

## **Evaluation einer Fortbildung zum selbstgesteuerten Experimentieren**

### **Theoretischer Hintergrund**

Für einen zeitgemäßen Chemieunterricht wird u. a. der Einsatz von offenen Experimentierformen durch die deutschen Bildungsstandards im Fach Chemie gefordert (KMK, 2005, 2020). Zwar können im deutschen naturwissenschaftlichen Unterricht hohe Anteile an experimentierspezifischen Phasen beobachtet werden, dennoch inkludieren diese zumeist eher kochbuchartige Schüler- oder Lehrerdemonstrationsexperimente (Stiller, 2015; Tesch & Duit, 2004). Die Analysen der Unterrichtsmuster im Zuge der PISA-Studie 2015 bestätigen diese Befunde und zeigen auf, dass 80,2 % der befragten deutschen Lernenden einen naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten, der wenig Chancen zur selbstständigen Entwicklung von Experimenten bietet (Schiepe-Tiska et al., 2016). Trotz der Kritik der möglichen Überforderung der Lernenden bei offenen Experimentierformen (Kirschner et al., 2006), weisen aktuelle Metaanalysen darauf hin, dass angemessene Öffnungen von Experimenten u. a. einen positiven Effekt auf den Fachwissenszuwachs und das prozedurale Wissen haben (Lazonder & Harmsen, 2016; Minner et al., 2010). Als Hinderungsgründe für die Durchführung von selbstgesteuerten Experimentierformen im Unterricht führen Lehrkräfte beispielsweise den vermeintlich höheren Zeitaufwand sowie fehlendes Wissen an (Fitzgerald et al., 2019; Newman et al., 2004). Das selbstgesteuerte Experimentieren lässt sich in den Naturwissenschaften aufgrund der Verwendung von unterschiedlichen Begriffen zur Beschreibung von Öffnungsgraden, wie z. B. „open inquiry (R. L. Bell et al., 2005)“ oder „open-ended inquiry (Hofstein et al., 2019)“, nicht eindeutig definieren (T. Bell et al., 2010). Dennoch lässt sich eine Tendenz bei der Beschreibung offener Experimentierformen ableiten, bei der einerseits über die Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler, andererseits über den Grad der Lehrkräftezentrierung klassifiziert wird (Rönnebeck et al., 2016). Um den Anteil selbstgesteuerter Experimente im Chemieunterricht zu erhöhen, wurde im Rahmen dieses Forschungsvorhabens eine Fortbildung zur praxisorientierten Planung von selbstgesteuerten Experimenten im Chemieunterricht für Lehrkräfte der Sekundarstufe entwickelt. Die Förderung der Komponenten Planung und Reflexion des sog. enacted PCK (ePCK) im „Refined Consensus Modell“ nach Carlson et al. (2019) standen hier Fortbildung im Vordergrund. Die Lehrkräftefortbildung wurde hinsichtlich der ersten und zweiten Evaluationsebenen nach Lipowsky (2010) evaluiert, welche die Zufriedenheit und Akzeptanz aus Sicht der Teilnehmenden sowie die Erweiterung der Lehrerkognition intendieren.

Die Fortbildung wurde mittels der möglichen Merkmale für effektive naturwissenschaftsdidaktische Lehrkräftefortbildungen, wie die Einbindung der Teilnehmenden in die praktische Experimentierphasen (Capps et al., 2012), konzipiert. Zur Unterstützung der Lehrkräfte wurde im Zuge der Fortbildung ein innovatives und literaturbasiertes Strukturierungskonzept vorgestellt. Mit diesem Konzept können einerseits selbstgesteuerte Experimente geplant werden, andererseits können bestehende imitatorische Versuche zu selbstgesteuerten Experimenten mit beliebigen Öffnungsgraden für Lerngruppen modifiziert werden (Ehlert & Tepner, 2020).

### **Ziele, Forschungsfragen und Methoden**

Das Ziel dieses Forschungsprojekts war die Entwicklung und Evaluierung einer eintägigen Fortbildung für Chemielehrkräfte der Sekundarstufe zur Förderung der Planungskompetenz bezüglich selbstgesteuerter Experimente. Begleitend wurde die Entwicklung des fachdidaktischen Wissens der Teilnehmenden hinsichtlich der Planungskompetenz von selbstgesteuerten Experimenten in einem Prä-Post-Follow-Up-Design empirisch untersucht. Zur Erfassung des fachdidaktischen Wissens wurden ein Messinstrument im Multiple-Choice–Multiple-Select-Format schrittweise entwickelt und die Güte des Messinstruments evaluiert. Die Validierung des Tests zur Planungskompetenz von selbstgesteuerten Experimenten erfolgte anhand des fachdidaktischen Tests von Backes et al. (2012) im Zuge eines Studierendenseminars, das ebenfalls die Planungskompetenz der Teilnehmenden hinsichtlich selbstgesteuerter Experimente mit einem ähnlichem Konzept förderte (Seiler & Tepner, 2020). Die Evaluation der Akzeptanz und Zufriedenheit der Teilnehmenden mit der Fortbildung erfolgte mittels der adaptierten Fragebögen von Schmitt (2016) und Telser (2019).

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden folgende Forschungsfragen (F) aufgestellt:

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

### **Ergebnisse**

Die 43 Fortbildungsteilnehmenden der Hauptstudie erreichten im Zuge eines Prä-Post-Vergleichs einen höchst signifikanten Lernzuwachs mit einer mittleren Effektstärke ( $Z = -2.98$ ,  $p = .003$ ,  $r = .45$ ). Eine einfaktorielle ANOVA mit Messwiederholung mit 14 teilnehmenden Lehrkräften erfasste einen höchst signifikanten Unterschied zwischen den drei Messungen mit einer großen Effektstärke ( $F(2,26) = -10.18$ ,  $p = .001$ ,  $\eta^2 = .430$ ). Ein Bonferroni korrigierter post-hoc Test wies einen hoch signifikanten Unterschied zwischen dem Prä- und Posttest mit einer großen Effektstärke auf ( $p = .003$ ,  $f = .88$ ). Zudem konnte ein signifikanter Unterschied zwischen dem Prä- und Follow-Up-Test mit einer großen Effektstärke gemessen werden ( $p = .016$ ,  $f = .88$ ). Ein signifikanter Unterschied zwischen Post- und Follow-Up-Test konnte nicht aufgezeigt werden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das in der Fortbildung erworbene Wissen langfristig behalten wurde.

Der Test zur experimentellen Planungskompetenz wies im Rahmen der Hauptstudie einen guten Cronbachs Alpha-Wert von .827 auf. Zudem schien der Test valide zu sein. Außerdem zeigte eine Rasch-Analyse, dass die Items das zu erfassende Konstrukt in der Gesamtheit akzeptabel abbildeten. Die Lehrkräftefortbildung wurde zudem durch die Teilnehmenden hinsichtlich der Zufriedenheit und der Akzeptanz in der Gesamtheit positiv beurteilt.

### **Literatur**

- Backes, A., Sumfleth, E. & Tepner, O. (2012). *Test zum experimentell-fachdidaktischen Wissen von Chemielehrkräften* [unveröffentlicht]. Essen.
- 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.
- Capps, D. K., Crawford, B. A. & Constan, M. A. (2012). A Review of Empirical Literature on Inquiry Professional Development: Alignment with Best Practices and a Critique of the Findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23(3), 291–318.
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Kam Ho Chan, K., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Henze-Rietveld, I., Hume, A., Kirschner, S., Liepertz, S., Loughran, J., Mavhunga, E., Neumann, K., Nilsson, P., . . . Wilson, C. D. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (Hrsg.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (S. 77–94). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2)
- Ehlert, L. & Tepner, O. (2020). Konzept zur Öffnung geschlossener Experimentieranleitungen in Chemie. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen: Jahrestagung in Wien 2019* (S. 868–871).
- 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>
- Hofstein, A., Dkeidek, I., Katchevitch, D., Nahum, T. L., Kipnis, M., Navon, O., Shore, R., Taitelbaum, D. & Mamlok-Naaman, R. (2019). Research on and Development of Inquiry-Type Chemistry Laboratories in Israel. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6-7), 514–523. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800056>
- 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.
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10): Beschluss vom 16.12.2004. Beschlüsse der Kultusministerkonferenz*. Wolters Kluwer.
- KMK. (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss vom 18.06.2020*.
- Lazonder, A. W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf: Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen: Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–72). Waxmann.
- 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.

- 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.
- 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>
- Schiepe-Tiska, A., Schmidtner, 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). Waxmann.
- Schmitt, A. (2016). *Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung* [Dissertation]. Logos Verlag Berlin GmbH, Berlin.
- Seiler, F. & Tepner, O. (2020). Evaluation eines Seminars zur Planung selbstgesteuerter Experimente. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen: Jahrestagung in Wien 2019* (S. 645–648).
- Stiller, J. (2015). *Scientific Inquiry im Chemieunterricht: Eine Videoanalyse zur Umsetzung von Erkenntnisgewinnungsprozessen im internationalen und schulstufenübergreifenden Vergleich*. Humbolt-Universität zu Berlin, Berlin.
- Telser, V. (2019). *Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen: Band 282*. Logos Verlag.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69.