

Julia OLLESCH, Markus VOGEL, Tobias DÖRFLER, Heidelberg

Beurteilung computergestützter Visualisierungen für den Mathematikunterricht der Sekundarstufe I durch angehende Lehrkräfte

Über das Internet sind heutzutage unzählige Plattformen verfügbar, welche Lehrkräften computergestützte Visualisierungen für den Einsatz im Mathematikunterricht fertig zur Verfügung stellen. Nicht alle dieser Computeranwendungen sind für den Unterricht als gleichermaßen geeignet zu beurteilen. Das durch das Land Baden-Württemberg geförderte Heidelberger Forschungsprojekt EKoL10 geht der Frage nach, mit welchen theoretisch fundierten Kriterien eine Beurteilung solcher Anwendungen erfolgen kann und wie diese in einem vignettenbasierten Verfahren der empirischen Forschung zugänglich gemacht werden können. Folgend werden aus multimedialetheoretischer Sicht wesentliche Kriterien abgeleitet und die Einarbeitung in computerbasierte Bildschirmvignetten exemplarisch vorgestellt.

Computergestützte Visualisierungen im Mathematikunterricht

Der Einsatz computergestützter Visualisierungen im Mathematikunterricht ist in verschiedenen curricularen Rahmenrichtlinien explizit vorgesehen (z. B. Kultusministerkonferenz, 2012). Obgleich aus diesem Umstand das Postulat eines genuinen Mehrwerts herausgelesen werden kann, ist bisher wenig darüber bekannt an welchen Kriterien sich ein solcher Mehrwert für den Mathematikunterricht bemessen lässt.

In der Mathematikdidaktik wird häufig der Aspekt der dynamisierten Visualisierung von mathematischen Prozessen und Zusammenhängen diskutiert, die dem Ziel dient, die interne mathematische Verarbeitung extern zu unterstützen (vgl. Pinkernell & Vogel, 2016). Speziell die dynamische Verknüpfung mehrerer Darstellungen desselben Sachverhalts kann zu einem höheren Informationsgehalt führen (Kaput, 1989) und die Lernenden bei einem tieferen Verständnis unterstützen (vgl. Ainsworth, 1999). Schnotz und Rasch (2005) zeigen auf, dass dynamische Repräsentationen sowie dynamisch verknüpfte multiple Repräsentationen einen Mehrwert beim Computereinsatz bieten können, jedoch auch negative Lerneffekte möglich sind. So kann die *gegenseitige Ergänzung multimedialer Repräsentationen* ebenso zum sogenannten Split-Attention-Effekt führen (Brünken & Leutner, 2001), der sich ergibt, wenn getrennte Darstellungen mental zu integrieren sind. Eine stark mit diesem Effekt verbundene Gefahr ist die erhöhte kognitive Belastung (*cognitive load*), die durch Einsatz von computergestützten Visualisierungen entstehen kann (Brünken, Plass, & Leutner, 2003).

In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. x–y). Münster: WTM-Verlag

Computerbasierte Bildschirmvignetten

Inhaltliche Reflexionselemente: Bei der Erstellung der im Folgenden näher erläuterten und exemplarisch vorgestellten Bildschirmvignetten bildeten die Aspekte *cognitive load* und *gegenseitige Ergänzung multimedialer Repräsentationen* die zentralen theoretischen Reflexionselemente bei der mathematisch-inhaltlichen Fokussierung. Es wurden Inhalte aus dem Bereich der Geometrie und der parametrischen Standardfunktionen der Sekundarstufe I aufbereitet. Diese inhaltliche Fokussierung bringt es mit sich, dass im Bereich der Funktionen ausschließlich Aufgabenstellungen zu linearen, quadratischen und trigonometrischen Funktionen betrachtet wurden, wie z. B. das Studium der Wirkung der verschiedenen Parameter bei den genannten elementaren Funktionen. Im Bereich der Geometrie wurden Aufgaben eingearbeitet, wie z. B. die Einführung der Strahlensätze. Allen eingearbeiteten Aufgaben war gemeinsam, dass sie inhaltliche Anforderungen an das stellten, was Roth (2002) *bewegliches Denken* nennt, und im spezifischen Bereich der Funktionen unter dem zentralen Begriff des *funktionalen Denkens* diskutiert wird (z. B. Vollrath & Weigand, 2007).

Medientechnische Realisierung: Die hier vorgestellten Bildschirmvignetten stellen eine spezielle Art von Videovignetten dar, in denen zunächst kurz das Unterrichtsetting mit den am Computer sitzenden Schüler(inne)n zu sehen ist, bevor im unmittelbaren Anschluss der Fokus direkt auf den mathematischen Inhalt eines Bildschirms gerichtet wird, an dem die Schüler(innen) arbeiten. Für eine möglichst praxisnahe Gestaltung wurden bereits erstellte, online verfügbare GeoGebra-Dateien als Grundlage der Vignetten verwendet (Quelle: www.geogebraTube.com). Eine Vignette dauert ca. 2 Minuten und stellt jeweils eine bestimmte Unterrichtssituation in den Vordergrund. Anhand der Darstellung der Klassensituation zu Beginn wird deutlich gemacht, dass es sich um eine konkrete Unterrichtssituation handelt und die Schüler(innen) beispielsweise in Partnerarbeit am Computer arbeiten. Während im weiteren Verlauf gänzlich auf den mathematischen Inhalt des Bildschirms fokussiert wird, wie es beispielhaft in Abbildung 1 (Autor der originalen GeoGebra-Datei: Wolfgang Wengler, Aufbereitung als Vignette: Julia Ollesch) zu sehen ist. Dabei wird der unterrichtliche Charakter weiterhin durch ein im Hintergrund zu hörendes Schülergespräch über die jeweilige Computeranwendung unterlegt. Der direkte Fokus auf den mathematischen Bildschirminhalt soll es den Probanden der empirischen Untersuchung ermöglichen, die gezeigte Computeranwendung besser zu erkennen und sich in die Situation der Bearbeitung dieser Anwendung durch die Schüler(innen) schneller hinein versetzen zu können.

Verknüpfung von Funktionen

Nachdem wir besprochen haben, wie man von der Funktion $f(x) = 5 \sin(x)$ zu $f(bx + c) = 5 \sin(bx + c)$ kommt, seht ihr hier wie das Ganze graphisch aussieht!
Die Animation kannst du mit dem Play-Button links unten starten!

Untersuche, welche Wirkung die Parameter b und c haben.

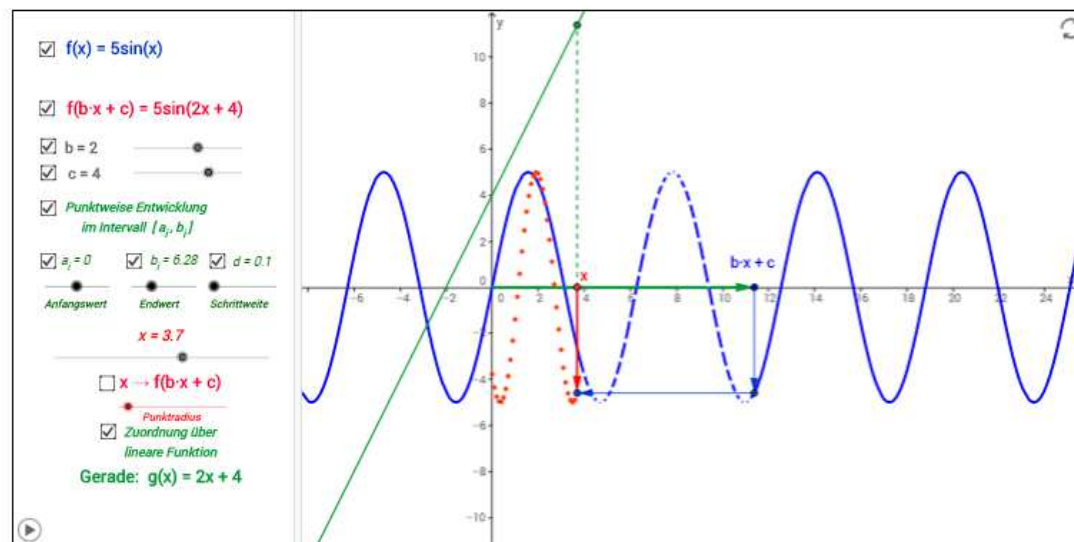


Abbildung 1: Screenshot aus einer Bildschirmvignette

Exemplarische Konkretisierung: Am Beispiel der Abbildung 1 sei eine computerbasierte Bildschirmvignette exemplarisch vorgestellt: Es geht hinsichtlich der Lernenden mathematisch-inhaltlich um das Ziel, den Übergang von $f(x)$ nach $f(bx+c)$ am Beispiel der Sinusfunktion mittels der Computeranwendung zu erläutern. Hierbei wird die rot dargestellte Funktion durch Veränderung von x zu $bx+c$ aus der blau dargestellten Funktion entwickelt. Ebenso kann die rote Funktion über die grün dargestellte lineare Funktion zugeordnet werden. Durch Drücken des Play-Knopfes links unten werden diese Entwicklungen dynamisch abgespielt. Im Algebra-Fenster links sind die zugehörigen Variablen und Funktionsgleichungen zu sehen.

Mit Hilfe dieser Computeranwendung soll im Unterricht die Wirkung der Parameter b und c thematisiert werden, also die Verschiebung des Funktionsgraphen sowie die Streckung entlang der x -Achse. Die darauf basierende Vignette wurde hinsichtlich des Aspektes *cognitive load* erstellt und den Probanden zur Beurteilung präsentiert. Hierfür lagen je 6-7 Items pro Vignette vor, die auf einer 6-stufigen Likert-Skala zu bewerten waren. Die Items fokussieren, wie vorhandene Einzelheiten und Darstellungen im Sinne des Aspektes *cognitive load* zu beurteilen sind. Als Einzelheiten wurden in Abbildung 1 die Zuordnung über lineare Funktion (grün), neuer Funktionsgraph (rot) sowie die algebraisch angegebenen Variablen bezeichnet; als Darstellungen der Funktionsgraph sowie die algebraischen Formeln. Für die Beurteilung wurden die Probanden konkret nach der Notwendigkeit der

Einzelheiten und Darstellungen sowie der Ersichtlichkeit der Zusammenhänge zwischen ihnen befragt, beispielsweise durch Items wie *Durch die Einzelheiten wird die Computeranwendung zu komplex.*

Ausblick

Durch eine mehrstufige Expertenbefragung mit Teilnehmern aus verschiedenen an der Lehrerbildung beteiligten Institutionen (Hochschulen, Staatliche Seminare sowie Schulen) wurden die entwickelten Vignetten validiert und die am besten geeigneten für das finale Testinstrument ausgewählt, welches zwischen Juni und Dezember 2015 eingesetzt wurde. Die ersten empirischen Befunde der Studie bestätigen die Validität des Testinstrumentes und sind auch darüber hinaus sehr vielversprechend für die weitere Forschungsarbeit.

Literatur

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers and Education*, 33(2-3), 131–152.
- Brünken, R., & Leutner, D. (2001). Aufmerksamkeitsverteilung oder Aufmerksamkeitsfokussierung?: Empirische Ergebnisse zur "Split-Attention-Hypothese" beim Lernen mit Multimedia. *Unterrichtswissenschaft*. (29), 357–366.
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53–61. doi:10.1207/S15326985EP3801_7
- Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbol systems of algebra. In S. Wagner & C. Kieran (Eds.), *Research agenda for mathematics education: Vol. 4. Research issues in the learning and teaching of algebra* (pp. 167–194). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kultusministerkonferenz. (2012). Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Retrieved from http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf
- Pinkernell, G., & Vogel, M. (2016). Zum Einsatz softwarebasierter multipler Repräsentationen von Funktionen im Mathematikunterricht. In G. Heintz, G. Pinkernell, & F. Schacht (Eds.), *Digitale Werkzeuge für den Mathematikunterricht. Festschrift für Hans-Jürgen Elschenbroich* (pp. 231–242).
- Roth, J. (2002). Bewegliches Denken – ein wichtiges Prozessziel des Mathematikunterrichts. In W. Peschek (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2002. Vorträge auf der 36. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 25. Februar bis 1. März 2002 in Klagenfurt* (pp. 423–426). Hildesheim [u.a.]: Franzbecker.
- Schnotz, W., & Rasch, T. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 47–58. doi:10.1007/BF02504797
- Vollrath, H.-J., & Weigand, H.-G. (2007). *Algebra in der Sekundarstufe* (3. Aufl.). Mathematik Primar- und Sekundarstufe. München [u.a.]: Spektrum, Akad. Verl.