

Daniel Laumann¹
Malte Ubben¹
Susanne Heinicke¹
Stefan Heusler¹

¹WWU Münster

Schüler- oder schuleigene Smartphones im Physikunterricht?

Digitale Technologien beeinflussen bereits heute fast sämtliche Lebensbereiche und ihr Einfluss nimmt weiter zu. Das Leben in digitalen Gesellschaften impliziert auch digitales Lernen. Die Herausforderung „digital kompetente“ Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte auszubilden (Redecker, 2017, S. 12), z.B. im Zusammenhang mit den sogenannten „21st-century skills“ (Voogt, Erstadt, Dede & Mishra 2013; Ifenthaler, Adcock, Erlandson, Gosper, Greiff, & Pirnay-Dummer, 2014) und die enormen Möglichkeiten, die digitalen Unterrichtstechnologien zugeschrieben werden (z. B. Neumann & Waight, 2020), sind zwei Seiten derselben Medaille. Internationale Studien zeigen, dass Bildungseinrichtungen in vielen Ländern bereits auf dem Weg sind, die Voraussetzungen für ein umfassendes Angebot an digitaler Bildung zu schaffen (Fraillon, Ainley, Schulz, Friedman, & Duckworth, 2020).

Um die Entwicklung digitaler Kompetenzen in formalen Lernumgebungen zu fördern, ist es wichtig, Lernangebote zu schaffen, die sowohl traditionelle Inhalte als auch Kompetenzen einzelner Schulfächer und Elemente digitaler Bildung integrieren. Unter den verschiedenen Schulfächern scheint der naturwissenschaftliche Unterricht im Allgemeinen und das Lernen in Physik im Besonderen geeignet, um digitale Lerntechnologien auf verschiedene Weise in den regulären Unterricht einzubeziehen: Computer als Lernmittel sind seit Jahrzehnten im Physikunterricht präsent (Bork, 1975), während mobile Technologien, wie Smartphones und Tablet-Computer, erst in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen haben (Liu, Wu, Wong, Lien, & Chao, 2017; Girwidz et al., 2019). Auch neueste technologische Entwicklungen wie Virtual-Reality- oder Augmented-Reality-Anwendungen sind bereits zur Nutzung im Physikunterricht adaptiert worden (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Unter diesen Geräten können Smartphones als das „Schweizer Taschenmesser“ der Bildung angesehen werden (Livingston, 2004, S. 46). Im Physikunterricht können Smartphones genutzt werden, um verschiedene physikalische Größen mit integrierten Sensoren zu messen und diese Daten mit Tabellenkalkulationsprogrammen zu analysieren (Staaks, Hütz, Heinke, & Stampfer, 2018), um sich Erklärvideos und Animationen anzusehen (Kulgemeyer & Peters, 2016) oder um im Internet zu recherchieren. Empirische Studien weisen auf den möglichen positiven Einfluss von Smartphones auf das Interesse und die Wissensentwicklung von Lernenden hin (Shi, Sun, Huan, & Huan, 2016; Hochberg, Kuhn, & Müller, 2018). Smartphones im Physikunterricht haben also großes Potenzial, allerdings stellt sich bei dessen Nutzung u.a. die Frage, welcher der folgenden Ansätze vorteilhaft erscheint:

1. Die Lernenden bringen ihre persönlichen Mobilgeräte in den Unterricht und nutzen diese für Unterrichtszwecke („bring your own device“, nf. BYOD).
2. Den Lernenden werden im Unterricht mobile Geräte zur Verfügung gestellt, die der Schule gehören und durch diese als Teil eines Gerätepools verwaltet werden (nf. POOL).

Dabei lassen sich für beide Ansätze aus unterschiedlichen Perspektiven Vor- und Nachteile identifizieren. Aus der Lernperspektive ist zunächst zu erwarten, dass BYOD gegenüber

POOL im Nachteil ist, da durch BYOD private Medieninhalte und der Zugang zu sozialen Medien etc. während des schulischen Lernens über persönliche Geräte sofort verfügbar sind. Im Gegensatz dazu könnten die Schulen POOL-Geräte so konfigurieren, dass die Nutzung außerhalb des Schulzwecks fast vollständig eingeschränkt wird. Würde man jedoch die möglichen Einflüsse der „fear of missing out“ (nf. FOMO) berücksichtigen, ergäbe sich die gegenteilige Annahme, da die Verfügbarkeit privater Inhalte und Kommunikation FOMO im Sinne einer geringeren Ablenkung reduzieren würde, während FOMO im POOL-Ansatz zusätzlich gefördert würde. Weitere Vorteile für das Lernen könnten sich beim BYOD-Ansatz daraus ergeben, dass die Lernenden bereits mit ihren Geräten vertraut sind, während beim POOL-Ansatz möglicherweise ungewohnte Betriebssysteme verwendet werden müssen, was eine zusätzliche kognitive Belastung für die Lernenden darstellen könnte. Das heterogene Bild von Vor- und Nachteilen wird noch verstärkt, wenn man andere Perspektiven (Organisation, Ökonomie, Ökologie) betrachtet.

Die vorliegende Studie vergleicht beide Ansätze im Hinblick auf das Lernen im Detail: Es wird untersucht, inwieweit der Einsatz des BYOD-Ansatzes im Vergleich zum POOL-Ansatz affektive, fachbezogene und kognitive Variablen der Lernenden im Physikunterricht beeinflusst. Darüber hinaus wird untersucht, welche Erfolgsbedingungen einen zielgerichteten Einsatz von Smartphones im Unterricht fördern, aber auch welche (spezifischen) Ablenkungen zu beobachten sind.

Methode

Die Studie folgt einem quasi-experimentellen Vergleichsgruppendesign (Bedingung 1: BYOD-Ansatz, Bedingung 2: POOL-Ansatz). Während der Hauptuntersuchung absolvierten $N_c = 11$ Klassen der Jahrgangsstufen 8 und 9 ($N_s = 201$ Schülerinnen und Schüler) eine kurze zusammenhängende Lernsequenz (ca. 5 Stunden) im Physikunterricht zum Thema Elektromobilität mit dem Schwerpunkt „nachhaltige Energie“. Alle Klassen verfügten auch über die Möglichkeit, entsprechende Lernsequenzen in Chemie und Mathematik zu anderen Aspekten des Themas Elektromobilität durchzuführen. Jede der teilnehmenden Klassen wurde nach dem Zufallsprinzip entsprechend der beiden Bedingungen in zwei Gruppen aufgeteilt ($N_{s,BYOD} = 101$ Lernende; $N_{s,POOL} = 100$ Lernende). Im Unterricht nutzten die Lernenden Smartphones, um fachspezifische Aufgaben zu bearbeiten. Im Fach Physik lag der Schwerpunkt der Aufgaben auf der digitalen Datenerfassung und der Nutzung des Smartphones zur Durchführung von Experimenten mit der App *phyphox* (Staaks et al., 2018). Die jeweiligen Geräte standen den Lernenden während der gesamten Einheit zur Verfügung und konnten im Rahmen einer „typischen“ Unterrichtssituation eingesetzt werden.

Um zu untersuchen, wie sich beide Ansätze der Smartphone-Nutzung auf affektive, fachbezogene und kognitive Variablen auswirken, wurden diese Daten zu verschiedenen Messzeitpunkten umfassend erhoben. Die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler wurde mit einem speziell entwickelten Fragebogeninstrument als Prä-Post-Messung gemessen. Der Fragebogen enthält Items zum deklarativen Wissen der Lernenden, zur gedanklichen Konsistenz sowie zur Transferfähigkeit in Bezug auf die behandelten Inhalte (8 Items Pre-Test - LP1, 18 Items Post-Test - LP2). Die Lernleistung wird dabei als Anteil richtig beantworteter Aufgaben bestimmt. Für das situative Interesse der Schüler liegen Längsschnittdaten vor (5 Items, 5 Messpunkte). Die Items erheben das situative Interesse in Bezug auf den Inhalt des jeweiligen Abschnitts der Einheit (SI1) auf der Grundlage der Arbeit von Schiefele (1999) sowie das allgemeine situative Interesse der Schüler an der Arbeit mit einem Smartphone (SI2), an der Durchführung von Messungen mit *phyphox* (SI3) und an der

Betrachtung von Lehrvideos zur Durchführung dieser Messungen (SI4). Das situative Interesse wurde auf einer vierstufigen Likert-Skala gemessen. Auch für die kognitive Belastung (CL) der Schüler während der Aufgabenbearbeitung liegen Längsschnittdaten in Form von Selbstberichten vor (1 Item, 5 Messzeitpunkte). Die kognitive Belastung wurde auf einer neunstufigen Likert-Skala gemessen. Weiterhin wurden Daten für verschiedene Kovariaten erhoben.

Ergebnisse

Zur Bestimmung von Unterschieden beider Ansätze der Smartphonennutzung auf die drei genannten Merkmalsgruppen (affektiv, fachbezogen, kognitiv) wurde eine einfaktorielle MANCOVA (UV: Ansatz Smartphonennutzung; AV: SI1-SI4, LP2, CL; Kovariaten: LP1) gerechnet. Die zu prüfenden Voraussetzungen können für den vorliegenden Datensatz nach Prüfung als erfüllt angenommen werden. Die einfaktorielle MANCOVA zeigt einen statistisch signifikanten Unterschied mittlerer Effektstärke zwischen beiden Ansätzen der Smartphonennutzung für die kombinierten abhängigen Variablen mit einem Vorteil des BYOD- gegenüber dem POOL-Ansatz ($F(3, 185) = 3.898$, $p = .010$, $\eta^2 = .059$, Wilk's $\lambda = .941$). Post-hoc wurde zudem für jede der drei Merkmalsgruppen eine einfaktorielle ANCOVA durchgeführt. Sowohl für die affektiven Merkmale ($M_{\text{BYOD}} = 2.59 \pm .63$, $M_{\text{POOL}} = 2.41 \pm .64$; $F(1, 187) = 3.467$, $p = .064$, $\eta^2 = .018$) als auch für die fachbezogenen Merkmale ($M_{\text{BYOD}} = .63 \pm .24$, $M_{\text{POOL}} = .57 \pm .23$; $F(1, 187) = 2.471$, $p = .118$, $\eta^2 = .013$) und die kognitiven Merkmale ($M_{\text{BYOD}} = 4.23 \pm 1.41$, $M_{\text{POOL}} = 3.96 \pm 1.42$; $F(1, 187) = 2.156$, $p = .144$, $\eta^2 = .011$) zeigen sich dabei keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Ansätzen der Smartphonennutzung.

Neben den quantitativen Daten wurden auch qualitative Daten mittels Videographie erhoben. In diesem zeigt sich in den ersten Tendenzen kein ausgeprägter Unterschied zwischen BYOD und POOL. Die Analyse der Videos gibt jedoch Aufschluss, inwiefern die Geräte an Distraction mitwirken und welche Strategie die Lernenden zeigen, um diesen zu begegnen.

Diskussion & Ausblick

Zusätzliche Daten und eine Vergrößerung des Stichprobenumfangs erscheint notwendig, um potenzielle Unterschiede statistisch zu belegen, sodass die Stichprobe bis vsl. Ende 2021 erweitert wird. Weiterführende Fragen werden sich insbesondere auf didaktische Maßnahmen zur Optimierung beider Ansätze beziehen, z.B. eine zeitlich eingeschränkte zeitliche Verfügbarkeit.

Hinweis

Dieses Projekt wird im Rahmen des Metavorhabens „Digitalisierung im Bildungsbereich“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (01JD1827) und gemeinsam mit folgenden Personen durchgeführt: Cornelia Denz, Gilbert Greefrath, Robin Janzik, Bianca Kramp, Maurice Krause, Fabienne Kremer, Barbara Leibrock, Annette Marohn, Thorsten Quandt, Elmar Souvignier.

Literatur

- Bork, A. M. (1975). Effective computer use in physics education. *American Journal of Physics*, 43, 81-88
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (Eds.). (2020). *Preparing for life in a digital world. IEA international computer and information literacy study 2018 international report*. Cham, Switzerland: Springer Nature
- Girwidz, R., Thoms, L.-T., Pol, H., López, V., Michelini, M., Stefanel, A. et al. (2019). Physics teaching and learning with multimedia applications: a review of teacher-oriented literature in 34 local language journals from 2006 to 2015. *International Journal of Science Education*, 41, 1181-1206
- Hochberg, K., Kuhn, J., & Müller, A. (2018). Using smartphones as experimental tools – effects on interest, curiosity, and learning in physics education. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 385-403
- Ibáñez, M.-B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systemic review. *Computers & Education*, 123, 109-123
- Ifenthaler, D., Adcock, A. B., Erlandson, B. E., Gosper, M., Greiff, S., & Pirnay-Dummer, P. (2014). Challenges for education in a connected world: digital learning, data rich environments, and computer-based assessment. *Technology, Knowledge and Learning*, 19, 121-126
- Kulgemeier, C., & Peters, C. (2016). Exploring the explaining quality of physics online explanatory videos. *European Journal of Physics*, 37, 065705
- Liu, C.-Y., Wu, C.-J., Wong, W.-K., Lien, Y.-W., & Chao, T.-K. (2017). Scientific modeling with mobile devices in high school physics labs. *Computers & Education*, 105, 44-56
- Livingston, A. (2004). Smartphones and other mobile devices: The swiss army knives of the 21st century. *Educause Quarterly*, 46-52
- Neumann, K. & Waight, N. (2020). The digitalization of science education: Déjà vu all over again? *Journal of Research in Science Teaching*, 57, 1519-1528
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Schiefele, U. (1999). Interest and learning from text. *Scientific Studies of Reading*, 3, 257-279
- Shi, W.-Z., Sun, J., Huan, C., & Huan, W. (2016). Assessing the use of smartphone in the university general physics laboratory. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12, 125-132
- Staaks, S., Hütz, S., Heinke, H., & Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox. *Physics Education*, 53, 045009
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 403-413