

Christoph Fröleke¹
Salome Janke¹
Sebastian Habig²
Sabine Fechner¹

¹Universität Paderborn
²Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Evaluation eines digitalen Tools zur Laborpraktikumsvorbereitung

Die praktische Arbeit in Laborpraktika stellt einen wesentlichen Bestandteil des Curriculums in den verschiedenen Chemiestudiengängen dar (Reid & Shah, 2007). Die Studierenden weisen dabei einen heterogenen Grad an Vorwissen im ersten Semester des Chemiestudiums auf, welcher zum Teil aus dem Kurswahlverhalten der Studierenden in der Schule resultiert (Averbeck, 2021). Dieser Umstand könnte aus dem unterschiedlichen Ausmaß an Dauer und Tiefe der Beschäftigung mit den Inhalten resultieren (Busker et al., 2010). Um den stark unterschiedlichen Voraussetzungen entgegenzuwirken, führen Busker et al. (2010) an, dass Studienanfänger*innen, die Chemie im Haupt- oder Nebenfach studieren, weitere Unterstützungsangebote von Seiten der Universität benötigen. Ergänzend dazu erfahren die Studierenden während des Praktikums, welches an der Universität Paderborn im ersten Semester begleitend zu den anderen Veranstaltungen als Blockveranstaltung durchgeführt wird, eine hohe Stofffülle und damit einhergehend eine hohe zeitliche Belastung (Schwedler, 2017). Um die für Studienanfänger*innen herausfordernde Praktikumszeit vorzuentlasten, wird an der Universität Paderborn im Rahmen des DigiSelf-Projektes ein digitales Unterstützungstool zur Vorbereitung auf das erste Laborpraktikum im Chemiestudium entwickelt. Durch die Möglichkeit einer zeit- und ortsunabhängigen Nutzung des digitalen Tools sollen grundlegende Labortätigkeiten der Studierenden schon vor Praktikumsbeginn gefördert werden.

Theoretischer Hintergrund

Damit Studierende erfolgreich in ihrer laborpraktischen Arbeit sind, benötigen sie neben dem deklarativen Wissen ebenfalls prozedurales Wissen (Fadzil & Saat, 2017). Das deklarative Wissen, das die Studierenden für die Experimentiersituation benötigen, beinhaltet dabei konzeptuelles Wissen, wie die Kenntnis der Eigenschaften der eingesetzten Geräte, während das prozedurale Wissen beispielsweise die Kenntnisse über den korrekten Umgang und den gezielten Einsatz dieser in einer gegebenen Situation umfasst. Dieses Verständnis von Voraussetzungen für kompetentes Handeln findet sich auch in der Modellierung der Kompetenz als kontinuierlicher Prozess (Blömeke et al., 2015). In dieser resultiert die Performanz eines Individuums aus den Dispositionen, bestehend aus den kognitiven, motivationalen und affektiven Voraussetzungen, die in einer Situation durch situationsspezifische Fähigkeiten, wie die Wahrnehmung, Interpretation oder Entscheidungsfindung, abgerufen werden. Das zuvor beschriebene deklarative und prozedurale Wissen lässt sich innerhalb der Kognition des Individuums verorten. Für den Bereich des Affekts und der Motivation gibt es ebenfalls empirische Befunde über einen möglicherweise bestehenden Einfluss auf das erfolgreiche Arbeiten im chemischen Laborpraktikum. So stellt Bowen (1999) mit der Entwicklung seines Testinstrumentes heraus, dass Studierende Angst im Labor in fünf verschiedenen Dimensionen zeigen können. Einen möglichen Einfluss stellen Atabek-Yigit und Senoz (2021) heraus. Studierende, die eine höhere Merkmalsausprägung innerhalb der prozeduralen Dimension der Angst zeigen,

erkennen weniger prozedurale Fehler bei zuvor aufgezeichneten experimentellen Handlungen. Vorgeschaltete Maßnahmen zur Praktikumsvorbereitung könnten hierbei eine Möglichkeit sein, um die Angst der Studierenden zu senken (Agustian & Seery, 2017; Clemons et al., 2019). Die Motivation Studierender scheint hingegen einen Einfluss auf die Leistung der Studierenden im ersten Semester zu haben (Zusho et al., 2003) und neben dem Studieninteresse (Averbeck, 2021) ein Prädiktor für eine mögliche Studienabbruchentscheidung der Studierenden zu sein (Fleischer et al., 2019).

Digitales Unterstützungstool zur Praktikumsvorbereitung

Das digitale Unterstützungstool, welches innerhalb des DigiSelf-Projektes entwickelt wird, besteht in seiner Konzeption aus zwei auch getrennt voneinander funktionierenden Anwendungen, einem 360° Labor und einem Online-Self-Assessment Tool (OSA). Das 360° Chemielabor besteht aus 360° Bildern des Praktikumsaals der Universität Paderborn. Diese sind mit weiteren Inhalten angereichert worden. Das OSA soll den Studierenden ein formatives Assessment ihres Kenntnisstandes ermöglichen. Die angedachte Form der digitalen Bereitstellung des Tools für die Studierenden ermöglicht eine zeit- und ortsunabhängige individuelle Beschäftigung mit den Inhalten. Auch wenn die Anwendungen unabhängig voneinander nutzbar sind, wird gerade durch die kombinierte Verwendung ein Mehrwert intendiert, den es zu untersuchen gilt. Durch das von dem OSA automatisiert generierte Feedback zu dem Vorwissen der Studierenden mit zusätzlichen Verweisen auf die dazu passenden Laborsituationen des 360° Labors, soll den Studierenden die Möglichkeit geboten werden, sich gezielt in Bezug auf ihr prozedurales und deklaratives Wissen für grundlegende laborpraktische Handlungen verbessern zu können. Im Anschluss an eine gezielte, vertiefte Aufarbeitung der Verbesserungspotenziale mit Hilfe des 360° Labors können die Studierenden mit Hilfe des OSAs erneut ihren Wissensstand überprüfen.

Das 360° Labor ermöglicht einen Laborrundgang durch die praktikumsrelevanten Räumlichkeiten und wird mit Hilfe von Adobe Captivate umgesetzt. Ein solcher Rundgang hat das Potential, Studierende bereits vor Beginn des Praktikums mit den Räumlichkeiten vertraut zu machen (Clemons et al., 2019). Um diese etablierte Unterstützungsmaßnahme weiterzuentwickeln, wurden innerhalb der digitalen Laborumgebung problembasierte Inhalte implementiert. Innerhalb der einzelnen Situationen wird den Studierenden eine typische Laborsituation geschildert, mit der sie auch im tatsächlichen Praktikum konfrontiert werden könnten. Die Situationen wurden zu einem großen Teil aus einer Interviewstudie mit den Praktikumsbetreuenden der Grundlagenpraktika an der Universität Paderborn abgeleitet, die im Rahmen der Masterarbeit des Erstautoren durchgeführt wurde (Fröhleke, 2023). Dabei handelt es sich bei den Schilderungen um Situationen, deren Vorgehen nicht explizit im Praktikumsprotokoll beschrieben ist. Beispielhaft zu nennen ist hierbei das Ansetzen einer Lösung mit definierter Konzentration. Nach der Beschreibung können sich die Studierenden entscheiden, ob sie für die aufgeführte Problemstellung noch weitere Hilfestellungen benötigen oder sie der Überzeugung sind, die nötigen Kenntnisse zu besitzen, um diese eigenständig zu lösen. Sollten sie sich entscheiden, weitere Hilfestellungen zu benötigen, sind diese in prozedurales, deklaratives und metakognitives Wissen vorstrukturiert. Die Studierenden werden vorab durch eine Reflexionsfrage angeregt, ihr Vorwissen zu aktivieren, und können anschließend mit Hilfe eines Lösungsbeispiels ihren Kenntnisstand abgleichen. Um gezielt einzelne Unterkategorien der Hilfestellung, wie z.B. Hilfen zu den

mathematischen Berechnungen auszuwählen, können die Studierenden einen von jeder Folie erreichbaren Button nutzen, um zu einer Navigationsfolie zu gelangen.

Das OSA soll in geschlossenen, automatisch ausgewerteten Item-Formaten, wie Zahlen-, Texteingaben oder Multiple-Choice-Single-Select, deklaratives und prozedurales Wissen für grundlegende laborpraktische Handlungen erfassen. Diese Items werden für die Entwicklung des Tools in einer Online-Self-Assessment Plattform der Universität Paderborn implementiert. Während für das deklarative Wissen ein klassisches Vorgehen mit mehreren gruppierten Einzelitems zur Messung in einem Teilbereich angedacht ist, soll das prozedurale Wissen mit einer logischen Verknüpfung von Einzelitems erfasst werden. Die mögliche Struktur dieser Items funktioniert in drei Ebenen. Zuerst entscheiden sich die Studierenden grundlegend für ein Vorgehen. Im zweiten Schritt legen sie die Reihenfolge der sich ableitenden Teilschritte fest. Abschließend werden sie nach konkreten Entscheidungen in den Teilschritten befragt.

Geplante Evaluation

Die Evaluation des im vorherigen Abschnitt vorgestellten 360° Labors soll mit der Studierendenkohorte des Wintersemesters 2023/24 im Praktikum Allgemeine Chemie an der Universität Paderborn geschehen. Die Erhebung ist dabei mit einem experimentellen Design mit Interventions- und Kontrollgruppe geplant. Die Einteilung der Gruppen erfolgt durch das Bilden von Matched-Pairs aufgrund der Angaben innerhalb der Vorbefragung. Diese findet vor dem Beginn der Vorbereitungsphase statt. Die Teilnehmenden der Experimentalgruppe erhalten ergänzend zu den Vorbereitungsmaterialien des Kurses Zugang zum entwickelten 360° Labor. Nach der Vorbereitungsphase wird zu Beginn und am Ende der dreiwöchigen Praktikumszeit in einer Zwischen- und Abschlusserhebung der Effekt des 360° Labors betrachtet. Innerhalb der Erhebungen beantworten die Studierenden zum einen Fragebögen zu dem für die Inhalte des 360° Labors relevanten konzeptuellen und prozeduralen Wissen der Studierenden. Neben dem für die laborpraktische Arbeit benötigten Wissen wird mit Hilfe von zwei weiteren Fragebögen die wahrgenommene Angst und die Motivation durch eine Selbstauskunft der Studierenden erfasst. Die empfundene Angst wird dabei mit Hilfe des „Chemistry Laboratory Anxiety Instrument“ (Bowen, 1999) erhoben, während die Motivation der Studierenden mit Rückbezug auf die *situated expectance-value theory* (Eccles & Wigfield, 2020) erfasst wird. Im Unterschied zu den anderen beiden Messzeitpunkten sollen die Studierenden in der Abschlussbefragung retrospektive Angaben zu den aufgeführten affektiven Variablen machen.

Literatur

- Agustian, H. Y. & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518–532. <https://doi.org/10.1039/C7RP00140A>
- Atabek-Yigit, E. & Senoz, A. B. (2021). What does students' recognition of procedural mistakes in the chemistry laboratory tell us? *Pedagogies: An International Journal*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/1554480X.2021.1975544>
- Averbeck, D. (2021). Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. Der Einfluss kognitiver und affektiv-motivationaler Variablen. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 308. Logos Verlag. <https://content-select.com/de/portal/media/view/620a6bbe-6a6c-4b5d-925c-4f40b0dd2d03>
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R. J. (2015). Beyond Dichotomies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Bowen, C. W. (1999). Development and Score Validation of a Chemistry Laboratory Anxiety Instrument (Clai) for College Chemistry Students. *Educational and Psychological Measurement*, 59(1), 171–185. <https://doi.org/10.1177/0013164499591012>
- Busker, M., Parchmann, I. & Wickleder, M. (2010). Eingangsvoraussetzungen von Studienanfängern im Fach Chemie. *CHEMKON* 17(4), 163–168. <https://doi.org/10.1002/ckon.201010134>
- Clemons, T. D., Fouché, L., Rummey, C., Lopez, R. E. & Spagnoli, D. (2019). Introducing the first year laboratory to undergraduate chemistry students with an interactive 360° experience. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1491–1496. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00861>
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Epistemological Development and Its Impact on Cognition in Academic Domains*, 61, 101859. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- Fadzil, H. M. & Saat, R. M. (2017). Exploring students' acquisition of manipulative skills during science practical work. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(8), 4591–4607. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00953a>
- Fleischer, J., Leutner, D., Brand, M., Fischer, H., Lang, M., Schmiemann, P. & Sumfleth, E. (2019). Vorhersage des Studienabbruchs in naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22(5), 1077–1097. <https://doi.org/10.1007/s11618-019-00909-w>
- Fröhleke, C. (2023). Problemorientierte Handlungssituation im Chemielabor - Eine Expert*innenbefragung [Unveröffentlichte Masterarbeit]. Universität Paderborn, Paderborn.
- Reid, N. & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172–185. <https://doi.org/10.1039/B5RP90026C>
- Schwedler, S. (2017). Was überfordert Chemiestudierende zu Studienbeginn? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 165–179. <https://doi.org/10.1007/s40573-017-0064-5>
- Zusho, A., Arbor, A. & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1081–1094.