

Knoth, Saskia

Einfluss digitaler Lernumgebungen auf den Experimentierprozess

Haider, Michael [Hrsg.]; Böhme, Richard [Hrsg.]; Gebauer, Susanne [Hrsg.]; Gößinger, Christian [Hrsg.]; Munser-Kiefer, Meike [Hrsg.]; Rank, Astrid [Hrsg.]: Nachhaltige Bildung in der Grundschule. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2023, S. 185-190. - (Jahrbuch Grundschulforschung; 27)



Quellenangabe/ Reference:

Knoth, Saskia: Einfluss digitaler Lernumgebungen auf den Experimentierprozess - In: Haider, Michael [Hrsg.]; Böhme, Richard [Hrsg.]; Gebauer, Susanne [Hrsg.]; Gößinger, Christian [Hrsg.]; Munser-Kiefer, Meike [Hrsg.]; Rank, Astrid [Hrsg.]: Nachhaltige Bildung in der Grundschule. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2023, S. 185-190 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-277438 - DOI: 10.25656/01:27743; 10.35468/6035-23

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-277438>

<https://doi.org/10.25656/01:27743>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der:


Leibniz-Gemeinschaft

Saskia Knoth

Einfluss digitaler Lernumgebungen auf den Experimentierprozess

Der Sachunterricht beinhaltet u. a. die naturwissenschaftliche Perspektive auf die Lebenswelt der Kinder (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013). Als Ziele dieser können dabei unter anderem das „selbstständige Aufbauen und Erweitern von Wissen“ sowie „zum Handeln ermutigen“ (Grygier & Hartinger 2012) gesehen werden, welche durch die Denk-, Arbeits- und Handlungsweise des Experimentierens berücksichtigt werden können. Dabei lässt sich das eigenständige selbstgesteuerte Experimentieren durch den Einsatz digitaler Medien adaptiv, kollaborativ und durch Visualisierungen unterstützen (s. Potentiale digitaler Medien u. a. Tulodziecki et al. 2018).

1 Experimentieren im Sachunterricht

Das Experimentieren gilt seit den 70er Jahren als Höchstform naturwissenschaftlichen Arbeitens in der Sachunterrichtsdidaktik (Peschel 2016). Experimente dürfen dabei nicht nur auf praktisches Tun reduziert werden. Vielmehr gilt es die in der Wissenschaft geltende erkenntnistheoretische Stellung (Puthz 1988) des Experiments in der Schule zu vermitteln (Giest 2009). Experimentieren als Methode des Erkenntnisgewinns ist bei Grundschülerinnen und -schülern dabei keinesfalls selbsterklärend: Vielmehr bedarf es vielfältiger Kompetenzen und zentraler Arbeitsweisen auf Seiten der Schülerinnen und Schüler (Haider & Munser-Kiefer 2019). Dabei baut sich experimentelle Kompetenz auf, die nach Schecker et al. (2016) als Konglomerat von „Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zur Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten benötigt werden“ bezeichnet werden kann. Die Bedeutung dieser experimentellen Kompetenz lässt sich auch an der Aufnahme in die Bildungsstandards der naturwissenschaftlichen Fächer für den mittleren Schulabschluss (KMK 2004, 197) aufzeigen. Eine anbahnende Förderung experimenteller Kompetenzen ist jedoch bereits im Grundschulalter sinnvoll und wird als möglich erachtet (Lawson & Wollman 1976; Chen & Klahr 1999).

Das Experimentieren weist als Methode verschiedene Schwierigkeiten für Schülerinnen und Schüler auf (u. a. Hammann et al. 2006; Grube 2010; Baur 2018), bei denen es der Unterstützung bedarf. Hammann et al. (2006) systematisieren die

verschiedenen Schwierigkeiten anhand der einzelnen Phasen des Experimentierens (Planen des Experimentierens, Datenanalyse sowie beim Aufstellen von Hypothesen). De Jong & van Joolingen (1998) nannten das Bilden von Hypothesen, das Planen der Experimente, aber auch die Interpretation der Daten sowie die Selbstregulation des entdeckenden Lernens als Schwierigkeiten. Außerdem gibt es Vermutungen hinsichtlich der Prädiktoren der Schwierigkeiten: So scheint das Interesse für die Planung des Experiments bedeutsam, während Vorwissen und sprachliche Fähigkeiten für die Auswertung entscheidend zu sein scheinen (Boyer 2016).

Messmethodisch gibt es verschiedene Verfahren für die Erhebung von experimenteller Kompetenz, am messökonomischsten zeigten sich in der Vergangenheit häufig Paper & Pencil-Tests. Verschiedene Autoren (u. a. Hammann 2004) zeigen auf, dass experimentelle Kompetenz immer in konkreten inhaltlichen Situationen gezeigt wird und daher nicht losgelöst von den (naturwissenschaftlichen) Inhalten erhoben werden kann.

Als *Forschungsdesiderat* ergibt sich die Frage, inwieweit die Defizite bei Grundschülerinnen und Grundschülern über adaptive punktuelle Unterstützungsmaßnahmen im Experimentierprozess aufgegriffen werden können und experimentelle Kompetenz gefördert werden kann. Dieser Kompetenzgewinn soll hier in einer Eigenentwicklung in Anlehnung an die Tests des Konsortium HarMoS Naturwissenschaften+ (2010) gemessen werden.

2 Digitale Medien als Unterstützung des Experimentierprozesses

Eines der zentralen Probleme beim Experimentieren ist die kognitive Überforderung, die auftreten kann, wenn keine adäquate Unterstützung vorhanden ist (Schmidt et al. 2019). Digitale Medien könnten insbesondere die Möglichkeit bieten, den Lernschwierigkeiten in Bezug auf Unterrichtsinhalt oder -methode adaptiv zu begegnen. Auch beim Einsatz digitaler Medien gilt, dass die Vorhersage des Lernerfolgs stark von thematischen, aber auch von medienbezogenem Vorwissen abhängt (Herzig 2014). Die Selbststeuerung und das Vorhandensein von Lernstrategien bei den Lernenden haben ebenfalls einen Einfluss auf den Lernerfolg (ebd.). Der Einsatz digitaler Medien eröffnet in der Schule unter anderem die Möglichkeit der Binnendifferenzierung (Eickelmann 2010) und kann damit die notwendige adaptive Unterstützung anstreben.

Werden digitale Medien als ein adaptierbares System zur Lernunterstützung eingesetzt, so zeichnet sich der Einsatz dadurch aus, dass die digitale Lernumgebung Optionen bereitstellt, „sodass Lernende das Lernangebot allein bzw. mit Unterstützung von Lehrkräften an Bedürfnisse, [...] anpassen können“ (Leutner 2011). Bezüglich der Gestaltung von Hilfsangeboten wurde deutlich, dass sich die Steuerung und Kontrolle durch den Lernenden positiv auf das Lernergebnis

auswirken (Karich et al. 2014). Schwierig scheinen offene Lernumgebungen mit vielen Wahloptionen, da diese bei Lernenden mit geringem Vorwissen oder mangelhaften Lernstrategien Probleme aufwerfen (Tergan 2002). Besonders wirksam scheint ein Vorgehen mit gestuften Hilfen im Sinne der „guided inquiry“, wobei mündliche Hilfestellungen weniger kognitive Anstrengung (Extraneous Cognitive Load) als schriftliche Hilfekarten verlangen (Schmidt et al. 2019). Bezogen auf den Einsatz digitaler Medien konnten Genz & Bresges (2017) für die Sekundarstufe bereits eine lernunterstützende Wirkung zeigen. Es gilt also didaktisch auszuloten, wie Hilfsangebote in der Grundschule strukturiert werden müssen, sodass sie einerseits den Leistungsschwächeren gerecht werden und andererseits die Stärkeren zusätzlich fördern.

Zusammenfassend kann man festhalten: Mit dem Einsatz digitaler Medien kann ein Unterstützungsangebot für den Experimentierprozess unterbreitet werden. Dabei ist zu untersuchen, ob diese Unterstützung den Schülerinnen und Schülern überhaupt hilft. Beim Experimentieren scheint die inhaltliche Erkenntnisgewinnung (Lernzuwachs) sowie die Vergrößerung der experimentellen Kompetenz besonders unterstützenswert. Um Eigenschaften zu identifizieren, die digitale Unterstützungsmaßnahmen aufweisen müssen, sollen Umsetzungen auf vier verschiedenen Stufen des SAMR-Modells (Puentedura 2006) geprüft werden. Das Modell kategorisiert den Einsatz von digitalen Medien dabei aufsteigend von einem reinen Ersetzen des analogen durch ein digitales Medium bis zu einer Neu- belegung von Lernaufgaben.

3 Methode

Im Rahmen dieses Artikels soll der Frage nachgegangen werden, ob sich Experimente bzgl. des Lernzuwachses und der experimentellen Kompetenz durch den Einsatz digitaler Medien unterstützen lassen.

3.1 Design

Die quantitative Interventionsstudie, die in der Gesamtstudie mit quasiexperimentellem Cross Over Design (Wirtz 2020) mit Kontrollgruppe angelegt wurde, erhebt bezüglich der thematisierten Fragestellung die abhängigen Variablen Lernzuwachs und experimentelle Kompetenz sowie deren Veränderung durch einen digital unterstützten Unterricht. Geprüft wird u. a. der Einfluss dieser Variation auf die abhängigen Variablen.

3.2 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt haben 243 Schülerinnen und Schüler des dritten Schuljahrs an der Studie teilgenommen und Unterricht zum Themenkomplex Hebel erhalten. Für die Beantwortung der Fragestellung wurde die Stichprobe in eine Experi-

mentalgruppe und eine Kontrollgruppe unterteilt. Weitere Aspekte, wie etwa die verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten, werden im Rahmen dieser Veröffentlichung nicht thematisiert.

3.3 Messinstrumente

Für die Betrachtung der hier dargestellten Fragestellung wurden folgende Messinstrumente erstellt, validiert und schließlich verwendet:

- Vier unabhängige Wissenstests zu den Themen der einzelnen Unterrichtsstunden („einseitiger Hebel“, „zweiseitiger Hebel“, „Gleichgewicht“ und „Schwerpunkt“, adaptiert nach Schwelle 2016)
- Tests zur Erhebung der experimentellen Kompetenz (adaptiert nach Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+ 2010)

4 Ergebnisse

Die Fragestellung wurde mithilfe einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung ausgewertet. Dabei gingen der Wissensstand im Vergleich zwischen dem Prätest und dem Test nach der jeweiligen Unterrichtsstunde und die experimentelle Kompetenz als abhängige Variablen ein.

Die Auswertung des Lernzuwachses in den vier Einzelstunden ergibt unterschiedliche Ergebnisse. Zwar werden alle Zeiteffekte signifikant, die zugehörigen Effektstärken fallen aber heterogen aus: Während die erste Unterrichtsstunde mit dem thematischen Inhalt „einseitiger Hebel“ ($F(1,178) = 13,829$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,072$) ebenso wie die dritte Unterrichtsstunde – Thema: „Gleichgewicht“ ($F(1,159) = 11,470$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,067$) einen mittleren Effekt aufweisen, ist der Effekt des Lernzuwachses in der zweiten Unterrichtsstunde zum Thema „zweiseitiger Hebel“ als stark einzustufen ($F(1,172) = 53,906$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,239$). Lediglich in der letzten Unterrichtsstunde zum Thema „Schwerpunkt“ liegt nur ein schwacher Effekt vor ($F(1,149) = 7,252$, $p = 0,008$, $\eta^2 = 0,046$). Es zeigt sich außerdem, dass die Themen unterschiedlich schwer für die Schülerinnen und Schüler sind. In den Einzelauswertungen ist erkennbar, dass die Kurven der Experimentalgruppe tendenziell stärker steigen als die der Kontrollgruppen, die digitale Unterstützung also tatsächlich erfolgreich helfen kann. Lediglich in der letzten Unterrichtsstunde scheint die digitale Unterstützung keinen signifikanten Vorteil zu haben, da die Kontrollgruppe einen minimalen Vorteil im Lernzuwachs aufweist. Die Experimentalgruppenzugehörigkeit wurde als Zwischensubjektfaktor berücksichtigt. Hinsichtlich der Gruppeneffekte lässt sich festhalten, dass sich die Experimental- und die Kontrollgruppe in drei der Unterrichtsstunden nicht signifikant unterscheiden. Lediglich in der ersten Unterrichtsstunde ist der Lernzuwachs zwischen Experimental- und Kontrollgruppe signifikant ($F(1,178) = 8,094$, $p = 0,005$, $\eta^2 = 0,043$).

Hinsichtlich der experimentellen Kompetenz zeigt die Auswertung, dass die erste Unterrichtsstunde ($F(1,178)=40,612$, $p<0,001$, $\eta^2=0,186$) sowie die zweite Unterrichtsstunde ($F(1,172)=4,419$, $p=0,037$, $\eta^2=0,025$) signifikante Zeiteffekte aufweisen. In den übrigen beiden Unterrichtsstunden ist der Zeiteffekt nicht mehr signifikant ($F(1,154)=1,771$, $p=0,185$, $\eta^2=0,011$ bzw. $F(1,149)=2,485$, $p=0,117$, $\eta^2=0,016$). Für den Gruppeneffekt lässt sich festhalten, dass auch hier die ersten beiden Unterrichtsstunden einen signifikanten Gruppeneffekt aufweisen ($F(1,178)=29,442$, $p<0,001$, $\eta^2=0,142$ bzw. $F(1,172)=8,592$, $p=0,004$, $\eta^2=0,048$), dieses aber für die Unterrichtsstunde drei und vier nicht mehr festgestellt werden kann ($F(1,159)=2,992$, $p=0,089$, $\eta^2=0,018$ bzw. $F(1,149)=0,400$, $p=0,528$, $\eta^2=0,003$). Außerdem lässt sich in der ersten Unterrichtseinheit sowohl in der Experimentalgruppe wie auch in der Kontrollgruppe ein Absinken der experimentellen Kompetenz feststellen, dieses fällt aber in der Kontrollgruppe wesentlich stärker aus.

5 Zusammenfassung

Alle vier Unterrichtsstunden bewirken einen signifikanten Lernzuwachs mit unterschiedlich stark ausgeprägter Effektstärke. Die digitale Unterstützung scheint keinen Einfluss auf die experimentelle Kompetenz zu haben. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Unterrichtsinhalt entscheidender ist.

Literatur

- Baur, A. (2018). Fehler, Fehlkonzepte und spezifische Vorgehensweisen von Schülerinnen und Schülern beim Experimentieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 115–129. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0078-7>.
- Boyer, L. (2016). Einflussfaktoren für eigenständiges Experimentieren. *IPN-Blätter*, 33(2), 6 <https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/archiv/einflussfaktoren-fuer-eigenstaendiges-experimentieren>.
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081>.
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201.
- Eickelmann, B. (2010). *Digitale Medien in Schule und Unterricht erfolgreich implementieren: Eine empirische Analyse aus Sicht der Schulentwicklungsforschung*. Waxmann.
- Genz, F., & Bresges, A. (2017). Projektbeispiele für Design-Based Research im naturwissenschaftlichen Unterricht. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), *Tablets in Schule und Unterricht: Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien* (S. 63–86). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13809-7_4.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe). Julius Klinkhardt.
- Giest, H. (2009). *Zur Didaktik des Sachunterrichts: Aktuelle Probleme, Fragen und Antworten*. Universitätsverlag Potsdam.

- Grube, C. R. (2010). *Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung* (Dissertation, Mathematik und Naturwissenschaften). Universität Kassel, Kassel.
- Grygier, P., & Hartinger, A. (2012). *Gute Aufgaben Sachunterricht: Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen ; 48 gute Aufgaben ; für die Klassen 1 bis 4* (2. Auflage). Cornelsen.
- Haider, M., & Fölling-Albers, M. (2013). Anschlussfähiges Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule. *Schulverwaltung. Bayern* 36(12), 324–328.
- Haider, M., & Munser-Kiefer, M. (2019). Elaborierende Strategien - Hypothesen bilden und prüfen. *Praxis Grundschule*, 4, 28–35.
- Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle. Merkmale und ihre Bedeutung—Dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 57(4), 196–203.
- Hammann, M., Phan, T. T. H., Ehmer, M., & Bayrhuber, H. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59, 292–299.
- Herzig, B. (2014). Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht? Bertelsmann Stiftung. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_Wirksamkeit_digitale_Medien_im_Unterricht_2014.pdf.
- Karich, A. C., Burns, M. K., & Maki, K. E. (2014). Updated Meta-Analysis of Learner Control Within In: Educational Technology. *Review of Educational Research*, 84(3), 392–410. <https://doi.org/10.3102/0034654314526064>.
- KMK (2004). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss—Beschluss vom 16.12.2004*. Luchterhand.
- Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+ (2010). *Kompetenzmodell und Vorschläge für Basisstandards Naturwissenschaften. Kurzbericht*.
- Lawson, A. E., & Wollman, W. T. (1976). Encouraging the transition from concrete to formal cognitive functioning—an experiment. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(5), 413–430. <https://doi.org/10.1002/tea.3660130505>.
- Leutner, D. (2011). Adaptivität und Adaptierbarkeit beim Online-Lernen. In P. Klimsa & L. J. Issing (Hrsg.), *Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis*. (2., verb. und erg. Auflage, S. 115–123). Oldenbourg.
- Peschel, M. (2016). *Paradigmen und Paradigmenwechsel in der Grundschulpädagogik*. Schneider-Verlag Hohengehren.
- Puentedura, R. R. (2006). *Transformation, Technology, and Education*. <http://hippasus.com/resources/tte/>.
- Puthz, V. (1988): Experiment der Beobachtung? Ueberlegungen zur Erkenntnisgewinnung in d. Biologie. *Unterricht Biologie*, 12(132), 11–13.
- Schecker, H., Neumann, K., Theyßen, H., Eickhorst, B., & Dickmann, M. (2016). Stufen experimenteller Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 197–213. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0050-3>.
- Schmidt, S., Stiller, C., & Wilde, M. (2019). Hilfen beim Experimentieren. Auswirkungen unterschiedlicher Arten der Unterstützung auf den extraneous Cognitive Load. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 18, 9–23.
- Schwelle, V. (2016). *Lernen mit (un-)ähnlichen Beispielen*. Waxmann.
- Tergan, S.-O. (2002). Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme und Perspektiven. In L. J. Issing (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis*. (S. 98–112). Verl. Internat. Psychoanalyse.
- Tulodziecki, G., Grafe, S., & Herzig, B. (2018). *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele* (1. Aufl.). UTB.
- Wirtz, M. A. (2020). *Dorsch-Lexikon der Psychologie* (10. überarbeitete Auflage). Hogrefe.