

Lydia Schulze Heuling¹
 Silke Mikelskis-Seifert¹
 Matthias Nückles²

¹PH Freiburg
²Universität Freiburg

Das Wissenschaftsverständnis von Physiklehrkräften und der Zusammenhang mit Unterrichtsmethoden

Theoretischer Rahmen

Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit Aspekten des Professionswissens von Physiklehrkräften. Der Terminus Professionswissen bezieht sich auf Kompetenzstandards, die der Beschreibung bzw. Qualitätssicherung in der Aus- und Weiterbildung erfolgreicher Lehrpersonen dienen sollen (Terhart, 2000; Clandinin & Conelly, 1995). In der aktuellen Debatte haben sich vor allem drei Dimensionen des Professionswissens, das Fachwissen, das pädagogische Wissen und das fachdidaktische Wissen durchgesetzt (Shulman, 1987). Konkret wurden in der im Folgenden skizzierten Studie die ‚Lehrersicht auf die *nature of science*‘ (*Wissenschaftsverständnis*) als fachwissenschaftlicher Kompetenzfacette, die Unterrichtsmethoden von Physiklehrkräften als pädagogischer Kompetenzfacette sowie der Zusammenhang zwischen diesen beiden Aspekten untersucht.

Der Terminus Wissenschaftsverständnis ist eng verwandt mit den Forschungsgebieten der *nature of science* und domänenspezifischer epistemischer Überzeugungen. Bei dem Themenkomplex *nature of science* wird aus fachdidaktischer Perspektive die didaktische Relevanz der Aspekte der *nature of science* verhandelt und das Wissen über diese Aspekte getestet (Kircher, 2010). In der psychologischen Forschung zu domänenspezifischen epistemischen Überzeugungen geht es um die Erforschung subjektiver Theorien zu Wissen, zur Aufgabe und Struktur von Naturwissenschaften (Neumann & Kremer, 2014; Priemer, 2006). Zur Unterscheidung, dass in dieser Studie die Erforschung der Verstehensweisen zu *nature of science* aus Lehrerperspektive erfolgt, wurde der Begriff *Wissenschaftsverständnis* gewählt. Zum Zusammenhang zwischen Wissenschaftsverständnis und Unterrichtsmethoden liegen bisher wenig empirische Studien vor. Bisherige Arbeiten fokussierten auf die Rolle allgemeiner Auffassungen über Lehren und Lernen in Hinblick auf die Präferenz von Lernaufgaben (Staub & Stern, 2002) oder analysierten den Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung des eigenen Fachwissens (Prosser et al., 2005) und den Überzeugungen über Lehren und Lernen.

Entwicklung eines Testinstruments zum Wissenschaftsverständnis

In den vergangenen Jahren entwickelten wir ein Erhebungsinstrument, welches das Wissenschaftsverständnis und die Unterrichtsmethoden anhand von Lehrerselbstauskünften misst (Schulze Heuling, Mikelskis-Seifert & Nückles, 2014a). In einer Vorstudie wurde eine Taxonomie zum Wissenschaftsverständnis über Physik als Wissenschaft und Unterrichtsfach sowie von Unterrichtsmethoden entwickelt (Schulze Heuling, Mikelskis-Seifert & Nückles, 2014b). Die Interviewanalyse förderte vier charakteristische Wissenschaftsverständnisse zutage: das experimentgeleitete, das modellgeleitete, das autoritätsgeleitete und das diskursgeleitete Wissenschaftsverständnis. Anhand der Vorstudie wurde ein Fragebogen entwickelt und pilotiert. Wissenschaftsverständnis und Unterrichtsmethoden werden in Selbstauskünften anhand von Vignetten erhoben. Ergänzt werden die Items zur Messung der Unterrichtsmethoden durch Häufigkeitserhebungen von Sozialformen und dem Einsatz unterschiedlicher Medien (Kircher, Girwidz & Häußler, 2010).

Forschungsinteresse und Hypothesen der Studie

Mit dem Ziel, den Zusammenhang zwischen Wissenschaftsverständnissen und Lehr-Lern-Methoden, einschließlich der Sozialformen und Unterrichtsmaterialien auf der Basis von

Strukturgleichungsmodellen zu erforschen, sind Modellannahmen notwendig. Die hier zugrunde gelegte Modellannahme (Abb. 1) basiert auf Hinweisen aus der Literatur und wurde bereits durch multiple lineare Regressionen an den Datensätzen einer Vorstudie exploriert (Schulze Heuling, Mikelskis-Seifert & Nückles, 2014c).

Studien zeigen, dass in Bezug auf das Lehren und Lernen die Überzeugungen von Lehrkräften, insbesondere Annahmen über ontologische und didaktische Aspekte der Fachwissenschaft (Mistades, 2007), die Gestaltung des Unterrichts beeinflussen (Pajares, 1992; Pomeroy, 1993). Diese Annahmen bilden sich schon, wenn die zukünftigen Lehrpersonen selber noch Schüler sind (Brookhart & Freeman, 1992; Calderhead & Robson, 1991). Während des Studiums differenzieren sich dann zwei Domänen des Wissenschaftsverständnisses aus, das Verständnis von der Fachwissenschaft und das Verständnis über die didaktischen Fachinhalte (Adams et al., 2006).



Abb. 1. Modellannahme zum Zusammenhang von Wissenschaftsverständnis und Unterrichtsmethoden.

Methodisches Vorgehen

Mittels des Onlinefragebogens wurden Physiklehrkräfte in Deutschland, der Schweiz und Österreich befragt. Insgesamt gingen 253 vollständig ausgefüllte Fragebögen in die Auswertung ein. Zur Modellevaluation wurden Strukturgleichungsmodelle berechnet. Statistische Signifikanz wurde durch einen Likelihood-ratio χ^2 -Test kontrolliert. Weiterhin wurden folgende Indikatoren überprüft, welche die Qualität des Modells beschreiben: Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Comparative Fit Index (CFI), Tucker-Lewis Index (TLI) sowie Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) (Hu & Bentler, 1999).

Ausgewählte Ergebnisse

Das Modell zeigt für das experiment- und autoritätsgeleitete Wissenschaftsverständnis, dass sich die theoretisch-ontologischen Verständnisse linear auf das didaktische Wissenschaftsverständnis abbilden. Das experimentgeleitete Wissenschaftsverständnis von Schulphysik wird weiterhin signifikant von der Lehrerfahrung beeinflusst (gemessen in Jahren, $\beta=.124$, $0.001 \leq p < 0.01$) und hängt eng mit dem Einsatz von Schülerexperimenten ($\beta=0.146$, $0.001 \leq p < 0.01$) und dem Arbeiten in Kleingruppen ($\beta=0.141$, $0.01 \leq p < 0.05$) zusammen. Im Gegensatz dazu neigen Lehrkräfte mit einem autoritätsgeleiteten didaktischen Wissenschaftsverständnis zu weniger Kleingruppenarbeit ($\beta=-0.135$, $0.01 \leq p < 0.05$), aber gestalten ihren Unterricht unter verstärktem Einsatz von Tafel oder Whiteboard ($\beta=0.235$, $p < 0.001$). Dieser Befund weist auf eine eher frontale Unterrichtssituation hin, zumal Lehrpersonen mit einem autoritätsgeleiteten Wissenschaftsverständnis weniger Methoden anbieten, die aktives und konstruktionsorientiertes Lernen beinhalten ($\beta=0.459$, $p < 0.001$). Die Situation ist anders bei Lehrkräften, die das Experiment ins Zentrum ihres Wissenschaftsverständnisses stellen. Sie tendieren signifikant zu schülerorientierten Lernmethoden ($\beta=0.248$, $p < 0.001$).

Zusammenfassung

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Lehrpersonen ihr ontologisches Wissenschaftsverständnis mit der Darstellung des Fachs im Schulunterricht direkt verknüpfen. Diese Aspekte gilt es, in der Lehrerausbildung zu berücksichtigen. Verstärkt

könnten hier Angebote zur Selbstevaluation helfen, Lehrpersonen zum Nachdenken über ihr Wissenschaftsverständnis anzuregen und verstärkt die Aspekte von *nature of science* daran anzubinden. Gleichwohl gilt zu bedenken, was aus der *conceptual change* Forschung bei Schülerinnen und Schülern bereits bekannt ist, dass sich subjektive Theorien nur schwer ändern lassen.

Literatur

- Adams, W.K, Perkins, K.K., Podolefsky, N. S., Dubson, M. Finkelstein, N. D., & Wieman, C.E. (2006). New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 2.
- Brookhart, S. & Freeman, D. (1992). Characteristics of entering teacher candidates. *Review of Educational Research*, 62, 37-60.
- Calderhead, J. & Robson, M. (1991). Images of teaching: Student teachers' early conceptions of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 7, 1-8.
- Clandinin, D. J. & Connelly, F. M. (1995). *Teachers' professional knowledge landscapes*. New York: Teachers College Press.
- Hu, L. & Bentler, P. (1999) Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives, *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6:1, 1-55.
- Kircher, E. (2010). Über die Natur der Naturwissenschaften lernen. In E. Kircher, R. Girwidz, P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik* (S. 763–798). Heidelberg: Springer.
- Kircher, E., Girwidz, R., Häußler, P. (2010). *Physikdidaktik*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Mistades, V. (2007). Physics Teachers' Beliefs and Their Performance in an In-service Training Program. *Science Education International*, 3(18), 173-187.
- Neumann, I., Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen – Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 209-232.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77(3), 261- 278.
- Priemer, B. (2006). Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 159-175.
- Prosser, M., Martin, E., Trigwell, K., Ramsden, P., Lueckenhausen, G. (2005). Academics experiences of understanding of their subject matter and the Relationship of this to their experiences of teaching and learning. *Instructional Science*, 33, 137-157.
- Schulze Heuling, L., Mikelskis-Seifert, S. & Nückles, M. (2014a). "Explorative Studies on Physics Teachers' Notions about Science and their Interdependency with Methods of Instruction". In: E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference.
- Schulze Heuling, L., Mikelskis-Seifert, S. & Nückles, M. (2014b). „Taxonomy about Physics Teachers Notions about Science and Methods of Instruction". In *The Power of Education Research for Innovation in Practice and Policy*, Online Proceedings of the AERA 2014 Conference (online repository).
- Schulze Heuling, L., Mikelskis-Seifert, S. & Nückles, M. (2014c). „Empirical study on interdependencies between physics teacher's notions about science and methods of instruction". In *Awakening Dialogues - Advancing Science Education Research Practices and Policies*, Proceedings of the NARST 2014 Conference (CD-ROM).
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Staub, F., & Stern, E. (2002). The nature of teacher's pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94 (2), 344-355.
- Terhart, E. (2000). *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland*. Abschlussbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Kommission. Weinheim: Beltz 2000.