

Holger Tröger<sup>1</sup>  
 Elke Sumfleth<sup>1</sup>  
 Oliver Tepner<sup>2</sup>

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

## Fachdidaktisches Wissen und Lehrerhandeln im Chemieunterricht

### Theoretischer Rahmen

In der fachdidaktischen Forschung wird das professionelle Wissen von Lehrkräften als bedeutsam für die Unterrichtsqualität erachtet (Kunter et al., 2011). Untersuchungen auf nationaler und internationaler Ebene (z. B. COACTIV, MT-21) deuten auf einen Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Lehrkräften und dem Lernzuwachs ihrer Schülerinnen und Schüler (SuS) hin (Krauss & Kunter, 2008).

#### *Professionswissen*

Die aktuelle Forschung zum Professionswissen von Lehrkräften legt einen Schwerpunkt auf die Dimensionen *Pädagogisches Wissen* (Pedagogical Knowledge, PK), *Fachwissen* (Content Knowledge, CK) und *Fachdidaktisches Wissen* (Pedagogical Content Knowledge, PCK) (z. B. van Driel & de Jong, 2015). Im Rahmen dieser Studie werden CK und PCK als Elemente des fachspezifischen Professionswissens untersucht. CK wird dabei als das vertiefte Wissen über die Inhalte des Fachs operationalisiert (Kleickmann et al., 2012), während PCK das Wissen umfasst, Unterrichtsgegenstände und Themen adressatengerecht aufzubereiten und die Vermittlung zu planen und umzusetzen (Berry, Friedrichsen & Loughran, 2015). Überträgt man diese weit gefasste Operationalisierung auf das PCK in der Chemie, können beispielsweise der Umgang mit Modellen, Experimenten oder auch Schülervorstellungen relevante Facetten darstellen. Daher erfordert eine empirische Untersuchung eine Schwerpunktsetzung.

#### *Fachsprache*

Unterrichtsinhalte werden vornehmlich durch die Verwendung gesprochener Sprache vermittelt, daher gilt Sprache als das primäre Medium des Unterrichts und ist von fundamentaler Wichtigkeit für das Lernen (Childs, Markic & Ryan, 2015; Merzyn, 2008). Fachsprachen stellen dabei eine spezielle Form funktioneller Sprache dar, die zur Kommunikation von Inhalten auf fachlicher Ebene dient (Rincke, 2007) und auch in der Schule zur Vermittlung von Inhalten eingesetzt wird.

### Studienziel und -design

Ziel dieser Studie im Rahmen des Projektes *Professionswissen in den Naturwissenschaften (ProwiN) 2* ist die Erforschung des Zusammenhangs zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Chemielehrkräften zum Umgang mit Fachsprache, dem Lehrerhandeln im Unterricht und dem Lernzuwachs ihrer Schülerinnen und Schüler.

Unter dieser Zielsetzung wird der Chemieunterricht von nordrhein-westfälischen und bayrischen Lehrkräften zum Thema *Atombau und Periodensystem der Elemente* in der 8. Jahrgangsstufe an Gymnasien untersucht. Das Instrumentarium umfasst Papier-Bleistift-Tests zur Erfassung des Fachwissens (Eigenentwicklung) und kognitiver Fähigkeiten der SuS (Heller & Perleth, 2000) sowie des CK der Lehrkräfte (Dollny, 2011). Außerdem werden Fragebögen zur Erhebung des Fachinteresses der Schülerinnen und Schüler und des PCK der Lehrkräfte zum Umgang mit Fachsprache (PCK<sub>FS</sub>) (Strübe, Tröger, Tepner & Sumfleth, 2014) sowie hoch-inferente Kodiermanuale zur Erfassung des Lehrerhandelns eingesetzt. Basierend auf den Kodiermanualen wurden zudem Ratingfragebögen zur qualitativen Analyse von Unterrichtsgeschehen entwickelt (Eigenentwicklung).

## Ergebnisse

### Lehrkräfte

An der Studie haben insgesamt 28 gymnasiale Lehrkräfte teilgenommen ( $\bar{x} = 50$ ). Die Lehrkräfte sind im Mittel zwischen 42 und 43 Jahre alt und sind seit zwischen 12 und 13 Jahren im Schuldienst. Die Lehrkräfte dieser Studie zeigen im Vergleich zu den getesteten Gymnasiallehrkräften aus der 1. Projektphase (Dollny, 2011) und der anschließend durchgeführten Nacherhebung, zusammengefasst als Validierungsstichprobe, (Tepner, unveröffentlicht) ein deutlich besseres Fachwissen ( $t(201) = 3.32, p < .001, g = 1.08^1$ ). Dies bietet eine Erklärung für die nur akzeptable Reliabilität des CK-Tests bei der ProwiN-2-Stichprobe. Die Reliabilität des PCK<sub>FS</sub>-Tests ist als gut zu bezeichnen.

Skala	$N_{LuL}$	$N_{Items}$	$M$	$SD$	Reliabilität	
					Personen	Item
CK	28	29	2.62	1.35	.54	.58
PCK <sub>FS</sub>	28	35	1.42	1.14	.78	.84

Tabelle 1. Fachspezifisches Professionswissen der teilnehmenden Lehrkräfte

### Schülerinnen und Schüler

Grundlage der hier berichteten Ergebnisse für Schülerinnen und Schüler bilden die vollständigen Datensätze von 764 Schülerinnen und Schülern. Die SuS sind im Mittel zwischen 13 und 14 Jahre alt und zeigen einen signifikanten Zuwachs ihres Fachwissens mit starkem Effekt ( $t(763) = 36.14, p < .001, d = 1.4$ ).

Skala	$N_{LuL}$	$N_{Items}$	$M$	$SD$	Reliabilität	
					Personen	Item
Prä Test	764	30	-.77	.60	.40	.97
Post Test	764	30	.27	.90	.73	.99

Tabelle 2. Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler

Als stärkster Prädiktor für das Wissen zum Postzeitpunkt erweist sich das Vorwissen. Mithilfe des CK und PCK der Lehrkraft können jedoch zusätzliche 2% der Gesamtvarianz aufgeklärt werden (siehe Tabelle 3).

	$B$	$SE$	$\beta$	$R^2$	$\Delta R^2$	$p$
<i>Schülerinnen und Schüler</i>						
Vorwissen	.63	.05	.43	.22	-	-
Fachinteresse	.01	.00	.16	.24	.02	< .001
<i>Lehrkräfte</i>						
CK	.07	.02	.10	.25	.01	< .001
PCK <sub>FS</sub>	.08	.03	.10	.26	.01	.004

Tabelle 3. Prädiktoren für den Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler

Vergleichende Analysen von Lernern mit geringem und hohem Vorwissen zeigen, dass sich der Anteil erklärter Varianz bei Annahme derselben Prädiktoren und auch die prädiktive Kraft der Variablen stark unterscheiden. Für Lernende mit niedrigem Vorwissen sinkt die erklärte Gesamtvarianz geringfügig auf 24%, für Lernende mit hohem Vorwissen deutlich auf 13%. Regressionsanalysen zeigen, dass Lernende mit wenig Vorwissen insgesamt mehr von hohem CK und PCK<sub>FS</sub> einer Lehrkraft profitieren als Lernende mit hohem Vorwissen. Für Lernende mit hohem Vorwissen sind Vorwissen und Fachinteresse gleich starke

<sup>1</sup> Alle Leistungen wurden Rasch-skaliert bestimmt. Daher handelt es sich um Personenfähigkeiten.

Prädiktoren für die Entwicklung des Fachwissens, während CK und PCK<sub>FS</sub> der Lehrkraft keine signifikant prädiktive Kraft besitzen.

Qualitative Unterrichtsanalysen zum Umgang mit Fachsprache in Klassen mit viel und wenig Fachwissen zum Postzeitpunkt deuten auf einen deutlichen Unterschied im Umgang mit Fachsprache (Häufigkeit und Varianz von Fachwörtern, fachlich korrekte Verwendung von Fachbegriffen, Achtsamkeit, ob Lerner Fachwörter korrekt verwenden,...) hin.

### Zusammenfassung und Ausblick

Bisherige Analysen konnten zeigen, dass die teilnehmenden Lehrkräfte der Studie durchgängig gutes CK und Varianz im PCK<sub>FS</sub> aufweisen. Diese Aspekte fachspezifischen Professionswissens ermöglichen, Varianz im Fachwissenszuwachs aufzuklären. Eine signifikant stärkere Varianzaufklärung von 2% nur durch das CK und PCK<sub>FS</sub> der Lehrkraft ist angesichts des komplexen Geflechts an Determinanten für Unterrichtsqualität und Lernzuwachs von Lernenden (z. B. Kunter et al., 2011) als bedeutsam zu betrachten. Die prädiktive Kraft des fachspezifischen Professionswissens der Lehrkräfte variiert stark für Lernende mit geringem und hohem Vorwissen. Für Lernende mit geringem Vorwissen kommt dem CK und PCK<sub>FS</sub> der Lehrkraft mehr Bedeutung zu als für Lernende mit hohem Vorwissen.

Die noch ausstehenden quantitativen hoch-inferenten Analysen des Lehrerhandelns im Unterricht werden nach vorliegenden ersten qualitativen Hinweisen weiteren Aufschluss über den Zusammenhang zwischen fachspezifischem Professionswissen, Lehrerhandeln und Wissenszuwachs der Lernenden geben.

### Literatur

- Berry, A., Friedrichsen, P. & Loughran, J. (Hrsg.). (2015). *Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*. New York: Routledge.
- Childs, P. E., Markic, S. & Ryan, M. C. (2015). The Role of Language in the Teaching and Learning of Chemistry. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Hrsg.), *Chemistry Education* (S. 395-420). Weinheim: Wiley-VCH.
- Dollny, S. (2011). *Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften*. Berlin: Logos.
- Heller, K. & Perleth, C. (2000). *KFT 4-12+R, Kognitiver Fähigkeiten-Test für 4. bis 12. Klassen: Revision-Materialien-Koffer*. Göttingen: Beltz Test.
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. et al. (2012). Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge: The Role of Structural Differences in Teacher Education. *Journal of Teacher Education*, 64(1), 90-106.
- 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 Mathematikdidaktik*, 29(3/4), 223-258.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Merzyn, G. (2008). Sprache und Chemie lernen. *Naturwissenschaften im Unterricht*, 19(106/107), 94-97.
- Rincke, K. (2007). *Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht: Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*. Berlin: Logos-Verl.
- Strübe, M., Tröger, H., Tepner, O. & Sumfleth, E. (2014). Development of a Pedagogical Content Knowledge test of chemistry language and models. *Educación Química*, 25(3), 380-390.
- van Driel, J. H. & de Jong, O. (2015). Empowering Chemistry Teachers' Learning: Practices and New Challenges. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Hrsg.), *Chemistry Education* (S. 99-121). Weinheim: Wiley-VCH.