

Nicolai ter Horst¹
 Julia Dietrich²
 Timm Wilke²

¹Friedrich-Schiller-Universität Jena
²Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
³Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Digital und/oder differenziert? Wirksamkeit unterschiedlicher Lernmodule im Schülerlabor

Einleitung

Durch die hohe Heterogenität der Lernenden im Klassenraum reicht eine Ausrichtung des Unterrichts am mittleren Leistungsniveau häufig nicht mehr aus, um Schüler*innen individuell gerecht zu werden (Werning et al., 2008). Eine Lösung können hier Ansätze des personalisierten Lernens bieten, welche versuchen, den Unterricht an die Lernenden individuell anzupassen (Bulger, 2016). Das Problem individualisierter Ansätze liegt in dem hohen Aufwand, um maßgeschneiderte Lernwege und -materialien zu generieren. Zudem kann eine zu starke Individualisierung zur Vergrößerung von Leistungsunterschieden in der Klasse beitragen und eine gemeinsame Beschulung weiter erschweren (Lipowsky & Lotz, 2015). Als Alternative bieten sich gut strukturierte, eigenständig anpassbare Lernumgebungen als Unterrichtsangebot an, die eine kooperative Bearbeitung eines gemeinsamen Lerngegenstands ermöglichen (Shemshack & Spector, 2020). Wenn diese mit den Möglichkeiten digitaler Medien kombiniert werden, könnten konstruktivistisch wirksame Lernumgebungen entstehen. Für den außerschulischen Lernort Schülerlabor wurden daher digital-differenzierte Lernmodule entwickelt und deren Einsatz erprobt.

Was sind digital-differenzierte Lernmodule?

Digital-differenzierte Lernmodule beruhen auf einer Differenzierungsmatrix. In dieser sind Aufgabenfelder nach thematischer und kognitiver Komplexität eingeteilt. Die thematische Komplexität steigt dabei von links nach rechts, während die kognitive Komplexität von unten nach oben zunimmt (Sasse & Schulzeck, 2021), wie in unserem Beispiellernmodul Haushaltsreiniger zu sehen ist (Abb. 1). Die Felder lassen sich in Aufgaben- und Experimentierfelder unterscheiden, die alle drei Mal im Schülerlabor aufgebaut sind. Die Schüler*innen arbeiten in Partnerarbeit und suchen sich gemeinsam geeignete Felder aus. Die Differenzierungsmatrix und alles für den Tag benötigte Material findet sich in einem Multitouch Learning Book wieder (Huwer et al., 2018). In diesem werden Lernvideos, digitale Messwerterfassung, Textdokumente, bearbeitbare Dokumente, interaktive Aufgaben und interaktive Hilfefelder als digitale Elemente genutzt.

Aufgabenbereiche:	3 = Anwenden		
	A3 Finde den richtigen Haushaltsreiniger! 	B3 Entkalken und Entrosten - Wirkung saurer Reiniger 	C3 Neutralisation einer Rohreingusslösung
	A2 Haushaltsreiniger - sauer, basisch oder neutral? 	B2 Rohrfrei - Wirkung basischer Reiniger 	C2 Leitfähigkeit von Waschmittel und Waschläuge
1 = Wissen	A1 Entdecke den pH-Wert! 	B1 Schmutzfrei mit Säuren und Basen 	C1 Eigenschaften saurer und basischer Lösungen
	Themenbereiche:		
	A. Einteilung und Inhalte von Haushaltsreinigern	B. Säuren und Basen bekämpfen Verschmutzungen	C. Säure-Base-Chemie: leicht gemacht!

Abb. 1 Differenzierungsmatrix des Lernmoduls Haushaltsreiniger im eBook.

Forschungsdesiderat

Durch den Einsatz digital-differenzierter Lernmodule erhoffen wir uns eine Verbesserung wesentlicher Elemente, die für eine konstruktivistisch wirksame Lernumgebung notwendig sind. Insbesondere sind dies lerngünstige Emotionen (Pekrun, 2006), Erwartungs-Wert-Motivation (Wigfield & Eccles, 2000) sowie Leistung, welche zudem durch eine positive emotionale-motivationale Lage begünstigt wird (Kim & Pekrun, 2014). Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Erweisen sich digital-differenzierte Lernmodule im Schülerlabor als konstruktiv wirksame Lernumgebungen (Lernemotionen, Motivation, Leistung)?
 - a) Bewirkt der Einsatz einer Differenzierungsmatrix eine Förderung der Lernemotionen, der Motivation sowie der Leistung?
 - b) Bewirkt der Einsatz eines Multitouch Learning Books eine Förderung der Lernemotionen, der Motivation sowie der Leistung?

Hierzu wurde bereits eine Pilotstudie durchgeführt, die die grundsätzliche Wirksamkeit digital-differenzierter Lernmodule nachweisen konnte (ter Horst et al., 2024).

Methode

In einem 2x2-faktorielles Design wurden vier Gruppen miteinander verglichen, von denen jeweils zwei mit digitalen (d) bzw. analogen Lernmodulen (a) und jeweils zwei mit transparenter (DM=Differenzierungsmatrix) bzw. ohne Kenntnis der Schwierigkeitsdifferenzierung (SL=Stationenlernen) gearbeitet haben (Abb. 2). Alle führten das Lernmodul Haushaltsreiniger durch.

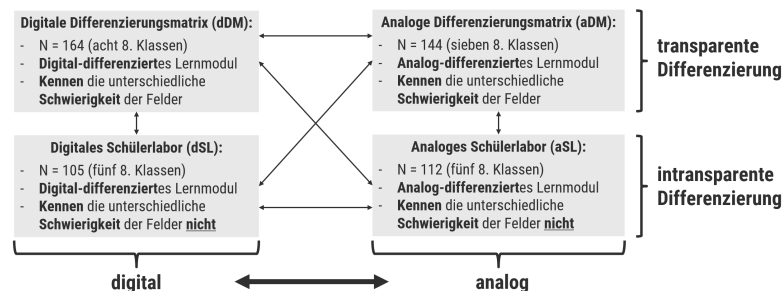


Abb. 2 2x2-faktorielles Design der Interventionsstudie.

Die Konstrukte Lernemotionen (Freude, Neugierde, Frustration, Langeweile; Vogl et al., 2018), Erwartungs-Wert-Motivation (Erfolgserwartung, Nützlichkeitswert; Gaspard et al., 2015) und Leistung (Wissen Säure-Base-Chemie, Wissen Haushaltsreiniger; selbsterstellt) wurden mit auf das Lernsetting angepassten Items am Anfang (Pretest) und am Ende des Tages (Posttest) erhoben. Die Intervention dauerte drei Stunden, währenddessen wurde die Felderwahl der Schüler*innen erhoben.

Gruppenabhängige Unterschiede wurden durch die Berechnung einer ANOVA mit Messwiederholung mit den abhängigen Variablen Digitalisierung (d=0, a=1) sowie Differenzierung (DM=0, SL=1) erfasst. Darüber hinaus wurden für jedes Unterkonstrukt gruppenbezogene t-Tests berechnet.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der ANOVA mit Messwiederholung zeigen an, dass lediglich für die Lernemotion Neugierde ($F(1, 510) = 8,733$; $p = ,003$) sowie für Nützlichkeit als Teil der Erwartungswertmotivation ($F(1, 508) = 7,704$; $p = ,006$) signifikante Interaktionseffekte (Zeit x Gruppe) für die Differenzierung vorlagen. Ein Blick auf die gruppenbezogenen t-Tests zeigte darüber hinaus für die Digitalgruppen im Gegensatz zu den Analoggruppen eine signifikante Abnahme der negativen Emotionen Frustration und Langeweile. Das Wissen Haushaltsreiniger steigt nur signifikant in der dDM-Gruppe sowie der DM-Gruppe (Abb. 3).

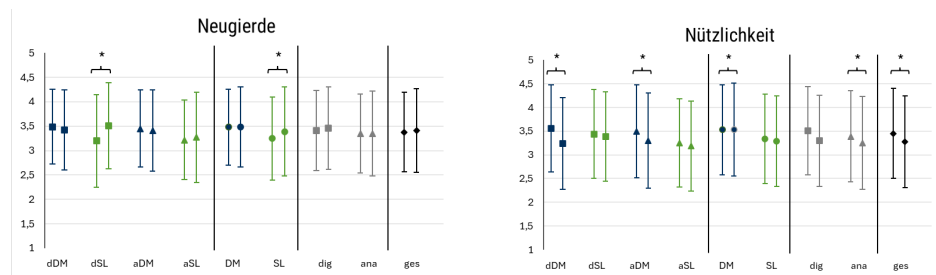


Abb. 3 Ergebnisse der gruppenbezogenen t-Test zu Neugierde und Nützlichkeit. Pretest links, Posttest rechts.

Einen Erklärungsansatz kann die Felderwahl der Schüler*innen bieten. Hier zeigten sich teils deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen, insbesondere zwischen DM- und SL-Gruppen. Dabei lässt sich insbesondere bei den DM-Gruppen eine deutliche Tendenz erkennen, mit leichteren Feldern zu beginnen und dann den Schwierigkeitsgrad langsam zu erhöhen, während die Felderwahl bei der SL-Gruppe insgesamt diverser ausfällt.

Diskussion und Ausblick

In Bezug auf die Forschungsfragen ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Es liegen allgemeine positive Ergebnisse in den Bereichen Freude, Frustration, Langeweile, Erfolgserwartung und Wissen vor. Die Entwicklung von Nützlichkeit und Neugierde (Differenzierung) war von den Gruppen abhängig.
 - a) Bessere Ergebnisse erzielten Gruppen ohne Kenntnis der transparenten Schwierigkeitsdifferenzierung. Dies war teilweise rückführbar auf die deutlich geringere Tendenz, leichtere Felder zu wählen.
 - b) Bessere Ergebnisse erzielten Gruppen, welche das Lernmodule digital durchführen (Frustration, Langeweile). Die deskriptiven Effekte waren jedoch im Vergleich zur Differenzierung nicht signifikant.

Daraus ergeben sich verschiedene Implikationen. So ist zunächst eine grundsätzliche Wirksamkeit des Lernmoduls auch im Vergleich zu bisherigen Ansätzen nachweisbar (Lewalter et al., 2021), die Übertragbarkeit der Methode auf die Schule sollte also überprüft werden. In Bezug auf die Differenzierung können zusätzliche Anreize zur Bearbeitung schwieriger Felder sowie mehr Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Felder helfen, diese zu verbessern (Nugteren et al., 2018). In Bezug auf die Digitalisierung sollte das Potential digitaler Medien effektiver genutzt werden, z.B. zur Unterstützung der Wahl und Bearbeitung der Felder (Nugteren et al., 2023).

Literatur

- Bulger, M. (2016). Personalized learning: The conversations we're not having. https://www.datasociety.net/pubs/ecl/PersonalizedLearning_primer_2016.pdf
- Gaspard, H., Dicke, A.-L., Flunger, B., Schreier, B., Häfner, I., Trautwein, U. & Nagengast, B. (2015). More value through greater differentiation: Gender differences in value beliefs about math. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 663–677. <https://doi.org/10.1037/edu0000003>
- Huwer, J., Bock, A. & Seibert, J. (2018). The school book 4.0: The multitouch learning book as a learning companion. *American Journal of Educational Research* 6(6), 763–772. <https://doi.org/10.12691/education-6-6-27>
- Kim, C. & Pekrun, R. (2014). Emotions and motivation in learning and performance. In J. M. Spector (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 65–75). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_6
- Lewalter, D., Gegenfurtner, A. & Renninger, K. A. (2021). Out-of-school programs and interest: Design considerations based on a meta-analysis. *Educational Research Review*, 34, 100406. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100406>
- Lipowsky, F. & Lotz, M. (2015). Ist Individualisierung der Königsweg zum erfolgreichen Lernen? Eine Auseinandersetzung mit Theorien, Konzepten und empirischen Befunden. In G. Mehlhorn, K. Schöppke, & F. Schulz (Eds.), *Begabungen entwickeln & Kreativität fördern* (1st ed., pp. 155–219). Kopaed.
- Nugteren, M. L., Jarodzka, H., Kester, L. & van Merriënboer, J. J. G. (2018). Self-regulation of secondary school students: Self-assessments are inaccurate and insufficiently used for learning-task selection. *Instructional Science* 46(3), 357–381. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9448-2>
- Nugteren, M. L., Jarodzka, H., Kester, L. & van Merriënboer, J. J. G. (2023). Guiding secondary school students during task selection. *Interactive Learning Environments* 31(1), 325–339. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1786406>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review* 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Sasse, A. & Schulzeck, U. (Eds.). (2021). *Lernen inklusiv und kooperativ: Vol. 1. Inklusiven Unterricht planen, gestalten und reflektieren: Die Differenzierungsmatrix in Theorie und Praxis*. Verlag Julius Klinkhardt; UTB GmbH. <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.35468/9783781558717>
- Shemshack, A. & Spector, J. M. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments* 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9>
- ter Horst, N., Dietrich, J. & Wilke, T. (2024). Digitalchemlab – digital and complexity-differentiated learning modules in an out of school student laboratory. *Journal of Chemical Education* (101), 1810–1821. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01228>
- Vogl, E., Pekrun, R. & Muis, K. R. (2018). Validierung eines deutschsprachigen Instruments zur Messung epistemischer Emotionen. Die Epistemic Emotion Scales - Deutsch (EES-D). In G. Hagenauer & T. Hascher (Eds.), *Waxmann-E-Books Psychologie. Emotionen und Emotionsregulation in Schule und Hochschule* (pp. 259–272). Waxmann.
- Werning, R., Löser, J. M. & Urban, M. (2008). Cultural and social diversity. *The Journal of Special Education* 42(1), 47–54. <https://doi.org/10.1177/0022466907313609>
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology* 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>