

Maxim BRNIC, Münster

## **Digital oder analog? Eine Interventionsstudie zur Schulbuchnutzung**

### **Theoretischer Hintergrund**

Interaktive Elemente, Personalisierungsoptionen und die Integration digitaler Werkzeuge bestimmen die Möglichkeiten digitaler Mathematikschulbücher der neuesten Generation (Pepin et al., 2015). Solche technologiebasierten Erweiterungsfunktionen, die analoge Schulbücher nicht bieten können, stehen für den potentiellen Mehrwert digitaler Schulbücher und verändern die Struktur und die Inhalte eines Mathematikschulbuchs. So sind neben statischen auch dynamische Strukturelemente, z.B. durch GeoGebra-Applets, in einem digitalen Mathematikschulbuch vorhanden (Pohl & Schacht, 2019). Die jeweilige Struktur eines Schulbuchs beeinflusst dabei die Lerneffektivität des Lernenden bedeutend (Valverde et al., 2002). Dabei ist im Lernprozess das (digitale) Mathematikschulbuch ein Artefakt, welches eine vermittelnde Rolle in der Beziehung zwischen dem Lernenden und der Mathematik als Lerngegenstand einnimmt (Rezat, 2009, S. 34). Daraus ergibt sich eine komplexe didaktische Situation, welche durch das Tetraeder-Modell zum Lernen von Mathematik beschrieben werden kann (Rezat, 2009, S. 66). Dieses Modell basiert auf dem didaktischen Dreieck und enthält das Mathematikschulbuch als zusätzliche Dimension. Die Nutzung des digitalen Mathematikschulbuchs wird somit durch eine Interaktion von Mathematikbuch, Lehrkraft, Lernenden und der Mathematik definiert und es können die gegenseitigen Einflüsse untersucht werden.

Bislang stellt es ein Forschungsdesiderat dar, inwieweit die Nutzung eines digitalen Mathematikbuches mit integrierten digitalen Mathematikwerkzeugen Auswirkungen auf das Lernen und den Kompetenzerwerb von Lernenden hat, obwohl Forderungen nach solchen Schulbuchwirkungsstudien bestehen (Fan et al., 2013). Erste einzelne Studien haben den Einsatz eines digitalen Mathematikschulbuchs und die Folgen auf die Lernleistung oder Kompetenzen der Lernenden untersucht. Beispielsweise schnitten in einer Studie von Radovic et al. (2018) Lernende, die ein digitales Mathematikbuch mit GeoGebra nutzten, in einem Wissenstest signifikant besser ab als Vergleichsschülerinnen und -schüler, die in gewohnter und analoger Weise weiter unterrichtet wurden. Im Rahmen dieser Studie wird der Einsatz des digitalen Net-Mathebuch.de und dessen Einfluss auf den Lernprozess erforscht und folgende Forschungsfrage aufgestellt:

## **Forschungsfrage**

Wie entwickeln sich die Kompetenzen von Lernenden durch die Nutzung eines digitalen Mathematikschulbuchs im Vergleich zur Nutzung analoger Materialien in einer Unterrichtsreihe?

## **Das Projekt KomNetMath**

Am Projekt KomNetMath nehmen 16 Schulen mit gymnasialer Oberstufe teil. In insgesamt 26 Kursen der Einführungsphase wird über das vollständige Schuljahr 2019/20 das digitale Mathematikschulbuch Net-Mathebuch.de im Regelunterricht eingesetzt. Das Net-Mathebuch.de umfasst zu den mathematischen Inhalten der gymnasialen Oberstufe unter anderem GeoGebra-Applets, interaktive Aufgaben, Uploadmöglichkeiten und direkte Feedbackfunktionen. Als Unterstützungsangebot erhalten die teilnehmenden Lehrkräfte regelmäßige Fortbildungen an der WWU Münster. Der Vergleich zwischen digitalem Schulbuch und analogen Materialien wird im Rahmen einer gemeinsam mit den Lehrkräften durchgeführten Unterrichtsreihe zu bedingten Wahrscheinlichkeiten untersucht. Die dargestellte Auswertung basiert auf der im November 2019 stattgefundenen Pilotierung, welche an einem nordrhein-westfälischen Gymnasium mit 61 Schülerinnen und Schülern der 10. Klasse (Einführungsphase) und 3 Lehrkräften durchgeführt wurde.

## **Methodik: Unterrichtsreihe und Testinstrument**

Die am Projekt teilnehmenden Kurse werden auf Basis eines Prätestes vor Beginn der Unterrichtsreihe in eine Experimental- und Kontrollgruppe aufgeteilt, die während der Interventionsphase in unterschiedlichen Räumen unterrichtet werden. Dabei wird zur Aufteilung in Experimental- und Kontrollgruppe eine Parallelisierung vorgenommen, sodass leistungs- und geschlechtsheterogene Vergleichsgruppen vorliegen und die (interne) Validität erhöht wird. In der Experimentalgruppe benutzen die Schülerinnen und Schüler das digitale Net-Mathebuch.de mit integriertem GeoGebra. Dagegen benutzen die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe gedruckte Materialien und einen grafikfähigen Taschenrechner. Die gedruckten Materialien wurden zuvor entwickelt und entsprechen einer visuell und inhaltlich analogen Variante des digitalen Schulbuchs. Für GeoGebra-Applets, integrierte Tipps und Feedbackfunktionen wurden druckbare Analogien entwickelt. Beispielsweise wurden aufklappbare Tipps im digitalen Net-Mathebuch.de zu gedruckten Tippkarten mit identischem Inhalt in der analogen Version adaptiert. Das Design der Studie sieht vor, dass eine Lehrkraft in ihrem aufgeteilten Kurs in beiden Vergleichsgruppen jeweils den identischen Unterricht durchführt (vgl. Abbildung 1).

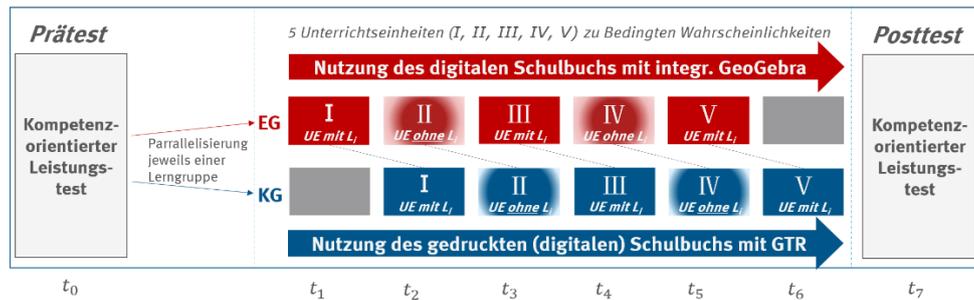


Abb.1: Ablauf der fünfständigen Unterrichtsreihe mit Prä- und Posttest

Die Lehrkraft wechselt nach einer Unterrichtseinheit von 45 Minuten die Gruppe und führt die Stunden I, III und V nach einem vorgegebenen Unterrichtsverlaufsplan durch. In den Stunden II und IV bearbeiten die Schülerinnen und Schüler unter Aufsicht eines pädagogischen Mitarbeiters der Universität selbstständig Aufgaben. Bei der didaktischen Konzeption der Unterrichtsreihe wurde neben dem Schwerpunkt des selbstständigen Arbeitens darauf geachtet, dass authentische Kontexte mit relativen und absoluten Häufigkeiten verwendet werden. Zur Messung des Lernzuwachses wurde für dieses Projekt ein kompetenzbasierter Leistungstest entwickelt. Die Konzeption des Testes orientiert sich an den Inhalten der Unterrichtsreihe bzw. des Net-Mathebuch.de und bereits existenten Testinstrumenten. Insgesamt enthält der Test 20 Items, die auf zwei Testhefte, d.h. auf Prä- und Posttest, aufgeteilt werden. Diese beiden Testhefte sind mit vier Ankeritems miteinander verbunden und decken einen jeweiligen 45-minütigen Testzeitraum ab. Beide Testhefte wurden in zwei Versionen zusammengestellt, in der lediglich die Reihenfolge der Items geändert wurde, sodass etwaige Reihenfolgeeffekte minimiert werden. Bezüglich des Formates handelt es sich um halboffene Items, die eine Einfachantwort erfordern, oder um geschlossene Items in einem Multiple-Choice-Format.

## Ergebnisse und Ausblick

Die aus der Pilotierung gewonnenen Daten wurden mithilfe des Programms Conquest anhand eines eindimensionalen und einparametrischen Rasch-Modells skaliert. Dabei wurden drei Items aufgrund nicht ausreichender Trennschärfen und Fit-Werten (Weighted Mean Square) ausgeschlossen. Die daraus berechneten Personenparameter (WLEs) werden bei einer EAP/PV-Reliabilität von .64 für weitere Analysen genutzt. Eine Auswertung mithilfe eines t-Tests für abhängige Stichproben ergibt keinen signifikanten Zuwachs für die Experimentalgruppe ( $t(23)=-.24$ ,  $p=.811$ ) und für die Kontrollgruppe ( $t(26)=-.60$ ,  $p=.554$ ) zwischen den beiden Messzeitpunkten. Eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung ist ebenfalls bzgl. der Faktoren Messzeitpunkt und Gruppen nicht signifikant ( $F(1, 49) = .38$ ,  $p = .542$ , partielles  $\eta^2 = .01$ ).

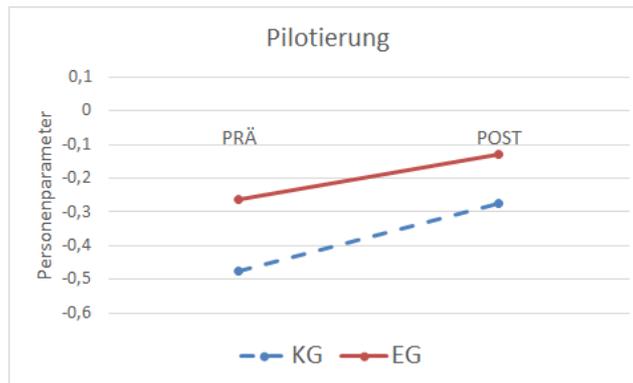


Abb. 2: Ergebnisse des Prä- und Posttests der Vergleichsgruppen

Die aus der Pilotierung gewonnenen Ergebnisse deuten auf keinen Unterschied zwischen beiden Vergleichsgruppen hin. Inwiefern sich diese Ergebnisse bestätigen lassen, wird erst durch die Hauptuntersuchung anhand einer größeren Stichprobe mit den weiteren am Projekt beteiligten Kursen aufgezeigt. Für weitere Auswertungen bietet sich aufgrund der Testkonzeption eine Unterscheidung zwischen Items zu absoluten und relativen Häufigkeiten an. Das Studiendesign erwies sich als zielführend, auch wenn sich das komplexe Verhältnis zwischen Lehrkraft, Lernenden, dem Fachgegenstand und dem digitalen Mathematikbuch bei der Durchführung aufzeigte. Auf Basis der Pilotierung wird eine Überarbeitung einzelner Items und der Unterrichtsverlaufspläne vorgenommen.

## Literatur

- 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. (2019). How do students use digital textbooks? In S. Rezat, L. Fan Lianghuo, M. Hattermann, J. Schumacher & H. Wuschke (Hrsg.), *Proceedings of the Third International Conference on Mathematics Textbook Research and Development*. Paderborn (S. 39-44). Paderborn: Universitätsbibliothek Paderborn.
- Radovic, S., Radojičić, M., Veljkovic, K. & Maric, M. (2018). Examining the effects of Geogebra applets on mathematics learning using interactive mathematics textbook. *Interactive Learning Environments*. Advance online publication.
- Rezat, S. (2009). *Das Mathematikbuch als Instrument des Schülers. Eine Studie zur Schulbuchnutzung in den Sekundarstufen*. Wiesbaden: Vieweg & Teubner.
- Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H. & Houang, R. T. (2002). *According to the Book: Using TIMSS to investigate the translation of policy into practice through the world of textbooks*. Dordrecht: Springer Netherlands.