

## **Digitale Lerneinheiten mit automatisiertem Feedback für individualisierte Selbstlernphasen**

### **Theoretischer Hintergrund**

Viele Studienabbrüche im Studiengang Chemie (Abbruchquote 52 %, Heublein et al., 2022) lassen sich auf Lern- und darauf folgende Leistungsprobleme zurückführen. Verfügen Studierende nur über ein geringes Konzeptverständnis, ist es aufgrund der kumulativen Struktur des Fachs Chemie schwer, Defizite abzubauen. Defizite sollten daher besonders früh im Studium aufgearbeitet werden, da sich andernfalls die Abbruchwahrscheinlichkeit deutlich erhöht (Heublein et al., 2017). Der hohe Zeitaufwand zum Schließen von Wissenslücken stellt Studierende vor Probleme (Schwedler, 2017). Je geringer das Vorwissen ist, desto höher ist der Aufwand zur Aufarbeitung von Defiziten und umso wichtiger wird die Fähigkeit des selbstregulierten Lernens (SRL), um erfolgreich zu sein. Leider stellt SRL für die Mehrheit der Studierenden zu Beginn ihres Studiums eine große Herausforderung dar (Trentepohl et al., 2022). Eine Meta-Analyse ergab, dass Studierende mit hohem Vorwissen dazu neigen, ihren Lernprozess stärker zu planen und zu überwachen als Studierende mit geringem Vorwissen, die gleichzeitig auch geringe Fähigkeiten zum selbstregulierten Lernen mitbringen (Winters et al., 2008). Darüber hinaus haben Winters et al. (2008) gezeigt, dass das Erleben eines hohen Maßes an Selbstbestimmung beim Lernen sich positiv auf die Leistungen von Lernenden auswirkt, die über ein hohes Maß an Selbstregulierung verfügen, während sich dieser Effekt umgekehrt negativ auf die Leistung von Lernenden mit gering ausgeprägten Selbstregulationsfähigkeiten auswirkt. Die Kombination aus großen Defiziten im Vorwissen und der damit einhergehenden erhöhten Wahrscheinlichkeit geringer Selbstregulationsfähigkeiten von Studierenden deutet auf einen Bedarf an Unterstützung hinsichtlich der Strukturierung des Lernprozesses in der Studieneingangsphase hin, insbesondere da Studierende – bei gleichzeitigem Überschätzen der eigenen Fähigkeiten (Bruin et al., 2017) – den Zeitaufwand für das Erlernen der Inhalte häufig unterschätzen (Thibodeaux et al., 2017).

Zusätzlich muss – anders als in der Schule – Feedback zum Lernerfolg oder zu Fehlern an der Universität aktiv eingefordert werden. Die Kontaktaufnahme zu anderen Studierenden und zu Lehrenden wird damit zu einem entscheidenden Faktor für den Verbleib an der Hochschule (Sarcelletti & Müller, 2011). Gerade zu Beginn des Studiums fehlen diese Kontakte aber, da die Studieneingangsphase zunächst auch eine Phase der Integration in ein neues soziales Setting ist (Trautwein & Bosse, 2017). Insbesondere Studierende, die später ihr Studium abbrechen, nehmen äußerst selten Feedback von Hochschullehrenden in Anspruch. Da Feedback nach Hattie und Timperley (2007) als eine der bedeutendsten Einflussgrößen auf Lern- und Motivationsprozesse klassifiziert werden konnte, ist ein Mangel an Feedback eine zusätzliche Herausforderung für Studierende.

Interaktive Lernaufgaben mit adaptivem, fehlerspezifischem Feedback konnten bereits als valide Unterstützungsmöglichkeit klassifiziert werden, um den Wissenserwerb in der Studieneingangsphase zu fördern und Defizite aufzuholen (Trauten et al., 2022). Auch Assessments (z. B. Freasier et al., 2003) haben sich bereits als vielversprechende

Möglichkeiten erwiesen, Selbstlernphasen im Studium zu optimieren. So liefern qualitative Studien zum Einsatz von formativen Assessments die Erkenntnis, dass diese den Lernenden helfen können, ihre Fähigkeiten realistischer einzuschätzen, da sie es als externes Performance-Maß ermöglichen, Stärken und Schwächen zu erkennen, was wiederum die Lernenden bei der Selbstregulierung ihres Lernprozesses unterstützt (z. B. Chung et al., 2006). In interaktiven E-Lerneinheiten lassen sich beide Aspekte (feedbackgestützte Lernaufgaben und automatisiert ausgewertete Assessments) realisieren. Zudem können die zu lernenden Inhalte strukturiert, multimedial aufbereitet und interaktiv dargestellt werden. Daher wurden digitale Lerneinheiten – basierend auf einer validierten *Learning Progression* über die ersten drei Lernjahre in der Chemie (Walpuski & Celik, 2024) – für Selbstlernphasen im Studium entwickelt, die Fachwissensdefizite in wichtigen Teilbereichen der Chemie adressieren. Dass die Art und Weise, wie Selbstlernmaterialien in eine Lehrveranstaltung eingebettet werden, die Nutzung und Akzeptanz beeinflussen können, zeigt sich in folgenden Beispielen. Für formative Assessments konnten Karay et al. (2020) beispielsweise zeigen, dass eine unbegrenzte und selbstbestimmte Nutzung zu einer häufigeren Verwendung und einer höheren Akzeptanz von Assessments führen kann. Parker und Loudon (2013) konnten zeigen, dass auch unmittelbares automatisiertes elaboriertes Feedback zu Studierendenlösungen die Einstellung gegenüber einem digitalen Tool, mit dem Hausaufgaben bearbeitet werden können, positiv beeinflussen konnte. Dennoch erkannten sie in dieser Fallstudie, dass selbst bei hoch motivierten Lernenden eine zusätzliche Fremdregulation erforderlich ist, um die Nutzung des Systems zu gewährleisten. Ähnlich dazu berichten Trentepohl et al. (2022) hinsichtlich des Lernerfolgs, dass sich deutlich bessere Lernergebnisse im Rahmen eines Hochschulkurses (Bauingenieurwesen, Studieneingangsphase) erzielen lassen, wenn eine mangelnde Selbstregulation der Studierenden durch regelmäßig von der Lehrperson eingeforderte verbindliche Abgaben kompensiert wird. Fraglich ist daher, ob Fremdregulation erforderlich ist, um das Potential so beschaffener Hilfsangebote ausschöpfen zu können.

### **Ziel und Fragestellung**

Neben der Prüfung der Lernwirksamkeit der E-Lerneinheiten ist es das Ziel des Projekts, den Einfluss verschiedener Implementationsbedingung auf das Nutzungsverhalten und die Akzeptanz seitens der Studierenden hinsichtlich des Angebots zu prüfen. Die zugrundeliegende Frage lautet:

Wie wirken sich interaktive E-Lerneinheiten mit automatisiertem Feedback und formativem Assessment in Abhängigkeit von den Implementationsbedingungen (IG1: selbstbestimmt vs. IG2: verpflichtend) auf (a) die Akzeptanz hinsichtlich der E-Lerneinheiten (b) auf das Nutzungsverhalten und (c) den Studienerfolg von Erstsemesterstudierenden in der Allgemeinen Chemie aus?

### **Methode und Design**

Diese Fragestellung wurde im Wintersemester 2023/2024 im Rahmen einer Interventionsstudie im Zwei-Gruppen-Prä-Post-Design an  $N_{Total} = 138$  Studierenden überprüft. Hierzu wurden Lehramtsstudierende mit dem Fach Chemie (IG1: verpflichtende Bearbeitung) mit Studierenden der Fachstudiengänge Bachelor Chemie und Bachelor Water Science (IG2: eigenverantwortliche Bearbeitung) im Rahmen des Moduls „Allgemeine Chemie“ verglichen. Beide Interventionsgruppen besuchen – bei gleichen Modulzielen –

getrennt voneinander eine Präsenz-Übung sowie die dazugehörige Vorlesung. Zur Beantwortung der Teilfragen zur Akzeptanz (a) und zur Nutzung des Materials (b) wurde in Anlehnung an Kärchner et al. (2023) ein Fragebogen zur Evaluation digitaler Lernumgebungen mit zwei Subskalen entwickelt. Beide Subskalen weisen eine gute interne Konsistenz (empfundene Nützlichkeit, Cronbachs- $\alpha = .84$ ; Akzeptanz, Cronbachs- $\alpha \geq .82$ ) auf. Der Studienerfolg (c) wird - operationalisiert durch den Klausurerfolg am Ende des Semesters - unter Kontrolle des Vorwissens (Fachwissenstest adaptiert nach Freyer, 2013 und nach Averbeck, 2020) zu Beginn der Intervention untersucht. Am Ende des Semesters wurden zudem  $n = 13$  Studierende im Rahmen leitfadengestützter Interviews unter anderem zur Nutzerfreundlichkeit und Zuverlässigkeit der Bewertung sowie zum Nutzungsverhalten und zum Nützlichkeitsempfinden befragt.

### Ergebnisse

Die Datenlage zeigt, dass die E-Lerneinheiten fast ausschließlich und sehr umfangreich von IG2 (verpflichtende Bearbeitung) genutzt wurden. Bei freiwilliger Bearbeitung haben nur 7 der 82 Studierende in IG1 mindestens eine der Lerneinheiten bearbeitet. Die zu IG2 vorliegenden Skalen zur Nutzerfreundlichkeit ( $M = 3.2$ , das entspricht „eher nutzerfreundlich“) und Akzeptanz ( $M = 3.1$ , das entspricht „eher zufrieden“) weisen zufriedenstellende Mittelwerte auf. Die Interviewstudie konnte bestätigen, dass die Studierenden die E-Lerneinheiten als gelungenes Unterstützungsangebot empfinden allerdings auch der Meinung sind, dass die Bearbeitung der E-Lerneinheiten verpflichtend sein sollte, damit sie auch wirklich bearbeitet werden. Zudem zeigt sich ein grundsätzlicher Vorteil im Klausurerfolg für die Bearbeitung der E-Lerneinheiten. Beide IGs haben die gleichen Klausuraufgaben bearbeitet, die Klausur wurde dabei mithilfe eines Kodiermanuals von zwei Ratern mit sehr guter Übereinstimmung codiert (Cohens  $\kappa = .91$ ). Im Rahmen eines Regressionsmodells wurden mehrere Prädiktoren miteingeschlossen ( $F(3,77) = 15.87$ ,  $p < .001$ ,  $R^2 = .358$ ) (vgl. Tabelle 1). Es zeigt, dass alle Studierende signifikant vom Lernen mit den E-Lerneinheiten profitieren. Das Vorwissen bleibt stärkster Prädiktor für den Klausurerfolg.

Tabelle 1: Regression zur Vorhersage des Klausurerfolgs

Variable	B	$\beta$	SE
Konstante	28.945 ***		3.989
Fachwissen Chemie (Prä)	15.047 ***	.507	2.693
Kurswahl (LK Nein/Ja)	14.582 *	.239	5.562
Interventionsgruppe (frei/verpflichtend)	13.341 *	.194	6.185
corr. $R^2$	.358		

Im Vergleich mit IG1 zeigt sich, dass die Bearbeitung der E-Lerneinheiten unter Kontrolle des Vorwissens zu einem im Mittel um drei Tendenzen besseren Klausurergebnis führt. Damit erreichen Studierende ohne Chemie Leistungskurs aus IG2 bei kontrolliertem Vorwissen ähnlich gute Klausurergebnisse wie Studierende aus IG1, die nicht mit den E-Lerneinheiten gearbeitet und einen Leistungskurs Chemie in der Oberstufe belegt haben.

## Literaturverzeichnis

- Averbeck, D. (2020). *Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 308* [IV, 333 Seiten]. Logos.
- Bruin, A. B. H. de, Kok, E. M., Lobbstaël, J. & Grip, A. de (2017). The impact of an online tool for monitoring and regulating learning at university: overconfidence, learning strategy, and personality. *Metacognition and Learning, 12*(1), 21–43. <https://doi.org/10.1007/s11409-016-9159-5>
- Chung, G., Shel, T. & Kaiser, W. J. (2006). An Exploratory Study of a Novel Online Formative Assessment and Instructional Tool to Promote Students' Circuit Problem Solving. *The Journal of Technology, Learning and Assessment, 5*(6). Retrieved from <https://ejournals.bc.edu/index.php/jtla/article/view/1645>
- Freasier, B., Collins, G. & Newitt, P. (2003). A Web-Based Interactive Homework Quiz and Tutorial Package To Motivate Undergraduate Chemistry Students and Improve Learning. *Journal of Chemical Education, 80*(11), 1344. <https://doi.org/10.1021/ed080p1344>
- Freyer, K. (2013). *Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 156*. Logos.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017). *Zwischen Studiererwartungen und Studienwirklichkeit: Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen*. Forum Hochschule. Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH.
- Heublein, U., Hutzsch, C. & Schmelzer, R. (2022). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland* (DZHW Brief). Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW). [https://www.dzhw.eu/publikationen/pub\\_show?pub\\_id=7922&pub\\_type=kbr](https://www.dzhw.eu/publikationen/pub_show?pub_id=7922&pub_type=kbr)  
[https://doi.org/10.34878/2022.05.DZHW\\_BRIEF](https://doi.org/10.34878/2022.05.DZHW_BRIEF)
- Karay, Y., Reiss, B. & Schaubert, S. K. (2020). Progress testing anytime and anywhere - Does a mobile-learning approach enhance the utility of a large-scale formative assessment tool? *Medical teacher, 42*(10), 1154–1162. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2020.1798910>
- Kärchner, H., Gehle, M. & Schwinger, M. (2023). Entwicklung und Validierung des Modularen Fragebogens zur Evaluation digitaler Lehr-Lern-Szenarien (MOFEDILLS). *ZeHf – Zeitschrift für empirische Hochschulforschung, 6*(1), 62–84. <https://doi.org/10.3224/zehf.v6i1.05>
- Parker, L. L. & Loudon, G. M. (2013). Case Study Using Online Homework in Undergraduate Organic Chemistry: Results and Student Attitudes. *Journal of Chemical Education, 90*(1), 37–44. <https://doi.org/10.1021/ed300270t>
- Sarcelletti, A. & Müller, S. (2011). Zum Stand der Studienabbruchforschung. Theoretische Perspektiven, zentrale Ergebnisse und methodische Anforderungen an künftige Studien. *Zeitschrift für Bildungsforschung, 1*(3), 235–248. <https://doi.org/10.1007/s35834-011-0020-2>
- Schwedler, S. (2017). Was überfordert Chemiestudierende zu Studienbeginn? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 23*(1), 165–179.
- Thibodeaux, J., Deutsch, A., Kitsantas, A. & Winsler, A. (2017). First-Year College Students' Time Use. *Journal of Advanced Academics, 28*(1), 5–27. <https://doi.org/10.1177/1932202X16676860>
- Trauten, F., Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2022). Lernwirksamkeit automatisierter Feedback-Loops in einem E-Lernsetting zur Allgemeinen Chemie. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen: Virtuelle Jahrestagung 2021* (S. 220–223). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.
- Trautwein, C. & Bosse, E. (2017). The first year in higher education—critical requirements from the student perspective. *Higher Education, 73*(3), 371–387. <https://doi.org/10.1007/s10734-016-0098-5>
- Trentepohl, S., Waldeyer, J., Fleischer, J., Roelle, J., Leutner, D. & Wirth, J. (2022). How Did It Get So Late So Soon? The Effects of Time Management Knowledge and Practice on Students' Time Management Skills and Academic Performance. *Sustainability, 14*(9), 5097. <https://doi.org/10.3390/su14095097>
- Walpuski, M. & Celik, K. N. (2024). Empirical Validation of a Learning Progression in Initial Chemistry Education. *Creative Education, 15*(02), 212–237. <https://doi.org/10.4236/ce.2024.152013>
- Winters, F. I., Greene, J. A. & Costich, C. M. (2008). Self-Regulation of Learning within Computer-based Learning Environments: A Critical Analysis. *Educational Psychology Review, 20*(4), 429–444. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9080-9>