

Michelle Möhlenkamp¹
Helena van Vorst¹
Sebastian Habig²
Mathias Ropohl¹

¹Universität Duisburg-Essen
²Universität Erlangen-Nürnberg

Effekte einer digitalen Lernleiter im Chemieunterricht

Theoretischer Hintergrund

Lernende an Real- und Gesamtschulen weisen heterogene Voraussetzungen im Fachwissen, im Interesse und in den kognitiven Fähigkeiten auf (Letzel, 2021; Stanat et al. 2019; Vock & Gronostaj, 2017). Daher bedarf es an diesen Schulformen einer Differenzierung im Unterricht. Um den unterschiedlichen Lernpotentialen der Lernenden gerecht zu werden und gleichzeitig den Aufbau von Fachwissen zu fördern, sollte der Unterricht strukturiert und binnendifferenziert gestaltet werden. So können Chancengleichheit und individuelle Lernprozesse ermöglicht werden (KMK, 2021; Steffensky & Neuhaus, 2018). Ein Ansatz, um mit Heterogenität umzugehen, ist das Lernleiter-Konzept. Die Lernleiter ist eine Strukturierungsmethode für Unterrichtsinhalte und gliedert Lernprozesse in Lernsequenzen (Girg, Lichtinger & Müller, 2012). Van Vorst (2018) hat eine Lernleiter für den Chemieunterricht zum Bohr'schen Atommodell entwickelt, in die Bausteine zur Binnendifferenzierung integriert sind. Darüber hinaus kann eine optimale Passung zwischen dem Lerngegenstand und den Voraussetzungen der Lernenden erreicht werden, wenn vor und während des Lernprozesses Leistungsdaten erfasst und für die Bereitstellung adaptiver Hilfen genutzt werden (Brühwiler & Vogt, 2020). Auf diese Weise kann der Einsatz digitaler Medien zu erfolgreichem, binnendifferenziertem Unterricht beitragen (Hillmayr et al., 2020; Schmidt & Küsel, 2021).

Ziel und Forschungsfragen

Zentrales Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Evaluation einer digitalen Lernleiter, die Lernenden adaptive Hilfen zur Aufgabenbearbeitung zur Verfügung stellt und gleichzeitig eine begleitende automatisierte Diagnostik ermöglicht. Folgende Forschungsfragen sollen im Rahmen des Projektes *Lernerfolg mit der digitalen Lernleiter* untersucht werden:

FF1: Welche Effekte zeigt eine digitale Lernleiter mit adaptiven Hilfen auf das Fachwissen, das Interesse der Lernenden am Chemieunterricht, das chemiebezogene Selbstkonzept und die Lernmotivation?

FF2: Welche Unterschiede zeigen sich in der individuellen Nutzung des Lernleitermaterials in Abhängigkeit von der Darbietungsform (digital vs. analog)?

Methode

Im Rahmen einer Wissenschafts-Praxis-Kooperation zwischen der Universität Duisburg-Essen (Didaktik der Chemie) und Lehrkräften aus neun Real- und Gesamtschulen des Ruhrgebiets wurde eine digitale Lernumgebung mit adaptiven Hilfen in Moodle/H5P entwickelt, die auf der analogen Lernleiter von van Vorst (2018) basiert.

Das entwickelte Lernleitermaterial wurde im Chemieunterricht der teilnehmenden Projektchulen im Schuljahr 2021/22 eingesetzt und evaluiert. Als Studiendesign wurde eine

quasi-experimentelle Interventionsstudie im Prä-Post-Follow-up-Testdesign gewählt. Insgesamt haben 33 Chemieklassen der Jahrgangsstufe 9 aus neun Real- und Gesamtschulen am Projekt teilgenommen ($N = 697$ Lernende). 16 Schulklassen bildeten die Interventionsgruppe. Sie erhielten das Arbeitsmaterial in einer digitalen, auf iPads präsentierten H5P-Lernumgebung in Moodle, wobei die Zuordnung zu drei unterschiedlichen Niveaustufen automatisiert auf Grundlage zuvor erfasster Leistungsdaten der Lernenden erfolgte. Die Vergleichsgruppe mit 17 Schulklassen arbeitete im Chemieunterricht mit dem analogen Lernleitermaterial und den Lernenden standen separate Hilfen auf Arbeitsblättern zur Verfügung. Vor und nach der Intervention wurden das Fachwissen, das Interesse, das chemiebezogene Selbstkonzept und die Lernmotivation erhoben. Zwölf Wochen nach Beendigung der Intervention erfolgte ein Follow-up-Test, um eine Aussage über den mittelfristigen Wissenserwerb der Lernenden treffen zu können. Während der Intervention wurden einzelne Lernende bei der individuellen Bearbeitung von fünf Aufgaben videografiert. Die Auswertung der Videos erfolgte mit der Software MAXQDA und einem Kodiermanual. Mittels einer quantitativen Inhaltsanalyse wurden Lernprozessgrafiken erstellt und anschließend Bearbeitungsmuster identifiziert.

Ergebnisse

Für die Auswertung liegen $N = 270$ vollständige Datensätze vor; $n = 154$ Lernende haben mit der analogen Lernleiter und $n = 116$ Lernende mit der digitalen Lernleiter gearbeitet. Die Lernenden beider Gruppen starteten mit vergleichbarem fachlichem Vorwissen. Eine ANOVA mit Messwiederholung zeigt einen statistisch signifikanten Lernzuwachs für beide Gruppen über den Interventionszeitraum: $F(1,80,481.50) = 167.49$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .385$. Jedoch erzielten die Lernenden der Interventionsgruppe im Follow-up-Test eine signifikant höhere Punktzahl im Fachwissenstest als die Lernenden der Vergleichsgruppe (Abb.1). Es liegt ein signifikanter Haupteffekt der Gruppe vor: $F(1,268) = 8.64$, $p = .004$, $\eta_p^2 = .031$. Somit hat die Gruppe, die mit der digitalen Lernleiter gearbeitet hat, insgesamt mehr im Unterricht gelernt und das Wissen auch langfristig über einen Zeitraum von zwölf Wochen behalten.

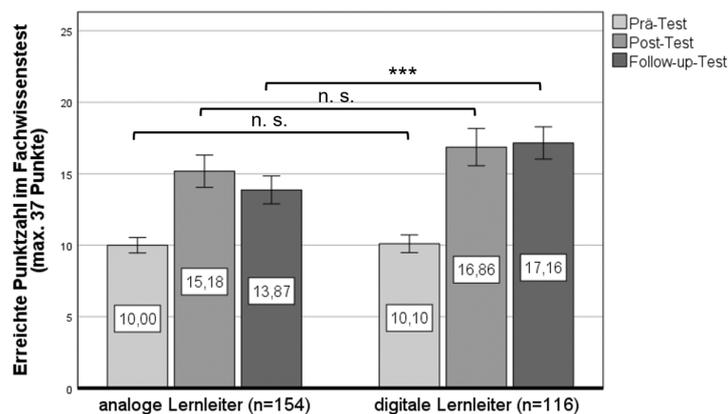


Abb. 1: Erreichte Punktzahl der analogen/digitalen Lernleitergruppe im Fachwissenstest.

Zudem wurden die affektiven Variablen Interesse, chemiebezogenes Selbstkonzept und Lernmotivation an den drei Messzeitpunkten erhoben. Für beide Gruppen konnten kleine

positive Effekte beim chemiebezogenen Selbstkonzept ($F(2, 536) = 3.64, p = .027, \eta_p^2 = .013$) und bei der extrinsischen Motivation ($F(2, 536) = 5.54, p = .004, \eta_p^2 = .020$) festgestellt werden. Das individuelle Interesse und die intrinsische Motivation der Lernenden am Chemieunterricht sind signifikant gesunken ($F(1.93, 516,71) = 7.49, p < .001, \eta_p^2 = .027$). Dies könnte auf die lange Interventionsdauer von zwölf Wochen zurückgeführt werden.

Für die zweite Forschungsfrage standen 51 Videos zur Verfügung. 24 Lernende haben mit dem analogen Material und 27 Lernende mit der digitalen Variante gearbeitet. Bei den analog Lernenden hatten neun eine hohe Niveaustufe (gelb), elf eine mittlere Niveaustufe (grün) und vier eine niedrige Niveaustufe (blau). Bei den Lernenden, die mit digitalem Material gearbeitet haben, erhielten zwölf Lernende eine Zuordnung zu einer hohen, sechs zu einer mittleren und neun zu einer niedrigen Niveaustufe. Zu jedem Video wurde mit Hilfe des eingesetzten Kodiermanuals eine Lernprozessgrafik erstellt, und es zeigten sich sechs verschiedene Bearbeitungsmuster (BM). In Abbildung 2 sind die Häufigkeiten der Bearbeitungsmuster getrennt nach analoger und digitaler Lernleiter dargestellt.

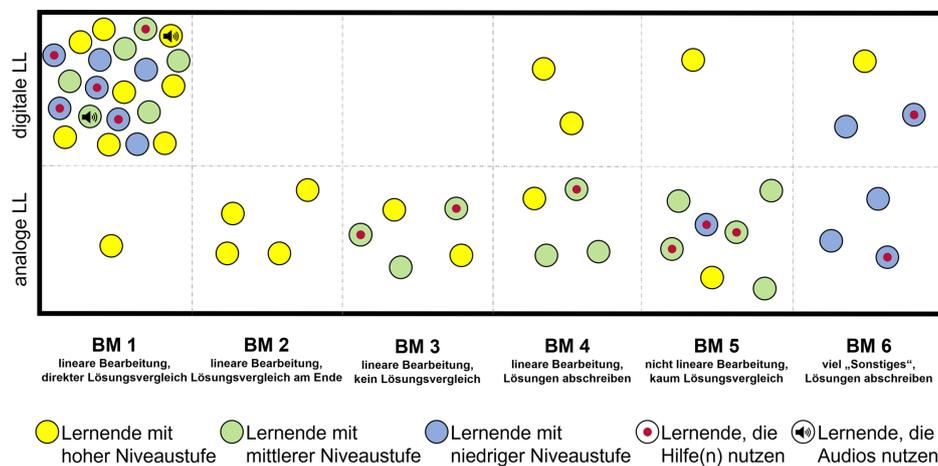


Abb. 2: Bearbeitungsmuster der analogen/digitalen Lernleitergruppe.

Für die analoge Lernleiter zeigt sich eine gleichmäßige Verteilung, wobei die gelben Punkte eher bei BM 2-3, die grünen bei BM 3-5 und die blauen bei BM 6 vorzufinden sind. Bei der digitalen Lernleiter ergibt sich eine sehr eindeutige Verteilung. 21 der 27 Videos konnten dem BM 1, lineare Bearbeitung und direkter Lösungsvergleich, zugeordnet werden, wobei jede Niveaustufe auftritt. Nur vereinzelt finden sich gelbe oder blaue Punkte bei BM 4-6.

Diskussion

Die Ergebnisse des Fachwissenstests machen deutlich, dass die Lernenden unabhängig von der Lernleitervariante an Fachwissen dazugewinnen. Es zeigt sich wie bei Hauerstein (2019), dass Lernleitern den Wissenszuwachs positiv beeinflussen können. Die Unterschiede in der durchschnittlich erreichten Punktzahl im Post- und im Follow-up-Test zwischen der Interventions- (digitales Material) und der Vergleichsgruppe (analoges Material) deuten darauf hin, dass tabletgestützter Unterricht lernförderlich sein kann und zu einem langfristigen Wissensaufbau beiträgt (Greitemann & Melle, 2022).

Literatur

- Brühwiler, C. & Vogt, F. (2020). Adaptive teaching competency. Effects on quality of instruction and learning outcomes. *Journal for Educational Research Online*(1), 119-142.
- Girg, R., Lichtinger, U. & Müller, T. (2012). Lernen mit Lernleitern. Unterrichten mit der MultiGradeMultilevel-Methodology. Immenhausen: Prolog-Verlag.
- Greitemann, L. & Melle, I. (2022). Tablet-Einsatz zur Vermittlung und Sicherung von Fachwissen. *Chemkon* 29(S1), 293-298.
- Hauerstein, M.-T. (2019). Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. Logos Verlag.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S., & Reiss, K. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153.
- KMK. (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“* Von https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschlusse/2021/2021_12_09-Lehren-undLernen-Digi.pdf
- Letzel, V. (2021). Binnendifferenzierung in der Schulpraxis - Eine quantitative Studie zur Einsatzhäufigkeit und zu Kontextfaktoren der Binnendifferenzierung an Sekundarschulen. Trier.
- Schmidt, P., & Küsel, J. (2021). Adaptive E-Learning-Umgebung zum Thema Löslichkeit und Stofftrennung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule. *Adaptivity in e-learning. Kölner Online Journal für Lehrer*innenbildung*, 296-313.
- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S. & Henschel, S. (2019). IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich. Münster: Waxmann.
- Steffensky, M., & Neuhaus, B. (2018). Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker, *Theorien in der naturwissenschaftlichen Forschung* (S. 299-313).
- van Vorst, H. (2018). Zum Bohr'schen Atomkonzept mit der Lernleiter: Ein Ansatz zur Unterrichtsstrukturierung und Differenzierung. *MNU*(71), 317-324.
- Vock, M., & Gronostaj, A. (2017). Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.