

Tablet-gestütztes Lernen im Chemieunterricht – Erklärvideo vs. Aufgaben

Einleitung

Mit der zunehmenden Verbreitung von digitalen Endgeräten ändern sich sowohl alltägliche als auch berufliche Anforderungen, weshalb Schüler*innen lernen müssen, digitale Medien sinnvoll und verantwortungsbewusst zu nutzen (Hanekamp, 2014). Daher erlangen insbesondere Tablets eine große Bedeutung im Unterricht (Aufenanger & Bastian, 2017). Einerseits können Tablets bewährte Formate, wie die Bearbeitung von Aufgaben durch ein direktes Feedback erweitern (van der Kleij et al., 2015). Andererseits sind neue Formate, wie die Erstellung von Erklärvideos durch die Schüler*innen, möglich (Kulgemeyer & Wolf, 2016).

Theoretische Fundierung

Hinsichtlich eines multimedialen Lernens lassen sich verschiedene lernpsychologische Ansätze heranziehen, insbesondere die *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (Mayer, 2009, 2014) und die *Cognitive Load Theory* (Sweller et al., 2011). Beide Theorien gehen davon aus, dass das Arbeitsgedächtnis eine begrenzte Kapazität aufweist und diese möglichst effizient für das Lernen genutzt werden sollte. Als Konsequenz lassen sich empirisch belegte Gestaltungsprinzipien für ein multimediales Lernen formulieren, z. B. das Einbinden von auditiven Informationen durch eine menschliche Stimme anstatt einer Computerstimme. Aktuelle Meta-Studien zum Einsatz digitaler Medien zeigen, dass sich diese positiv auf die Lernleistung und die Motivation auswirken (Hillmayr et al., 2020; Liao & Lai, 2017).

Digitale Medien können die Aufgabenbearbeitung erweitern. Sprachliche und bildliche Informationen können direkt kombiniert werden, was zu einer Vielzahl an neuen Aufgabenformaten führt (Mayer, 2009). Der größte Vorteil einer digital-gestützten Aufgabenbearbeitung ist jedoch die Integration eines direkten, individualisierten und formativen Feedbacks (van der Kleij et al., 2015). Die Risiken bei der Bearbeitung von Aufgaben mit Hilfe digitaler Medien liegen zum einen in einer erhöhten kognitiven Belastung (Sweller et al., 2011). Zum anderen besteht die Gefahr, dass die Lernenden durch ein Überfliegen der Aufgaben diese lediglich oberflächlich bearbeiten (Girwidz & Hoyer, 2021). Bei Betrachtung aktueller Forschungen zeigen sich positive Effekte digitaler Aufgabenformate auf die Lernleistung der Lernenden (Hillmayr et al., 2020). Darüber hinaus wird deutlich, dass computerbasiertes Feedback effektiver ist als analoges Feedback (Hattie & Timperley, 2007), wobei ein elaboriertes Feedback die größte Effektivität aufweist (van der Kleij et al., 2015).

Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht ermöglicht außerdem die Erstellung und den Einsatz von Erklärvideos. Die didaktischen Funktionen von Erklärvideos unterscheiden sich je nachdem, wer das Video produziert und wer es rezipiert: Zum Beispiel können Schüler*innen Erklärvideos erstellen, um ein Thema zu vertiefen und die Lehrkraft kann diese Videos zur pädagogische Diagnostik verwenden (Kulgemeyer & Wolf, 2016). Aktuelle Untersuchungen bezüglich der Erstellung von Erklärvideos durch die Schüler*innen zeigen, dass sich dadurch die Transferleistung der Lernenden signifikant erhöht (Hoogerheide et al., 2014) und auch Lehrkräfte positive Effekte wahrnehmen (Seibert et al., 2019).

Forschungsziel

Vor diesem Hintergrund wird eine digitale Lernumgebung für den Chemieanfangsunterricht entwickelt und evaluiert. Im Rahmen dieses Projektes wird außerdem eine digital-gestützte Aufgabenbearbeitung mit der Erstellung von Erklärvideos durch Schüler*innen verglichen. Die Evaluation erfolgt hinsichtlich des Fachwissens, der kognitiven Belastung der Lernenden, der Attraktivität und Benutzerfreundlichkeit der Unterrichtsmaterialien sowie des Arbeits- und Nutzungsverhaltens der Schüler*innen.

Forschungsdesign

Zur Erreichung des Forschungsziels wurde folgendes Forschungsdesign entwickelt. Die Studie wird im Rahmen eines Projekttag an Gesamtschulen durchgeführt. Eine Woche vor dem Projekttag schreiben die Schüler*innen Pre-Tests: Dabei werden die kognitiven Fähigkeiten durch den CFT 20-R (Weiß, 2006) und das fachliche Vorwissen durch einen Fachwissenstest (20 Multiple-Choice-Items, adaptiert nach Baumann & Melle (2019), ergänzt durch neun offene Items) erhoben ($\alpha_{MC} = .772$, $\alpha_{\text{offen}} = .804$). Weiterhin werden Fragebögen zum sozioökonomischen Status (Torsheim et al., 2016) und zum schulischen Selbstkonzept in Chemie und Mathematik (Rost et al., 2007) eingesetzt.

Für den Projekttag erfolgt auf Basis des fachlichen Vorwissens und der kognitiven Fähigkeiten eine Parallelisierung der Klasse in die beiden Interventionsgruppen. Während der Erarbeitungsphase arbeiten die Schüler*innen beider Gruppen in Einzelarbeit an denselben Unterrichtsmaterialien. Nach dieser Phase finden die Mid-Tests statt, bei dem das Fachwissen erneut erhoben wird. Außerdem werden die Attraktivität (Kieserling & Melle, 2019; $\alpha = .883$) und Benutzerfreundlichkeit (Brooke, 2014; $\alpha = .798$) der Materialien sowie die kognitive Belastung der Lernenden (Kieserling & Melle, 2019; Leppink et al., 2013; $\alpha = .886$) ermittelt. Die anschließende Sicherungsphase erfolgt für die Lernenden beider Interventionsgruppen unterschiedlich: Die Schüler*innen der einen Gruppe erstellen eigene Erklärvideos, während die Schüler*innen der anderen Gruppe Aufgaben auf den iPads bearbeiten. Dabei arbeiten die Lernenden beider Gruppen in einer kooperativen Partnerarbeit. Der Projekttag wird mit den Post-Tests abgeschlossen, bei denen die gleichen Fragebögen eingesetzt werden wie bei den Mid-Tests. Etwa drei Wochen nach dem Projekttag wird der Fachwissenstest als Follow-Up-Test durchgeführt. Um die Aktivitäten der Lernenden detaillierter analysieren zu können, werden Bildschirm- und Videoaufzeichnungen angefertigt.

Entwickelte Unterrichtsmaterialien

Die entwickelten Unterrichtsmaterialien beschäftigen sich inhaltlich mit der Einführung in das Basiskonzept *Chemische Reaktion*. Dabei werden folgende Schwerpunkte thematisiert: Chemische Reaktionen, Reaktionsgleichungen, Physikalische Vorgänge und Oxidbildungen. Für die Erstellung der Unterrichtsmaterialien konnte auf eine Laptop-basierte Lernumgebung aus einem Vorgängerprojekt (Baumann & Melle, 2019) zurückgegriffen werden.

Für die Erarbeitungsphase wurden die Inhalte der Laptop-basierten Lernumgebung für die Nutzung auf iPads modifiziert. Es entstand ein interaktives *iBook*, welches die Gestaltungsprinzipien von Mayer (2014) und Sweller et al. (2011) berücksichtigt. Die Inhalte eines jeden fachlichen Schwerpunktes wurden für das *iBook* in drei Niveaustufen differenziert, welche von den Schüler*innen durch eine Selbsteinschätzung ausgewählt werden können. Ein Wechsel zwischen den einzelnen Niveaustufen ist jederzeit möglich. Weiterhin wurde

eine interaktive Informationsdarbietung realisiert, indem die Inhalte zum Beispiel durch kurze Videosequenzen, interaktive Bilder oder Animationen dargestellt sind. Für die Schüler*innen besteht außerdem die Möglichkeit, sich die Texte der Lernumgebung vorlesen zu lassen. Im Anschluss an den Informationsinput bearbeiten die Lernenden vier Experimente. Diese werden in der Lernumgebung in Form von Text-, Bild- und Videoanleitungen präsentiert und anschließend von den Lernenden durchgeführt. Die Dokumentation erfolgt durch das Erstellen von Fotos (Vorher-Nachher-Vergleich) und eine schriftliche Fixierung in der Lernumgebung. Bei der Auswertung des jeweiligen Experiments wird eine geschlossene und eine offene Frage von den Schüler*innen beantwortet. Dazu erhalten die Lernenden ein direktes Feedback (Musterlösung).

Die Materialien der Sicherungsphase unterscheiden sich für beide Interventionsgruppen. Bei den Schüler*innen der Erklärvideo-Gruppe wird die Screencast-basierte App *doceri* (SP Controls, 2020) benutzt. Als Motivation erhalten die Schüler*innen einen WhatsApp-Verlauf: Ein*e Mitschüler*in macht ein Austauschjahr in den USA, versteht dort die Themenschwerpunkte aus der Erarbeitungsphase nicht und bittet die Schüler*innen um ein Erklärvideo. Insgesamt wird diese Phase durch eine Schrittfolge strukturiert, welche für die Lernenden transparent ist: In einem ersten Schritt schauen sich die Schüler*innen ein Erklärvideo zum Thema „Wie erstelle ich ein Erklärvideo?“ an, bevor sie sich zunächst in Einzelarbeit und anschließend in Partnerarbeit nochmals mit den Inhalten aus der Erarbeitungsphase auseinandersetzen. Im dritten Schritt erfolgt die Erstellung eines Story-Boards in Partnerarbeit, wofür die Schüler*innen eine Vorlage erhalten. In der abschließenden Phase wird das Video auf dem iPad umgesetzt (Partnerarbeit). Für diese Phase steht eine schriftliche Anleitung zur Bedienung der App zur Verfügung.

Die Schüler*innen der Aufgaben-Gruppe bearbeiten in der Sicherungsphase in einem weiteren *iBook* Aufgaben zu den vier Schwerpunkten der Erarbeitungsphase und erhalten dazu ein direktes und elaboriertes Feedback. Auch hier erfolgt eine Strukturierung durch eine Schrittfolge, welche für die Schüler*innen visualisiert wird: Die Lernenden der Aufgaben-Gruppe schauen sich zunächst ein Erklärvideo an, bei dem die Strukturierung der Arbeitsphase vorgestellt wird. Anschließend werden die vier Themenschwerpunkte nacheinander behandelt. Bei jedem Schwerpunkt bearbeiten die Schüler*innen zunächst einfache Aufgaben in Einzelarbeit, um in der anschließenden Partnerarbeitsphase offene Fragen zu klären und weiterführende, komplexere Aufgaben zu bearbeiten. Die hier eingesetzten Aufgaben konnten teilweise aus der Lernumgebung des Vorgängerprojektes (Baumann & Melle, 2019) übernommen werden, weitere Aufgaben wurden ergänzt. Durch die Einbindung eines direkten Feedbacks, können die Lernenden ihre Antworten direkt korrigieren.

Ausblick

Die Unterrichtsmaterialien wurden bereits in zwei Pilotierungen erprobt und optimiert. Aktuell erfolgt die Hauptuntersuchung, bei der die entwickelten Materialien mit einer größeren Stichprobe ($N \approx 150$) evaluiert werden. Die Evaluation erfolgt hinsichtlich des Fachwissenszuwachses, der Attraktivität und Benutzerfreundlichkeit der Materialien sowie der kognitiven Belastung der Lernenden. Zudem werden die Bildschirm- und Videodaten detailliert ausgewertet (z. B. Nutzung der Funktionen der Lernumgebung aus der Erarbeitungsphase, Qualität der erstellten Erklärvideos, Nutzung von Feedback- und Korrektur-Schleifen bei der Aufgaben-Gruppe, Arbeitsverhalten in der kooperativen Sicherungsphase).

Literatur

- Aufenanger, S., & Bastian, J. (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* (pp. 1–11). Springer VS
- Baumann, T., & Melle, I. (2019). Evaluation of a digital UDL-based learning environment in inclusive chemistry education. *Chemistry Teacher International*, 1(2), 1–13
- Brooke, J. (2014). SUS: a 'quick and dirty' usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189–194). Taylor and Francis
- Girwidz, R., & Hoyer, C. (2021). Didaktische Aspekte zum Einsatz digitaler Medien - Leitlinien zum Lehren mit Multimedia. In J. Meßinger-Koppelt & J. Maxton-Küchenmeister (Eds.), *Naturwissenschaften digital: Toolbox für den Unterricht. Band 1* (pp. 6–24). Joachim Herz Stiftung Verlag
- Hanekamp, G. (2014). Zahlen und Fakten: Allensbach-Studie 2013 der Deutschen Telekom Stiftung. In J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Eds.), *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht* (pp. 21–28). Joachim-Herz-Stiftung Verlag
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Hillmayr, D., Zierwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153
- Hoogerheide, V., Loyens, S. M., & van Gog, T. (2014). Effects of creating video-based modeling examples on learning and transfer. *Learning and Instruction*, 33, 108–119
- Kieserling, M., & Melle, I. (2019). An experimental digital learning environment with universal accessibility. *Chemistry Teacher International*, 1(2), 1–9
- Kulgemeier, C., & Wolf, K. D. (2016). Lernen mit Videos? Erklärvideos im Physikunterricht. *Naturwissenschaften Im Unterricht. Physik*, 27(152), 36–41
- Leppink, J., Paas, F., van der Vleuten, C. P. M., van Gog, T., & van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1058–1072
- Liao, Y.-K. C., & Lai, W.-C. (2017). Meta-analyses of Large Scale Datasets: A Tool for Assessing the Impact of Information and Communication Technology in Education. In R. Latiner Raby & E. J. Valeau (Eds.), *Springer International Handbooks of Education. Handbook of Comparative Studies on Community Colleges and Global Counterparts* (Vol. 21, pp. 1–17). Springer International Publishing
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 43–71). Cambridge University Press
- Rost, D. H., Sparfeldt, J. R., & Schilling, S. R. (2007). DISK-Gitter mit SKSLF-8: Differentielles Selbstkonzept-Gitter mit Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten. Hogrefe
- Seibert, J., Kay, C. W. M., & Huwer, J. (2019). EXPLAINistry: Creating Documentation, Explanations, and Animated Visualizations of Chemistry Experiments Supported by Information and Communication Technology To Help School Students Understand Molecular-Level Interactions. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2503–2509
- SP Controls, I. (2020). doceri. <https://doceri.com/>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory* (1st ed.). Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies: Vol. 1. Springer New York
- Torsheim, T., Cavallo, F., Levin, K. A., Schnohr, C., Mazur, J., Niclasen, B., & Currie, C. (2016). Psychometric Validation of the Revised Family Affluence Scale: A Latent Variable Approach. *Child Indicators Research*, 9, 771–784
- van der Kleij, F. M., Feskens, R. C. W., & Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes. *Review of Educational Research*, 85(4), 475–511
- Weiß, R. H. (2006). *Grundintelligenzskala 2 (CFT 20-R)*. Hogrefe