

Sascha Neff  
 Alexander Engl  
 Alexander Kauertz  
 Björn Risch

Universität Koblenz-Landau

## **Virtuelle Labore zur Vor- und Nachbereitung von Freiland-Experimentierereinheiten**

### **Ausgangslage**

Unterrichtliche Vor- und Nachbereitung beeinflusst maßgeblich die Wirksamkeit außerschulischen Lernens (Glowinski, 2007; Klees & Tillmann, 2015). Eine mögliche Vor- und Nachbereitungsart ist die Bereitstellung modularer, plattformübergreifender virtueller Lernumgebungen (Streller, 2015). Ziel des Projekts ist die Erstellung und der Transfer virtueller Labore in die Schule. Das ursprünglich für die Hochschuldidaktik entwickelte Konzept des Verbundprojekts Open MINT Labs der Hochschulen Kaiserslautern, Koblenz und Trier wird hierzu durch die Arbeitsgruppen Physikdidaktik und Chemiedidaktik der Universität Koblenz-Landau für die schulische Nutzung angepasst und evaluiert.

### **Methodisches Vorgehen und Testinstrumente**

Ziel ist die Untersuchung der Nutzung der virtuellen Labore auf zwei Ebenen: a) Ebene der Lehrpersonen und b) Ebene der Schüler\*innen. Im Hinblick auf die Lehrpersonen wird der Forschungsfrage nachgegangen, welche Gelingensbedingungen den Einsatz der digitalen Lernumgebungen in der Schule beeinflussen. Zu diesem Zweck erfolgt eine Fragebogenerhebung, welche Persönlichkeitsmerkmale der Lehrenden, die Nutzung der Lernumgebung und die schulische Situation erfassen soll. Nach einer Pilotierung der Testinstrumente wurden die Skalen hinsichtlich der Itemkennwerte und der Inhaltsvalidität überarbeitet (Neff, Engl, Kauertz & Risch, 2018). Auf dieser Grundlage wurde die Testbelastung durch Kürzung der Skalen bei gleichzeitiger Erhöhung der Reliabilität reduziert. In der Folge wird die Haupterhebung mit Items basierend auf Skalen zur Einstellung gegenüber digitalen Medien (Tigges, 2008), Selbstkonzept im Umgang mit digitalen Medien und Endgeräten (Dickhäuser, 2001 & Tigges, 2008), dem beigemessenen Wert digitaler Systeme (Tigges, 2008) sowie soziodemografischen Daten fortgeführt. Diese Instrumente dienen der Erfassung der Persönlichkeitsmerkmale. Der ebenfalls eingesetzte Fragebogen zum Grad der Betroffenheit (Sachse et al., 2012; engl. Original der Stages of Concern nach George, Hall & Stiegelbauer, 2013) erfasst die Vorbehalte von Lehrpersonen gegenüber einer zu implementierenden Innovation und lässt in Kombination mit einer Abfrage der schulischen Infrastruktur Rückschlüsse auf innovationsförderliche oder -hinderliche Rahmenbedingungen der Schule zu.

### **Ergebnisse und Itemkennwerte der ersten Kohorte der Lehrpersonen**

Die Fortführung der Erhebung konnte unter Berücksichtigung der Pilotierung ausgewertet werden, da in der Überarbeitung der Skalen zu Einstellung, Computerwert und Selbstkonzept lediglich Items eliminiert wurden. Der Fragebogen zum Grad der Betroffenheit wurde um insgesamt drei in der Pilotierung nicht eingesetzte Items zum Original vervollständigt, dennoch konnten auch hier die Daten der Pilotierung weitergenutzt werden, da eine Auswertung mittels Summenscores der sieben Subskalen erfolgt. Fehlende Werte werden dabei durch den jeweiligen Mittelwert je Fall und Subskala ersetzt (George, Hall & Stiegelbauer, 2013).

Die Stichprobe umfasste 52 Probanden ( $n_{\text{weibl.}} = 65\%$ ), deren medianes Alter 40 Jahre ( $MW = 41.1$ ,  $SD = 9.04$ ) betrug. Die Befragten wiesen eine mediane Lehrerfahrung von zehn Jahren ( $MW = 11.94$ ,  $SD = 8.57$ ) auf. Der überwiegende Teil der Teilnehmenden unterrichtet an Gymnasien (63,5%), 33 Lehrpersonen unterrichten das Fach Biologie, 25 das Fach Chemie

und acht Teilnehmende lehren die Fächer Physik/Technik. Die Probanden sichteten vor der Teilnahme an der Umfrage jeweils mindestens einen OML-Kurs. Dabei wurden insgesamt neun verschiedene virtuelle Labore über alle Teilnehmende hinweg genutzt, vorrangig die Kurse zu den Inhalten der Gewässeranalytik ( $n = 17$ ) und der Titration ( $n = 15$ ).

Der wahrgenommene Wert digitaler Endgeräte zeigt mit einem Mittelwert von 2.76 ( $SD = 0.70$ ) auf der vierstufigen Skala eine mittlere Ausprägung. Die aus lediglich drei Items bestehende Skala zeigt dabei zufriedenstellende Trennschärfen ( $0.43 < r_{it} > 0.62$ ) und eine ausreichende Reliabilität (*Cronbachs*  $\alpha = 0.61$ ). Die Itemschwierigkeit liegt im Bereich von  $58.33 < p_{Dahl} > 91.15$ . Ein Item weist dabei mit  $p_{Dahl} = 91.15$  einen Deckeneffekt auf. Nach inhaltlicher Klärung wurde dieses Item ungeachtet des aufgetretenen Effekts weiterhin berücksichtigt, da die Formulierung einen hohen Grad an Zustimmung im Kontext moderner höherer Bildung erwarten lässt. Hinsichtlich des Selbstkonzepts im Umgang mit digitalen Endgeräten und Medien zeigten die Befragten eine mittlere Ausprägung auf der vierstufigen Skala ( $MW = 2.55$ ,  $SD = 0.57$ ). Nach Ausschluss zweier Items der insgesamt zwölf Items umfassenden Skala lagen die korrigierten Trennschärfen im annehmbaren Bereich ( $0.32 < r_{it} > 0.77$ ). Die Reliabilität dieser Skala wies mit *Cronbachs*  $\alpha = 0.74$  einen akzeptablen Wert auf, ebenso waren die Itemschwierigkeiten im guten Bereich verortet ( $51.56 < p_{Dahl} > 73.00$ ). Eine weitere statistische und inhaltliche Klärung der ausgeschlossenen Items soll im Fortgang der Erhebung erfolgen.

Die Einstellung gegenüber digitalen Medien lag über alle Befragten hinweg im mittleren bis hohen Bereich der fünfstufigen Likertskala ( $MW = 3.24$ ,  $SD = 0.62$ ). Die mit sechs Items vergleichsweise kurze Skala zeigte nach Ausschluss eines Items ausreichende korrigierte Trennschärfen von  $0.34 < r_{it} > 0.75$ , die Reliabilität lag im akzeptablen Bereich (*Cronbachs*  $\alpha = 0.69$ ), die Itemschwierigkeit wies mit  $53.33 < p_{Dahl} > 73.73$  gute Werte auf. Das am häufigsten genannte Argument für den Einsatz digitaler Medien stellt die Anschaulichkeit dieser Medien dar. Als Argumente für eine ablehnende Haltung gegenüber digitalen Medien wurden vorwiegend technische Ausstattung und Aufwand angegeben, wenigen der Befragten erschloss sich der Lernerfolg mit digitalen Medien nicht. Diese halboffenen Items nach Eder (2008) liefern somit wichtige Anhaltspunkte für den weiteren Implementationsprozess. So erscheint etwa nicht nur die Fortsetzung der bereits stattfindenden Fortbildungen für Lehrpersonen als Mittel zum Abbau technischer Hürden zielführend, vielmehr kann vor diesem Hintergrund auch der Stand der empirischen Forschung zum Mehrwert digitaler Medien für Lernende dargestellt werden.

Die Auswertung des Grades der Betroffenheit zeigt im Mittel über alle Lehrpersonen hinweg eine starke Ähnlichkeit mit dem von George, Hall & Stiegelbauer (2013) beschriebenen „Non-user“-Profil (vgl. Abb. 1). Dieses Ergebnis erscheint angesichts der begonnenen Implementation nicht überraschend, bestätigt jedoch die Augenscheinvalidität des Instruments.

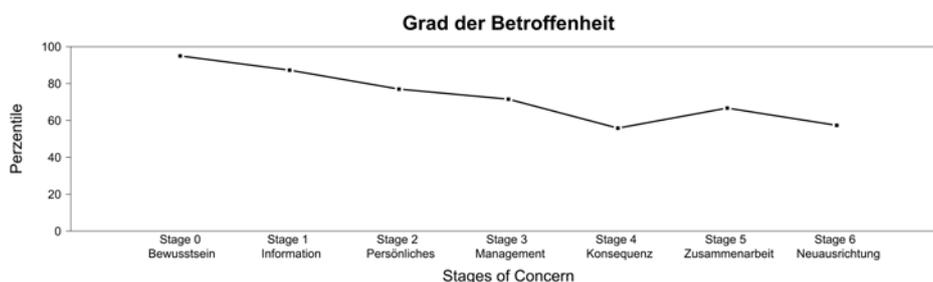


Abb. 1: Erhobenes Profil des Grades der Betroffenheit nach George et al. (2013).

Eine weitere Analyse der Kennwerte zeigt ausreichende korrigierte Trennschärfen ( $0.27 < r_{it} > 0.93$ ) des aus sieben Subskalen mit je fünf Items bestehenden Instruments, zwei Items wurden dabei nicht berücksichtigt. Die Reliabilitäten der einzelnen Subskalen liegen mit *Cronbachs*  $\alpha = 0.69 - 0.90$  im akzeptablen bis exzellenten Bereich, ebenso zeigt sich eine gute Verteilung der Itemschwierigkeiten ( $38.22 < p_{Dahl} > 81.68$ ).

### **Validierung der Fragebogenerhebung der Lehrpersonen**

Die Validierung der quantitativen Daten erfolgt durch Interviews mit Lehrpersonen. Der Stichprobenumfang für die Interviews ergibt sich dabei aus der Bereitschaft der Lehrpersonen zur Teilnahme. Der anfänglich genutzte Leitfaden zeigte bereits nach erfolgter Durchführung mit  $n = 3$  eine zu geringe inhaltliche Passung. In der Überarbeitung wurde verstärkt auf eine niedriger inferente Anpassung des Leitfadens geachtet. Zahlreiche offene oder halboffene Fragen lassen dennoch eine freie Rückmeldung zu den virtuellen Laboren und dem begleitenden didaktischen Konzept zu. Die Selbsteinschätzung auf den beschriebenen Skalen ermöglicht eine stringenter Validierung der Daten. Hierzu wurden zusammenfassende exemplarische Items für die jeweiligen Konstrukte generiert. Eine Selbsteinschätzung des Grades der Betroffenheit erfolgt durch Verortung auf einer 7-stufigen Skala, die die Phasen der Eingebundenheit darstellen.

### **Evaluation der Schüler\*innentätigkeit mit virtuellen Laboren**

Auf der Ebene der Schüler\*innen wird anhand von user-generated content – in der Form von Logfiles der virtuellen Labore und Uploads digitaler Auswertungen der Teilnehmenden – die Arbeitsweise nachvollzogen. So sollen mögliche kausale Zusammenhänge zwischen der Vor- und Nachbereitung sowie der Qualität der praktischen Durchführung und Auswertung im Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung identifiziert werden. Hierzu werden die Experimentierphasen videografiert und anschließend mit einem Codiermanual ausgewertet und in Bezug zu den Logfiles gesetzt. Die Schüler\*innen arbeiten dabei in Kleingruppen, wobei die einzelnen Kleingruppen unterschiedliche Inhalte bearbeiten. In der Vorbereitungsphase bearbeiten zunächst alle Schüler\*innen als einführenden Inhalt ein virtuelles Labor zu Aufbau und Bedienung der Messgeräte und der Nutzung von Messdaten. Anschließend werden die Teilnehmenden jeweiligen arbeitsteiligen Kleingruppen zugeordnet. In diesen Kleingruppen erarbeiten die Schüler\*innen die weiteren Inhalte anhand der virtuellen Labore. Dieses Vorgehen eignet sich für einen praxisnahen unterrichtspraktischen Einsatz der Innovation, da durch die arbeitsteilige Herangehensweise ein breites Spektrum an Parametern erhoben werden kann, wodurch eine umfassende Bewertung eines Gewässers ermöglicht wird.

Ergänzend zu den qualitativen Daten werden während der Schülerarbeitsphasen zu insgesamt vier Testzeitpunkten quantitative Daten mittels digitaler Fragebögen erhoben. Während der Vor- und Nachbereitung sowie bei der Durchführung werden die Schüler\*innen zu den Konstrukten „Aktuelle Motivation“ (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001), „Flow-Erleben“ (Rheinberg, Vollmeyer & Engeser, 2003) und „Kognitive Belastung“ (Leppink et al., 2013) befragt. Weiterhin erfolgt eine Befragung hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit der virtuellen Labore (Brooke, 1996; in Anlehnung an Deutsches Institut für Normung, 2016) am Ende der Vorbereitungsphase. Die Zuordnung der Daten zu den jeweiligen Videodaten und Logfiles erfolgt anonymisiert über die für die jeweilige Erhebung ausgegebenen Zugangsdaten der Teilnehmenden.

### **Ausblick**

Nach erfolgter Pilotierung der Testinstrumente werden diese bei Bedarf überarbeitet. Im weiteren Verlauf soll die Lerneinheit mit weiteren Lerngruppen der Sekundarstufe I durchgeführt und evaluiert werden. Parallel erfolgen weitere Erhebungen mit Lehrpersonen.

## Literatur

- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4–7.
- Deutsches Institut für Normung (2016). Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte (ISO/DIS 9241-11:2015) (DIN EN ISO 9241-11 2016).
- Dickhäuser, O. (2001). *Computernutzung und Geschlecht. Ein Erwartung-Wert-Modell*, Münster, New York, München [etc.]: Waxmann.
- Eder, A. (2008). Digitale Medienverwendung an berufsbildenden Schulen – Ergebnisse einer empirischen Studie. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online* (Spezial 4), 1–18.
- George, A.A., Hall, G.E. & Stiegelbauer, S.M. (2013). *Measuring implementation in schools: The Stages of Concern Questionnaire*, Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory.
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen*. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Klees, G. & Tillmann, A. (2015). Design-Based Research als Forschungsansatz in der Fachdidaktik Biologie. Entwicklung, Implementierung und Wirkung einer multimedialen Lernumgebung im Biologieunterricht zur Optimierung von Lernprozessen im Schülerlabor. *Journal für Didaktik der Biowissenschaften*, F (6), 91–110.
- 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.
- Neff, S., Engl, A., Kauertz, A. & Risch, B. (2018). Transfer virtueller Labore in den schulischen Unterricht. In Maurer, C. (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018* (S. 930–933). Regensburg.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Burns, B.D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. *Diagnostica*, 47(2), 57–66.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Engeser, S. (2003). Die Erfassung des Flow-Erlebens. In Stiensmeier-Pelster, J. & Rheinberg, F. (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept (Tests und Trends N.F. 2)* (S. 261–279). Göttingen: Hogrefe.
- Sachse, K.A., Kretschmann, J., Kocaj, A., Köller, O., Knigge, M. & Tesch, B. (2012). *IQB-Ländervergleich 2008/2009*. Humboldt-Universität zu Berlin, Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen.
- Streller, M. (2015). *The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories*. Dresden: Technische Universität Dresden.
- Tigges, A. (2008). *Geschlecht und digitale Medien*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.