

Martina Strübe<sup>1</sup>  
 Oliver Tepner<sup>2</sup>  
 Elke Sumfleth<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen  
<sup>2</sup>Universität Regensburg

## Lehrerprofessions- und Schülerwissen über Modelle und Experimente

### Theoretischer Hintergrund

Die hier vorgestellte Studie ist Teil der ProwiN-Videostudie Chemie und legt ihren Schwerpunkt auf den Umgang mit Modellen und Experimenten im Chemieunterricht sowie dem Lehrerprofessions- und Schülerwissen zu diesen beiden Bereichen.

Die Forschung zum Professionswissen hat in den letzten Jahren besonders in den Bereichen Mathematik und Physik zugenommen. Derzeit werden vor allem das fachdidaktische und pädagogische Wissen sowie das Fachwissen untersucht.

Das Fachwissen einer Lehrkraft bezieht sich auf die Inhalte des Faches selbst (Kleickmann et al., 2013; Riese & Reinhold, 2009). Unter dem fachdidaktischen Wissen versteht man das Wissen, die Inhalte sowie Denk- und Arbeitsweisen des Faches für die Lernenden so zu strukturieren, zu präsentieren, zu vernetzen und zu erklären, dass es für diese verständlich ist (Schmelzing et al., 2010; Krauss et al., 2008; Shulman, 1986). Hierbei spielt vor allem im Fach Chemie die Verwendung von Modellen und Experimenten als Repräsentationsformen zur Vernetzung und Präsentation von Inhalten eine große Rolle. Besonders Experimente dienen im Chemieunterricht der Erkenntnisgewinnung und der Erschließung von Inhalten und sind daher eine präzente Arbeitsweise. Studien zeigen, dass das Entwickeln, Testen und Überarbeiten von Modellen durch die Schüler und Schülerinnen sowie die Diskussion über die Grenzen und den Nutzen von Modellen sich positiv auf das Lernen auswirken (vgl. u. a. Maia & Justi, 2009; Gilbert, 2004; Grosslight et al., 1991).

### Ziele der Arbeit

Ein Ziel der Arbeit ist es, den Zusammenhang zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von gymnasialen Chemielehrkräften in Bezug auf den Umgang mit Modellen/Experimenten und den Schülerleistungen zu untersuchen. Des Weiteren wird untersucht, inwiefern ein Zusammenhang zwischen der Qualität des Einsatzes von Modellen und Experimenten im Chemieunterricht und dem Lernerfolg der Schüler und Schülerinnen besteht.

### Studiendesign und Methoden

Um den Zusammenhang zwischen dem fachspezifischen Lehrerprofessionswissen, dem Lehrerhandeln und dem Lernerfolg der Schüler und Schülerinnen zu untersuchen, werden in den Schuljahren 2013/2014 und 2014/2015 in nordrheinwestfälischen Gymnasien Chemielehrkräfte mit ihren achten Klassen gefilmt und mit Fragebögen befragt. In einem Prä-Posttest-Design erhalten die Schüler und Schülerinnen vor Beginn der Unterrichtseinheit zum Atombau und Periodensystem u. a. Fragebögen zum theoretischen Wissen über den Experimentierprozess (Strukturierungstest) (Koenen, 2014) und zum Fachwissen (enthält auch Modellaufgaben). Die Chemielehrkraft erhält einen chemiespezifischen Professionswissensfragebogen zum Fachwissen und fachdidaktischen Wissen (Dollny, 2011) und einen Fragebogen zum pädagogischen Wissen. Zwei aufeinander folgende Chemiestunden werden aus der obengenannten Unterrichtseinheit gefilmt. Die Themen und Inhalte können die Lehrkräfte im Rahmen dieser Unterrichtreihe frei wählen. Ein Experiment und/oder Modell soll ebenfalls in den beiden Stunden vorkommen. Am Ende der Unterrichtseinheit erhält die Lehrkraft einen Fragebogen zum fachdidaktischen Wissen über

Modelle und Experimente (FEMo) und einen Fragebogen zu den fachspezifischen Einstellungen.

Die gefilmten Stunden werden im Hinblick auf die Qualität des Einsatzes von Experimenten und Modellen mithilfe von Kodiermanualen untersucht.

### Erste Ergebnisse

Derzeit liegen die vollständigen Datensätze von  $N = 13$  Chemielehrkräften und ihren Klassen ( $N = 17$ ) vor. Vier Lehrkräfte nahmen mit zwei Parallelklassen an der Studie teil.

Der Strukturierungstest weist sowohl im Prä- ( $\alpha = .84$ ,  $n_{\text{Items}} = 35$ ,  $n_{\text{SuS}} = 310$ ) als auch im Posttest ( $\alpha = .86$ ,  $n_{\text{Items}} = 35$ ,  $n_{\text{SuS}} = 307$ ) eine hohe Reliabilität auf. Im Vergleich dazu weist der Fachwissenstest nur für den Posttestzeitpunkt eine zufriedenstellende Reliabilität von  $\alpha = .72$  ( $n_{\text{Items}} = 30$ ,  $n_{\text{SuS}} = 325$ ) auf. Die Reliabilität zum Prätestzeitpunkt ist, wie zu erwarten, sehr gering ( $\alpha = .38$ ,  $n_{\text{Items}} = 30$ ,  $n_{\text{SuS}} = 345$ ), da die Schüler und Schülerinnen hier weitgehend raten müssen.

Basierend auf den Daten von  $n = 386$  Schülern und Schülerinnen ( $n_{\text{männlich}} = 160$ ,  $n_{\text{weiblich}} = 225$ ,  $M_{\text{Alter}} = 13.29$ ) wurden die folgenden Ergebnisse der Schülerfragebögen zum Fachwissen und Strukturierungstest berechnet. Im Mittel lernen die Schüler und Schülerinnen sowohl im Fachwissen als auch im Wissen über den Experimentierprozess dazu. Der t-Test für abhängige Stichproben zeigt für beide Tests signifikante Unterschiede zwischen dem Prä- und Posttest ( $p < .001$ ). Für den Strukturierungstest ergibt sich jedoch nur eine kleine Effektstärke nach Cohen von  $d = .477$  ( $t(385) = -11.89$ ;  $p < .001$ ), während die Effektstärke für den Fachwissenstest sehr hoch ist ( $t(385) = -25.29$ ;  $p < .001$ ;  $d = 1.41$ ).

Tab. 1: Schülerwissen über den Experimentierprozess, den Atombau, das PSE und Modelle

	<i>M</i>	<i>MD</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Prätest Exp	23.26	24.00	6.32	4	35
Posttest Exp	26.22	28.00	6.08	6	35
Lernzuwachs Exp	2.96	2.00	4.90	-13	19
Prätest FW	10.86	11.00	3.14	3	23
Posttest FW	16.34	17.00	4.51	4	27
Lernzuwachs FW	5.48	6.00	4.26	-6	17

*M* = Mittelwert, *MD* = Median, *SD* = Standardabweichung, *Min* = Minimum, *Max* = Maximum

Bereits im Vortest des Strukturierungstests schneiden die Schüler und Schülerinnen mit 23.26 Punkten von insgesamt 35 Punkten mittelmäßig bis gut ab. Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich auch für den Nachtest (vgl. Tab. 1). Im Gegensatz dazu erreichen die Schüler und Schülerinnen im Fachwissenstest im Mittel gerade mal ein Drittel der erreichbaren Punkte. Im Nachtest zeigt sich jedoch deutlich, dass die Schüler und Schülerinnen im Mittel 16.38 Punkte von maximal 30 Punkten und somit die Hälfte der Punkte erreichen (vgl. Tab. 1).

Die Lehrkräfte schneiden im Fachwissenstest im Mittel gut ab (maximal erreichbare Punktzahl ist 29, vgl. Tab. 2). Im Vergleich dazu erreichen sie im fachdidaktischen Test (PCK) durchschnittlich 21.69 Punkte von 36. Während die Lehrkräfte im fachdidaktischen Wissen noch knapp zwei Drittel der Punkte erreichen, erzielen sie im fachdidaktischen Test über Experimente nur noch knapp die Hälfte der Punkte ( $M = 11.92$  von maximal 20 Punkten). Die Reliabilität der drei Tests ist mit  $\alpha = .87$  für den fachdidaktischen Test,  $\alpha = .71$  für den Fachwissenstest und  $\alpha = .85$  für die Experimentaufgaben des FEMos vor dem Hintergrund der kleinen geringen Stichprobengröße als gut einzuschätzen.

Tab. 2: Fachwissen und fachdidaktisches Wissen der Lehrkräfte

	<i>M</i>	<i>MD</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
CK	24.08	25.00	3.15	19.00	29.00
PCK	21.69	23.00	7.04	10.00	32.00
FEMo	11.92	13.25	4.44	3.00	16.25

*M* = Mittelwert, *MD* = Median, *SD* = Standardabweichung, *Min* = Minimum, *Max* = Maximum, CK = Fachwissen ( $n_{Items} = 29$ ), PCK = Fachdidaktisches Wissen ( $n_{Relationen} = 36$ ), FEMo = fachdidaktisches Wissen über Experimente ( $n_{Relationen} = 20$ )

### Diskussion und Ausblick

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die nordrheinwestfälischen Schüler und Schülerinnen zum Thema Atombau und Periodensystem inhaltlich und in Bezug auf Modelle signifikant dazulernen. Bereits in der achten Klasse verfügen die Schüler und Schülerinnen über ein hohes theoretisches Wissen über den Experimentierprozess und lernen in der Unterrichtseinheit signifikant dazu.

Im Gegensatz dazu besitzen die Chemielehrkräfte nur ein mittelmäßiges bis schlechtes fachdidaktisches Wissen über Experimente und den Experimentierprozess. Inwiefern hier ein Zusammenhang zwischen dem Schülerwissen über Experimente und dem Lehrerwissen besteht, ist noch zu prüfen. Erfreulich ist, dass die Lehrkräfte ein hohes Fachwissen aufweisen. Die Zusammenhänge zwischen dem Fachwissen und fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte und dem Wissen der Schüler und Schülerinnen müssen noch untersucht werden.

Neben diesen Analysen ist geplant, die Stichprobe weiter zu erhöhen und die gefilmten Unterrichtsstunden mithilfe von Kodiermanualen zu analysieren, um Aussagen zu einem vermuteten Zusammenhang zwischen der Qualität des Umgangs mit Modellen und Experimenten durch die Lehrkraft und dem Lernerfolg der Schüler und Schülerinnen machen zu können.

### Literatur

- Dollny, S. (2011). Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften. Berlin: Logos Verlag
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115-130
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. (1991). Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 9, 799-822
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. & Baumert, J. (2013). Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge. The Role of Structural Differences in Teacher Education. *Journal of Teacher Education*, 64 (1) 90-106
- Koenen, J. (2014). Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen. Berlin: Logos
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., & Kunter, M. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29 (3/4), 223-258
- Maia, P. F., & Justi, R. (2009). Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-based Teaching. *International Journal of Science Education*, 31, 603-630
- Riese, J. & Reinhold, P. (2009). Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge. In: *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2 (1), S. 104-125
- Schmelzing, S., Wüsten, S., Sandmann, A., & Neuhaus, B. (2010). Fachdidaktisches Wissen und Reflektieren im Querschnitt der Biologielehrerbildung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 189-207.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.