

Mats Kieserling¹
Insa Melle¹

¹Technische Universität Dortmund

Digital vs. analog: Unterrichtsmaterialien zum Thema Stofftrennung

Motivation

Neben einer Fülle unterschiedlicher digitaler Werkzeuge finden heute insbesondere Tablets im Unterricht zunehmend Verwendung. In ihnen wird vor allem im Bereich der weiterführenden Schulen eine wertvolle Ergänzung hinsichtlich des Einsatzes digitaler Medien gesehen. Die enorme Vielfalt an für die Tablets zur Verfügung stehenden unterschiedlichen Anwendungen (Apps) machen sie zu universell einsetzbaren Lernbegleitern, welche durch ihre einfache und intuitive Bedienung insbesondere auch Kindern und Jugendlichen entgegenkommen (Bastian & Aufenanger, 2017). Darüber hinaus ermöglichen Tablets die Entwicklung und Gestaltung interaktiver Lernumgebungen, mittels welcher die Schüler*innen in ihrem eigenen Tempo (Huwer, Bock & Seibert, 2018; Reiners, 2017) und multimodal über unterschiedliche Sinneskanäle (Sieve & Schanze, 2015) lernen können. Damit haben Tablets auch ein großes Potenzial, Schüler*innen in zunehmend heterogenen bzw. inklusiven Lerngruppen individualisiert und möglichst umfassend zu fördern (Bosse, 2012; Meyer, Rose & Gordon, 2014; Pola & Haage, 2015). Hinsichtlich der Wirksamkeit digitaler Lernumgebungen erstens im Fachunterricht Chemie und zweitens im Kontext einer heterogenen Schülerschaft besteht jedoch aktuell noch Forschungsbedarf (Becker, Klein, Gößling & Kuhn, 2017).

Forschungsfragen

Im Rahmen des Projekts soll die Wirkung des Tableteinsatzes auf das *Fachwissen* (F1 und F2) der Lernenden, die *Attraktivität* (F3) der Materialien sowie die *Kognitive Belastung* (F4) bei der Arbeit mit den Materialien erhoben werden. Dazu wurden folgende Forschungsfragen formuliert:

- F1: Inwieweit wird durch die entwickelte Lernumgebung das Fachwissen durch digitale bzw. analoge Unterrichtsmaterialien gesteigert?
- F2: Ergeben sich in Bezug auf das Fachwissen Unterschiede durch digitale bzw. analoge Unterrichtsmaterialien zwischen Lernenden unterschiedlicher kognitiver Niveaus?
- F3: Wie schätzen Lernende die digitalen Unterrichtsmaterialien im Vergleich zu den analogen ein?
- F4: Welchen Einfluss haben die digitalen Unterrichtsmaterialien auf die kognitive Belastung der Lernenden im Vergleich zu den analogen Unterrichtsmaterialien?

Design und Testinstrumente

Zur Untersuchung der Forschungsfragen wurde eine digitale Lernumgebung für die Sekundarstufe I an Gesamtschulen zum Thema Stofftrennung entwickelt und evaluiert. Die Gestaltung der Unterrichtseinheit erfolgt unter Berücksichtigung des aus den USA stammenden Konzepts *Universal Design for Learning* (UDL, Center for Applied Special Technology, 2012), welches einen Ansatz für das gemeinsame Lernen von Schüler*innen mit und ohne Förderbedarf darstellt. Die Intervention zur Untersuchung der Lernumgebung erfolgt in Form eines Projekttages an den jeweiligen Schulen. Der geplante Unterricht lässt sich grundsätzlich in die drei Abschnitte Einstiegs-, Experimentier- sowie Theoriephase unterteilen: In der Einstiegsphase erfolgt eine motivierende Einführung in die Rahmengeschichte der Lernumgebung durch das Abspielen eines Videos im Plenum. In der anschließenden Experimentierphase führen alle Lernenden eigenständig Experimente zu

unterschiedlichen Trennverfahren durch. In der Theoriephase erfolgt die vertiefte theoretische Behandlung der zuvor durchgeführten Experimente. Für die Untersuchung erfolgt eine Parallelisierung der Lernenden einer Klasse auf Grundlage der Ergebnisse eines Pre-Tests hinsichtlich des Vorwissens sowie der kognitiven Fähigkeiten in zwei Gruppen. Diese unterscheiden sich dadurch, dass die eine Gruppe in der Experimentier- sowie Theoriephase mit einem interaktiven iBook (digital) und die andere Gruppe mit „klassischen“ Arbeitsheften (analog) arbeitet. Damit wird ein Vergleich zwischen dem digitalen Lernen und dem Lernen mit analogen Unterrichtsmaterialien in unterschiedlichen Unterrichtsphasen realisiert.

Zur Evaluation werden unterschiedliche Erhebungsinstrumente genutzt: Eine Woche vor der Intervention werden im Zuge der Pre-Testung u. a. ein Fachwissenstest zur Erfassung des Vorwissens (Multiple-Choice-Test mit 24 Items, Cronbach's $\alpha = .795$) sowie ein kognitiver Fähigkeitstest eingesetzt (CFT 20-R von Weiß & Weiß, 2006). Innerhalb der Intervention wird nach den einzelnen Unterrichtsphasen ein Attraktivitätstest (Einschätzungsbogen mit 10 Items, 6-stufige Likert-Skala, Cronbach's $\alpha = .871$) genutzt, um zu ermitteln, inwiefern die Lernenden die jeweiligen Unterrichtsphasen als positiv empfunden haben, sowie ein Test zur Erfassung der *Kognitiven Belastung* (Einschätzungsbogen mit 10 Items, 6-stufige Likert-Skala, Cronbach's $\alpha = .834$) der Lernenden in den Arbeitsphasen. Darüber hinaus wird sowohl nach der Experimentierphase als auch nach der Theoriephase (also nach der gesamten Intervention), erneut der Fachwissenstest eingesetzt, um die Wirkungen der einzelnen Phasen auf den Lernzuwachs der Schüler*innen feststellen zu können. Neben genannten Tests werden außerdem die individuellen Handlungen der Schüler*innen mittels Bildschirm- und Videoaufnahmen erfasst (Kieserling & Melle, 2019).

Ausgewählte Ergebnisse

Die Hauptuntersuchung des Projekts fand von September 2019 bis Februar 2020 an vier Gesamtschulen mit insgesamt 10 Klassen ($N = 230$ Schüler*innen) statt. Im Folgenden sollen die Ergebnisse in Bezug auf das Fachwissen präsentiert werden.

Mit Blick auf Forschungsfrage F1 kann zunächst festgehalten werden, dass sich das Fachwissen der Lernenden der digitalen Gruppe sowie der analogen Gruppe durch die gesamte Lernumgebung signifikant gesteigert hat (digital: $n = 117$, $p < .001$, $\delta = 1.14$; analog: $n = 113$, $p < .001$, $\delta = .91$). Hinsichtlich des Zuwachses innerhalb der einzelnen Phasen ist ebenfalls zu beobachten, dass die Schüler*innen beider Gruppen sowohl durch die Experimentierphase (digital: $n = 117$, $p < .001$, $\phi = .61$; analog: $n = 113$, $p < .001$, $\phi = .61$) als auch durch die Theoriephase (digital: $n = 117$, $p < .001$, $\phi = .53$; analog: $n = 113$, $p < .001$, $\phi = .33$) signifikant dazugelernt haben. Zur Beantwortung der Forschungsfrage F2 wurden Gruppenvergleiche mithilfe der Berechnung von Residuen angestellt. Hier zeigten sich in Bezug auf die Gesamtstichprobe weder im Pre-Post-Vergleich ($n_{digital} = 117$, $n_{analog} = 113$, $p = .159$, $\delta = .19$) noch in den einzelnen Phasen ($n_{digital} = 117$, $n_{analog} = 113$; Experimentierphase: $p < .532$, $\phi = .04$; Theoriephase: $p = .053$, $\delta = .26$) signifikante Unterschiede zwischen der digitalen und der analogen Gruppe (residuenbasiert). Für die Betrachtung der Lernenden unterschiedlicher kognitiver Niveaus wurde die Stichprobe auf Grundlage der Ergebnisse des kognitiven Fähigkeitstests durch die Berechnung von Perzentilen in Leistungsdrittel unterteilt. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 dargestellt. Für die Lernenden des unteren kognitiven Leistungsdrittels zeigte sich, dass beide Gruppen in der Experimentierphase signifikant dazulernten (digital: $n = 39$, $p = .001$, $\delta = .52$; analog: $n = 37$, $p = .007$, $\delta = .57$). In der Theoriephase dagegen lernten lediglich die Schüler*innen der digitalen Gruppe signifikant dazu ($n = 39$, $p < .001$, $\delta = .74$), während die der analogen Gruppe stagnierten ($n = 37$, $p = .153$, $\delta = .24$). Damit ergab sich nach der Experimentierphase kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($n_{digital} = 39$, $n_{analog} = 37$,

$p = .685$, $\delta = .09$, residuenbasiert), jedoch aber nach der Theoriephase ($n_{digital} = 39$, $n_{analog} = 37$, $p = .005$, $\delta = .67$, residuenbasiert). So scheinen die Lernenden des unteren Leistungsdrittels in der Theoriephase stark von den digitalen Lernmaterialien profitiert zu haben. Hinsichtlich des mittleren kognitiven Leistungsdrittels zeigte sich, dass nach der Experimentierphase ebenfalls für beide Gruppen ein signifikanter Fachwissenszuwachs verzeichnet werden konnte (digital: $n = 41$, $p = .001$, $\phi = .52$; analog: $n = 38$, $p = .001$, $\phi = .52$). Nach der Theoriephase lernte jedoch die digitale Gruppe ($n = 41$, $p = .123$, $\delta = .31$) nicht signifikant, die analoge Gruppe ($n = 38$, $p = .055$, $\delta = .25$) fast signifikant dazu. Im Gruppenvergleich waren keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu keinem Zeitpunkt festzustellen ($n_{digital} = 41$, $n_{analog} = 38$; Experimentierphase: $p = .537$, $\delta = .14$; Theoriephase: $p = .898$, $\delta = .03$, residuenbasiert). Die abschließende Betrachtung des oberen kognitiven Leistungsdrittels zeigte, dass hier die Lernenden beider Gruppen in der Experimentierphase (digital: $n = 37$, $p < .001$, $\delta = 1.04$; analog: $n = 38$, $p < .001$, $\phi = .84$) sowie in der Theoriephase (digital: $n = 37$, $p < .001$, $\phi = .60$; analog: $n = 38$, $p = .009$, $\delta = .35$) signifikant dazu gelernt haben. Signifikante Unterschiede waren zwischen der digitalen und der analogen Gruppe hier nicht zu finden ($n_{digital} = 37$, $n_{analog} = 38$; Experimentierphase: $p = .820$, $\phi = .03$; Theoriephase: $p = .340$, $\delta = .22$, residuenbasiert).

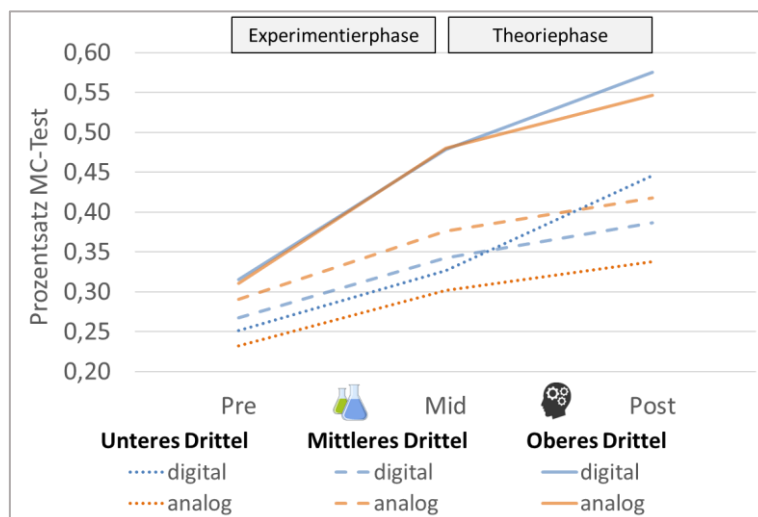


Abb. 1: Fachwissenstestergebnisse der kognitiven Leistungsdritteln.

Fazit und Ausblick

Aus der Untersuchung kann hinsichtlich der Wirkung der Lernumgebung auf das Fachwissen der Schüler*innen abschließend resümiert werden, dass der Einsatz digitaler Medien im Vergleich zu Arbeitsheften in dem gewählten Untersuchungssetting insgesamt zunächst einmal keine negativen Effekte auf das Lernen hatte. Dies kann mit Blick auf die zunehmende Digitalisierung der deutschen Schulen erste Ängste hinsichtlich der Abnahme von Unterrichtsqualität mindern. Die Betrachtung der dargestellten Subgruppen hat darüber hinaus gezeigt, dass die digitalen Lernmaterialien sogar einen positiven Einfluss auf den Lernzuwachs der kognitiv schwächeren Schüler*innen hatten. Nun gilt es weiter zu ermitteln, welche Faktoren für diesen positiven Effekt verantwortlich sind. Dazu erfolgt aktuell die Analyse der Bildschirm- sowie Videoaufnahmen, durch welche insbesondere der Umgang der Lernenden aus den unterschiedlichen Leistungsdritteln mit den verschiedenen Lernformaten (digital/analog) näher untersucht werden soll.

Literatur

- Bastian, J. & Aufenanger, S. (2017). Einführung: Tableteinsatz in Schule und Unterricht - wo stehen wir? In J. Bastian & S. Aufenanger (Eds.), *Tablets in Schule und Unterricht. Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien*. Wiesbaden: Springer VS, 1-11
- Becker, S., Klein, P., Gößling, A. & Kuhn, J. (2017). Technologie-unterstütztes Lernen im Physikunterricht mittels mobiler Videoanalyse. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze & J. Groß (Eds.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen. Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer*. Hamburg: Joachim-Herz-Stiftung
- Bosse, I. (2012). *Medienbildung im Zeitalter der Inklusion*. Düsseldorf: Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen
- CAST (2012). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.0*. Wakefield, MA: Author. Online verfügbar unter: <http://www.udlcenter.org/aboutudl/udlguidelines/downloads> (25.09.2018)
- Huwer, J., Bock, A., & Seibert, J. (2018). The School Book 4.0: The Multitouch Learning Book as a Learning Companion. *American Journal of Educational Research*, 6 (6), 763–772
- Kieserling, M., & Melle, I. (2019). An experimental digital learning environment with universal accessibility. *Chemistry Teacher International*, 1–9
- Meyer, A., Rose, D.H. & Gordon, D. (2014). *Universal Design for learning: Theory and practice*. Wakefield MA: CAST.
- Pola, A. & Haage, A. (2015). Ohne Medien keine Inklusion – Aktive Medienarbeit schafft soziales Miteinander. In: *Praxis Fördern: Zeitschrift für individuelle Förderung und Inklusion*, 2, 4-6
- Reiners, C. (2017). *Chemie vermitteln - Fachdidaktische Grundlagen und Implikation*. Berlin: Springer
- Sieve, B. & Schanze, S. (2015). Lernen im digital organisierten Chemieraum. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, 26 (145), 2-7
- Weiß, R. H., & Weiß, B. (2006). *CFT 20-R mit WS/ZF-R: Grundintelligenztest Skala 2-Revision (CFT 20-R) mit Wortschatztest und Zahlenfolgentest-Revision (WS/ZF-R)*. Göttingen: Hogrefe