus dem Alltag des Unterrichts bzw. der Lehrpersonen, die kritische Probleme aufzeigen, zu deren erfolgreicher Bewältigung bestimmte Kompetenzen notwendig sind“ (Rehm & Bölsterli, 2014, S. 215). Dieses Testformat bietet die Möglichkeit, Unterrichtssituationen authentisch abzubilden und Kompetenzen der Lehrkräfte objektiv zu erheben (Blomberg, Stürmer & Seidel, 2011). Im hier vorgestellten Projekt werden die Vignetten als „Bildschirmvignetten“ verfilmt, die im Unterschied zu sonstigen Videovignetten den Fokus ganz auf die Geschehnisse am Bildschirm richten, um die repräsentationale

Gestaltung und die unterrichtliche Auseinandersetzung in den Mittelpunkt zu rücken: Nach einer kurzen Sequenz in der Klasse wird ausschließlich der Bildschirm fokussiert, während Gespräche der beteiligten Schüler(innen) die Unterrichtssituation am Bildschirm unterlegen.

Vignettentest: Selektionsverfahren und Testentwicklung

Als Grundlage der Testentwicklung wurde ein mathematikdidaktisch sowie kognitionspsychologisch basiertes Kompetenzmodell zum computergestützten Mathematikunterricht theoriegeleitet aufgestellt. Zur Bestimmung der tatsächlich erfassbaren Kompetenzen wurde ein Vignettentest in einem mehrstufigen Verfahren entwickelt: Es wurde ein Pool von 35 Vignetten à 7-14 Items für ein geschlossenes Antwortformat (6-stufige Likert-Skala) theoriegeleitet und auf Basis von authentischen Computerlernumgebungen (von Lehrkräften für Lehrkräfte) entwickelt. Inhaltlich wurden die beiden Teilbereiche „Funktionen“ und „Geometrie“ fokussiert, die anhand der Software *GeoGebra* untersucht werden. Der Vignetten-Pool dient zur Selektion für den endgültigen Test. Die Auswahl und Adaption der Vignetten und Items wurde basierend auf einer mehrstufigen Expertenbefragung durchgeführt.

In einer ersten qualitativen Runde mit N=9 Experten konnten Eindeutigkeit der Fragestellung sowie fachdidaktische Relevanz der Unterrichtssituation sichergestellt werden. Ebenso wurden die Vignetten mit Hilfe der Auswahlgespräche weiterhin verbessert und neue Items generiert. In einer zweiten, quantitativen Runde wurden die Vignetten und Items anhand von vier Kriterien für die Pilotierung reduziert. Hierzu wurden die N=104 Experten in vier Professionsgruppen ausgewählt: Professoren und Mitarbeiter der Universitäten und Pädagogischen Hochschulen, Lehrkräfte an Lehramtsseminaren und Lehrkräfte an Schulen. Das Auswahlverfahren erfolgte multikriterial bezüglich der Konkordanz der genannten Expertengruppen: Inhaltsspezifische Fokussierung (1), Rating-Modalwerte zu Items (2), Eindeutigkeit der Fragestellung (3), fachdidaktische Relevanz (4) sowie Anmerkungen der Experten (5). Anhand dieser Kriterien und deren Rankings werden 10 Vignetten à 6 Items für die Pilotierung ausgewählt.

Pilotierung und Hauptstudie

Die Pilotierung des Vignetten-Testinstruments erfolgt im Frühjahr 2015 an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe mit ca. 140 Studierenden. Bei der Testvalidierung werden zusätzlich Kovariaten (Intelligenz, Berufswahlmotive, Persönlichkeitseigenschaften) miterhoben. Mit den Daten der Pilotierung wird der finale Test für die Hauptstudie und die Generierung der Expertennorm vorbereitet. Das finale Testinstrument besteht aus 10 Unter-

richtssituationen à 4 Items im geschlossenen Antwortformat, in denen Beurteilungen zur Unterrichtssituation auf einer 6-stufigen Likert-Skala in einem Online-Tool eingeschätzt werden.

Das Projekt ist Teil des FuN-Kollegs „Effektive Kompetenzdiagnose in der Lehrerbildung“ (EKoL) und wird durch das Land Baden-Württemberg finanziert.

Literatur

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers and Education*, 33(2-3), 131–152.
- Blomberg, G., Stürmer, K., & Seidel, T. (2011). How pre-service teachers observe teaching on video: Effects of viewers' teaching subjects and the subject of the video. *Teaching and Teacher Education*, 27(7), 1131–1140.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1-2), 103-131.
- Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbol systems of algebra. In S. Wagner & C. Kieran (Hrsg.), *Research agenda for mathematics education. Vol. 4: Research issues in the learning and teaching of algebra* (S. 167–194). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kultusministerkonferenz (2003). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf. Zugegriffen: 18. Oktober 2013.
- Mandl, H., Gruber, H., & Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Beltz PVU: Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (3., vollst. überarb. Aufl, S. 139–150). Weinheim: Beltz PVU.
- Rehm, M., & Bölsterli, K. (2014). Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 213–225). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. *Experimental Psychology (formerly "Zeitschrift für Experimentelle Psychologie")*, 46(3), 217–236.
- Spanhel, D. (1999). Multimedia im Schulalltag - Was müssen Lehrerinnen und Lehrer wissen, um Multimedia einsetzen zu können? In D. M. Meister & U. Sander (Hrsg.), *Praxishilfen Schule Pädagogik: Multimedia. Chancen für die Schule* (S. 54–76). Neuwied u.a.: Luchterhand.
- Vogel, M. (2006). *Texte zur mathematischen Forschung und Lehre. Bd. 49: Mathematisieren funktionaler Zusammenhänge mit multimediiabasierter Supplantation. Theoretische Grundlegung und empirische Untersuchung*. Hildesheim [u.a.]: Franzbecker.