

Martina Brandenburger¹
Martin Schwichow¹
Silke Mikelskis-Seifert¹

¹Pädagogische Hochschule Freiburg

Zusammenhang von Modellverständnis und Lehr-/Lernüberzeugungen von Lehrkräften

Theoretischer Rahmen Modellverständnis als Wissen und Ansichten über die Praxis des naturwissenschaftlichen Arbeitens kann als ein Teil des Wissenschaftsverständnisses von Physiklehrkräften angesehen werden. Das Wissenschaftsverständnis wiederum umfasst zwei Facetten (nach Neumann & Kremer, 2013): Wissen zu Wissenschaft als Fachwissen (*nature of science*) (Schulze Heuling et al., 2019) und Ansichten über Wissenschaft als epistemologische Überzeugungen (Priemer, 2006). Beide Facetten des Wissenschaftsverständnisses können im Modell der professionellen Kompetenz von Lehrkräften (Sorge et al., 2017) verortet und mit der Unterrichtspraxis in Verbindung gebracht werden. Schulze Heuling et al. (2019) formulieren folgenden Zusammenhang zwischen Wissenschaftsverständnis und Unterrichtspraxis: Die Art, wie man Physik als Wissenschaft und Schulfach sieht, beeinflusst die Gestaltung von Unterrichtsmethoden bzw. Lehr- und Lernformen. Bisherige Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass ein Verständnis von Naturwissenschaften als Sammlung von Faktenwissen in Beziehung mit transmissiven Lehr-/Lernüberzeugungen steht (Benson, 1989; Duschl & Wright, 1989; Brickhouse, 1990; Linder, 1992) und ein Verständnis von Naturwissenschaften als Konstruktion von Wissen in Beziehung mit einer konstruktivistischen Sichtweise zum Lernen einhergeht (Brickhouse, 1990; Staub & Stern, 2002; Tsai, 2000; Seidel et al., 2009). Der Zusammenhang wird am Beispiel einer Fallstudie von Brickhouse (1990) deutlich.

Brickhouse (1990) hat drei Lehrkräfte über vier Monate hinweg insgesamt 35h im Klassenzimmer beobachtet, ihre Materialien gesichtet und Interviews mit ihnen geführt. Ziel war es zu erheben, welche Überzeugungen Lehrkräfte hinsichtlich *nature of science* haben und wie ihre Unterrichtspraxis gestaltet ist. Brickhouse beobachtete bei zwei der Lehrkräfte (*Cathcart* und *McGee*) einen transmissiven und bei einer Lehrkraft (*Lawson*) konstruktivistischen Unterricht. Die Lehrkräfte unterschieden sich zudem in ihrem Wissenschaftsverständnis. Für *Cathcart* sind naturwissenschaftliche (nawi.) Theorien Wahrheiten, die durch Experimente aufgedeckt werden, für *McGee* gibt das Lehrbuch eine Sammlung von nawi. Fakten vor und für *Lawson* sind nawi. Theorien veränderliche Werkzeuge zur Problemlösung und Erklärung. Das Wissenschaftsverständnis kann, in Anlehnung an Neumann & Kremer (2013) bzw. Priemer (2006), mit den Begriffen „absolutistisch“ (Wissen ist wahr oder falsch; *Cathcart* und *McGee*) und „relativistisch“ (Wissen steht in einem Kontext und ist veränderlich; *Lawson*) zusammengefasst werden. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass Lehrkräfte mit unterschiedlichem unterrichtlichem Handeln auch unterschiedliches Wissenschaftsverständnis aufweisen.

Lehrkräfte richten die Unterrichtspraxis in der Regel nach ihren Überzeugungen aus. Transmissive Lehr-/Lernüberzeugungen beinhalten, dass Lernen die Weitergabe von Informationen von Lehrenden an die Lernenden ist (Staub & Stern, 2002; Kunter & Pohlmann, 2015), konstruktivistische Lehr-/Lernüberzeugungen sehen Wissen als im Diskurs von Lehrenden und Lernenden aufgebaut und basiert auf individuellen konstruktivistischen Prozessen (ebd.).

In dieser Untersuchung wird das Wissenschaftsverständnis auf das Modellverständnis (Umgang mit Modellen im Schulalltag) und die Unterrichtspraxis auf die Lehr-/Lernüberzeugungen (konstruktivistisch, transmissiv) eingegrenzt. Hinsichtlich des Modellverständnisses orientieren wir uns an der Arbeit von Van Driel & Verloop (1999) mit sieben Charakteristika zu Modellen. Borrman et al. (2014) konnten aus 23 Items von Van Driel & Verloop (1999) fünf Faktoren zum Modellverständnis bei Lehrkräften identifizieren (Kommunikation und Erkenntnisgewinnung, Repräsentation, Veranschaulichung und Erklärung, Optimierungsprozess, Gültigkeit) die darstellen, wie Lehrkräfte die Charakteristika von Modellen bündeln.

Forschungsfragen. (F1) Welche Teilgruppen von Lehrerinnen und Lehrern lassen sich hinsichtlich ihres Modellverständnisses und der Lehr-/Lernüberzeugungen finden? (H1a) Es gibt distinkte Gruppen zum Modellverständnis. (H1b) Lehrkräfte tendieren eher in die eine oder die andere Richtung von Lehr-/Lernüberzeugungen (Kunter & Pohlmann, 2015). (F2) Wie lassen sich die Teilgruppen über das Modellverständnis und die Lehr-/Lernüberzeugungen charakterisieren? (H2) Es gibt einen Zusammenhang analog zu Wissenschaftsverständnis und Unterrichtsmethoden (vgl. Brickhouse, 1990; Schulze Heuling et al., 2019).

Instrumente und Methoden. Es wurden mit Fragebögen von $N = 128$ Lehrerinnen (28%) und Lehrern aus Deutschland Daten erhoben (Wider et al., 2019). 75% haben ein Studium Physik auf Lehramt absolviert und sind im Schnitt seit elf Jahren im Schuldienst (Schulform: 42% HS/WRS/RS, 5% GMS, 53% Gym; Klassenstufe mit Mehrfachnennung: 16% 5/6, 77% 7/8, 71% 9/10, 34% 11/12). Für das Modellverständnis wurden 12 Items (Auswahl aus Borrman et al., 2014 / Van Driel & Verloop, 1999) für das Teilchenmodell und das Modell der geladenen Teilchen übertragen. Kommunikation / Erkenntnisgewinnung (KE) 10 Items, $\alpha = .78$, $M = 4.61$ (0.78) „Das Modell der elektrischen Ladung ist ein Hilfsmittel für die Beschreibung von Phänomenen, die nicht direkt beobachtbar sind.“; Veranschaulichung / Erklärung (VE) 8 Items, $\alpha = .73$, $M = 4.63$ (0.80) „Das Teilchenmodell ist eine vereinfachte Wiedergabe der Realität.“; Optimierungsprozess (OP) 6 Items, $\alpha = .67$, $M = 4.66$ (0.82) „Man versucht das Teilchenmodell so einfach wie möglich zu halten.“. Die Skalen nach Borrman et al. (2014) wurden durch ein SEM bestätigt. Hervorzuheben ist, dass die Skalen Zustimmung messen und nicht die Qualität des Modellverständnisses. Die Lehr-/Lernüberzeugungen wurden mit 15 Items (nach Kleickmann, 2008) erhoben. Konstruktivistische Lehr-/Lernüberzeugungen (KÜ) 8 Items, $\alpha = .83$, $M = 3.44$ (0.77). Transmissive Lehr-/Lernüberzeugungen (TÜ) 7 Items, $\alpha = .78$, $M = 3.04$ (0.74). Die kontinuierlichen Skalen zum Modellverständnis (KE, VE, OP) und zu Lehr-/Lernüberzeugungen (KÜ, TÜ) wurden durch die Bildung von Terzilen in die Kategorien „hohe“, „mittlere“ und „niedrige“ Zustimmung umkodiert. Zur Findung von ähnlichen Antwortmustern wurde eine latente Klassenanalyse (LCA) mit dem R Paket `poLCA` durchgeführt (Linzer & Lewis, 2011; Linzer & Lewis, 2022; Brandenburger & Schwichow, 2023). So können Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Personen in den Klassen beschrieben werden.

Ergebnisse Im Rahmen der LCA wurde sich für ein Modell mit drei Klassen entschieden. Das gewählte Modell besitzt einen guten Modell-Fit (Parameter 32; log-likelihood -650.72; Treffsicherheit .84/.91/.87; Klassengröße π_c .30/.44/.25; χ^2 emp. $p = .188$; CR emp. $p = .079$; AIC 1365; BIC 1457) und findet eine Balance zwischen Einfachheit und erwartetem Erkenntnisgewinn. Um die drei Gruppen zu beschreiben, werden Muster in den Antwortwahrscheinlichkeiten (Tab. 1) untersucht. Im Rahmen des Modellverständnisses ist ein klares Muster für die höchsten Werte zu sehen, was Grundlage für die Beschreibung der Klassen ist. Klasse 1: hohe

Zustimmung, was für eine absolutistische Sicht auf Modelle spricht. Klasse 2: mittlere Zustimmung, was für eine relativistische Sicht auf Modelle spricht. Klasse 3: niedrige Zustimmung, was für eine absolutistisch ablehnende Sicht auf Modelle spricht.

	Klasse	Zustimmung		
		niedrig	mittel	hoch
Modellverständnis	Kommunikation / Entwicklung			
	1	.00	.40	.60
	2	.39	.37	.24
	3	.74	.18	.09
	Veranschaulichung / Erklärung			
	1	.00	.32	.68
	2	.21	.52	.27
	3	1.00	.00	.00
	Optimierungsprozess			
1	.00	.25	.75	
2	.22	.62	.16	
3	.73	.14	.12	

	Klasse	Zustimmung		
		niedrig	mittel	hoch
Lehr-/Lernüberzeugungen	Konstruktivistisch			
	1	.43	.39	.18
	2	.26	.25	.49
	3	.58	.39	.03
	Transmissiv			
	1	.20	.55	.26
	2	.47	.29	.25
	3	.15	.48	.37

Klasse 1: absolutistisch +; 33% der Lehrer
Klasse 2: relativistisch; 40% der Lehrer
Klasse 3: absolutistisch -; 27% der Lehrer

Tab. 1 Antwortwahrscheinlichkeiten für die Skalen; höchste Werte pro Klasse hervorgehoben

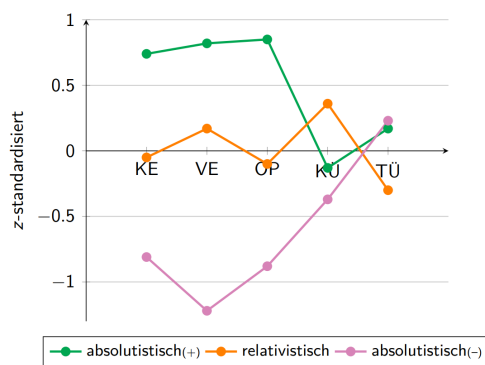


Abb. 1 Vergleich Mittelwerte der Skalen

Für eine Beschreibung der Teilgruppen wurden die Mittelwerte der Skalen in den Klassen bestimmt und bezogen auf alle z -transformiert (Abb. 1). (F1) Im Modellverständnis bestätigt eine ANOVA klare Unterschiede zwischen den gefundenen Klassen (KE: $F(2, 125) = 35.72, p < .001; \eta^2 = .36$, großer Effekt; VE: $F(2, 125) = 112.39, p < .001; \eta^2 = .64$, großer Effekt; OP: $F(2, 125) = 53.27, p < .001; \eta^2 = .46$, großer Effekt) (H1a ✓). Bei den Lehr-/Lernüberzeugungen ist wie erwartet zu erkennen, dass die Lehrkräfte einer Klasse zu transmissiven oder konstruktivistischen Überzeugungen tendieren (H1b ✓). (F2) Es zeigen sich Unterschiede der Klassen bei konstruktivistischen und transmissiven Überzeugungen (KÜ: $F(2, 125) = 6.61, p = .002; \eta^2 = .10$, mittlerer Effekt; Tü: $F(2, 125) = 4.00, p = .021; \eta^2 = .06$, mittlerer Effekt). Eine relativistische Auffassung von Modellen steht in Beziehung zu konstruktivistischen Überzeugungen (Klasse 2) und absolutistische Auffassungen von Modellen steht in Beziehung zu transmissiven Überzeugungen (Klasse 1 und 3) (H2 ✓).

Diskussion und Ausblick Die vorgestellte Studie konnte einen quantitativen Zusammenhang zwischen Modellverständnis und Lehr-/Lernüberzeugungen darlegen. Es konnte hierbei gezeigt werden, dass für das facettenreiche Konstrukt des Modellverständnisses distinkte Gruppen gebildet werden können. Als Implikation für die Lehrerbildung kann festgehalten werden, dass Wissenschaftsverständnis und Lehr- / Lernüberzeugungen nicht unabhängig voneinander betrachtet oder vermittelt werden können, sondern wechselseitig zueinander in Beziehung stehen. Ausgehend von den gefundenen Zusammenhängen sind weitere Untersuchungen zu Beziehungen zur Unterrichtspraxis und dem Schüler-Outcome nötig.

Literatur

- Benson, G. D. (1989). Epistemology and science curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 21(4):329–344.
- Borrmann, J. R., Reinhardt, N., Krell, M., & Krüber, D. (2014). Perspektiven von Lehrkräften über Modelle in den Naturwissenschaften: Eine generalisierende Replikationsstudie. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 13:57–72.
- Brandenburger, M. & Schwichow, M. (2023). Utilizing Latent Class Analysis (LCA) to Analyze Response Patterns in Categorical Data. In Liu, X. & Boone, W. J. (Hrsg.), *Advances in applications of Rasch measurement in science education*. Springer International Publishing.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3):53–62.
- Duschl, R. A. & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6):467–501.
- Kleickmann, T. (2008). *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer*. Inaugural-Dissertation, Münster.
- Kunter, M. & Pohlmann, B. (2015). Lehrer. In *Pädagogische Psychologie*, S. 261–281. Springer, Berlin.
- Linder, C. J. (1992). Is teacher-reflected epistemology a source of conceptual difficulty in physics? *International Journal of Science Education*, 14(1):111–121.
- Linzer, D. A. & Lewis, J. B. (2011). poLCA: An R Package for polytomous variable latent class analysis. *J. Stat. Softw.*, 42(10).
- Linzer, D. A. & Lewis, J. B. (2022). *poLCA: Polytomous Variable Latent Class Analysis. R package version 1.6*.
- Neumann, I. & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen – Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19:209–232.
- Priemer, B. (2006). Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12:159–175.
- Schulze Heuling, L., Mikelskis-Seifert, S., & Nückles, M. (2019). Zur Interdependenz von Wissenschaftsverständnissen und Unterrichtsmethoden anhand deutschsprachiger Physiklehrkräfte. In Leuders, T., Nückles, M., Mikelskis-Seifert, S., & Philipp, K. (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität in Mathematik und Naturwissenschaften*, S. 151–180. Springer, Wiesbaden.
- Seidel, T., Schwindt, K., Rimmele, R., & Prenzel, M. (2009). Konstruktivistische Überzeugungen von Lehrpersonen: Was bedeuten sie für den Unterricht? In Meyer, M. A., Prenzel, M., & Hellekamps, S. (Hrsg.), *Perspektiven der Didaktik*, S. 259–276. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2017). Die Modellierung und Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. In Fischler, H. & Sumfleth, E. (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik*, Studien zum Physik- und Chemielernen, S. 21–37. Logos Berlin, Berlin.
- Staub, F. C. & Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94(2):344–355.
- Tsai, C.-C. (2000). Relationships between student scientific epistemological beliefs and perceptions of constructivist learning environments. *Educational Research*, 42(2):193–205.
- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (1999). Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science. *International Journal of Science Education*, 21(11):1141–1153.
- Wider, V., Schwichow, M., & Mikelskis-Seifert, S. (2019). Diagnostizieren von Modellvorstellungen im Physikunterricht. In Maurer, C. (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018*, S. 830–833. Universität Regensburg.