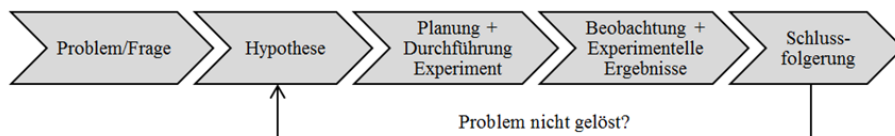


Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Einleitung

Obwohl die Förderung naturwissenschaftlicher (ntw.) Denk- und Arbeitsweisen sowohl national als auch international ein wichtiges Bildungsziel darstellt (u. a. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 2005; National Research Council, 1996), zeigen zahlreiche Untersuchungen, dass im Unterricht kaum die Phasen des ntw. Erkenntnisweges berücksichtigt werden (u. a. Seidel et al., 2007; Tesch & Duit, 2004) und dass die Schüler Schwierigkeiten bei der Durchführung von Experimenten gemäß dem ntw. Erkenntnisweg haben (u. a. Hammann et al., 2006). Abgeleitet aus verschiedenen Modellen (Klahr & Dunbar, 1988; Schmidkunz & Lindemann, 1992) und den Standards des Kompetenzbereiches Erkenntnisgewinnung (Bildungsstandards) lassen sich die Phasen des ntw. Erkenntnisweges folgendermaßen beschreiben:



In drei aufeinander folgenden Untersuchungen an der Universität Duisburg-Essen (AG Sumfleth) konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von Unterstützungsmaßnahmen (Strukturierungstraining, Strukturierungshilfen, Feedback) sich positiv auf das Experimentieren gemäß dem ntw. Erkenntnisweg auswirkt (Rumann, 2005; Walpuski & Sumfleth, 2007; Wahser & Sumfleth, 2008). Mithilfe dieser Strukturierungsmaßnahmen konnten die Schüler in Kleingruppen (ca. vier Schüler pro Gruppe) die Phasen des ntw. Erkenntnisweges selbstständig durchführen. Darauf basierend ist das Ziel des hier vorgestellten Projektes, zu analysieren, inwieweit es gelingt, diese erprobte experimentelle Einsatzvariante mithilfe einer Lehrerfortbildung in die Praxis zu implementieren. Auf diese Weise sollen die Kompetenzen der Lehrer gefördert werden, die für die Vermittlung von Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung bedeutsam sind. Die Evaluation der Fortbildung erfolgt mittels eines Modells, basierend auf Kirkpatrick (1979), Guskey (2000) und Lipowsky (2010), die die Überprüfung der Wirkung einer Maßnahme auf mehreren Ebenen beschreiben (1. Zufriedenheit der Teilnehmer; 2. Erweiterung der Lehrerkognitionen; 3. Wirkung auf das unterrichtspraktische Handeln; 4. Effekte auf die Lernenden). Die im Folgenden beschriebenen Forschungsfragen basieren auf den vier Ebenen dieses Modells. Bezüglich der jeweiligen Forschungsfragen wurden verschiedene Testinstrumente eingesetzt.

Forschungsfragen

- F1:** Empfinden die Teilnehmer die neu konzipierte Fortbildung als positiv?
- F2:** Ändert sich die Einstellung der Teilnehmer in Richtung eines Einsatzes von Experimenten zur Erkenntnisgewinnung durch die Fortbildung?
- F3:** Ändert sich das fachdidaktische Wissen zum Experimenteneinsatz durch die Fortbildung?
- F4:** Erstellen die Teilnehmer Unterrichtsmaterialien gemäß den Fortbildungsinhalten?
- F5:** Sind die Teilnehmer in der Lage, die Fortbildungsinhalte im Unterricht umzusetzen?
- F6:** Experimentieren die Schüler gemäß dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg?

Testinstrumente

- F1:** Fragebogen zur allgemeinen Fortbildungsqualität (18 Items, $\alpha = .87$)
Fragebogen zur Überzeugung bzgl. der Fortbildungsinhalte (10 Items, $\alpha = .71$)
- F2:** Einstellungsfragebogen zum Experimenteinsatz (20 Items, $\alpha = .78$)
- F3:** Fachdidaktischer Wissenstest (Tepner, Backes & Sumfleth, unveröffentlicht, 27 Relationen, $\alpha = .75$)
- F4:** Manuale für die Kodierung der Materialplanungsvideos
(Basiskodierung: $\kappa_{\text{Gesprächsinhalt}} = .75$, $\kappa_{\text{Materialplanung}} = .87$; Rating: $\text{ICC}_{\text{unjust}} = .77$)
- F5:** Manuale für die Kodierung der Lehrer-Unterrichtsvideos
(Basiskodierung: $.77 < \kappa < 1.00$, $\kappa_{\text{Sonstiges}} = .54$; Bewertung: $\text{ICC}_{\text{unjust}} = 1.00$)
- F6:** Manuale für die Kodierung der Schülergruppen-Unterrichtsvideos
(Basiskodierung: $\kappa = .92$; Bewertung: $\text{ICC}_{\text{unjust}} = .80$)
- Zusätzlich: Manual für die Interviewanalyse ($.77 < \text{ICC}_{\text{unjust}} < .97$)

Untersuchungsdesign

An der eintägigen Fortbildung zur Förderung der Erkenntnisgewinnungskompetenz (IG) haben 54 Chemielehrer (L) und 31 Referendare (R) der Sek. I und II teilgenommen. Eine zusätzliche Vergleichsgruppe (VG) bestand aus 39 Chemielehrern der Sek. I und II, die eine eintägige allgemeine Experimentalfortbildung besucht haben. Zehn Tage vor der Fortbildung wurden die Einstellung und das fachdidaktische Wissen der Teilnehmer online erhoben (pre). Danach folgten die entsprechenden Fortbildungsveranstaltungen für die IG und VG. Bei der IG wurde die Materialplanung gefilmt und es wurden Interviews mit den Teilnehmern im Anschluss an die Veranstaltung geführt. Die erneute Erhebung der Einstellung und des fachdidaktischen Wissens erfolgten bei der IG und VG sowohl am Ende der Veranstaltung (post) als auch drei Monate danach (follow-up). Darüber hinaus wurde die Zufriedenheit der IG-Teilnehmer im Anschluss an die Fortbildung erfasst. Ebenfalls wurde der Unterricht einiger Lehrer (IG) nach der Fortbildung videographiert.

Ergebnisse der Hauptuntersuchung

F1: Die Auswertungen der Fragebögen der IG-Teilnehmer (5-stufige Likertskala von sehr unzutreffend/1 bis sehr zutreffend/5) haben gezeigt, dass die Lehrer und Referendare die Fortbildungsqualität positiv einschätzten ($M_L = 4.30$, $M_R = 4.23$; $n_L = 47$, $n_R = 31$) und sie von den Fortbildungsinhalten überzeugt waren ($M_L = 4.30$, $M_R = 4.34$; $n_L = 47$, $n_R = 31$). Interviewanalysen ergaben zusätzlich, dass die meisten Teilnehmer angaben, die Inhalte im Unterricht vollständig einsetzen zu wollen (L: 75 %; R: 87 %). Alle weiteren Teilnehmer haben eine teilweise Umsetzung geplant.

F2: Die Einstellung konnte bei den IG-Teilnehmern unmittelbar (pre/post) in Richtung eines Einsatzes von Experimenten zur Erkenntnisgewinnung verändert werden (Lehrer: $p < .001$, $d = 0.69$, $n = 47$; Ref: $p < .001$, $d = 1.03$, $n = 31$). Langfristig (pre/follow-up) hat sich die Einstellung bei der IG ebenfalls geändert (Lehrer: $p = .005$, $d = 0.56$, $n = 33$; Ref: $p = .023$, $d = 0.53$, $n = 10$). Bei der VG fand pre/post keine Einstellungsänderung statt ($p = .696$, $d = 0.04$, $n = 39$).

F3: Das fachdidaktische Wissen zum Experimenteinsatz konnte bei den Lehrern und Referendaren der IG unmittelbar (pre/post) erhöht werden (Lehrer: $p < .001$, $d = 0.62$, $n = 42$; Ref: $p = .023$, $d = 0.40$, $n = 29$). Langfristig (pre/follow-up) erhöhte sich das fachdidaktische Wissen nur bei den Lehrern ($p = .006$, $d = 0.54$, $n = 31$), bei den Referendaren nicht ($p = .272$, $d = 0.41$, $n = 10$). Bei der VG hat sich das fachdidaktische Wissen durch die Fortbildung (pre/post) nicht geändert ($p = .967$, $d = 0.01$, $n = 37$).

F4: Die Analysen der Materialplanungsvideos zeigen, dass die Teilnehmer Unterrichtsmaterialien gemäß den Fortbildungsinhalten entwickelt haben ($M_L = 3.56$; $M_R = 3.60$, 4-stufige Likertskala von trifft nicht zu/1 bis trifft zu/4).

F5: Einzelfallanalysen der acht Lehrer-Unterrichtsvideos haben ergeben, dass alle Teilnehmer einen Unterricht gestaltet haben, der die Phasen des Erkenntnisgewinnungsprozesses beinhaltete. Fünf dieser acht Lehrer setzten dabei die in der Fortbildung besprochene Unterrichtsmethode vollständig um. Während ein Lehrer lediglich eine Strukturierungshilfe einsetzte, wurde bei zwei Lehrern deutlich, dass mögliche Hypothesen im Klassengespräch geplant wurden und somit keine eigenständige Formulierung durch die Schülergruppen stattfand.

F6: Die 22 gefilmten Schülergruppen durchliefen insgesamt 26 Erkenntnisgewinnungsprozesse, die bewertet wurden. In 73 % dieser Fälle wurden alle Phasen des ntw. Erkenntnisweges berücksichtigt. Bei 84 % dieser vollständig durchlaufenen Erkenntnisgewinnungsprozesse zeigte sich eine sinnvolle Durchführung der Phasen.

Darüber hinaus konnten Hinweise dafür erfasst werden, dass die Referendare ihre Einstellung durch die Fortbildung stärker änderten als die Lehrer ($p = .057$, $d = 0.46$; $n_L = 47$, $n_R = 31$) und, dass sie ein höheres fachdidaktisches Wissen (pre) aufwiesen ($p = .070$, $d = 0.47$; $n_L = 42$, $n_R = 29$). In beiden Fällen liegen die Werte nah an der Signifikanzgrenze von .05. Interviewanalysen ergaben zusätzlich, dass die Lehrer vor der Fortbildung seltener Experimente zur Förderung der Erkenntnisgewinnungskompetenz eingesetzt haben als die Referendare ($p < .001$, $\phi = .48$; $n_L = 48$, $n_R = 31$) und, dass die Fortbildungsinhalte für die Lehrer neuer waren ($p < .001$, $\phi = .47$; $n_L = 46$, $n_R = 31$).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die mit der Fortbildung verbundenen Ziele erfüllt werden konnten. Bezüglich der Forschungsfragen 5 und 6 muss berücksichtigt werden, dass die Auswertungen auf einer geringen Stichprobe basieren. Aus diesem Grund können nur Hinweise gegeben werden.

Literatur

- Hammann, M., Hoi Phan, T. T., Ehmer, M. & Bayrhuber, H. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *MNU*, 59/5, 292-299.
- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating Professional Development*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Kirkpatrick, D. L. (1979). Techniques for evaluating training programs. *Training and Development Journal*, 33(6), 78-92.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual Space Search During Scientific Reasoning. *Cognitiv Science*, 12 (1), 1-48.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf: Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders, & J. Mayr (Eds.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (pp. 51-70). Münster: Waxmann.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Rumann, S. (2005). *Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. Entwicklung und Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik*. Berlin: Logos Verlag.
- Schmidkunz, H. & Lindemann, H. (1992). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hohenwarsleben: Westarp Wissenschaften.
- Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J., & Schwindt, K. (2007). Unterricht in den Naturwissenschaften. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme, & R. Pekrun (Eds.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (pp. 147-179). Münster: Waxmann.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz – Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. München: Luchterhand.
- Tepner, O., Backes, A. & Sumfleth, E. (unveröffentlicht). Test zum fachdidaktisch-experimentellen Wissen von Chemielehrkräften.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51-69.
- 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. & Sumfleth, E. (2007). Strukturierungshilfen und Feedback zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Chemieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 181-198.