

Martina Strübe¹
 Oliver Tepner²
 Elke Sumfleth¹

¹Universität Duisburg-Essen
²Universität Regensburg

Einsatz von Experimenten im Chemieunterricht – Ergebnisse aus ProwiN 2

Theoretischer Hintergrund und Ziel der Studie

Der Einsatz von Experimenten zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ist eine Selbstverständlichkeit und wird von internationalen und nationalen Standards gefordert (NRC, 2004; NGSS, 2013; KMK, 2004). Wissen über Experimente gehört damit zu einem unstrittigen Bestandteil des chemiespezifischen Professionswissens. Empirische Daten belegen u. a., dass die Dauer der Nachbereitung eines Experiments und die Offenheit der Auswertung sich positiv auf den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler auswirken (Schulz, 2011). Bisher sind jedoch die Zusammenhänge zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Chemielehrkräften, ihrem Umgang mit Experimenten im Chemieunterricht und dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler kaum untersucht und stehen deshalb in der vom BMBF geförderten Videostudie zum Professionswissen in den Naturwissenschaften (ProwiN 2) im Vordergrund.

Design und Methoden

An der Videostudie nahmen 29 Chemielehrkräfte ($n_{\text{weiblich}} = 14$; M_{Alter} : zwischen 42 und 43 Jahren, $SD_{\text{Alter}} = 11,09$; $M_{\text{Dienstjahre}} = 11,93$, $SD_{\text{Dienstjahre}} = 11,41$) aus NRW und Bayern mit ihren Klassen aus der 8. Jahrgangsstufe teil ($N_{\text{Klassen}} = 29$; $N_{\text{Schüler}} = 656$ davon 318 weiblich; M_{Alter} zwischen 13 und 14, $SD_{\text{Alter}} = ,63$). Der inhaltliche Schwerpunkt lag auf der Unterrichtseinheit Atombau und Periodensystem. Vor Beginn der Einheit erhielten die Lehrkräfte den im Rahmen von ProwiN 1 entwickelten chemiespezifischen Professionswissensfragebogen (ProwiN-Fragebogen, PCK und CK; Dollny, 2011). Am Ende der Unterrichtseinheit wurde mit dem fachdidaktischen Fragebogen FEMo das fachdidaktische Wissen zu Fachsprache, Experimenten und Modellen erfasst. Alle fachdidaktischen Items wurden auf einer sechsstufigen Likert-Skala beantwortet. Der FEMo enthält u. a. 14 Items zum fachdidaktischen Wissen über Experimente und den Experimentierprozess (FEMo-Exp) (Tepner, Backes & Sumfleth, unveröffentlicht; Schmitt, 2015) und besitzt eine gute Reliabilität von $\alpha = ,87$ für 33 Relationen.

Zudem wurde das Wissen (Fachwissen, Strukturierungswissen) der Schülerinnen und Schüler in einem Prä-Posttest-Design erhoben. Der Fragebogen zum Fachwissen umfasst 25 Aufgaben über den Atombau und das Periodensystem (Holländer, 2010; Tröger, in Vorb.) und fünf allgemeine Aufgaben über Modelle. Alle Items sind im multiple-choice-single-select Design konzipiert worden. Zum Posttest-Zeitpunkt besitzt der Fachwissenstest eine akzeptable Reliabilität von $\alpha = ,73$. Der Strukturierungstest (Wahser, 2007; Koenen, 2014) erfasst mithilfe von 35 Aufgaben im multiple-choice-single-select Design das theoretische Wissen über den Experimentierprozess ($\alpha_{\text{Posttest}} = ,87$).

Während der Unterrichtseinheit wurden zwei aufeinanderfolgende Unterrichtsstunden gefilmt, wobei die Stunden ein Experiment und/oder Modell enthalten sollten. Der Inhalt der Stunden wurde von den Lehrkräften bestimmt.

Die Videos werden mit Videograph (Rimmele, 2004) und u. a. einem Kategoriensystem zu experimentierspezifischen Qualitätsmerkmalen (verändert nach Schulz, 2011) ausgewertet. Die Kodierung der niedrig-inferenten Kategorien erfolgt im 10-Sekunden-Intervall und umfasst u. a. die Experimentierphasen (Vorbereitung, Durchführung, Nachbereitung), die Funktion und die Art des Experiments. Insgesamt bilden 7 Facetten (z. B. Sicherheit, Offenheit, Instruktionseffizienz, Schülerorientierung) die experimentierspezifischen Qualitäts-

merkmale ab. Die Ausprägungen der Facetten werden mithilfe eines Kodierfragebogens auf einer sechsstufigen Likert-Skala hoch-inferent geratet.

Ergebnisse

Von den 29 Lehrkräften (Gesamtstichprobe) nutzte eine Teilstichprobe von 14 Lehrkräften Experimente im Unterricht ($n_{\text{weiblich}} = 5$; M_{Alter} : zwischen 41 und 42 Jahren, $SD_{\text{Alter}} = ,85$; $M_{\text{Dienstjahre}} = 13$, $SD_{\text{Dienstjahre}} = 10,97$; $n_{\text{Klassen}} = 14$; $n_{\text{Schüler}} = 327$ davon 45% weiblich; M_{Alter} : zwischen 13 und 14 Jahren, $SD_{\text{Alter}} = ,66$).

Die Gesamtstichprobe erlangt im PCK-Test im Mittel 68,52% ($M = 42,48$, $SD = 5,91$) der Punkte und schnitt damit etwas besser ab als die Stichprobe von ProwiN 1 (65,18% ($n_{\text{LuLGy}} = 137$) der Punkte (Tepner, Steffensky, Parchmann & Sumfleth, 2015). Die Teilstichprobe erreichte im Mittel sogar 70,74% ($M = 43,85$, $SD = 6,74$). Im FEMo-Exp zeigte sich ein ähnliches Bild. Die Gesamtstichprobe erhielt im Mittel 68,83% ($M = 22,71$, $SD = 5,71$) der Punkte und damit etwas weniger als die Teilstichprobe ($M = 74,78\%$; $M_{\text{Punkte}} = 24,68$, $SD_{\text{Punkte}} = 3,21$). Die Testergebnisse beider Fragebögen korrelieren erwartungsgemäß für die Gesamtstichprobe signifikant im mittleren Bereich miteinander ($r = ,464$, $p = ,011$; Teilstichprobe: $r = ,530$, $p = ,053$).

Die Schülerinnen und Schüler lernten über die Unterrichtseinheit hinweg signifikant im Fachwissen über den Atombau und das Periodensystem mit einem großen Effekt dazu ($t(655) = -33,91$, $p < ,001$; $d_{\text{Cohen's}} = 1,4$). Dieses Ergebnis zeigte sich auch für die Schüler der Teilstichprobe ($t(326) = -27,27$, $p < ,001$; $d_{\text{Cohen's}} = 1,5$). Des Weiteren lernten die Schülerinnen und Schüler sowohl in der Gesamt- als auch in der Teilstichprobe bezüglich des Strukturierungstests signifikant dazu, jedoch mit einem mittleren Effekt von Cohen's $d = ,43$ (Gesamtstichprobe: $t(655) = -13,87$, $p < ,001$; Teilstichprobe: $t(326) = -9,02$, $p < ,001$).

Es findet sich kein Zusammenhang zwischen dem Wissen über den Experimentierprozess der Schüler und dem PCK ProwiN bzw. FEMo-Exp der Lehrkräfte. Jedoch besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des FEMo-Experimente-Tests der Lehrkräfte und dem Fachwissen der Schülerinnen und Schüler zum Posttestzeitpunkt, mit dem 20,2% der Varianz aufgeklärt wird ($r_p = ,511$; $p = ,005$; $R^2 = ,202$).

In den 17 Videos (45 sowie 90 Minuten Stunden ein oder zwei Videos pro Lehrkraft, $n_{\text{Lehrkräfte}} = 12$) wurden 22 Experimente beobachtet. Führt eine Lehrkraft mehrere Experimente in einer Stunde oder verteilt über zwei Stunden durch, so wurde der Mittelwert über alle Experimente berechnet. Der prozentuale Anteil der Experimentierphasen an der Unterrichtsdauer beträgt für die Vorbereitung 13,1%, Durchführung 24,9% und die Nachbereitung 40%. Die Nachbereitung nimmt somit den größten Anteil ein. Überwiegend nahmen die Experimente die Funktion „Erarbeitungsexperiment“ ($n_{\text{Lehrkräfte}} = 8$) ein. Des Weiteren kamen häufiger weiterführende Experimente ($n_{\text{Lehrkräfte}} = 4$) vor, während Bestätigungsexperimente ($n_{\text{Lehrkräfte}} = 2$) und Problemexperimente ($n_{\text{Lehrkräfte}} = 1$) selten zum Einsatz kamen. Häufig durften die Schülerinnen und Schüler experimentieren ($n_{\text{Schülerexperiment bei Lehrkräften}} = 7$). Lehrerdemonstrationsexperimente ($n_{\text{Lehrkräfte}} = 5$) wurden ebenso mehrfach durchgeführt, während nur einmal ein Schülerdemonstrationsexperiment vorkam.

Sowohl für die Anteile der Experimentierphasen an der Unterrichtsdauer, die Art und die Funktion des Experiments konnten keine Zusammenhänge zum PCK ProwiN und FEMo-Exp der Lehrkräfte, dem Fachwissen der Schülerinnen und Schüler und dem Wissen über den Experimentierprozess der Schülerinnen und Schüler gefunden werden. Des Weiteren zeigte sich kein Zusammenhang zwischen den Schülerleistungen und den experimentierspezifischen Qualitätsmerkmalen. Beim fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte finden sich nur wenige Zusammenhänge zu den experimentierspezifischen Qualitätsmerkmalen (vgl. Tabelle 1).

Facette	PCK ProwiN	FEMo-Exp
<i>Unterrichtsaspekt</i>		
Instruktionseffizienz	$r = ,630^*$; $p = ,028$; $R^2 = ,397$	$r = ,550$; $p = ,064$
Klarheit & Strukturiertheit	$r = ,536$; $p = ,072$	-
<i>Strukturierungshilfen</i>	$r = ,737^*$; $p = ,006$; $R^2 = ,543$	-
Schülerorientierung	-	-
<i>Interaktionstempo</i>	-	$r = ,670^*$; $p = ,017$; $R^2 = ,449$

Tab. 1: Zusammenhänge zwischen ausgewählten Facetten und Unterrichtsaspekten und dem fachdidaktischen Wissen (PCK ProwiN) bzw. dem fachdidaktischen Wissen über Experimente (FEMo-Exp).

Diskussion und Zusammenfassung

Die Fragebogenergebnisse der Lehrkräfte deuten darauf hin, dass es sich hierbei um eine Positivauswahl handelt. Möglicherweise sind Lehrkräfte, die sich hinsichtlich ihres Wissens sicher sind, eher bereit, an einer Videostudie teilzunehmen als andere. Trotz der kleinen Stichprobe können Zusammenhänge zwischen dem FEMo-Exp und dem Interaktionstempo sowie dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler festgestellt werden, welche durch eine Regression bestätigt werden konnten. Schülerinnen und Schüler, die von einer Lehrkraft mit hohem fachdidaktischen Wissen über Experimente unterrichtet werden, lernen im Fachwissen mehr dazu. Auch scheint das mit dem ProwiN-1-Test gemessene PCK einen Einfluss auf die Instruktionseffizienz und den Einsatz von Strukturierungshilfen zu haben. Fehlende Zusammenhänge zwischen dem fachdidaktischen Wissen und den Anteilen der Experimentierphasen an der Unterrichtsdauer sind möglicherweise dadurch erklärbar, dass die Dauer der Experimentierphasen vermutlich stärker durch die Handlungen der Schüler als durch das fachdidaktische Wissen der Lehrkraft beeinflusst wird.

Literatur

- Dollny, S. (2011). Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften. Studien zum Physik- und Chemieunterricht: Vol. 127. Berlin: Logos.
- Holländer, M. (2010). Effektivität des Advance Organizers als Strukturierungshilfe im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. Berlin: uni-edition.
- Koenen, J. (2014). Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen. Studien zum Physik- und Chemieunterricht: Vol. 171. Berlin: Logos.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2008). Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen: Chemie (1st ed.). Frechen: Ritterbach Verlag.
- National Research Council (2004). National Science Education Standards. Washington D. C.: National Academy Press.
- NGSS Lead States (2013). Next generation science standards. For states, by states. Washington D. C.: National Academies Press.
- Rimmele, R. (2004). Videograph. Kiel: IPN-Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Schmitt, A.-K. (2015). Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. Dortmund: Technische Universität Dortmund.
- Schulz, A. (2011). Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht: -Eine Videostudie-. Studien zum Physik- und Chemieunterricht: Vol. 113. Berlin: Logos.
- Tepner, O., Backes, A., & Sumfleth, E. (unveröffentlicht). Test zum fachdidaktisch-experimentellen Wissen von Chemielehrkräften
- Tepner, O., Steffensky, M., Parchmann, I., & Sumfleth, E. (2015). Fachspezifisches Professionswissen von Chemielehrkräften - Vergleich der Projekte KiL und ProwiN. In: Elke Sumfleth. Das Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften - Ein Vergleich der Befunde aus KiL und ProwiN (Symposium), GEBF Tagung, Bochum.
- Tröger, H. (in Vorb.) Vom Umgang mit Fachsprache und Schülervorstellungen im Chemieunterricht - Eine Videostudie zum Zusammenhang zwischen Aspekten fachspezifischen Professionswissens mit Lehrerhandeln und Schülerleistung. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- Wahser, I. (2007). Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemieunterricht: Vol. 73. Berlin: Logos.