

## Tablet-gestütztes Experimentieren und Lernen im Chemieunterricht

### Motivation

Digitale Medien sind aus unserem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken, weshalb Internet, Tablets und Smartphones auch in der Schule eine immer größer werdende Rolle spielen. Ein Lernen mit und über digitale(n) Medien wird damit unerlässlich und im Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“ durch die Kultusministerkonferenz explizit gefordert (KMK, 2016). Neben einer Fülle unterschiedlicher digitaler Werkzeuge finden 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 große Bandbreite 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 Gestaltung digitaler Lernumgebungen, innerhalb welcher die Schülerinnen und Schüler 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, Schülerinnen und Schüler 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 dieses Projektes soll untersucht werden, welche Wirkungen der Einsatz von Tablets auf das *Fachwissen* (F1) der Lernenden, die *Attraktivität* (F2) der Materialien sowie die *Kognitive Belastung* (F3) bei der Arbeit mit den Materialien hat. Dazu wurden folgende Forschungsfragen formuliert:

- F1: Wird durch die entwickelte Lernumgebung das Fachwissen gesteigert?  
 F1.1: Ist der Einsatz von digitalen Unterrichtsmaterialien in verschiedenen Unterrichtsphasen unterschiedlich effektiv?  
 F1.2: Bestehen Unterschiede hinsichtlich des Fachwissenszuwachses beim Lernen mit digitalen bzw. analogen Unterrichtsmaterialien?
- F2: Wie schätzen Lernende die digitalen bzw. analogen Unterrichtsmaterialien ein?
- F3: 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 wird 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 Schülerinnen und Schülern mit und ohne Förderbedarf darstellt. Die Intervention zur Untersuchung der Lernumgebung wird in Form eines Projekttages an den jeweiligen Schulen durchgeführt.

Innerhalb der Lernumgebung arbeiten die Schülerinnen und Schüler in Einzelarbeit. Der geplante Unterricht lässt sich in die drei Abschnitte Einstiegs-, Experimentier- sowie Theoriephase unterteilen: In der Einstiegsphase erfolgt ein motivierender Aufriss der Rahmengeschichte der Lernumgebung durch das Abspielen eines Videos im Plenum. In der anschließenden Experimentierphase führen alle Lernenden eigenständig Experimente zur Stofftrennung durch, während in der Theoriephase die Aufarbeitung der durchgeführten Experimente erfolgt. Für die Untersuchung werden die Lernenden einer Klasse auf Grundlage der Ergebnisse eines Pre-Tests hinsichtlich ihres Vorwissens sowie ihrer kognitiven Fähigkeiten in zwei vergleichbare Gruppen unterteilt. 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. So wird ein Vergleich zwischen dem digitalen Lernen und dem Lernen mit analogen Unterrichtsmaterialien in unterschiedlichen Unterrichtsphasen ermöglicht.

Für die Evaluation werden verschiedene Testinstrumente eingesetzt: Eine Woche vor der Intervention werden im Rahmen der Pre-Testung u. a. ein Fachwissenstest zur Erfassung des Vorwissens (Multiple-Choice-Test mit 24 Items, Cronbach's  $\alpha = .795$ ) sowie der CFT 20-R (Weiß & Weiß, 2006) zur Bestimmung kognitiver Fähigkeiten eingesetzt. 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 ansprechend und motivierend 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. Gleichzeitig 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 Schülerinnen und Schüler feststellen zu können. Über die genannten punktuellen Testungen hinaus werden die individuellen Handlungen der Schülerinnen und Schüler mittels Bildschirm- bzw. Videoaufnahmen erfasst (Kieserling & Melle, in print).

#### **Ausgewählte erste Ergebnisse**

Im Zuge dieses Projektes wurden bisher zwei Voruntersuchungen durchgeführt, so dass im Folgenden ausgewählte Ergebnisse beider präsentiert werden sollen. Essentielle Veränderungen von Voruntersuchung I (VU I) zu Voruntersuchung II (VU II) ergaben sich zunächst hinsichtlich der Überarbeitung der Testinstrumente in Bezug auf *Fachwissen*, *Attraktivität* und *Kognitive Belastung*, welche sich mit Blick auf ihre Cronbachs  $\alpha$ -Werte weiter verbessert haben. Außerdem wurden im Rahmen der VU II am Ende der Theoriephase sowohl digitale als auch analoge Karteikarten für Schülerinnen und Schüler zur Verfügung gestellt, die frühzeitig mit der Bearbeitung der Theorie fertig waren. Diese Karteikarten haben insgesamt noch einmal die theoretischen Inhalte zusammengefasst, was im Folgenden für die nähere Betrachtung der Ergebnisse des Fachwissenstests relevant wird.

In Hinblick auf die Forschungsfrage F1 kann grundsätzlich gesagt werden, dass sich das *Fachwissen* im Rahmen der VU I ( $n = 83$ ) sowohl in der digitalen als auch in der analogen Gruppe signifikant verbessert hat (digital:  $p < .001$ ,  $\phi = .75$ ; analog:  $p = .002$ ,  $\delta = .62$ ). Hinsichtlich des Zuwachses innerhalb der einzelnen Phasen ist zu beobachten, dass in der Experimentierphase zunächst beide Gruppen signifikant dazulernten (digital:  $p = .009$ ,  $\phi = .35$ ; analog:  $p < .001$ ,  $\delta = .76$ ). In der Theoriephase dagegen lernte lediglich die digitale Gruppe signifikant dazu ( $p < .001$ ,  $\delta = .69$ ), während die analoge Gruppe stagnierte ( $p = .618$ ,  $\delta = .09$ ). Der Vergleich der Ergebnisse der beiden Gruppen zu den einzelnen Testzeitpunkten zeigt, dass beim Post-Test der VU I ein signifikanter Unterschied zwischen

den beiden Gruppen besteht ( $p = .001$ ,  $\delta = .76$ ). Dieser ist jedoch in der VU II ( $n = 71$ ) nicht zu finden ( $p = .831$ ,  $\phi = .03$ ). Es kann vermutet werden, dass dies mit dem Einsatz der bereits erwähnten Karteikarten am Ende der Theoriephase zusammenhängt, so dass die analoge Gruppe in VU II durch diese noch einmal deutlich dazu gelernt haben könnte. Die nähere kritische Betrachtung der Karteikarten deckte auf, dass die Inhalte der Karten zu stark an die Aufgaben des Fachwissenstests angelehnt waren und so eine Art *teaching to the test* vorlag. Dadurch werden mögliche Effekte verschmiert und es kann keine Aussage mehr darüber gemacht werden, ob die fachlichen Inhalte innerhalb der Theoriephase oder nur durch die abschließenden Karteikarten gelernt wurden. Deshalb werden die Karteikarten in der nachfolgenden Hauptuntersuchung nicht mehr eingesetzt. Es ist zu vermuten, dass die Karteikarten vor allem in der analogen Gruppe einen Effekt hatten, weil diese dort, als ein anderes Medium als die Arbeitshefte, eine besondere Aufmerksamkeit der Lernenden erhielten, während innerhalb des digitalen iBooks von den Schülerinnen und Schülern lediglich weitere Seiten durchgearbeitet werden konnten. Dies kann aber erst nach der Auswertung der Video- und Bildschirmaufnahmen mit Sicherheit gesagt werden. Nach der Experimentierphase gab es zwischen den beiden Gruppen weder in der VU I ( $p = .854$ ,  $\phi = .02$ ) noch in der VU II ( $p = .233$ ,  $\delta = .29$ ) signifikante Unterschiede.

Zur Untersuchung der Forschungsfrage F2 wurde in Bezug auf die *Attraktivität* der Unterrichtsmaterialien ein Einschätzungsbogen mit 6-stufiger Likert-Skala eingesetzt, wobei der Wert 6 der höchsten Attraktivität und 1 dem niedrigsten Grad an Attraktivität entspricht. Sowohl die VU I ( $N = 85$ ) als auch die VU II ( $N = 70$ ) lieferten ähnliche Ergebnisse: So kann grundsätzlich gesagt werden, dass die Schülerinnen und Schüler sowohl der digitalen als auch der analogen Gruppe in beiden Voruntersuchungen die Lernumgebung über alle Unterrichtsphasen als attraktiv bewerten (VU I:  $M_{\text{digital}} = 4.86$ ,  $M_{\text{analog}} = 4.71$ ; VU II:  $M_{\text{digital}} = 4.74$ ,  $M_{\text{analog}} = 4.58$ ). Insgesamt wird die Experimentierphase von den Lernenden als am attraktivsten bewertet (VU I:  $M_{\text{digital}} = 5.14$ ,  $M_{\text{analog}} = 4.98$ ; VU II:  $M_{\text{digital}} = 5.26$ ,  $M_{\text{analog}} = 5.07$ ). Signifikante Unterschiede zwischen der digitalen und der analogen Gruppe konnten nicht ermittelt werden.

Die Forschungsfrage F3 zur *Kognitiven Belastung* wurde mit einem weiteren Einschätzungsbogen ebenfalls mit 6-stufiger Likert-Skala untersucht, wobei der Wert 6 einer niedrigen und der Wert 1 einer hohen kognitiven Belastung entspricht. Auch hier lieferten die VU I ( $n = 85$ ) und die VU II ( $n = 71$ ) ähnliche Ergebnisse. So konnten zwischen der digitalen und der analogen Gruppe keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Beide Gruppen in beiden Voruntersuchungen schätzen den Experimentierteil als weniger belastend (VU I:  $M_{\text{digital}} = 4.62$ ,  $M_{\text{analog}} = 4.61$ ; VU II:  $M_{\text{digital}} = 5.08$ ,  $M_{\text{analog}} = 4.88$ ) als den Theorieteil (VU I:  $M_{\text{digital}} = 4.51$ ,  $M_{\text{analog}} = 4.28$ ; VU II:  $M_{\text{digital}} = 4.53$ ,  $M_{\text{analog}} = 4.48$ ) ein.

### **Fazit und Ausblick**

Insgesamt kann aus den ersten Ergebnissen resümiert werden, dass der Einsatz digitaler Medien im Rahmen beider Voruntersuchungen keine negativen Effekte, sondern tendenziell einen positiven Einfluss auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler hatte. Dies kann mit Blick auf die zunehmende Digitalisierung der deutschen Schulen Ängste hinsichtlich der Abnahme von Unterrichtsqualität mindern.

Nach der Überarbeitung und Anpassung aller Materialien und Tests nach der zweiten Voruntersuchung erfolgt im Herbst 2019 die Hauptuntersuchung des Projekts mit einer Stichprobe von  $N \approx 300$ . Zur Analyse der Bildschirm- sowie Videoaufnahmen ist die Entwicklung geeigneter Kodiermanuale erforderlich, welche den Umgang der Schülerinnen und Schüler mit den Lernmaterialien fokussieren sollen.

**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. (in print). An experimental digital learning environment with universal accessibility. *Chemistry Teacher International*, 1–9
- KMK (2016). Strategie der Kultusministerkonferenz "Bildung in der digitalen Welt". Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung\\_digitale\\_Welt\\_Webversion.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf) (25.09.2018)
- 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