

# digitalchemlab – digitale und differenzierende Lernmodule im Schülerlaborkontext

Nicolai ter Horst & Prof. Dr. Timm Wilke

## 1. Einführung

An der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurde im Rahmen des Projekts *digitalchemlab* [1] ein neues Konzept zum Einsatz digitaler Medien im Schülerlaborkontext erprobt. Dabei kommen sogenannte digital-differenzierende Lernmodule zum Einsatz. Diese beruhen auf dem Modell der Differenzierungsmatrix [2] mit dem Ziel, den Schüler\*innen selbstgewählte Lernpfade zu eröffnen. Konkret können sie innerhalb der Matrix frei zwischen verschiedenen Aufgaben wählen, die vertikal nach steigender *kognitiver* Komplexität (angepasste BLOOM- Taxonomie [3]) und horizontal nach steigender *thematischer* Komplexität (vom Konkreten zum Abstrakten) angeordnet sind (Abb. 1). Digital umgesetzt wird dies durch den Einsatz von iPads und Multitouch Learning Books [4]. Vor diesem Hintergrund wurde ein erstes Lernmodul zum Thema „Haushaltsreiniger: Säure-Base-Chemie leicht gemacht!“ entwickelt und mit drei Schulklassen erprobt.

4. Analysieren/ Kreieren	<b>A4</b> Weitere Haushaltsreiniger 20 min	<b>B4</b> Tenside - Mittel für jeden Zweck? 20 min	<b>C4</b> Säure- und Baseanteile berechnen 20 min
3. Anwenden	<b>A3</b> Inhaltsstoffe von Haushaltsreinigern 30 min	<b>B3</b> Entkalken und Entrosten (Wirkung saurer Reiniger) 30 min	<b>C3</b> Neutralisation einer Rohrreinigerlösung 30 min
2. Verstehen	<b>A2</b> Einordnung von Haushaltsreinigern 25 min	<b>B2</b> Rohrfrei! (Wirkung basischer Reiniger) 25 min	<b>C2</b> Leitfähigkeit von Waschmittel und Waschlauge 25 min
1. Wissen	<b>A1</b> pH-Wert von Haushaltsreinigern 15 min	<b>B1</b> Schmutzfrei mit Säuren und Basen 15 min	<b>C1</b> Säuren und Basen im Einsatz 15 min
	<b>A. Einteilung und Inhalte von Haushaltsreinigern</b>	<b>B. Säuren und Basen bekämpfen Verschmutzungen</b>	<b>C. Säure-Base-Chemie: leicht gemacht!</b>

Abb. 1 : Differenzierungsmatrix zum digital- differenzierenden Lernmodul „Haushaltsreiniger: Säure-Base-Chemie leicht gemacht!“.

## 2. Pilotierung

Das Lernmodul wurde mit insgesamt drei Schulklassen des 8. Jahrgangs im Sommersemester 2022 pilotiert (N = 65). Ziel war es, (1) mögliche Veränderungen in Wissen und emotionaler Einstellung [5] zum Lernmodul zu erfassen, (2) die Meinung der Schüler\*innen zu Lernmodul und Aufgaben zu erheben und (3) zu untersuchen, wie die Schüler\*innen das Lernmodul nutzen. Die wichtigsten Ergebnisse sind auf der rechten Seite abgebildet [6,7]. Dargestellt sind die jeweiligen Mittelwerte mit 95%-Konfidenzintervall (5-stufige LIKERT-Skala außer beim Wissenstest). Erste Ergebnisse zeigen, dass das Lernmodul gut angenommen wird. (1) Das Wissen sowohl in Bezug auf Säure-Base-Chemie als auch Haushaltsreiniger konnte signifikant gesteigert werden (Abb. 2). Die Freude in Bezug auf das Lernmodul konnte signifikant gesteigert werden. Negative Emotionen (Frustration, Verwirrung, Langeweile) könnten signifikant verringert werden (Abb. 3). (2) Das Lernmodul, der Einsatz der iPads und die Differenzierungsmatrix an sich wurden fast ausschließlich mit 4 = „gut“ bis 5 = „sehr gut“, die Schwierigkeit und Dauer des Lernmoduls größtenteils mit 3 = „genau richtig“ bewertet (Abb. 4). Es zeigt sich zudem, dass wahrgenommene Schwierigkeit und Anstrengung (bis auf die 4er-Aufgaben) mit den intendierten Schwierigkeitsniveaus übereinstimmt (Abb. 5). (3) Es werden in der Auswahl einfache Aufgaben bevorzugt, die Anzahl der Bearbeitungen nimmt parallel zur steigenden Komplexität der Aufgaben (sowohl thematisch als auch kognitiv) ab. Diese scheint also einen Einfluss zu haben.

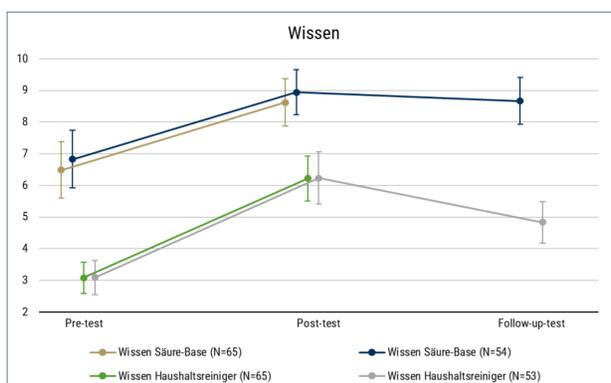


Abb. 2 : Entwicklung des Wissenstandes Säure-Base-Chemie sowie Haushaltsreiniger in Pre-, Post- und Follow-up-Test.

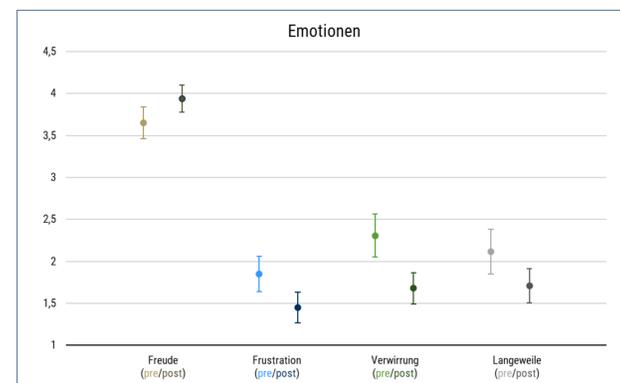


Abb. 3 : Verschiedene Emotionen in Bezug auf das Lernmodul: Erwartung (Pre-Test) und erlebt (Post-Test).

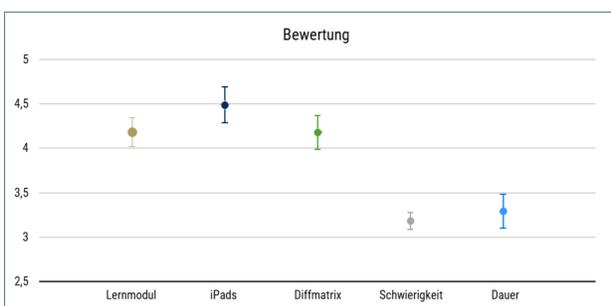


Abb. 4 : Bewertung von Aspekten des Lernmoduls im Post-Test.

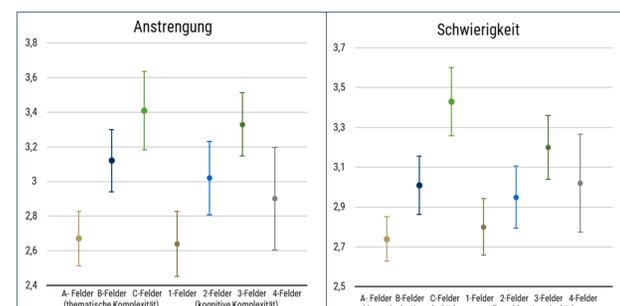


Abb. 5 : Fragebogen nach jeder Aufgabe, wie viel sich dabei angestrengt und wie schwierig die Aufgabe bewertet wurde.

## 3. Hauptstudie

Im Sommersemester 2023 wurde eine Hauptstudie mit 13 Schulklassen (N = 278) durchgeführt. Neben den oben genannten Fragen ((1)-(3)) wurden u.a. zusätzlich Fachinteresse, Fähigkeitsselbstkonzept [8] sowie Items zu Nützlichkeit und Erfolgserwartung [9] erhoben, um zu überprüfen, wer besonders vom Lernmodul profitiert. Die Studie widmet sich zudem der Frage, ob sich Unterschiede in der Wirksamkeit des Labortages mit dem neuen digital-differenzierenden Lernmodul und einer sonst üblichen Stationsarbeit zeigen. Dafür wurde rund ein Drittel der teilnehmenden Klassen dieser Kontrollgruppe zugewiesen. Durch eine erfolgreiche Umsetzung digital-differenzierender Lernmodule im Schülerlaborkontext könnten Rückschlüsse für die Schulpraxis gezogen und erste Hinweise für eine Implementierung in den Chemieunterricht gewonnen werden.

## 4. Fazit und Ausblick

Das digital-differenzierende Lernmodul Haushaltsreiniger hat sich im ersten Einsatz bewährt. Auf der Basis der Erkenntnisse dieser erfolgreichen Umsetzung wird aktuell ein weiteres Lernmodul zum Thema Nanomedizin [10] erprobt mit dem Ziel, auch neuere fachliche Themen experimentell-konzeptionell und fachdidaktisch interessant aufzubereiten (vgl. Vortrag sowie Workshop dazu auf dieser Tagung). Auch die empirische Beforschung der Lernmodule soll weiter vertieft werden. Ziel ist es die Ergebnisse der Pilotierung zu bestätigen und statistisch zu fundieren. In einer größeren Stichprobe können zudem gegebenenfalls typische oder stichprobenabhängige Lernwege identifiziert werden, die erste Schritte auf dem Weg hin zu einer adaptiven Lernumgebung bilden können. Voraussetzung hierfür ist die Entwicklung geeigneter Diagnostik zur Erfassung des Kenntnisstands.

## Literatur

- [1] ter Horst, N., Wilke, T., „Digital und differenziert im Schülerlabor - das Konzept digitalchemlab“, CHEMKON 29 (S1), 2022, 227-232. [2] Sasse, A., Schulzeck, U. (Hrsg.), „Inklusiven Unterricht planen, gestalten und reflektieren. Die Differenzierungsmatrix in Theorie und Praxis“, Bad Heilbrunn, 2021. [3] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R., (Hrsg.), „A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives“, New York, 2001. [4] Seibert, J., Luxenburger-Becker, H., Marquardt, M., Lang, V., Perels, F., W. M. Kay, C., Huwer, J., „Multitouch Experiment Instruction for a Better Learning Outcome in Chemistry Education“, WJCE 8 (1), 2020, 1–8. [5] Pekrun, R., „The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice“ Educational Psychology Review 18, 2006, 315–341. [6] ter Horst, N., Wilke, T., „Digital-differenzierende Lernmodule im Schülerlaborkontext: eine Pilotstudie“, Conference Proceedings DICE Tagung 2023, in revision. [7] ter Horst, N., Dietrich, J., Wilke, T., „Digitalchemlab – digital and complexity-differentiated learning modules in a non-school student laboratory context“, J. Chem. Ed., 2023, in preparation. [8] Frey, A., Taskinen, P. H., Schütte, K., Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E., Pekrun, R. (Hrsg.), „PISA-2006-Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente“, Münster, 2009. [9] Eccles, J. S., Wigfield, A. „From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation.“, Contemporary Educational Psychology, 61, 2020, 101859. [10] Frunke, A., ter Horst, N., Bley, C., Blümbott, B., Behnke, M., Stafast, L.M., Vollrath, A., Schubert, U.S., Wilke, T., „Nanomedicine in Chemistry Education: Development of a digital learning module with real life experiments“, WJCE, 2023, in revision.



**Nicolai ter Horst**  
wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Friedrich-Schiller-Universität Jena  
AG Chemiedidaktik  
August-Bebel-Str. 2, D-07743 Jena  
nicolai.ter.horst@uni-jena.de



Die Friedrich-Schiller-Universität Jena wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitäts-offensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.



Das Projekt „digitalchemlab – digital und differenziert im Schülerlabor“ wird von der Joachim Herz Stiftung mit 15.000 € gefördert.



**FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA**