

Digitales Lernen im Praktikum der Physikalischen Chemie

Einleitung

Chemielehrkräfte sollten mit den modernsten Technologien und Konzepten ausgebildet werden (Maxton-Küchenmeister & Meßinger-Koppelt, 2020). Da es sich bei der Digitalisierung um eines der Zukunftsthemen handelt, sollte auch die Lehrkräftebildung in sämtlichen Phasen möglichst optimal auf die Anforderungen einer digitalen Bildung und Schule vorbereiten und weiterhin unterstützen. Nur durch die Professionalisierung der Lehrkräfte kann erreicht werden, dass digitale Technik pädagogisch zielgerichtet angeschafft und verwendet werden kann (KMK, 2021). Die KMK fordert somit, dass die lehrkräftebildenden Hochschulen digital und konzeptionell so ausgestattet sind, „dass sie Lehrkräften ein Erleben, Erproben und Reflektieren der Potentiale des Lehrens und Lernens in der digitalen Welt“ (KMK, 2021, S. 27) ermöglichen.

Um möglichst umfassend zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte beizutragen, werden die Empfehlungen der KMK (2021) an der Universität Potsdam auch insbesondere im Bereich der fachwissenschaftlichen Lehrkräftebildung berücksichtigt. So werden beispielsweise im Rahmen des Laborpraktikums Physikalische Chemie für Lehramt vor allem die Aspekte der Erprobung digitaler Technologien und digital gestützte Kooperationen in Kollaborationen beachtet. Als digitale kooperativ fördernde Technologie wird ein elektronisches Laborjournal verwendet. Der Einsatz des elektronischen Laborjournals wird mittels Interviews und Umfragen begleitet.

Elektronisches Laborjournal

Elektronische Laborjournale (engl. Electronical Lab(ortory) Notebook, Abk. ELN) sind Systeme, die es erlauben, vollständig elektronische Einträge unter Berücksichtigung rechtlicher, regulatorischer, technischer und wissenschaftlicher Anforderungen zu erstellen, zu speichern, zu teilen und zu erhalten (Machina & Wild, 2013b). Sie dienen der experimentellen digitalen Dokumentation und Auswertung unter Verzicht handschriftlich dokumentierter Aufzeichnungen und Journale. Die Funktionalität handschriftlicher Notizbücher ist in kollaborativen Settings nicht ausreichend, da das Zusammentragen aller relevanten Informationen aus möglicherweise sogar verschiedenen Papier-Laborbüchern aufwendig und zeitintensiv ist. Weiterhin kann es zu Miss- oder Unverständlichkeiten hinsichtlich der Notizen kommen, weil diese Mängel aufweisen, schwer lesbar oder bedingt nachvollziehbar sein können (Machina & Wild, 2013a).

Beim durchgeführten Praktikum in Physikalischer Chemie geht es einerseits um die gewissenhafte Dokumentation der Messwerte und andererseits um die Präsentation der hieraus erhaltenen Ergebnisse. Für diese Aufgaben erweist sich ein ELN als sinnvoll. So liegen die Messdaten am Ende des Versuchs entweder digital als Messwerttabelle im ELN-Eintrag oder in Form einer Textdatei vor. Beides kann sehr einfach für die Nutzung in entsprechenden Auswertungsprogrammen exportiert werden. Dadurch wird der zeitliche Aufwand für die Auswertung reduziert, da auf eine Digitalisierung durch Abtippen auf Papier notierter

Messwerte verzichtet werden kann (Machina & Wild, 2013a). Weiterhin ermöglichen ELN kollaboratives Bearbeiten der Einträge und damit auch die Weiternutzung der Informationen (Machina & Wild, 2013a; ZB MED, 2020).

Digitale Lernarrangements

Im Pflichtmodul „Physikalische Chemie und mathematische Grundlagen für Lehramt“ erlernen und erweitern die Lehramtsstudierenden an der Universität Potsdam wesentliche Fachbegriffe und Fachkonzepte aus der Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie. Diese orientieren sich an den Inhalten der ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken für die Sekundarstufen I und II (vgl. KMK, 2008). Das Laborpraktikum ist integraler Bestandteil der Ausbildung, um die theoretisch vermittelten Inhalte praktisch erfahrbar zu machen und den Erkenntnisgewinn zu erhöhen. Das sichere Experimentieren stellt eine wesentliche Kompetenz naturwissenschaftlichen Unterrichts dar. Mit fortschreitender Digitalisierung kommen Kompetenzen hinzu, Entwicklungen digitaler Technologien und ihre Chancen und Grenzen für den Einsatz im Unterricht zu (er)kennen. Für die Entwicklung dieser Kompetenzen ist das eigene Erfahren und die eigene Erkenntnis unverzichtbar (KMK, 2008).

Im Praktikum des oben genannten Moduls werden digitale Technologien integriert, um die Lehramtsstudierenden einerseits bei der Vorbereitung und Durchführung der Experimente zu unterstützen und andererseits ein zeitgemäßes Dokumentationssystem kennenzulernen.

Bisher fanden sich auf dem universitätsinternen Lernmanagementsystem die Versuchsanleitungen zu den einzelnen Experimenten, zum Teil unterstützt von kurzen Erklärvideos zu einfachen Arbeitstechniken. Durch unser vom VCI/FCI gefördertes Projekt eLab@P²C konnten diese Versuchsanleitungen um einen weiteren Aspekt ergänzt werden, der den Studierenden die Vorbereitung auf die Versuche und das Umsetzen der in der Versuchsanleitung verschriftlichten Durchführung im Praktikumslabor erleichtern soll. Hierzu wurden zu jedem Experiment mit Genially (genially.com) interaktive Inhalte basierend auf Fotografien der Versuchsaufbauten erstellt.

Für die Dokumentation der Messwerte und Präsentation der Ergebnisse wurde auf ein ELN gesetzt. Für Berechnungen, das Erstellen von Diagrammen etc. stand den Studierenden die Wahl der Software frei. Entscheidende Kriterien für das ELN waren neben der Nutzenfreundlichkeit vor allem Verfügbarkeit und Kosten. Daher fiel die Entscheidung zunächst auf freie Software und dann auf die webbasierte Anwendung eLabFTW (CARPi et al., 2017). Zum Funktionsumfang von eLabFTW gehören (vgl. Deltablott, 2024):

- Exportieren der Daten bzw. Laborjournaleinträge als PDF, ZIP, CSV
- Zeichnen von Molekülen und Aufstellen von Reaktionsgleichungen mit dem Moleküleditor Chemdoodle
- Verwendung von Protokollvorlagen für Experimente
- Anfügen und Hochladen von Dateien
- Einbettung von Bildern in den Text
- Gleichungssetzen mit LaTeX-Syntax
- orts- und zeitunabhängiger Zugriff auf das Laborbuch
- browserbasierte Software und damit betriebssystemunabhängig
- in Gruppen nutzbar

Mit Blick auf die digitalen Basiskompetenzen (vgl. Arbeitsgruppe Digitale Basiskompetenzen, 2020), die angehende Lehrkräfte in den Naturwissenschaften erreichen

sollen, werden durch die Integration der digitalen Elemente in das Laborpraktikum Basiskompetenzbereiche angesprochen. Der Kompetenzbereich Dokumentation wird erweitert, indem die Studierenden bereits im Labor die Möglichkeit erhalten, digital festzuhalten und dabei die Perspektiven zur dauerhaften digitalen Dokumentation- und Datenarchivierung aufgezeigt bekommen (vgl. Arbeitsgruppe Digitale Basiskompetenzen, 2020). Weiterhin erweitern die Chemielehramtsstudierenden ihre Kompetenzen im Bereich der Messwert- und Datenerfassung, indem diese unmittelbar (automatisiert durch Messsoftware) wie auch mittelbar (durch analoge Eingabe) Messdaten erfassen (vgl. Arbeitsgruppe Digitale Basiskompetenzen, 2020). Mit dem ELN eLabFTW nutzen sie zudem eine kollaborative Software und erweitern dadurch ihre Fähigkeiten in der gemeinschaftlichen Textbearbeitung und gelangen so auch in einem direkten Austausch zu den Anforderungen an die Datenverarbeitung und -dokumentation.

Evaluation

Die Selbsteinschätzung einer Kohorte (Lehramtsstudierende, $N = 14$) eines bereits abgeschlossenen Praktikums in Physikalischer Chemie zeigte, dass die Studierenden ihre Fähigkeit hinsichtlich der sicheren Bedienung und Strukturierung des ELNs als positiv bewerteten. Dabei gaben 93% der Befragten an, dass sie ELN strukturiert verwalten können. Im Bedienen des ELN (eLabFTW) fühlten sich 86% der Befragten sicher. Positive Resonanzen erhielt zudem das digitale Festhalten und Erfassen von Messdaten (93% der Befragten) sowie der Einsatz eines ELN (86% der Befragten).

Fazit

Im Praktikum Physikalische Chemie für Chemie Lehramtsstudierende an der Universität Potsdam wird der Ansatz verfolgt, didaktisch-methodisch digitales Lernen anhand fachwissenschaftlicher Inhalte in einem laborpraktischen Kontext zu vermitteln. Idealerweise erkennen die Studierenden darin für sich Chancen. Chancen, digitale Technologien kennenzulernen und für die Vorbereitung, Durchführung, Protokollierung und Auswertung der Versuche zu nutzen. Aber auch Chancen, Potenziale und Grenzen dieser Technologien für sich und ihre Umsetzung im späteren Berufsalltag als Lehrkraft auszuloten.

Danksagung

Wir bedanken uns beim Fonds der Chemischen Industrie für die Förderung des Projektes „eLab@P²C – elektronisches Laborjournal im Praktikum Physikalische Chemie“ im Rahmen von „Neue Lehrmethoden/Inhalte im Chemiestudium“. Weiterhin danken wir Nils Bergander, der mit innovativen Ideen und deren erfolgreiche Umsetzung zum Gelingen des Projektes beitrug.

Literatur

- Arbeitsgruppe Digitale Basiskompetenzen: Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M., Thoms, L.-J., Thyssen, C. & Kotzebue, L. von. (2020). Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften – DiKoLAN. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt & C. Thyssen (Hrsg.), *Digitale Basiskompetenzen: Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 14–43). Joachim Herz Stiftung.
- CARPi, N., Minges, A. & Piel, M. (2017). eLabFTW: An open source laboratory notebook for research labs. *The Journal of Open Source Software*, 2(12), 146. <https://doi.org/10.21105/joss.00146>
- Deltablot. (2024, 12. Juli). *eLabFTW - Open Source Laboratory Notebook*. Deltablot. <https://www.elabftw.net/>
- KMK (2008). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 08.02.2024. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf
- KMK (2021). Lehren und Lernen in der digitalen Welt: Die ergänzende Empfehlung zur Strategie "Bildung in der digitalen Welt". https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf
- Machina, H. K. & Wild, D. J. (2013a). Electronic laboratory notebooks progress and challenges in implementation. *Journal of laboratory automation*, 18(4), 264–268. <https://doi.org/10.1177/2211068213484471>
- Machina, H. K. & Wild, D. J. (2013b). Laboratory informatics tools integration strategies for drug discovery: integration of LIMS, ELN, CDS, and SDMS. *Journal of laboratory automation*, 18(2), 126–136. <https://doi.org/10.1177/2211068212454852>
- Maxton-Küchenmeister, J. & Meßinger-Koppelt, J. (2020). Digitale Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium – eine Einführung. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt & C. Thyssen (Hrsg.), *Digitale Basiskompetenzen: Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 4–7). Joachim Herz Stiftung.
- ZB MED. (2020). *Elektronische Laborbücher im Kontext von Forschungsdatenmanagement und guter wissenschaftlicher Praxis - ein Wegweiser für die Lebenswissenschaften* (2. aktualisierte und erweiterte Fassung). ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften. <https://doi.org/10.4126/FRL01-006422868>