

Einflüsse von Binnendifferenzierung in einer digitalen Lernumgebung

Im naturwissenschaftlichen Unterricht stellt sich zunehmend die Frage, wie Lernende mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und Interessen bestmöglich gefördert werden können. Um dieser Herausforderung zu begegnen, eignet sich der didaktische Ansatz der *Binnendifferenzierung*, bei welchem Lernende meist anhand kognitiver Kriterien in Gruppen aufgeteilt werden und ein angepasstes Lernangebot erhalten (Wagner, 2016). Dazu können Methoden des *Scaffoldings* genutzt werden. Beim Scaffolding werden Lernende durch ein „Lerngerüst“ adaptiv unterstützt, das sich dem individuellen Lernfortschritt anpassen kann, was zu einer bedarfsgerechten Förderung führt (van de Pol et al., 2010). Studien belegen positive Effekte des Scaffoldings auf kognitive Lernendenmerkmale wie den Wissenszuwachs, jedoch werden Einflüsse auf affektive Faktoren nur selten berücksichtigt (Belland et al., 2017). Ein anderer Ansatz, der affektive Lernbedürfnisse adressiert, ist das *kontextbasierte Lernen*. Ziel des Ansatzes ist es, fachliches Wissen mit relevanten Anwendungen der Naturwissenschaften in außerfachlichen Situationen zu verknüpfen und so das Interesse der Lernenden zu steigern (u. a. J. Bennett & Lubben, 2006). Studien zum kontextbasierten Lernen zeigen positive Effekte auf die Motivation und das Interesse der Lernenden, während die Auswirkungen auf kognitive Lernerfolge nicht eindeutig sind (D. Bennett et al., 2016; Ültay & Calik, 2016). Neue Forschungsergebnisse legen nahe, dass verschiedene Lernendengruppen von spezifischen Kontexten unterschiedlich stark profitieren und damit der Einsatz angepasster Kontexte zur Binnendifferenzierung gemäß unterschiedlicher Interessen der Lernenden ermöglicht wird (Güth & van Vorst, 2024).

Fragestellung und Hypothesen

Insgesamt zeigt der aktuelle Forschungsstand noch Forschungslücken hinsichtlich der affektiven Wirksamkeit von Scaffolding und der Auswirkungen von kontextbasiertem Lernen auf kognitive Faktoren. Außerdem wurde auch eine Kombination aus beiden Ansätzen bisher noch nicht betrachtet. Aus diesem Grund fokussiert dieses Forschungsvorhaben folgende Forschungsfrage:

Inwiefern werden die affektiven und kognitiven Faktoren von Lernenden im Chemieunterricht beim Einsatz von...

- a) interessenbasierter Binnendifferenzierung,
- b) leistungsbasierter Binnendifferenzierung und
- c) interessenbasierter und leistungsbasierter Binnendifferenzierung in Kombination
...beeinflusst?

Aus der bereits vorhandenen Literatur lassen sich folgende Hypothesen formulieren:

- (1) Leistungsbasierte Binnendifferenzierung durch *Scaffolding* wirkt sich positiv auf kognitive Faktoren der Lernenden aus.
- (2) Interessenbasierte Binnendifferenzierung durch *kontextbasiertes Lernen* wirkt sich positiv auf affektive Faktoren der Lernenden aus.

- (3) Die Kombination aus leistungs- und interessensbasierter Binnendifferenzierung beeinflusst sowohl die kognitiven als auch die affektiven Faktoren der Lernenden positiv.

Studiendesign und Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde in Zusammenarbeit mit einer SINUS-Gruppe der QUA-LIS NRW eine vollständig digitalisierte Lerneinheit zum Inhaltsfeld 10: Organische Chemie (Sek I; 10. Klasse) (MSB KLP, 2019) entwickelt. Die leistungsorientierte Binnendifferenzierung wird mithilfe niveauadaptiven Scaffoldings realisiert, die interessenorientierte Binnendifferenzierung mittels der Variation zwischen einem alltäglichen, einem besonderen und einem innerfachlichen Kontext.

Das Lernmaterial wurde in einer quasi-experimentellen Interventionsstudie im Prä-/Post-Design eingesetzt. Die Intervention dauerte etwa 12 Schulstunden á 45 Minuten. Die Lernenden ($N = 703$) wurden gemäß des in Abb. 1 dargestellten Designs auf drei Interventionsgruppen und eine Kontrollgruppe klassenweise randomisiert verteilt. Lernende der Gruppe *SK* ($N = 190$) bearbeiteten das vollständige Lernmaterial, in welchem sowohl leistungsorientierte Binnendifferenzierung durch unterschiedlich angebotene Scaffolds als auch eine interessenorientierte Binnendifferenzierung durch das Angebot verschiedener Kontexte realisiert wurden. Das Lernmaterial der Gruppe *S* ($N = 170$) wurde ausschließlich in einen innerfachlichen Kontext eingebettet, sodass nur eine leistungsorientierte Binnendifferenzierung erfolgte. Umgekehrt wurden Lernenden der Gruppe *K* ($N = 205$) zur interessenorientierten Binnendifferenzierung unterschiedliche Kontexte angeboten, jedoch ohne Scaffolding. Lernende der Gruppe *KG* ($N = 138$) stellten die Kontrollgruppe dar und erhielten Materialien ohne eine Form der Binnendifferenzierung.

Gruppe <i>SK</i> : (+) leistungsorientierte Binnendifferenzierung (+) interessenorientierter Binnendifferenzierung	Gruppe <i>S</i> : (+) leistungsorientierte Binnendifferenzierung (-) interessenorientierte Binnendifferenzierung
Gruppe <i>K</i> : (-) leistungsorientierte Binnendifferenzierung (+) interessenorientierte Binnendifferenzierung	Kontrollgruppe <i>KG</i> : (-) leistungsorientierte Binnendifferenzierung (-) interessenorientierte Binnendifferenzierung

Abbildung 1: 2x2 Design der Interventionsstudie; *SK* = Scaffolding & Kontexte, *K* = Kontexte; *S* = Scaffolding, *KG* = Kontrollgruppe

In den Prä-/Post-Tests wurden folgende kognitive und affektive Variablen erhoben: das Vorwissen in Chemie, das Fachwissen im Bereich der organischen Chemie, das Interesse und Engagement im Fach Chemie sowie das chemiebezogene Selbstkonzept. Außerdem wurden zum Prä-Messzeitpunkt demographische Daten und die (geplante) Kurswahl für die Oberstufe erfasst. Während der Intervention wurden in mehreren Zwischenschritten das situationale Interesse, die Zufriedenheit mit dem Lernmaterial und ein Fachwissenstest erhoben. Im Post-Test wurden außerdem die Usability der Lernumgebung Moodle und des Lernmaterials allgemein sowie die Zufriedenheit allgemein erfasst.

Ergebnisse

Die Analyse der Kontrollvariablen zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich Geschlecht, Chemienote und Wahl des Chemiekurses. Jedoch gibt es signifikante Unterschiede im Prä-Fachwissen. Gruppe *SK* hat ein signifikant höheres Fachwissen im Prä-Test als die anderen Gruppen ($F(3, 699) = 4.44, p = .004, \eta^2 = .02$). Auch beim Engagement zeigen sich signifikante Unterschiede im Prä-Test ($F(3, 658) = 2.63, p = .049, \eta^2 = .01$), wobei die Kontrollgruppe ein höheres Engagement als Gruppe *SK* aufweist. Diese beiden Variablen werden in den folgenden Analysen als Kovariaten berücksichtigt.

Fachwissen

Um das Fachwissen zu erfassen, wurde eine ANOVA durchgeführt, die einen signifikant positiven Haupteffekt der Zeit auf das Fachwissen der Lernenden in allen Interventionsgruppen zeigt ($F(1, 699) = 436.63, p < .001, \eta^2p = .38$). Aufgrund signifikanter Unterschiede zum Prä-Messzeitpunkt zwischen den Interventionsgruppen wurde anschließend eine ANCOVA durchgeführt. Nach Kontrolle der Kovariaten Fachwissen und Engagement zeigen sich weiterhin signifikante Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen im Post-Fachwissen ($F(3, 656) = 3.36, p = 0.02, \eta^2 = .02$). Gruppe *K* hat signifikant mehr dazugelernt als Gruppe *SK* ($p = .03$).

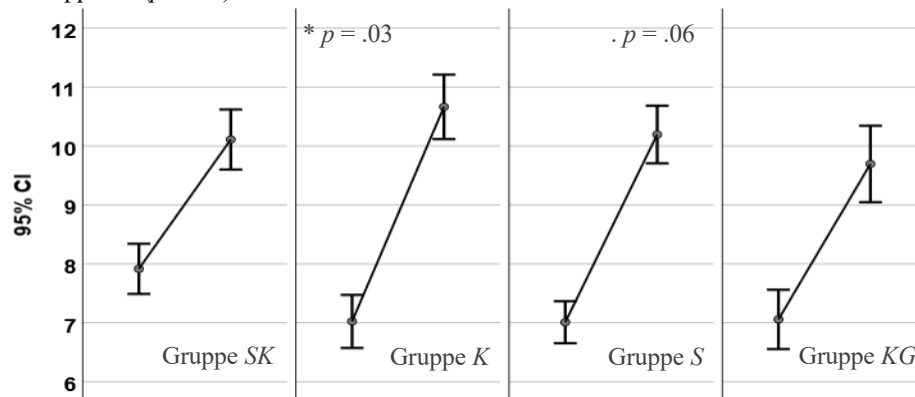


Abbildung 2: Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen zum Post-Messzeitpunkt

Engagement

Das Engagement der Lernenden nimmt in der ANOVA über die Zeit in allen Interventionsgruppen signifikant zu ($F(1, 458) = 12.73, p < .001, \eta^2p = .03$). Wie beim Fachwissen, wird auch hier eine ANCOVA mit den Kovariaten Fachwissen und Engagement durchgeführt. Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen über die Zeit ($F(3, 457) = 0.44, p = .73, \eta^2 = .003$).

Situationales Interesse

Das situationale Interesse der Lernenden wurde mittels einer ANOVA mit Messwiederholung erfasst. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg im Verlauf der Studie in allen Interventionsgruppen ($F(2, 577) = 4.48, p < .004, \eta^2p = .023$). Auch hier wurden das Fachwissen und Engagement zum Prä-Messzeitpunkt als Kovariaten einbezogen. Es zeigen sich nur marginal signifikante Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen, $F(3, 577) = 2.22, p = .08, \eta^2 = .01$. Werden die Messzeitpunkte einzeln betrachtet, ergeben sich jedoch signifikante Unterschiede zu Messzeitpunkt 1 zwischen den Gruppen *SK* & *S* ($p = .04$) sowie zwischen den Gruppen *S* & *KG* ($p = .04$). Gruppe *KG* zeigt das höchste situationale Interesse, Gruppe *S* das niedrigste. Zu den anderen Messzeitpunkten lassen sich nur marginale Unterschiede erkennen. Ein möglicher Grund für das insgesamt gesteigerte situationale Interesse könnte die hohe Attraktivität des Lernmaterials sein. Außerdem könnten die zunehmende Vertrautheit und Kompetenz der Lernenden im Umgang mit dem Lernmaterial eine wichtige Rolle spielen.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass sowohl die kognitiven als auch die affektiven Faktoren der Lernenden in allen Interventionsgruppen über die Zeit hinweg signifikant zunehmen. Jedoch zeigt sich, dass Gruppe *K* nach Kontrolle der Kovariaten am meisten dazulernt und so ein Vorteil der interessensbasierten Binnendifferenzierung durch kontextbasiertes Lernen ersichtlich wird. Im Gegensatz zum Fachwissen weisen das Engagement und das situationale Interesse keine oder nur marginale Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen auf. Demnach müssen vorerst alle drei Hypothesen verworfen werden. Die Studie hebt jedoch die

Bedeutung von attraktivem, digitalem Lernmaterial hervor, das das Lernen von Schülerinnen und Schülern fördert. Dies könnte ein Hinweis dafür sein, weshalb es zunächst keine hypothesenkonformen Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen gibt. Weitere Analysen, darunter Mehrebenenmodelle, werden durchgeführt, um Verzerrungen in der Studie zu reduzieren.

Literatur

- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J. & Lefler, M. (2017). Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- Bennett, D., Power, A., Thomson, C., Mason, B. & Bartleet, B.-L. (2016). Reflection for learning, learning for reflection: Developing Indigenous competencies in higher education. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 13(2), 99–118. <https://doi.org/10.53761/1.13.2.7>
- Bennett, J. & Lubben, F. (2006). Context-based Chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999–1015. <https://doi.org/10.1080/09500690600702496>
- Güth, F. & van Vorst, H. (2024). To choose or not to choose? Effects of choice in authentic context-based learning environments. *European Journal of Psychology of Education*, 1–31. <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00798-6>
- MSB KLP. (2019). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. Chemie* (1. Aufl.). https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9_ch_klp_%203415_2019_06_23.pdf
- Ültay, N. & Calik, M. (2016). A Comparison of Different Teaching Designs of ‘Acids and Bases’ Subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(1), 57–86. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1422a>
- van de Pol, J., Volman, M. & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher–Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>
- Wagner, L. (2016). Adaptive und evidenzbasierte Förderung im Unterricht - Wozu braucht man das? *ZEIF Fachportal Wissenschaft - Praxis*.