

Maxim BRNIC, Münster

Mathematisches Lernen mit einem digitalen Schulbuch – eine Studie zur Nutzung im Mathematikunterricht

Lernen mit digitalen Mathematikschulbüchern

Aktuelle digitale Mathematikschulbücher zeichnen sich durch die Integration digitaler Werkzeuge und Features aus, die sie von analogen Materialien unterscheiden. Interaktivität, die Nutzung von Multimedia, Möglichkeiten zur Kommunikation oder Feedbackfunktionen spiegeln weitere entsprechende Potenziale digitaler Schulbücher wider (Choppin et al., 2014). Inwiefern diese Potenziale im Unterricht genutzt werden und die Lehr- und Lernprozesse mit dem digitalen Schulbuch unterstützen, stellt derzeit noch weitestgehend ein Forschungsdesiderat dar. Insbesondere der Zusammenhang zwischen dem jeweils genutzten Schulbuch und dessen Einfluss auf den Lernerfolg sowie auf die Selbstwirksamkeitserwartungen von Lernenden wurde bislang erst in wenigen Studien untersucht (Fan et al., 2013).

Das Konstrukt der Selbstwirksamkeitserwartungen beschreibt die Überzeugung einer Person, dass sie eine Handlung erfolgreich ausführen kann (Bandura, 1997). Selbstwirksamkeitserwartungen sind meist domänenspezifisch und kontextgebunden und können auf eine spezifische Computer- oder Programmnutzung bezogen werden (Spannagel & Bescherer, 2009). Entsprechend können im Rahmen dieser Studie spezifische Computer-Selbstwirksamkeitserwartungen (C-SWE) mit Bezug zu einem digitalen Schulbuch und dessen Nutzung betrachtet werden. Selbstwirksamkeitserwartungen stellen einen bedeutsamen Faktor auf die Leistung von Lernenden dar, da Personen mit einer höheren Selbstwirksamkeitserwartung Herausforderungen mit stärkerer Ausdauer und größeren Anstrengungen begegnen (Bandura, 1997; Thurm, 2020). Dies kann für die Nutzung eines digitalen Schulbuchs von besonderer Relevanz sein, da ein solches bestimmte Herausforderungen an die Nutzer*innen stellt. In einem digitalen Schulbuch sind neben statischen auch dynamische Strukturelemente vorzufinden, wodurch es sich von analogen Schulbüchern unterscheidet (Pohl & Schacht, 2018). Dabei stellt gerade die Struktur eines Schulbuchs einen entscheidenden Einflussfaktor auf die Lernaktivitäten der Schüler*innen dar (Pepin et al. 2015). Außerdem konnte bereits in ersten Studien festgestellt werden, dass Lernende ihre bisherigen Nutzungsgewohnheiten von analogen Schulbüchern auf digitale Schulbücher übertragen (Rezat, 2020). Entsprechend scheint eine langfristige Nutzung erforderlich, damit die Potenziale und Features eines digitalen Schulbuchs von den Lernenden genutzt werden und das digitale Schulbuch als Instrument im Lernprozess zielgerichtet eingesetzt wird (Rezat, 2020).

An dieser Stelle setzt die hier vorgestellte Studie im Rahmen des Projektes KomNetMath an. In diesem Projekt wird der langfristige Einsatz eines digitalen Schulbuchs im Mathematikunterricht mit integriertem digitalen Werkzeug (GeoGebra)

In: Kerstin Hein, Cathleen Heil, Silke Ruwisch & Susanne Prediger (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht 2021. Münster: WTM Verlag. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871846.0>

Online unter <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/30630>

untersucht. Im Folgenden werden eine Erhebung und erste Ergebnisse zu den Auswirkungen auf die spezifischen C-SWE vorgestellt. Des Weiteren wird ein Ausblick auf eine Untersuchung zu Lernerfolgseffekte gegeben. Dabei interessiert insbesondere der Vergleich der Nutzung eines digitalen Schulbuchs zu analogen Materialien.

Forschungsfrage

Welche Auswirkungen hat die langfristige Nutzung eines digitalen Schulbuchs im Mathematikunterricht auf die spezifischen Computer-Selbstwirksamkeitserwartungen der Lernenden zu einem digitalen Mathematikschulbuch?

Methodik

Im Projekt KomNetMath wird Lehrkräften und ihren Schüler*innen der Einführungsphase das digitale Mathematikschulbuch Net-Mathebuch (www.m2.net-schulbuch.de) für ein Schuljahr zur Verfügung gestellt. Dieses Schulbuch zeichnet sich durch eine ständige Bereitstellung und die Integration digitaler Mathematikwerkzeuge aus. Durch die Einbindung von GeoGebra-Apps, Feedbackfunktionen und interaktiver bzw. multimedialer Elemente, z. B. durch aufklappbare Tipps oder Lernvideos, deckt es viele der theoretischen Potenziale eines digitalen Schulbuchs ab (vgl. Choppin et al., 2014). Somit ist es für eine Untersuchung zur Nutzung eines digitalen Mathematikschulbuchs und zu etwaigen Effekten auf das Lernen sowie spezifischer C-SWE prädestiniert. Die spezifischen C-SWE wurden mithilfe eines Fragebogens seit dem zweiten Schulhalbjahr 2018/19 in drei Projektdurchgängen in der Einführungsphase erhoben (Abb. 1). Dabei wurde der Fragebogen von 398 Schüler*innen vor der erstmaligen (MZP 1) sowie nach einer halbjährigen (MZP 2) Nutzung des Net-Mathebuchs ausgefüllt. Von 40 dieser Schüler*innen wurde der Fragebogen zusätzlich am Ende des Schuljahres 2019/20 (MZP 3) nach einer ganzjährigen Nutzung bearbeitet. Darüber hinaus haben 146 Schüler*innen zu den ersten beiden Messzeitpunkten ebenfalls den Fragebogen erhalten, obwohl sie nicht mit einem digitalen Mathematikschulbuch gearbeitet haben. Diese Schüler*innen entsprechen der Kontrollgruppe.

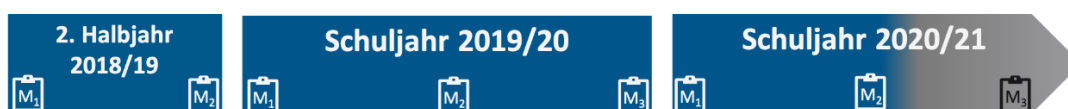


Abb. 1: Messzeitpunkte in den jeweiligen Schuljahren

Zur Erhebung der spezifischen C-SWE wurde der CUSE-D Fragebogen adaptiert (Spannagel & Bescherer, 2009). Dazu wurden 11 Items ausgewählt und umformuliert, sodass sie sich spezifisch auf das digitale Schulbuch beziehen. Beispielsweise sind „Ich finde das Arbeiten mit dem digitalen Schulbuch sehr frustrierend.“ oder „Das digitale Schulbuch macht das Lernen eindeutig einfacher“, die auf einer sechsstufigen Likert-Skala (1 = trifft gar nicht zu, 6 = trifft vollkommen zu) beantwortet werden konnten. Zur Bestimmung der internen Konsistenz der Skala zur spezifischen C-SWE wurde Cronbachs Alpha berechnet. Zu den ersten

beiden Messzeitpunkten ist diese mit Cronbachs Alpha = .81 (MZP 1) und Cronbachs Alpha = .84 (MZP 2) gut und zum dritten Messzeitpunkt mit Cronbachs Alpha = .71 akzeptabel.

Ergebnisse

Für beide Gruppen ergeben t-Tests für abhängige Stichproben signifikante Änderungen zwischen den beiden Messzeitpunkten (Abb. 2). In der „digitalen“ Gruppe, die das Net-Mathebuch nutzte, ist die spezifische C-SWE vom MZP 1 ($M = 3.89$, $SD = .85$) zum MZP 2 ($M = 3.42$, $SD = .97$) signifikant niedriger mit $t(394) = 8.382$, $p < .001$ und einem kleinen Effekt von Cohen's $d = .44$ geworden. Für die „analoge“ Kontrollgruppe ergibt sich ebenfalls ein kleiner Effekt mit Cohen's $d = .24$ und einer signifikant niedrigeren spezifischen C-SWE zwischen MZP 1 ($M = 3.69$, $SD = .85$) und MZP 2 ($M = 3.45$, $SD = .90$).

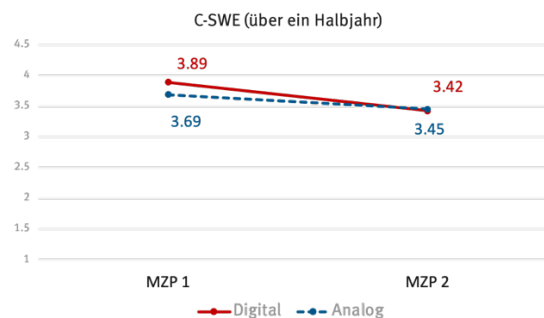


Abb. 2: Entwicklung der spezifischen C-SWE über MZP 1 und MZP 2

Beide Gruppen unterscheiden sich dabei bereits zum MZP 1 signifikant voneinander mit $t(517) = -2.661$, $p = .008$. Eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem Faktor Messzeitpunkt ergibt außerdem signifikante Effekte in der Wechselwirkung zwischen der Gruppe und den Messzeitpunkten mit $F(1,509) = 40.44$, $p < .001$, $\eta^2 = .07$. Bei einer Betrachtung lediglich der Schüler*innen, die das Net-Mathebuch über das vollständige Schuljahr 2019/20 genutzt und zu allen drei MZP den Fragebogen ausgefüllt haben, sind vergleichbare Ergebnisse vorzufinden. Zwischen MZP 1 ($M = 3.71$, $SD = .71$) und MZP 2 ($M = 3.22$, $SD = .78$) sinkt die spezifische C-SWE ebenfalls signifikant sowie mit einem mittleren Effekt mit $t(39) = 3.330$, $p = .002$, $d = .53$. Dahingegen ist zwischen MZP 2 und MZP 3 ($M = 3.32$, $SD = .48$) ein leichter, aber nicht signifikanter Anstieg mit $t(39) = -.661$, $p = .512$, $d = .11$ vorzufinden. Von MZP 1 zu MZP 3 ist es ebenfalls ein signifikante Veränderung und kleinem Effekt mit $t(39) = 2.704$, $p = .010$, $d = .43$.

Diskussion und Ausblick

Insgesamt ist also festzustellen, dass die spezifischen C-SWE über den Zeitraum eines Halbjahres mit der Nutzung des Net-Mathebuchs sinken. Interessanterweise ist dieser Effekt auch bei der Kontrollgruppe zu finden, sodass die Effekte möglicherweise durch äußere Umstände zusätzlich beeinflusst wurden. Dennoch ist festzuhalten, dass sich die Effekte zwischen den Gruppen unter Einbezug der

Messzeitpunkte unterscheiden. Für die Entwicklung der C-SWE wird die Qualität bedeutsamer als die Quantität der Nutzung angesehen (Cassidy & Eachus, 2002; Spannagel & Bescherer, 2009). Dies könnte ein Ansatz sein, der in dieser Studie vorzufindende Effekte erklärt. So könnten die „theoretischen“ Potenziale eines digitalen Schulbuchs zu einer gewissen Erwartungshaltung der Schüler*innen geführt haben, die sich nicht erfüllt haben. Positive Effekte sind ggfs. erst über einen längeren Zeitraum sichtbar, worauf die Ergebnisse dieser Untersuchung hinweisen. Vergleichbare Studien zum Einsatz digitaler Werkzeuge zeigten ähnliche Ergebnisse (Riess, 2018). Einen Einblick in die Art und Weise der Nutzung könnte zusätzliche Erkenntnisse bringen. Inwiefern die Nutzung des digitalen Mathematikschulbuchs einen Einfluss auf den Lernerfolg von Schüler*innen im Vergleich zu analogen Materialien hat, wird im Rahmen einer Unterrichtsreihe in einer quasi-experimentellen Interventionsstudie mit Pre- und Posttest zusätzlich untersucht (Brnic, 2020). Die gegenseitige Beeinflussung von spezifischen C-SWE und dem Lernerfolg kann infolgedessen evaluiert und damit in die hier vorgestellten Ergebnisse einbezogen werden.

Literatur

- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy. The exercise of control*. New York: W.H. Freeman und Company.
- Brnic, M. (2020). Digital oder analog? Eine Interventionsstudie zur Schulbuchnutzung. In Siller H.-S., Weigel W. & Wörler J. F. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020* (S. 177-180). Münster: WTM-Verlag. <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-20768>
- Cassidy, S. & Eachus, P. (2002). Developing the Computer User Self-Efficacy (CUSE) Scale: Investigating the Relation between Computer Self-Efficacy, Gender and Experience with Computers. *Journal of Educational Computing Research*, 26 (2), 133–153.
- Choppin, J., & Borys, Z. (2017). Trends in the design, development, and use of digital curriculum materials. *ZDM*, 49(5), 663–674. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0860-x>
- Fan, L., Zhu, Y., & Miao, Z. (2013). Textbook research in mathematics education: Development status and directions. *ZDM Mathematics Education*, 45(5), 633–646.
- Pepin, B., Gueudet, G., Yerushalmy, M., Trouche, L., & Chazan, D. (2015). E-textbooks in/for Teaching and Learning Mathematics: A Potentially Transformative Educational Technology. In L. D. English & D. Kirshner (Hrsg.), *100 Cases. Handbook of International Research in Mathematics Education* (S. 636–661). Hoboken: Routledge.
- Pohl, M., & Schacht, F. (2018). Digitale Mathematikschulbücher hands-on. Eine Analyse digitaler Mathematikschulbücher und den Schülernutzungen in der Sekundarstufe I exemplarisch an einem Lehrwerk. In M. Schuhen & M. Froitzheim (Hrsg.), *Das Elektronische Schulbuch 2017* (S. 119-138). Münster: LIT Verlag.
- Rezat, S. (2020). Mathematiklernen mit digitalen Schulbüchern im Spannungsfeld zwischen Individualisierung und Kooperation. In D. M. Meister & I. Mindt (Hrsg.), *Mobile Medien im Schulkontext* (S. 199–213). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Rieß, M. (2018). *Zum Einfluss digitaler Werkzeuge auf die Konstruktion mathematischen Wissens*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Spannagel, C. & Bescherer, C. (2009). Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung. *Notes on Educational Informatics- Section A: Concepts and Techniques*, 5 (1), 23–43.