

Besim Enes Bicak¹
Cornelia Borchert¹
Kerstin Höner¹

¹Technische Universität Braunschweig

Erklärvideos zur Erkenntnisgewinnung als Scaffolding im Laborpraktikum

Einleitung. Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung gelten als Schlüsselkompetenzen bei der Bewältigung alltäglicher und gesellschaftlicher Probleme (KMK, 2005 & 2020). In der praktischen, fachwissenschaftlichen Lehre im Chemiestudium finden sich jedoch überwiegend kochrezeptartige Experimentiervorschriften, durch die vorrangig handwerkliche Fähigkeiten geschult werden (Fischer, 2017). Um angehende Chemielehrkräfte so auszubilden, dass sie den späteren Anforderungen der Vermittlung von Erkenntnisgewinnung gerecht werden, wurde im Projekt PEGASUS (Problemlösen zur Förderung von Erkenntnisgewinnung und Arbeitsweisen bei Studentinnen und Studenten des Lehramts Chemie) an der Technischen Universität Braunschweig das Lehramtspraktikum „Organische Chemie 0“ hin zu einem Erkenntnisgewinn anleitenden Praktikum umgestaltet. In Ergänzung geöffneter Experimente (Bicak et al., 2022) wurden Videos zum Erkenntnisprozess implementiert und deren Wirksamkeit untersucht (Bicak et al., under review).

Theoretischer Hintergrund. Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung wird in der Lehre üblicherweise als ein idealtypischer wissenschaftlicher Erkenntnisprozess zur Bildung von Theorien vermittelt (Stiller et al., 2020). Sie kann als ein komplexer Problemlöseprozess beschrieben werden, bei dem i.d.R. ausgehend von einem Problem Hypothesen formuliert, begründet und experimentell überprüft werden (Mayer, 2007). Teilbereiche der Erkenntnisgewinnung sind u.a. *Fragestellungen entwickeln, Hypothesen generieren, Experimente planen, Beobachten/Messen, Daten aufbereiten* und *Schlussfolgerungen ziehen* (Kambach, 2018, Nawrath et al., 2011). Bei Lehramtsstudierenden naturwissenschaftlicher Fächer sind u. a. Schwierigkeiten beim Entwickeln von Fragestellungen und Generieren von Hypothesen (Khan & Krell, 2019; Kambach, 2018) feststellbar. Auch Kontrollexperimente bei der Planung von Experimenten werden oft zu wenig berücksichtigt (Hilfert-Rüppell et al., 2013). Die Defizite werden u. a. auf die praktische universitäre (Lehrkräfte-)Bildung Fächern zurückgeführt, die vor allem durch kochrezeptartige Versuche geprägt ist, bei denen der Erkenntnisprozess gegenüber der Einübung handwerklicher Techniken in den Hintergrund tritt (z.B. Kambach, 2018; Bretz et al., 2013). Als Fördermöglichkeiten werden u.a. Laborpraktika mit stärker geöffneten Experimenten (Etkina et al., 2010; Khaparde, 2019) und mit zusätzlichem kognitiven Scaffolding (Bruckermann et al., 2017) diskutiert.

Bei Scaffolds handelt es sich um gerüstartige Unterstützungen zu Lernprozessen durch Bereitstellung von Anleitungen, Denkanstößen und anderen Hilfestellungen. Bspw. im voranschreitenden Experimentierprozess sollen Lernende diese Unterstützungen immer weniger benötigen, um sich in dem Kontext zurechtzufinden (Stangl, 2022). In der Literatur zeigt sich für den Effekt des Einsatzes von Erklärvideos als Scaffolding in naturwissenschaftlichen Praktika kein einheitliches Bild. Positive Effekte finden sich bspw. im Hinblick auf das Fachwissen (Varnai & Reinhold, 2018) und die

Fähigkeitsselbsteinschätzungen (Singh, 2004). Weiterhin können Videos auch zur Vorstrukturierung von Problemlöseprozessen dienen (Kaiser & Mayer, 2019). Lewis (1995) hingegen konnte keine Verbesserung der Laborleistungen feststellen, wenngleich die Studierenden die Videos gut bewerteten und für lernwirksam hielten.

Projekt PEGASUS und Einsatz der Erklärvideos. Um naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung im Laborpraktikum „Organische Chemie 0“ zu fördern, wurden 8 der 25 kochrezeptartigen Praktikumsversuche zu geöffneten Experimenten verschiedener Öffnungsgrade umgestaltet (Bicak et al., 2022) und 8 Erklärvideos zur Erkenntnisgewinnung als Scaffold implementiert. Jedes Video thematisiert einen der sechs o. g. Teilbereiche, wobei der Teilbereich *Experiment planen* aufgrund seines großen Umfangs dreigeteilt ist in *Experiment planen: allgemein, Blind- und Vergleichsproben* und *Variablenkontrolle*. Sie wurden unter Berücksichtigung der Cognitive Load Theory (Sweller, 2011) und der Cognitive Theory of Multimedia Learning (Mayer, 2014) entwickelt, sind angepasst an die zu erwartenden Vorkenntnisse entsprechend des Studienverlaufs der Studierenden und die Praktikumsinhalte und haben je eine Dauer von drei bis fünf Minuten. Jedes Erklärvideo wird als Vorbereitung auf eines der weiter geöffneten Experimente geschaut. Der im Video thematisierte Teilbereich wird in einem Kolloquium mit den Laborassistent*innen besprochen, bevor die Anwendung in einem konkreten Experiment folgt (Bicak et al., 2022).

Fragestellung und Hypothese. Da die Forschungserkenntnisse zur Wirksamkeit von Videos in Laborpraktika uneindeutig sind, wird der Frage nachgegangen, welchen Einfluss Videos auf das experimentelle Fähigkeitsselbstkonzept der Studierenden haben. Es wird angenommen, dass eine Treatmentgruppe (TG), die Erklärvideos zur Erkenntnisgewinnung erhält, höhere Zuwächse der Fähigkeitsselbsteinschätzungen aufweist als eine Alternativtreatmentgruppe (ATG), die zum Zwecke der motivationalen Gleichbehandlung Erklärvideos zu einer anderen Thematik erhält.

Forschungsdesign. Um den Effekt der Erklärvideos zur Erkenntnisgewinnung auf die Fähigkeitsselbsteinschätzung zu ermitteln, wurde eine Interventionsstudie im Prä-Post-Design durchgeführt. Die Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Studierenden zu den Teilbereichen der Erkenntnisgewinnung wurden mittels Single-Choice-Test auf einer fünfstufigen Ratingskala (1 = --; 2 = -; 3 = 0; 4 = +; 5 = ++; alternative Antwort: „weiß nicht“) vor und nach dem Praktikum erhoben (vgl. Bicak et al., under review). Um die Wirksamkeit des Erklärvideoeinsatzes zu überprüfen wurde eine Treatmentgruppe (TG; n = 20) und eine Alternativtreatmentgruppe (ATG; n = 14) gebildet. Beide Gruppen absolvierten das umstrukturierte Praktikum mit geöffneten Experimenten. Die TG erhielt die Erklärvideos zur Erkenntnisgewinnung. Die ATG erhielt anstelle dessen Erklärvideos zu labormethodischen Tätigkeiten.

Ergebnisse. Zur Überprüfung der Hypothese wurden zunächst die mittleren Zuwächse der Selbsteinschätzungen zwischen Prä- und Posttest beider Gruppen in den einzelnen Teilbereichen über das Praktikum hinweg ermittelt und anschließend ein Mann-Whitney-U-Test als Gruppenvergleich angeschlossen (s. Tab. 1).

Tab. 1: Mittlere Zuwächse der Fähigkeitsselbsteinschätzungen und Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests

Selbsteinschätzung	TG			ATG			Z	p
	n	MW	SD	n	MW	SD		
Forschungsfrage	19	0,95	0,85	13	0,54	1,61	-0,862	,199
Hypothesen	20	0,45	1,23	12	0,25	0,97	-0,646	,262
Blindprobe	18	0,67	0,84	13	0,62	1,04	-0,171	,434
Beobachten/Messen	20	0,30	0,80	13	0,23	0,60	-0,042	,501
Daten aufbereiten	20	0,10	0,45	13	0,38	0,65	-1,305	,132
Schlussfolgerung	20	0,30	0,73	13	0,23	0,73	-0,301	,433

Anmerkung: Stichprobengröße *n*, Mittelwert *MW*, Standardabweichung *SD*; Wert der Z-Verteilung und exakte Signifikanz *p* des Mann-Whitney-U-Tests.

Die Ergebnisse in Tab. 1 zeigen positive Zuwächse in allen Teilbereichen bei beiden Gruppen. Die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests zeigen, dass die Zuwächse der TG in den einzelnen Teilbereichen nicht signifikant größer sind als die der ATG.

Diskussion und Fazit. Über das Praktikum mit geöffneten Experimenten hinweg sind in beiden Gruppen Zuwächse der Fähigkeitsselbsteinschätzungen in allen Teilbereichen feststellbar, die jedoch unterschiedlich groß ausfallen. Darüber hinaus lassen die Ergebnisse des Gruppenvergleichs nicht auf einen signifikanten Effekt der Erklärvideos zur Erkenntnisgewinnung schließen, obwohl die Videoinhalte an das Vorwissen der Studierenden und die Praktikumsinhalte angepasst worden sind. Die Hypothese muss verworfen werden. Weiterhin bedeuten diese Ergebnisse, dass die praktische Laborarbeit für die Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Erkenntnisgewinnung bedeutsam ist und die Zuwächse auf das Praktikumskonzept in seiner Gesamtheit inkl. der geöffneten Experimente zurückzuführen ist.

Die Ergebnisse sind nicht allgemeingültig, da nur ein Praktikum an einer Universität betrachtet und mittels Gelegenheitsstichproben untersucht worden ist (vgl. Bicak et al., 2021).

Verglichen mit den Erkenntnissen von Singh (2004) kann formuliert werden, dass der Einsatz von Erklärvideos nicht per se zu einer Förderung der Fähigkeitsselbsteinschätzungen führt. Ergänzend dazu bietet sich eine Betrachtung des Effekts der Erklärvideos auf die Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung an.

Im weiteren Verlauf der Beforschung können im Wesentlichen noch zwei Punkte verändert werden. Zum einen können die Erklärvideos noch einmal hinsichtlich ihrer Qualität bearbeitet und optimiert werden. Dafür empfiehlt sich bspw. eine kriteriengeleitete Herangehensweise (z. B. Kulgemeyer, 2018). Weiterhin kann das Praktikum mit gezielteren und individuelleren Scaffolding-Maßnahmen ergänzt werden, um die Studierenden besser zu fördern und mittels größerer Stichproben die Effekte der Interventionsanteile zu beleuchten.

Literatur

- Bicak, B. E., Borchert, C. E. & Höner, K. (2021b). Measuring and fostering preservice' chemistry teachers scientific reasoning competency. *Education Sciences*, 11 (9), 496. <https://doi.org/10.3390/educsci11090496>
- Bicak, B. E., Borchert, C. & Höner, K. (2022). Öffnung fachwissenschaftlicher Versuchsvorschriften zur Förderung von Erkenntnisgewinnung im organisch-chemischen Laborpraktikum. *Chemkon*. Artikel ckon.202200024. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1002/ckon.202200024>
- Bicak, B. E., Borchert, C. & Höner, K. (under review). Wirksamkeit von Erklärvideos zur Förderung erkenntnis- und labormethodischer Fähigkeiten. Eingereicht.
- Bretz, S. L., Fay, M., Bruck, L. B. & Towns, M. H. (2013). What faculty interviews reveal about meaningful learning in the undergraduate chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 90(3), 281–288. <https://doi.org/10.1021/ed300384r>
- Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Jordan, R. & Hmelo-Silver, C. E. (2010). Design and Reflection Help Students Develop Scientific Abilities. *Learning in Introductory Physics Laboratories*. *Journal of the Learning Sciences*, 19 (1), 54–98. <https://doi.org/10.1080/10508400903452876>
- Fischer, R. A. (2017). Den Pulsschlag der Chemie fühlen - schon im Grundpraktikum. *Angew. Chem.* 129(27),
- Hilfert-Rüppell, D.; Looß, M.; Klingenberg, K.; Eghtessad, A.; Höner, K.; Müller, R.; Strahl, A.; Pietzner, V. (2013). Scientific reasoning of prospective science teachers in designing a biological experiment. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 6, 135–154.
- Kaiser, I. & Mayer, J. (2019). The Long-Term Benefit of Video Modeling Examples for Guided Inquiry. *Frontiers in Education*, 4, 11. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00104>
- Kambach, M. (2018). Experimentierprozesse von Lehramtsstudierenden der Biologie: Eine Videostudie. *Logos*.
- Khaparde, R. (2019). Experimental problem solving. A plausible approach for conventional laboratory courses. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286, 12031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012031>
- Kulgemeier, C. (2018). Wie gut erklären Erklärvideos? Ein Bewertungsleitfaden. *Computer + Unterricht* 109, 8-11.
- (KMK) Kultusministerkonferenz (2005). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Luchterhand.
- (KMK) Kultusministerkonferenz (2020). Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. Wolters Kluwer.
- Lewis, R. A. (1995). Video introductions to laboratory. Students positive, grades unchanged. *American Journal of Physics*, 63 (5), 468–470. <https://doi.org/10.1119/1.17914>
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (Second edition). Cambridge University Press.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Eds.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer, 177-180
- Nawrath, D., Maiseyenka, V. & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz. Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *PdN Physik* 60(6), 42–49.
- Singh, C. (2004). Interactive video tutorials for enhancing problem-solving, reasoning, and meta-cognitive skills of introductory physics students. *AIP Conference Proceedings*, 720, 177–180.
- Stangl, W. (2022, 2. September). [scaffolding](https://lexikon.stangl.eu/13399/scaffolding). *Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik*. <https://lexikon.stangl.eu/13399/scaffolding>.
- Stiller, C., Allmers, T., Habigsberg, A. Stockey, A. & Wilde, M. (2020). Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften: Von der Hypothese zur Theorie. *Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung*, 28-39. <https://doi.org/10.4119/pflb-3302>
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Varnai, A. S. & Reinhold, P. (2018). Experimentelle Praktika mit Erklärvideos optimieren. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie - und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (Bd. 38, S. 360–363). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP).