

Daniel Laumann¹
 Malte Ubben¹
 Susanne Heinicke¹
 Stefan Heusler¹

¹WWU Münster

Quantitative Analysen zur Nutzung von Smartphones im Physikunterricht

Digitale Technologien beeinflussen heute bereits fast alle Lebensbereiche und ihr Einfluss nimmt weiter zu. Im Bildungsbereich ergeben sich durch digitale Technologien Chancen (z. B. Neumann & Waight, 2020), aber gleichzeitig stellen sie Lernende und Lehrkräfte vor zahlreiche Herausforderungen (z. B. Voogt, Erstad, Dede, & Mishra, 2013). Seit den 1990er Jahren haben mobile Endgeräte, zunächst Notebooks, dann Smartphones und Tablet-Computer, an Bedeutung für formelle und informelle (Lehr-)Lernprozesse im Allgemeinen und die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer im Speziellen (Liu, Wu, Wong, Lien & Chao, 2017) gewonnen. Entsprechende Lehr-Lernprozesse auf Grundlage mobiler Technologien, die auch als mobiles Lernen bezeichnet werden, wurden in den letzten Jahren wiederholt in Metastudien (Sung, Chang, & Liu, 2016) und Review-Artikeln (z. B. Zydney & Warner, 2016) untersucht. Die zugrundeliegende Forschung zeigt ein heterogenes Bild hinsichtlich der Lerneffektivität von mobilem Lernen. Während sich die Nutzung mobiler Geräte in einigen Studien positiv auf die Lernleistung im Vergleich zu traditionellen Lernformen auswirkt (Ravizza, Hambrick, & Fenn, 2014), können andere Studien keine entsprechenden Unterschiede feststellen (Hochberg, Becker, Louis, Klein, & Kuhn, 2020;) oder zeigen negative Effekte des mobilen Lernens auf die Lernleistung (Limniou, 2021). Ein entsprechend uneinheitliches Bild ergibt sich auch bei der Betrachtung anderer affektiver und kognitiver Variablen, die mit der Lernleistung von Studierenden zusammenhängen (situationales Interesse: Hochberg et al., 2020; kognitive Belastung: Aharony & Zion, 2019). Eine Aussage darüber, inwieweit mobiles Lernen positiv oder negativ beeinflusst, scheint daher nicht generell möglich. Dies wirft die Frage auf, wie mobile Geräte genutzt werden. „It is crucial to understand how smartphone technology affects us so that we can take the steps necessary to mitigate the potential negative consequences“ (Wilmer, Sherman, & Chein, 2017; S. 12).

Innerhalb vielfältiger Studien zur Frage, wie mobile Geräte zum Lernen genutzt werden können, bezieht sich ein Untersuchungsaspekt auf eine spezifische Nutzungsform: Der Bring Your Own Device-Ansatz (BYOD) beschreibt Technologiemodelle, bei denen Schülerinnen und Schüler ein eigenes Gerät zum Lernen in die Schule mitbringen (Alberta Education, 2012). BYOD setzt voraus, dass die Lernenden über mobile Geräte verfügen, was heute in vielen Ländern der Welt gegeben scheint (Pew Research Center, 2019). Hinsichtlich der Beeinflussung von Lehr-Lern-Prozessen finden sich in der Literatur zum BYOD-Ansatz Daten zu positiven Effekten auf die Lernleistung sowie positive affektive Auswirkungen für das Interesse und die Motivation der Lernenden (Rinehart, 2012; Zhai, Zhang, & Li, 2016). Obwohl der BYOD-Ansatz beim mobilen Lernen bereits in zahlreichen Studien empirisch untersucht wurde, zeigt sich, dass vergleichende Studien immer den Vergleich von mobilen BYOD-Geräten und traditionellen Lehr-Lernformaten ohne mobile Geräte betrachten. Es ist aber auch möglich, dass mobiles Lernen nicht dem BYOD-Ansatz folgt, sondern, dass Schulen

über Gerätepools verfügen. Diese Gerätepools werden von diesen angeschafft, verwaltet und den Lernenden in einzelnen Unterrichtsstunden zur Verfügung gestellt (POOL-Ansatz). Entsprechende Vergleichsuntersuchungen des BYOD- und POOL-Ansatzes liegen aktuell nicht vor. Weiterhin erscheint offensichtlich, dass die Nutzung eigener mobiler Geräte im Unterricht bestimmte Regeln erfordert. Da die Verfügbarkeit persönlicher Geräte sowohl lernbezogene als auch unterhaltungsbezogene Aktivitäten ermöglicht, erscheinen Richtlinien notwendig, die diesbezüglich die Nutzung lenken. Je nach Schulform existieren hier aus wissenschaftlicher Perspektive (Song, 2016; Kay, Benzimra, & Li, 2017), aber auch aus Perspektive von Schulbehörden (Alberta Education, 2012) Hinweise. Die Hinweise beziehen dabei organisatorische, ökonomische oder ökologische Aspekte ein oder berücksichtigen den Umgang mit persönlichen Daten. Eindeutige empirische Hinweise, die untersuchen, welche Regularien beim BYOD-Ansatz lernförderlich wirken, liegen nicht vor. Damit stellt sich die Frage, inwiefern, jenseits der Art der Geräte, konkrete Nutzungsregeln, wie eine zeitliche Begrenzung der Nutzung des Smartphones, Lehr-Lernprozesse beeinflussen. Ziel der Untersuchung war somit die empirische Analyse zum Vergleich von Lernprozessen und Effekten der beiden Ansätze BYOD und POOL. Die erste Forschungsfrage (FF1) adressiert dabei Unterschiede in den Lernprozessen der beiden Ansätze im Hinblick auf Wissenserwerb, Interesse und kognitive Belastung. Forschungsfrage (FF2) untersucht anhand derselben Konstrukte, wie sich eine zeitlich begrenzte Nutzung von Smartphones nach dem BYOD-Ansatz auf Lernprozesse auswirkt

Methode

Die Studie nutzt ein quasi-experimentelles Vergleichsgruppendesign mit den beiden Nutzungsbedingungen digitaler Geräte BYOD und POOL (FF1) bzw. die vollständige unbeschränkte Nutzung von BYOD-Geräten gegenüber der zeitlich eingeschränkten Nutzung (FF2). Im Vorfeld der Intervention wurde eine Fragebogenerhebung durchgeführt, um Daten für unterschiedliche unabhängige Variablen zu erheben, z. B. Technologieaffinität oder allgemeine kognitive Fähigkeiten. Die Intervention erfolgte dann in Form von ca. fünfstündiger Workshops im Fach Physik zum Thema „Elektromobilität“ unter lernbezogener Nutzung von Smartphones (Pusch, Ubben, Laumann, Heinicke, & Heusler, 2021) mit Klassen der Jahrgangsstufen 8 und 9. Der Workshop behandelte Themen der Mittelstufe zur disziplinären Kernidee Energie (NGSS Lead States, 2013) anhand der Leitfrage: „Wie kann Energie für Elektromobilität nachhaltig durch Solarstrom bereitgestellt werden?“ Jede der teilnehmenden Klassen wurde zufällig entsprechend der jeweiligen Bedingungen in zwei Gruppen aufgeteilt. Für die Gruppen wurde zu Beginn des Workshops eine weitere Fragebogenerhebung zu unabhängigen Variablen, z. B. Fachwert oder Fachselbstwirksamkeitserwartung, durchgeführt. Die Erhebung abhängiger Variablen erfolgte für den Wissenserwerb in Form eines Fragebogens (15 Items; Eigenkonstruktion) im Prä-Post-Design sowie für das situationale Interesse (vier Items; Eigenkonstruktion nach Krapp, 1992; Schiefele, 1999) und die kognitive Belastung (ein Item; Paas, 1992; Klepsch, Schmitz, & Seufert, 2017) zu fünf Messzeitpunkten im Verlauf der Workshops.

Insgesamt nahmen $N_C = 18$ (FF1) bzw. $N_C = 13$ Klassen (FF2) und $N_S = 341$ (FF1) bzw. $N_S = 259$ Lernende (FF2) an der Studie teil (vorläufiger Stand bezüglich FF2). Die Schülerinnen und Schüler wurden nach dem Zufallsprinzip einer Versuchsgruppe zugewiesen (FF1: BYOD bzw. POOL; FF2: Unbeschränkte bzw. beschränkte BYOD-Nutzung). Aufgrund

teilweise fehlender Daten ergibt sich ein leicht unterschiedlicher Stichprobenumfang für einzelne Ergebnisse.

Ergebnisse & Diskussion

Die vorliegenden Daten bezogen auf FF1 zeigen im Wissenserwerb zwischen Prä- und Posttest keinen Gruppenunterschied zwischen BYOD- und POOL-Gruppe (mixed ANOVA: $F(1, 349) = 0.19, p = .665$, partielles $\eta^2 = .00$). Auch für die kognitive Belastung findet sich kein Unterschied zwischen dem BYOD- und POOL-Ansatz (Gesamtwerte: BYOD: $M = 4.12, SD = 1.28$; POOL: $M = 3.95, SD = 1.34$; t-Test für unabhängige Stichproben: $t(397) = 1.28, p = .200$, Cohen's $d = 0.13$; zeitlicher Verlauf mixed ANOVA: $F(3.58, 994.87) = 0.49; p = .721$, partielles $\eta^2 = .00$). Lediglich für die Entwicklung des zeitlichen Interesses findet sich ein Vorteil des POOL-Ansatzes (Gesamtwerte: BYOD: $M = 2.52, SD = 0.60$; POOL: $M = 2.48, SD = 0.63$; t-Test für unabhängige Stichproben: $t(395) = 0.77, p = .441$, Cohen's $d = 0.08$; zeitlicher Verlauf mixed ANOVA: $F(3.70, 985.24) = 4.98, p < .001$, partielles $\eta^2 = .02$) mit geringer Effektstärke (Cohen, 1988). Die vorliegenden Ergebnisse weisen für die schulische Praxis darauf hin, dass die Nutzung von BYOD- wie auch der Einsatz von POOL-Geräten Lehr-Lernprozesse in gleicher Form beeinflussen und im Vergleich keine negativen Wirkungen ausweisen.

Im Hinblick auf FF2 zeigen die Analysen auf Grundlage des vorläufigen Stands der Daten, dass die unbeschränkte Nutzung der BYOD-Geräte im Unterricht keinen Nachteil gegenüber der beschränkten Nutzung für den Wissenserwerb besitzt (mixed ANOVA: $F(1, 251) = 1.77, p = .185$, partielles $\eta^2 = .01$). Zudem weisen die Analysen sogar Vorteile der freien Nutzung hinsichtlich des situationalen Interesses der Lernenden auf (Gesamtwerte: unbeschränkte Nutzung: $M = 2.70, SD = 0.46$; beschränkte Nutzung: $M = 2.50, SD = 0.57$; t-Test für unabhängige Stichproben: $t(238.97) = -2.98, p = .003$, Cohen's $d = 0.38$). Diese Erkenntnisse könnten in der konkreten Lehr-Lern-Situation zur Entlastung von Lehrkräften führen, da diese weniger Maßnahmen zur Einschränkung der Smartphonennutzung in die Unterrichtsplanung und -durchführung einbeziehen müssten.

Ausblick

Die Ergebnisse der Studie deuten an, dass die untersuchten Ansätze der Smartphone-Nutzung sowie Maßnahmen zur Regulation des BYOD-Ansatzes im Vergleich Lehr-Lernprozesse ähnlich beeinflussen. Die vorliegende Studie leistet einen wichtigen Beitrag zum Verständnis des mobilen Lernens, vergleicht erstmals verschiedene Ansätze der Smartphone-Nutzung und liefert damit die Grundlage für weitere Studien. Da Smartphones im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in verschiedenen Fächern genutzt werden, sollten die Studien außerhalb der Physik repliziert werden. Zudem erscheinen Befunde bei Nutzung mobiler Endgeräte über einen längeren Zeitraum im Regelunterricht von Interesse.

Das Projekt smart for science wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JD1827 gefördert. Für die Zusammenarbeit im Projekt bedanken wir uns bei Cornelia Denz, Boris Forthmann, Gilbert Greefrath, Fabienne E. Kremer, Barbara Leibrock, Annette Marohn, Dörthe Masemann, Thorsten Quandt, Felix Reer und Elmar Souvignier.

Literatur

- Aharony, N., & Zion, A. (2019). Effects of WhatsApp's use on working memory performance among youth. *Journal of Educational Computing*, 57 (1), 226-245
- Alberta Education (2012). *Bring Your Own Device: A Guide for schools*. Edmonton, AB: Minister of Education
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- 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 (5), 385-403
- Kay, R., Benzimra, D., & Li, J. (2017). Exploring factors that influence technology-based distractions in Bring Your Own Device classrooms. *Journal of Educational Computing*, 55 (7), 974-995
- Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and validation of two instruments measuring intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Frontiers in Psychology*, 8, 1997
- Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. *Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. Zeitschrift für Pädagogik*, 38 (5), 747-770
- Limniou, M. (2021). The effect of digital device usage on student academic performance: A case study. *Education Sciences*, 11 (3), 121
- 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
- Neumann, K., & Waight, N. (2020). The digitalization of science education: Déjà vu all over again? *Journal of Research in Science Teaching*, 57 (9), 1519-1528
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Research Council
- Paas, F. G. W. C. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84 (4), 429-434
- Pew Research Center, 2019. *Smartphone ownership is growing rapidly around the world, but not always equally*. Verfügbar unter https://www.pewresearch.org/global/wp-content/uploads/sites/2/2019/02/Pew-Research-Center_Global-Technology-Use-2018_2019-02-05.pdf (Stand 10/2022)
- Pusch, A., Ubben, M. S., Laumann, D., Heinicke, S., & Heusler, S. (2021). Real-time data acquisition using Arduino and phyphox: Measuring the electrical power of solar panels in contexts of exposure to light in physics classroom. *Physics Education*, 56 (4), 045001
- Ravizza, S. M., Hambrick, D. Z., & Fenn, K. M. (2014). Non-academic internet use in the classroom is negatively related to classroom learning regardless of intellectual ability. *Computers & Education*, 78, 109-114
- Rinehart, D. L. (2012). *Students using mobile phones in the classroom: Can the phones increase content learning*. Dissertation. California State University.
- Schiefele, U. (1999). Interest and learning from text. *Scientific Studies of Reading*, 3 (3), 257-279
- Song, Y. (2016). "We found the 'black spots' on campus on our own": Development of inquiry skills in primary science learning with BYOD (Bring Your Own Device). *Interactive Learning Environments*, 24 (2), 291-305
- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., Liu, T.-C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275
- 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 (5), 403-413
- Wilmer, H. H., Sherman, L. E., & Chein, H. M. (2017). Smartphones and cognition: A review of research exploring the links between mobile technology habits and cognitive functioning. *Frontiers in Psychology*, 8, 605
- Zhai, X., Zhang, M., Li, M. (2016). One-to-one mobile technology in high school physics classrooms: Understanding its use and outcome. *British Journal of Educational Technology*, 49 (3), 516-532
- Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, 94, 1-17