

Konzept zur Öffnung geschlossener Experimentieranleitungen in Chemie

Theoretischer Hintergrund

Als zentrales Element im naturwissenschaftlichen Unterricht wird das Experimentieren zumeist in Form von Lehrerdemonstrationsversuchen sowie instruktionsorientierten Schülerexperimenten eingesetzt (Roth et al., 2006; Seidel et al., 2006; Tesch & Duit, 2004). Entsprechend geben in der PISA-Studie nur 12,8 Prozent der deutschen Schülerinnen und Schüler bei der Befragung nach den prozeduralen Lernaktivitäten an, dass sie in naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden selbstständig Experimente entwickeln dürfen. Mit diesem Ergebnis liegt Deutschland in dieser Kategorie unter dem OECD-Durchschnitt von 15,7 Prozent (Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al., 2016). Des Weiteren zeigen die Analysen der PISA-Studie 2015, dass deutsche Schülerinnen und Schüler nach der Skala „naturwissenschaftliche Forschung bewerten und Untersuchungen planen“ im internationalen Vergleich nur den 13. Platz belegen (Schiepe-Tiska, Schmidner et al., 2016). Diese Fähigkeiten sind laut den nationalen Bildungsstandards explizites Bildungsziel im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (KMK, 2005). Trotz der Kritik, dass stark geöffnete Experimentierformen zu Überforderungen bei den Schülerinnen und Schülern führen können (Kirschner, Sweller & Clark, 2006), weisen aktuelle Erkenntnisse der empirischen Lernforschung vermehrt darauf hin, dass die angemessene Öffnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnungsprozesse sich unter anderem positiv auf den Fachwissenszuwachs, das prozedurale Wissen sowie den metakognitiven Fähigkeiten der SuS auswirken können (Blanchard et al., 2010; Bunterm et al., 2014; Kipnis & Hofstein, 2008; Sadeh & Zion, 2009). Zur Förderung einer Implementierung des selbstgesteuerten Experimentierens in die Unterrichtspraxis wurde im Rahmen dieses Forschungsvorhabens eine Fortbildung zur Konzeption von selbstgesteuerten Experimenten im Chemieunterricht für Realschul- sowie Gymnasiallehrkräfte entwickelt. Hierbei soll die Planungskompetenz der Lehrkräfte bezüglich selbstgesteuerter Experimente gefördert werden. Die Planungskompetenz ist im Professionswissen der Lehrkräfte in der Domäne des fachdidaktischen Wissens (PCK) einzuordnen (Shulmann, 1986). Dabei wird mit der Fortbildungsmaßnahme intendiert die Komponenten „Plan“ und „Reflection on Action“ des Enacted PCK (ePCK) der Lehrkräfte zu schulen (Carlson & Daehler, 2019).

Ziele, Forschungsfragen und Methoden

Das Hauptziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung und Evaluierung einer eintägigen Fortbildung für Lehrkräfte des Gymnasiums und Realschule zur Förderung der Planungskompetenz hinsichtlich selbstgesteuerter Experimente. Die Eignung des Fortbildungskonzepts soll mit Hilfe eines selbst entwickelten Paper-Pencil-Tests im Prä-Post-Designs empirisch überprüft werden. Die Items des Fragebogens sind auf die vermittelten Fortbildungsinhalte zugeschnitten und literaturbasiert entwickelt worden. In jedem Item wird eine konkrete Experimentiersituation aus dem Unterricht dargestellt. Aus jeweils vier Handlungsoptionen kann per Multiple-Choice–Multiple-Select gewählt werden. Die Güte des Fragebogens wird im Zuge der Pilotstudie überprüft. Außerdem werden die in der Fortbildung entwickelten Entwürfe eines selbstgesteuerten Experiments mit einem Kodiermanual analysiert. Hierbei sollen die Ergebnisse der Lehrkräfte (Experten) mit der

Planungskompetenz von Chemie-Lehramtsstudierenden (Novizen) eines universitären Experimentierseminars verglichen werden (Seiler & Tepner, 2019).

Diese Ziele führen zu folgenden Forschungsfragen (F):

- F 1: Fördert die Maßnahme einen fachdidaktischen Wissenszuwachs der teilnehmenden Lehrkräfte im Bereich der Planung von selbstgesteuerten Experimenten?
- F 2: Erfasst der neuentwickelte Test das fachdidaktische Wissen der Teilnehmer hinsichtlich der Planung von selbstgesteuerten Experimenten?
- F 3: Unterscheidet sich die Planungskompetenz der Novizen und der Experten bei selbstgesteuerten Experimenten?

Fortbildungsinhalte und Strukturierungskonzept

Zu Beginn der Fortbildung erfolgt eine theoretische Verortung des Themas. Dies beinhaltet u.a. die Ziele und den Wandel des Experimentiereinsatzes sowie Wege des experimentellen Erkenntnisgewinnungsprozesses. Darüber hinaus werden Kennzeichen des selbstgesteuerten Lernens und Experimentierens aufgezeigt sowie empirische Befunde zum selbstgesteuerten Experimentieren beleuchtet. Zum theoretischen Input sind begleitend interaktive Arbeitsphasen für die Teilnehmer/innen integriert. Anschließend werden exemplarisch vier Beispielexperimente mit verschiedenen Öffnungsgraden von den Teilnehmer/innen praktisch erprobt. Des Weiteren wird im Zuge der Fortbildung anhand von Praxisbeispielen für den Unterricht ein innovatives und literaturbasiertes Strukturierungskonzept schrittweise vorgestellt. Mit diesem Konzept können einerseits selbstgesteuerte Experimente geplant und andererseits kochbuchartige Schulversuche zu selbstgesteuerten und kompetenzorientierten Schülerexperimenten mit beliebigen Öffnungsgraden modifiziert werden. Dabei werden auch praxisnahe Möglichkeiten zur Lernunterstützung beim Experimentieren, wie z.B. der Einsatz Hilfekarten oder Feedback, vorgestellt. Um die neuen Ideen in die Praxis umzusetzen, modifizieren die Teilnehmer/innen im Anschluss in Gruppenarbeit ein kochbuchartiges Experiment in ein selbstgesteuertes Experiment. Anhand eines Ratingbogens sollen sie abschließend ihre modifizierten Experimente auf ihren Offenheitsgrad einschätzen. Diese Einschätzung dient als Reflexionsgrundlage, sodass die Teilnehmer/innen ihre gesteckten Ziele bei der Modifizierung des kochbuchartigen Experiments überprüfen und diskutieren können.



Abb. 1: Strukturierungskonzept

Im Folgenden werden die wichtigsten Punkte des Strukturierungskonzepts (siehe Abb. 1) dargestellt. Nach der Auswahl eines Experiments erfolgt zu Beginn der Planung die Überprüfung der Umsetzungsmöglichkeiten des Experiments mit dem Fokus auf die Einhaltung der vorgegebenen Sicherheitsbestimmungen und schulischen Rahmenbedingungen. Anschließend wird auf fachinhaltlicher Ebene ein Öffnungsgrad ausgewählt. Hierbei bestehen konsistent im ganzen Strukturierungskonzept drei Wahlmöglichkeiten zur Öffnung des Experiments (geschlossen, vorskizziert oder keine/geringe Vorgaben). Eine starke Öffnung des Fachinhalts kann beispielsweise durch eine schülerzentrierte Auswahl eines Experiments zu einem bestimmten Thema im Rahmen einer Projektarbeit erfolgen. Im nächsten Schritt werden kurze strategische Vorüberlegungen getroffen, welchen Öffnungsgrad die Phasen des Experiments aufweisen sollen. Dabei ist zu erwähnen, dass nicht alle Phasen des Experiments den gleichen Öffnungsgrad erzielen

müssen, sondern je nach Lernpotential der Lerngruppe oder unterrichtlicher Ausrichtung bestimmte Schwerpunkte auf Experimentierphasen gesetzt werden können. Im letzten Schritt werden basierend auf den kurzen strategischen Vorüberlegungen für jede Phase des Experiments konkrete methodische Umsetzungsmöglichkeiten ausgewählt. Können die Schülerinnen und Schüler in der Phase der Versuchsplanung auf ein Labormaterialienpool mit nicht zielführenden Labormaterialien zurückgreifen, kann z.B. von einem mittleren Öffnungsgrad gesprochen werden. Abschließend sollte zur Differenzierung in heterogenen Lerngruppen bei der Planung eines selbstgesteuerten Experiments beachtet werden, dass Maßnahmen zur Lernunterstützung, z.B. in Form von Hilfekarten, für die Schülerinnen und Schüler angeboten werden. Zudem soll während der gesamten Planung das Lernpotential, wie z.B. die experimentelle Kompetenz und das fachliche Vorwissen der Schülerinnen und Schüler, berücksichtigt werden.

Erste vorläufige Ergebnisse der Pilotierung

Die ersten Auswertungen der Pilotstudie mit 33 Probanden weisen darauf hin, dass der selbst entwickelte Test mit einem Cronbachs Alpha von .76 reliabel zu sein scheint. Die Fortbildungsteilnehmer erreichen einen hoch signifikanten Lernzuwachs (siehe Abb. 2) mit einer mittleren Effektstärke ($t(32) = -3,38, p = .002, d = .59$). Die Prüfung der Validität anhand eines externen Kriteriums steht noch aus.

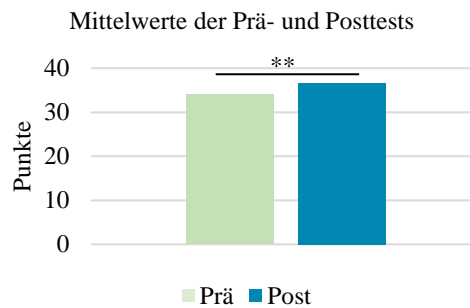


Abb. 2: Mittelwerte der Prä- und Posttests

Ausblick

Im weiteren Verlauf des Projekts werden das oben genannte Testinstrument und die Fortbildungsinhalte evaluiert und verbessert. Ab Anfang des Jahres 2020 soll die Hauptstudie beginnen.

Literatur

- 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.
- 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. Zugriff am 07.11.2018.
- 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/s15326985ep4102_1
- 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. Zugriff am 22.01.2019.
- 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., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidner, S., Parchmann, I. et al. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015 – Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 45–98). Münster: Waxmann.
- 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., Rimmele, 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. Zugriff am 28.01.2019.
- Seiler, F. & Tepner, O. (2019). Entwicklung eines Seminar-konzepts zur Planung von Experimenten. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018*.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Beschluss vom 16.12.2004* (Beschlüsse der Kultusministerkonferenz). München: Wolters Kluwer Deutschland GmbH.
- Shulmann, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14. Zugriff am 04.02.2019.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69. Zugriff am 29.01.2019.