

Wirksamkeit einer Fortbildung zum selbstgesteuerten Experimentieren

Theoretischer Hintergrund

Offene Experimentierformen sind mittlerweile zentrale Bestandteile der bayerischen Lehrpläne (vgl. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung [ISB], 2020) und werden in den nationalen Bildungsstandards im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, der das Nutzen von experimentellen Untersuchungsmethoden sowie Modellen umfasst, abgebildet (KMK, 2005, 2020). An deutschen Schulen wird das Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht zumeist mittels Lehrerdemonstrationsversuchen sowie instruktionsorientierten Schülerexperimenten umgesetzt (Roth et al., 2006; Seidel et al., 2006; Tesch & Duit, 2004). Dies spiegelt sich auch in den Analysen der Unterrichtsmuster im Rahmen der PISA-Studie 2015 wider, bei denen 80,2 % der befragten deutschen Lernenden einen naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten, der wenig Möglichkeiten zur Planung von Experimenten bietet (Schiepe-Tiska et al., 2016). Lehrkräfte führen beispielsweise den vermeintlich höheren Zeitaufwand, möglichen Kontrollverlust sowie Sicherheitsbedenken als Hinderungsgründe für die Implementierung des selbstgesteuerten Experimentierens in die Schulpraxis auf (Detters, 2004, 2005; Fitzgerald, Danaia & McKinnon, 2019; Newman et al., 2004). Dennoch weisen aktuelle empirische Studien darauf hin, dass eine auf die Lerngruppe angepasste Öffnung von Experimenten sich u. a. positiv auf das prozedurale Wissen und den Fachwissenszuwachs der Lernenden auswirken kann (Blanchard et al., 2010; Bunterm et al., 2014; Minner, Levy & Century, 2010; Sadeh & Zion, 2009). Trotzdem wird häufig kritisiert, dass stark geöffnete Experimentierformen die Lernenden überfordern können (Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Dabei ist zu beachten, dass in der chemiedidaktischen Domäne das selbstgesteuerte Experimentieren nicht eindeutig klassifiziert werden kann (T. Bell, Urhahne, Schanze & Ploetzner, 2010; Cuevas, Lee, Hart & Deaktor, 2005). Dies lässt sich vor allem auf die unterschiedlichen Begrifflichkeiten, wie z.B. „open inquiry“ (R. L. Bell, Smetana & Binns, 2005) oder „authentic inquiry“ (Chinn & Malhotra, 2002), zurückführen, die je nach Autoren andere Öffnungsgrade beim Experimentieren implizieren (Baur & Emden, 2020). Dennoch lässt sich eine Tendenz bei der Beschreibung des selbstgesteuerten Experimentierens aufzeigen, bei der entweder über die Aktivitäten der Lernenden oder über den Lehrerzentrierungsgrad klassifiziert wird (Rönnebeck, Bernholt & Ropohl, 2016). Um die Implementierung des selbstgesteuerten Experimentierens in die Unterrichtspraxis zu fördern, wurde im Rahmen dieses Forschungsvorhabens eine Lehrkräftefortbildung zur Förderung der Planungskompetenz von selbstgesteuerten Experimenten im Chemieunterricht entwickelt. Dabei lässt sich die Planungskompetenz im Professionswissen der Lehrkräfte in der Domäne des fachdidaktischen Wissens (PCK) verorten, wobei die Fortbildungsmaßnahme speziell die Komponenten „Plan“ und „Reflection on Action“ des Enacted PCK (ePCK) im Refined Consensus Modell nach Carlson und Daehler (2019) intendiert. Um die Lehrkräfte bei der Planung von selbstgesteuerten Experimenten zu unterstützen, wurde im Zuge der Fortbildung ein innovatives und literaturbasiertes Strukturierungskonzept vorgestellt, mit dem die Teilnehmenden einerseits selbstgesteuerte Experimente planen können, andererseits bereits bestehende geschlossene Experimente beliebig öffnen können.

Ziele, Forschungsfragen und Methoden

Das primäre Ziel dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung und Evaluierung einer eintägigen Fortbildung für Lehrkräfte der Sekundarstufe zur Förderung der Planungskompetenz hinsichtlich selbstgesteuerter Experimente. Dabei wird begleitend zur Fortbildung mit einem Prä-Post-Follow-Up-Design das fachdidaktische Wissen der Teilnehmenden bezüglich der Planung von selbstgesteuerten Experimenten empirisch überprüft. Dazu wurde ein Messinstrument im Multiple-Choice–Multiple-Select-Format entwickelt, dessen Items auf die vermittelten Fortbildungsinhalte zugeschnitten und literaturbasiert sind. Im Rahmen der Pilotstudien mit insgesamt 57 Teilnehmenden wurde die Güte des Messinstruments überprüft und der Fragebogen entsprechend in mehreren Schritten weiterentwickelt.

Im Zuge des Forschungsprojekts sind folgende Forschungsfragen (F) aufgestellt worden:

- F 1: Kann die Maßnahme einen fachdidaktischen Wissenszuwachs der teilnehmenden Lehrkräfte im Bereich der Planung von selbstgesteuerten Experimenten nachhaltig fördern?
- F 2: Kann der neuentwickelte Test das fachdidaktische Wissen der Teilnehmenden hinsichtlich der Planung von selbstgesteuerten Experimenten reliabel erfassen?

Erste vorläufige Ergebnisse der Hauptstudie

Die Pilotstudie II sowie die Hauptstudie zeigen weder im Inhalt noch im Messinstrument Unterschiede auf, sodass für die Auswertungen die generierten Daten beider Stichproben zusammengefasst werden. Hierbei weisen die ersten Auswertungen mit 67 Probanden darauf hin, dass der selbst entwickelte Test mit einem Cronbachs Alpha von .81 reliabel zu sein scheint. Die Fortbildungsteilnehmer erreichen im Zuge eines Prä-Post-Vergleichs einen höchst signifikanten Lernzuwachs (Abb. 1) mit einer mittleren Effektstärke ($t(66) = -4.67, p < .001, d = .57$).

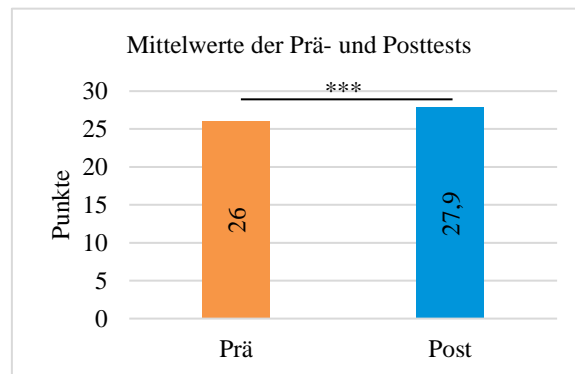


Abb. 1: Mittelwerte der Prä- und Posttests

Die einfaktorielle ANOVA mit Messwiederholung mit 16 teilnehmenden Lehrkräften ergibt einen hoch signifikanten Unterschied zwischen den drei Messungen (Abb. 2) mit einer großen Effektstärke auf ($F(2,30) = -6.959, p = .003, \eta^2 = .317$). Ein Bonferroni korrigierter post-hoc Test weist einen hoch signifikanten Unterschied zwischen dem Prä- und Posttest mit einer

mittleren Effektstärke auf ($p = .004$, $f = .33$). Jedoch kann kein signifikanter Unterschied zwischen Post- und Follow-Up-Test beobachtet werden. Dies könnte ein Hinweis auf das langfristige Behalten des neu erlernten fachdidaktischen Wissens bezüglich der Planung von selbstgesteuerten Experimenten sein.

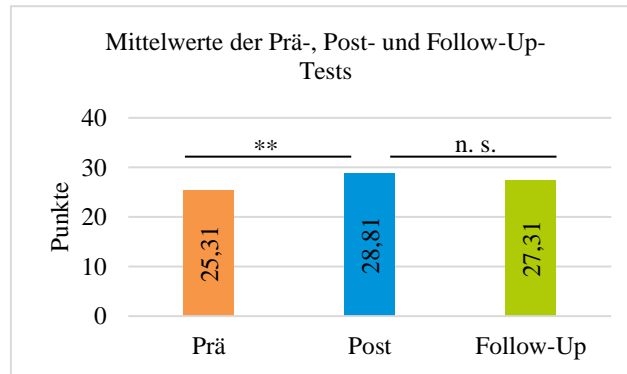


Abb. 2: Mittelwerte der Prä-, Post- und Follow-Up-Tests

Ausblick

Zum Abschluss des Projekts erfolgt eine Validierung des Messinstruments anhand des fachdidaktischen Test von Backes, Sumfleth und Tepner (2012) im Rahmen eines Studierendenseminars, welches ebenfalls die Planungskompetenz der Teilnehmenden hinsichtlich selbstgesteuerter Experimente schulen soll.

Literatur

- Backes, A., Sumfleth, E. & Tepner, O. (2012). *Test zum experimentell-fachdidaktischen Wissen von Chemielehrkräften*. unveröffentlicht, Essen.
- Baur, A. & Emden, M. (2020). How to open inquiry teaching? An alternative teaching scaffold to foster students' inquiry skills. *Chemistry Teacher International*. <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0013>
- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S. & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349–377.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>
- Bunterm, T., Lee, K., Ng Lan Kong, J., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattanavongsa, J. et al. (2014). Do Different Levels of Inquiry Lead to Different Learning Outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937–1959. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.886347>
- Carlson, J. & Daehler, K. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (77-92). Singapore: Springer Singapore.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218. <https://doi.org/10.1002/sce.10001>

- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J. & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337–357.
<https://doi.org/10.1002/tea.20053>
- Deters, K. (2004). Inquiry in the Chemistry Classroom. Tips for implementing inquiry-based chemistry labs. *The Science Teacher*, 71(10). Zugriff am 04.08.2020.
- Deters, K. (2005). Student Opinions Regarding Inquiry-Based Labs. *Journal of Chemical Education*, 82(8), 1178. <https://doi.org/10.1021/ed082p1178>
- Fitzgerald, M., Danaia, L. & McKinnon, D. H. (2019). Correction to: Barriers Inhibiting Inquiry-Based Science Teaching and Potential Solutions: Perceptions of Positively Inclined Early Adopters. *Research in Science Education*, 49(2), 567. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9812-x>
- Kipnis, M. & Hofstein, A. (2008). The Inquiry Laboratory as a Source of Development of Metacognitive Skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 601–627.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985sep4102_1
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Beschluss vom 16.12.2004* (Beschlüsse der Kultusministerkonferenz). München: Wolters Kluwer.
- KMK. (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss vom 18.06.2020*.
- Minner, D., Levy, A. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Newman, W. J., Abell, S. K., Hubbard, P. D., McDonald, J., Otaala, J. & Martini, M. (2004). Dilemmas of Teaching Inquiry in Elementary Science Methods. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), 257–279. <https://doi.org/10.1023/B:JSTE.0000048330.07586.d6>
- Rönnebeck, S., Bernholt, S. & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Roth, K. J., Druker, S. L., Garnier, H. E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T. et al. (2006). *Teaching Science in Five Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study Statistical Analysis Report (NCES 2006-011)*. Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.
- Sadeh, I. & Zion, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1137–1160. <https://doi.org/10.1002/tea.20310>
- Schiepe-Tiska, A., Schmidner, S., Müller, K., Heine, J.-H., Knut, N. & Lüdtke, O. (2016). Naturwissenschaftlicher Unterricht in Deutschland in PISA 2015 im internationalen Vergleich. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 133–176). Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M. et al. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 799–821.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (2020, 24. Mai). *LehrplanPLUS - Gymnasium - 8 - Chemie - Fachlehrpläne*. Zugriff am 24.05.2020. Verfügbar unter <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/8/chemie>
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69.