

Julia OLLESCH, Heidelberg, Marcus SCHWARZ, Peter SEDLMEIER,
Chemnitz, Markus VOGEL, Heidelberg

Fragen der multimedialen Unterstützung beim Beurteilen des Verhaltens einfacher dynamischer Systeme

Die Fähigkeit Zusammenhänge und Wirkungen innerhalb eines Systems zu durchschauen und mögliche Entwicklungen oder Reaktionen qualitativ abzuschätzen sind wichtige Bestandteile des Verständnisses von dynamischen Systemen. Aufgrund psychologisch gesicherter Befunde sollte die repräsentationale Aufbereitung einen wesentlichen Einfluss hierauf nehmen. Dies war der Anlass für diesbezügliche Studien an der TU Chemnitz sowie deren Replikation an der Universität Heidelberg.

Theoretischer Hintergrund

Dynamische Systeme sind einer Zeitentwicklung unterworfen. Sowohl in der Natur als auch in der Theorie, beispielsweise in der Physik, Biologie oder Ökonomie, unterliegen viele Systeme einer solchen Zeitentwicklung.

Die mathematische Theorie der dynamischen Systeme beschäftigt sich mit Modellen dieser Systeme (Einsiedler & Schmidt 2014). Dabei wird eine Unterscheidung kontinuierlicher und diskreter Systeme vorgenommen. Ein häufig angeführtes Beispiel für ein kontinuierliches dynamisches System ist das sogenannte „Badewannen-Problem“. Hierbei handelt es sich um den Wasserbestand in einer Badewanne, der durch Aufdrehen des Zuflusses (bei gleichbleibendem Abfluss) erhöht werden kann und durch Aufdrehen des Abflusses (bei gleichbleibendem Zufluss) verringert. Ein diskretes dynamisches System findet sich zum Beispiel bei einem Konto wieder. Es befindet sich ein gewisser Betrag (Bestand) auf dem Konto, der sich durch Überweisungen (Zu- und Abfluss) verändert.

Da komplexe Systeme oftmals mit Hilfe eines dynamischen Modells dargestellt werden, ist es von großer Bedeutung ein Verständnis für die Repräsentation solcher Modelle zu entwickeln. Nach Kaput (1989) kann die Verknüpfung multipler Repräsentationen synergetisch zu einem höheren Informationsgehalt führen. Multiple Repräsentationen sollen nicht nur Darstellungspräferenzen der Lernenden bedienen, sondern auch durch das mehrperspektivische Abbilden darin unterstützen, zugrundeliegende Problemstrukturen zu erkennen und dadurch das Verständnis zu vertiefen (Ainsworth 1999).

Unter dem Aspekt der Multicodierung betrachtet bieten multiple Repräsentationen die Möglichkeit, einen Sachverhalt sowohl textuell als auch bildlich (insbesondere mit dynamischen Bildern) oder in Mischformen darzu-
In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 871–874).
Münster: WTM-Verlag

stellen. Nach Schnotz und Bannert (1999) ergänzen sich diese Darstellungen gegenseitig im Verstehensprozess.

Beim Einsatz multipler Repräsentationen darf dennoch nicht vergessen werden, dass auch Schwierigkeiten auftreten können. So ist z. B. nach Mandl et al. (2002) neben einem hohen Aufwand ebenso eine mögliche Überforderung der Schüler(innen) durch das Medium zu bedenken.

Studie

Forschungsfrage

Die nachfolgend dargestellte Studie beschäftigt sich mit der Frage, ob sich multiple Repräsentationen unterstützend auswirken im Hinblick auf die Beurteilung des Verhaltens einfacher dynamischer Systeme. Direkt anschließend hieran stellt sich die weiterführende Frage nach der hilfreichsten Repräsentation.

Methode

Zum Zwecke der Replikation wurden die bereits vorhandenen Treatments einer vorausgehenden Chemnitzer Studie als Grundlage verwendet. In einem 2×2 – Design wurden die verschiedenen Kombinationen eines animierten Films und eines animierten Diagramms entwickelt. Zusätzlich wurde eine Unterscheidung bezüglich der Anzeige, die Stärke des Zu- und Abflusses wiedergibt, getroffen: eine klassische Balkenanzeige im Vergleich zu einer Anzeige mittels Tacho. Somit entstanden insgesamt acht Treatments, die in einem $2 \times 2 \times 2$ – Design an 80 Studierenden (Anteil weibliche Studierende ca. 61 %) getestet wurden.

Die Studierenden wurden randomisiert in die acht Treatmentgruppen zugeteilt und erhielten die entsprechende Power-Point-Präsentation, die sie einzeln am Computer in einem automatisierten Ablauf anschauten. Außerdem bekamen die Studierenden einen Paper-Pencil-Test, der aus drei Aufgaben mit folgenden Teilen bestand:

- Einzeichnen des Bestandsdiagramms in Abhängigkeit von gegebenem Zu- und Abfluss
- Subjektive Einschätzung der Sicherheit bezüglich der Lösung
- 5 Verständnisfragen zum eingezeichneten Diagramm
- Subjektive Einschätzung der Schwierigkeit der Aufgabe

Resultate

Zunächst wurde der Unterschied überprüft, der durch die beiden Anzeigen (Balken/Tacho) entsteht. Da hier kein statistisch bedeutsamer Unterschied festzustellen war, wurden für die folgenden Ergebnisse die entsprechenden Treatments zusammengefasst.

Die Forschungsfrage konnte bezüglich der Leistung nicht klar beantwortet werden, allerdings ergab sich in einer Varianzanalyse, dass 13 % ($F = 3,693$; $p < 0,015$) der Varianz bezüglich subjektiver Sicherheit/Leichtigkeit durch das Treatment erklärt werden.

Die Analyse der Daten ließ keinen statistisch bedeutsamen Effekt zugunsten eines Treatments erkennen, jedoch weisen sowohl in der Gesamtleistung als auch bezüglich der subjektiven Sicherheit / Leichtigkeit die Ergebnisse darauf hin, dass das Treatment „Film“ als hilfreichstes Treatment wahrgenommen wird.

In einer explorativen Datenanalyse wurde über die Forschungsfragen hinaus nach genderspezifischen Unterschieden geschaut.

Hierbei ergaben sich Unterschiede sowohl bezüglich der Gesamtleistung als auch bezüglich der subjektiven Sicherheit in der Treatmentgruppe „Film“. Dies wurde mit Hilfe eines Mann-Whitney-Tests (U-Test) überprüft. Der Vergleich zwischen männlichen ($m = 14$) und weiblichen Probanden ($m = 8$) ergab, dass die männlichen Probanden besser abschneiden ($U = 13$; $p = 0,012$, asymptotische Signifikanz) und sich zudem sicherer bei der Beantwortung der Fragen fühlen ($U = 14,5$; $p = 0,020$, asymptotische Signifikanz). Außerdem konnten Unterschiede in der Treatmentgruppe „Film & Diagramm“ bezüglich der subjektiven Leichtigkeit festgestellt werden. Auch hier wurde ein U-Test durchgeführt. Die männlichen Probanden ($m = 15$) verglichen mit den weiblichen ($m = 8$) empfanden die Aufgaben als signifikant leichter ($U = 17$; $p = 0,008$, asymptotische Signifikanz).

In einer multivarianten Varianzanalyse zeigte sich, dass bereits 27 % ($F = 13,816$; $p < 0,001$) der Varianz bezüglich subjektiver Sicherheit/Leichtigkeit und der Gesamtleistung durch das Geschlecht erklärt werden.

Da diese Befunde auf einer explorativen Datenanalyse beruhen und daher weder theorie- noch hypothesengeleitet entstanden sind, lassen sie keine Schlussfolgerungen zu. Die Befunde können allerdings für periphere Studien im Bereich der Genderforschung wertvolle Hinweise geben.

Diskussion

Nach dieser Studie können multiple Repräsentationen als unterstützendes Medium zum Thema dynamische Systeme gewinnbringend eingesetzt werden. Es konnten zwar keine statistisch bedeutsamen Leistungsunterschiede bei den Studierenden festgestellt werden, die Studierenden fühlten sich aber durch bestimmte Treatments mitbedingt sicherer im Umgang mit dem Thema.

Die Anzahl an Probanden ist in der vorliegenden Studie sehr gering. Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, dass keine statistisch bedeutsamen Leistungsunterschiede zu erkennen waren.

Die Studie entstand im Rahmen der Zulassungsarbeit an der Uni Heidelberg bei Prof. Dr. Monika Buhl mit Unterstützung von Prof. Dr. Markus Vogel (PH Heidelberg) und in Kooperation mit Prof. Dr. Peter Sedlmeier und Marcus Schwarz (TU Chemnitz). Die Zulassungsarbeit wurde an ein Projekt der TU Chemnitz angegliedert und in diesem Rahmen wurden bereits vorliegende Studien repliziert.

Insgesamt konnten die Ergebnisse der Studien der TU Chemnitz durch die replizierende Studie bestätigt werden. Für deutlichere Ergebnisse könnte die Stichprobenzahl erhöht, sowie weitere Forschung auf Basis der gefundenen Ergebnisse durchgeführt werden.

Literatur

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2-3), 131–152.
- Einsiedler, M. & Schmidt, K. (2014). *Dynamische Systeme. Ergodentheorie und topologische Dynamik*. Basel: Springer Birkhäuser.
- Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbol systems of algebra. In: S. Wagner & C. Kieran (Hrsg.), *Research issues in the learning and teaching of algebra* (S. 167-194). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (1997). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 166–178). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 46(3), 217–236.