

## **Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie**

### **Motivation und theoretischer Hintergrund**

Naturwissenschaftliche Bildung hat unter anderem den Anspruch, Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu vermitteln. Mayer definiert das kurz als das „Lernen wie wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und was naturwissenschaftliche Methodik und Aussagen charakterisiert (Mayer, 2007, S. 177).“ Die Erkenntnisgewinnungskompetenz ist international als explizites Bildungsziel von naturwissenschaftlichem Unterricht formuliert (Beschlüsse der Kultusministerkonferenz, 2005; National Research Council, 1996).

Empirische Studien zeigen allerdings immer wieder, dass Schülerinnen und Schüler im Regelfall über diese gewünschten Kompetenzen nicht oder nur unzureichend verfügen (Hammann, Phan, Ehmer & Bayrhuber, 2006; Walpuski & Schulz, 2011). Andererseits können experimentelle Kompetenzen mit geeigneten Unterrichtsmethoden und expliziter Förderung durchaus entwickelt werden (Heumann-Rupprecht, 2004; Hofstein, Navon, Kipnis & Mamlok-Naaman, 2005; Wahser & Sumfleth, 2008).

Als Definition von experimenteller Kompetenz kann vereinfacht die latente Fähigkeit zur regelbasierten Planung und Durchführung von Experimenten verstanden werden, die zur Klärung einer naturwissenschaftlichen Fragestellung dienen. (Eickhorst, Dickmann, Schecker, Theyssen & Neumann, 2015). In der hier vorliegenden Studie werden Experimente nach einem naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess betrachtet, wie er im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung der Bildungsstandards formuliert ist (Beschlüsse der Kultusministerkonferenz, 2005).

Die experimentelle Kompetenz von Schülerinnen und Schülern wurde schon mehrfach auf unterschiedliche Weise untersucht (Eickhorst et al., 2015; Hammann, 2004; Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt, 2003; Schreiber, 2012). In dieser Studie liegt der Fokus auf der experimentellen Kompetenz von Lehrkräften, die in einer mehrtägigen Fortbildung gefördert werden soll, da diese im Regelfall nachhaltiger sind (Lipowsky, 2010).

### **Ziele und Fragestellungen**

Vorrangiges Ziel des Projektes ist die Förderung derjenigen Kompetenzen von Chemielehrkräften, die zur Vermittlung eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozesses bedeutsam sind. Das Projekt soll ergänzend das Fachwissen der Lehrkräfte im Bereich Photokatalyse und Photoelektrochemie fördern. Hierfür wird eine Fortbildung zum schülerzentrierten Einsatz von Experimenten im Unterricht entwickelt und mittels Tests, Fragebögen und Videoanalyse evaluiert. In der Follow-up-Erhebung werden die Lehrkräfte auch zur Ausleihe von bereitgestellten Experimentierboxen und zur Anwendung der Fortbildungsinhalte befragt.

Als zu untersuchende Fragestellungen ergeben sich somit:

F1: Inwiefern lässt sich das Fachwissen der Lehrkräfte im Bereich Photokatalyse und Photoelektrochemie im Rahmen einer dreitägigen Fortbildung fördern?

H1: Lehrkräfte, die an einer Fortbildung zur Photoelektrochemie und Photokatalyse teilgenommen haben, verfügen über höheres Fachwissen in den entsprechenden Themenfeldern als vor der Fortbildung.

F2: Inwiefern kann die experimentelle Kompetenz von Lehrkräften durch eine dreitägige Fortbildung gesteigert werden?

H2a: Lehrkräfte, die an einer dreitägigen Fortbildung mit Schwerpunkt Erkenntnisgewinnungsprozesse teilgenommen haben, weisen nachher größere praktische Fertigkeiten und höhere spontane Performanz bei Erkenntnisgewinnungsprozessen auf als vorher.

H2b: Lehrkräfte, die an einer dreitägigen Fortbildung mit Schwerpunkt Erkenntnisgewinnungsprozesse teilgenommen haben, weisen ein höheres experimentell-fachdidaktisches Wissen auf als vorher.

H2c: Lehrkräfte, die an einer dreitägigen Fortbildung mit Schwerpunkt Erkenntnisgewinnungsprozesse teilgenommen haben, ändern ihre Einstellung hin zu mehr Orientierung auf Erkenntnisgewinnung.

F3: Welche Faktoren korrelieren mit der Ausleihe der Experimentierboxen/der Anwendung der Fortbildungsinhalte?

H3: Lehrkräfte, die an einer dreitägigen Fortbildung teilnehmen, zeigen positive Korrelationen zwischen der Angabe zur Ausleihe der Experimentierboxen beziehungsweise zur Anwendung der Fortbildungsinhalte mit den erfassten Faktoren aktuelle Motivation zum Einsatz der Fortbildungsinhalte, subjektiver Lernerfolg am Ende der Fortbildung, Lernerfolg im experimentell-fachdidaktischen Wissen, Fachwissen und Einstellung hinsichtlich der Orientierung von Schülerexperimenten auf Erkenntnisgewinnung.

### **Studiendesign und Methoden**

Zur Untersuchung der Wirksamkeit der Lehrerfortbildung wird hypothesenprüfend im Pre-Post-(Follow-up)-Testdesign vorgegangen (siehe Abb. 1). Die Grundgesamtheit umfasst alle Lehrkräfte in Bayern mit Unterrichtsfach Chemie an Gymnasien. Die Stichprobe besteht aus Lehrkräften, die sich für die kostenlose Fortbildung angemeldet haben. Zeitlich wie thematisch wird der Ablauf standardisiert. Die Fortbildungen finden im Lehr-Lern-Labor der Chemiedidaktik der Universität Regensburg statt und umfassen drei Termine. Auf einen ganztägigen Fortbildungstermin folgen im Abstand von zwei und vier Wochen zwei halbtägige Termine. Am ersten ganztägigen Fortbildungstermin werden Schülerexperimente im Unterricht insbesondere mit Fokus auf Erkenntnisgewinnungsprozesse besprochen und einige mögliche Experimente hierzu vorgestellt und getestet. Fachdidaktischer Schwerpunkt sind Unterrichtsinhalte der Elektrochemie und deren (praktische) Vermittlung für Mittel- und Oberstufe des Gymnasiums. Fachwissenschaftlich werden Themen der Photokatalyse und der Photoelektrochemie an allen Fortbildungstagen theoretisch und mit praktischen Schülerexperimenten besprochen.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden verschiedene Evaluationsinstrumente eingesetzt.

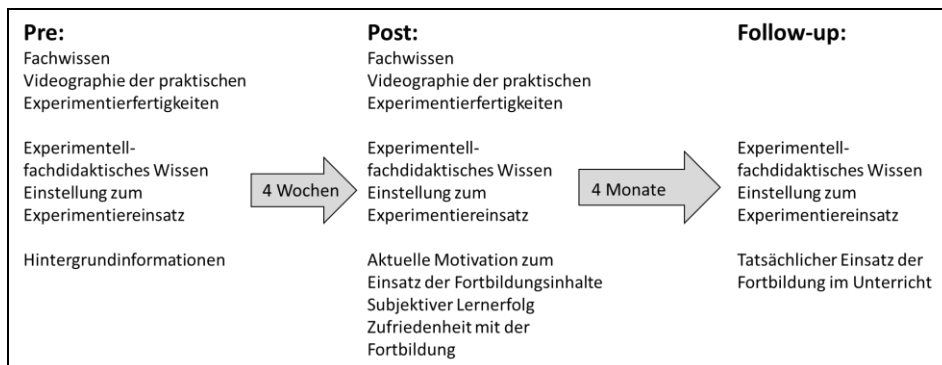


Abb. 1: Überblick über das Evaluationsdesign.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 1 (Inwiefern lässt sich das Fachwissen der Lehrkräfte im Bereich Photokatalyse und Photoelektrochemie im Rahmen einer dreitägigen Fortbildung fördern?) wird ein selbstentwickelter Fachwissenstest im Multiple-Choice-Format eingesetzt. Dieser wird von den Teilnehmenden vor und am Ende der Fortbildung beantwortet.

Zur Forschungsfrage 2 (Inwiefern kann die experimentelle Kompetenz von Lehrkräften durch eine dreitägige Fortbildung gesteigert werden?) wird das Konstrukt der experimentellen Kompetenz wie folgt operationalisiert. Einerseits wird die spontane Performanz der Lehrkräfte unter der Anweisung „Experimentieren und dokumentieren Sie bitte, wie Sie es von ihren Schülerinnen und Schülern idealerweise erwarten würden“ bewertet. Dabei entwickeln die Lehrkräfte selbst eine Fragestellung und führen ausgehend von dieser einen Erkenntnisgewinnungsprozess (inklusive Experiment) bis zur Dokumentation des Versuchsergebnisses durch (ohne weitere Auswertung). Dabei werden auch die Fertigkeiten der Lehrkräfte im rein praktischen Sinne anhand von Videographie und Kodiermanualen ausgewertet. Darüber hinaus wird das experimentell-fachdidaktische Wissen überprüft, das für die Vermittlung von experimenteller Kompetenz notwendig ist. Veränderungen werden über einen experimentell-fachdidaktischen Test von Backes, Sumfleth und Tepner (2012) geprüft. Ergänzend werden Einstellungsänderungen der Lehrkräfte zum Einsatz von Experimenten im Unterricht in Bezug auf Erkenntnisgewinnung gemessen (Schmitt, 2016). Zusätzlich werden zu Beginn der Fortbildungen Hintergrundinformationen wie Alter oder Studienort abgefragt (Schmitt, 2016).

Forschungsfrage 3 (Welche Faktoren korrelieren mit der Ausleihe der Experimentierboxen/der Anwendung der Fortbildungsinhalte?) befasst sich mit möglichen Korrelationen zu den am Ende der Fortbildung erhobenen Aspekten, wie der aktuellen Motivation zum Einsatz der Fortbildungsinhalte (Schmitt, 2016), dem subjektiven Lernerfolg (eigener Fragebogen), der Zufriedenheit mit der Fortbildung (Schmitt, 2016) und der Angabe zum tatsächlichen Einsatz der Fortbildungsinhalte vier Monate nach der Fortbildung (eigener Fragebogen).

#### Ausblick

Aktuell findet die Pilotierung mit vier Teilnehmerinnen und Teilnehmern nach dem oben angegebenen Design statt und wird qualitativ ausgewertet. Erste Ergebnisse werden im November 2016 vorliegen.

**Literatur**

- Backes, A., Sumfleth, E. & Tepner, O. (2012). Test zum experimentell-fachdidaktischen Wissen von Chemielehrkräften. Essen: Unveröffentlichtes Manuskript.
- Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. (2005). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. München: Luchterhand.
- Eickhorst, B., Dickmann, M., Schecker, H., Theyssen, H. & Neumann, K. (2015). Messung experimenteller Kompetenz im Large-Scale: Bewertung experimenteller Aufgaben. In S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 169-171). Kiel: IPN.
- Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle. Merkmale und ihre Bedeutung - dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 57 (4), 196-203.
- Hammann, M., Phan, T., Ehmer, M. & Bayrhuber, H. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *MNU*, 59 (5), 292-299.
- Heumann-Rupprecht, D. (2004). Entdeckendes Lernen durch Experimentieren in Chemie. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München. München.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7), 791-806.
- Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung von Sachsen-Anhalt. (2003). Zur systematischen Entwicklung experimenteller Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Unterricht. "Naturwissenschaftliches Arbeiten" Modul 2. Dresden: Polydruck Dresden.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf: Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51-70). Münster: Waxmann.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 177-186). Berlin: Springer-Verlag.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards. Observe, interact, change, learn* (4. printing). Washington, DC: National Academies Press.
- Schmitt, A.-K. (2016). Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 198). Berlin: Logos.
- Schreiber, N. (2012). Diagnostik experimenteller Kompetenz. Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 139). Berlin: Logos.
- Wahser, I. & Sumfleth, E. (2008). Training experimenteller Arbeitsweisen zur Unterstützung kooperativer Kleingruppenarbeit im Fach Chemie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 219-241.
- Walpuski, M. & Schulz, A. (2011). Erkenntnisgewinnung durch Experimente - Stärken und Schwächen deutscher Schülerinnen und Schüler im Fach Chemie. *Chimica et ceterae artes rerum naturae didacticae*, 37 (104), 6-27.