

Ein Fragebogen zum Umgang mit Modellen im Unterricht

Trotz der Popularität didaktischer Konzeptionen zum Thema *Nature of Science* (NoS) (vgl. Höttecke & Allchin, 2020; Lederman, 2007) sind bei Lehrkräften alternative Vorstellungen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung verbreitet. Oft sind sie für das Thema NoS kaum sensibilisiert oder haben Schwierigkeiten, es zu unterrichten (Billion-Kramer, Lohse-Bossenz, Dörfler & Rehm, 2020). Zudem trägt der Einsatz von Unterrichtsmaterialien zur expliziten Behandlung von NoS kaum dazu bei, dass Wissenschaftsverständnis bei Lehrkräften einen ähnlichen Stellenwert im Unterricht genießt wie klassisches Fachwissen (Bartos & Lederman, 2014). Stattdessen wird eine frühzeitige, dauerhafte und kontextualisierte Auseinandersetzung mit NoS empfohlen, die bereits bei der Unterscheidung von Beobachtung und Schlussfolgerung anfängt (Akerson, Buck, Donnelly, Nargund-Joshi & Weiland, 2011).

Ein möglicher Weg ist, das Fachwissen über naturwissenschaftliche Phänomene generell in Form von theoretischen Modellen einzuführen (mentale Konstrukte, auf denen die Schlussfolgerungen beruhen), die sich im Prozess der Erkenntnisgewinnung in Experimenten bewähren (reale Phänomene, die beobachtet werden können; Teichrew & Erb, 2020). Dabei spielt vor allem das Modellverständnis der Lehrenden eine große Rolle, das sich auch in ihrer Unterrichtsplanung widerspiegelt (Windschitl & Thompson, 2006). Um den Effekt entsprechender Fortbildungen zum reflektierten Umgang mit Modellen im Unterricht zu messen, wird deshalb der Versuch unternommen, das Modellverständnis der Lehrkräfte mit einem Fragebogen zu ihrem Umgang mit Modellen im Unterricht unabhängig von konkreten Beispielen oder Fachinhalten zu erheben.

Ein **Fragebogen** mit Aussagen zu Modellen als Werkzeugen der Erkenntnisgewinnung und einem entsprechenden Umgang mit ihnen im Unterricht ermöglicht es Lehrkräften, sozial erwünschte Antworten zu geben. Deshalb wurden zunächst naive Aussagen formuliert, die Modelle als richtige und alternativlose Erklärungen – im Sinne direkter Kopien des modellierten Phänomens – im Unterricht darstellen. Beim Wort *Modell* sollten die Lehrkräfte allerdings nicht nur an bekannte wissenschaftliche Modelle wie z.B. das Atommodell denken, sondern auch an *Texte, Skizzen, Abbildungen, Gleichungen oder Simulationen*, die als Repräsentationen jeweils Ausdruck von Modellen sind. Angelehnt an die Struktur der Modellkompetenz nach Upmeyer zu Belzen und Krüger (2010) wurden insgesamt 15 Aussagen formuliert (z.B. tes2: *Ich achte darauf, dass keine falschen Modelle gelehrt werden*), deren Ablehnung als Merkmal eines hohen Modellverständnisses interpretiert werden soll. Sie teilen sich dabei auf in Aussagen zum *Wesen* der im Unterricht vorkommenden Modelle (Kenntnisse über Modelle, ebd.) und zu ihrem *Einsatz* im Unterricht (Modellbildung, ebd.). Um den Effekt der Linkslastigkeit von horizontalen Likert-Skalen zu umgehen, wird die Option der Ablehnung der naiven Aussagen nicht zuerst genannt (vgl. Chyung, Kennedy & Campbell, 2018), sondern zuletzt (Rating von *stimme voll und ganz zu* [1] bis *stimme überhaupt nicht zu* [5]). Damit stehen bei der Interpretation der Ergebnisse höhere Zahlen für eine größere Ablehnung, die als Indikator für ein höheres Modellverständnis gelten soll.

In der **Pilotierung** haben Lehrkräfte mit naturwissenschaftlichen Fächern aus der Umgebung von Frankfurt am Main und Schwäbisch Gmünd den Fragebogen als Teil einer größeren Befragung zu Idealisierungen und Modellen (vgl. Winkelmann, 2019) online abgeschlossen ($N = 50$). Für die Aussagen zum Wesen (Fälle pro Item > 8) und zum Einsatz (Fälle pro Item > 5) der im Unterricht verwendeten Modelle wurden jeweils explorative Faktorenanalysen gerechnet (Extraktion mit Maximum-Likelihood-Methode und Varimax-Rotation). Es liegt in beiden Fällen eine ausreichend hohe Korrelation vor (KMO = .701, Bartlett Test: Chi Quadrat(15) = 49.58, $p < .001$; KMO = .643, Bartlett Test: Chi Quadrat(36) = 128.69, $p < .001$). Eine Überprüfung der Scree-Plots rechtfertigt die Extraktion von einmal zwei und einmal drei Faktoren, die eine Gesamtvarianz von 42 % und 56 % aufklären. Die Rotationen liefern Ergebnisse, bei denen die meisten Items nur auf einen Faktor hohe Ladungen zeigen (s. Tab. 1). Ein Item zeigt ähnlich hohe Ladungen auf zwei Faktoren (zwe3 mit $\Delta L < .20$) und wurde aus den weiteren Berechnungen ausgeschlossen. Außerdem weist F5 keine ausreichend hohe interne Reliabilität auf ($\alpha_c < .60$), sodass dieser Faktor nicht interpretiert wurde. Die Interpretation der Ergebnisse der Faktorenanalysen lieferte somit vier Faktoren (s. Tab. 2).

Tab. 1: Ergebnisse der explorativen Faktorenanalysen der Aussagen zum Einsatz (links, $n = 48$) und zum Wesen der Modelle im Unterricht (rechts, $n = 46$)

Aussage	Ladungen	ΔL	Aussage	Ladungen	ΔL
eig3	.72	-	zwe1	.75	-
eig1	.67	-	zwe3	.59	.48
eig2	.59	.32	zwe2	.56	-
alt2	-	.67	tes3	.54	-
alt1	-	.62	aen1	-	.78
alt3	-	.48	tes2	-	.66
α_c	.69 (F1)	.61 (F2)	tes1	-	.65
			aen2	-	.91
			aen3	-	.76
			α_c	.64 (F3)	.73 (F4)
					.53 (F5)

Anmerkungen: ΔL = Differenz der Ladungen, α_c = Cronbachs α

Tab. 2: Deskriptive Ergebnisse der vier Faktoren

Bezeichnung	Beispielitem	n	$M (SD)$	95% KI
F1 Modelle entsprechen der Realität	eig3: <i>Ich entwickle Modelle, die genauso sind wie das Phänomen.</i>	50	3.23 (.75)	[3.01, 3.44]
F2 Modelle brauchen keine Alternativen	alt2: <i>Ich glaube, dass durch ein gutes Modell keine Fragen mehr offenbleiben.</i>	48	3.59 (.80)	[3.36, 3.82]
F3 Modelle dienen der Erklärung	zwe1: <i>Ich verwende Modelle, um zu erklären, wie es zu dem Phänomen kommt.</i>	48	1.67 (.44)	[1.55, 1.80]
F4 Modelle müssen richtig sein	aen1: <i>Ich verändere Modelle, wenn sie den Inhalt nicht richtig wiedergeben.</i>	50	2.49 (.91)	[2.24, 2.75]

Anmerkungen: KI = Konfidenzintervall

Die deskriptiven **Ergebnisse** deuten darauf hin, dass die Mehrheit der Lehrkräfte die Aussagen zum Wesen der Modelle (F1 und F2) eher ablehnt, was für ein hohes Modellverständnis in diesem Teilbereich steht. Das gilt allerdings nicht für die Aussagen zum Einsatz der Modelle (F3 und F4, s. Abb. 1).

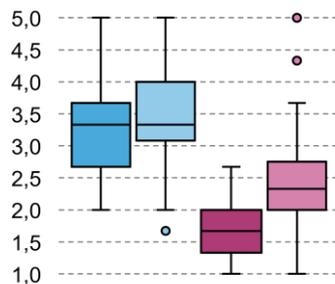


Abb. 1: Boxplots der vier Faktoren F1 (links) bis F4 (rechts)

Als ein mögliches äußeres Kriterium für das Modellverständnis der Lehrkräfte wurden u.a. die Jahre der Berufserfahrung abgefragt. Es zeigt sich jedoch, dass gerade Lehrkräfte mit mehr Berufserfahrung weniger Ablehnung gegenüber dem unreflektierten Einsatz von Modellen zur Erklärung zeigen ($n = 47$, $r = -.459$, $p < .002$, s. Abb. 2).

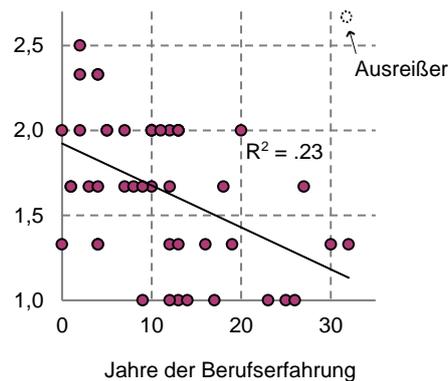


Abb. 2: Streudiagramm für Mittelwerte von F3 und den Jahren der Berufserfahrung

Zur **Diskussion** der Ergebnisse steht, inwiefern der Einsatz von Modellen zur Erklärung von Phänomenen (Erkenntnisvermittlung) der Vorstellung von Modellen als theoretische Konstrukte, deren Hypothesen überprüft werden sollten (Erkenntnisgewinnung), widerspricht. Aus unterrichtspraktischer Sicht ist das Erklären ein natürlicher Prozess, allerdings sollte eine Erklärung naturwissenschaftlicher Sachverhalte nicht den Anschein einer vollumfänglichen und abschließenden Darstellung erwecken. Gerade dieser Aspekt muss in den Aussagen des Fragebogens deutlicher hervorstechen. Auch die Verwendung von solchen absoluten Kriterien wie *richtig* und *falsch* ist zwar erkenntnistheoretisch problematisch, aber im Unterrichtskontext macht diese Unterscheidung für viele Lehrkräfte gerade im Umgang mit den Aussagen der Lernenden Sinn. Der Fragebogen wird auf Grundlage der Analysen und Rückmeldungen der Lehrkräfte überarbeitet.

Literatur

- Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Nargund-Joshi, V. & Weiland, I. S. (2011). The Importance of Teaching and Learning Nature of Science in the Early Childhood Years. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 537–549. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9312-5>
- Bartos, S. A. & Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1150–1184. <https://doi.org/10.1002/tea.21168>
- Billion-Kramer, T., Lohse-Bossenz, H., Dörfler, T. & Rehm, M. (2020). Professionswissen angehender Lehrkräfte zum Konstrukt Nature of Science (NOS): Entwicklung und Validierung eines Vignettestests (EKoL-NOS). *ZfDN*, 26(1), 53–72. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00112-z>
- Chung, S. Y. (Yonnie), Kennedy, M. & Campbell, I. (2018). Evidence-Based Survey Design: The Use of Ascending or Descending Order of Likert-Type Response Options. *Performance Improvement*, 57(9), 9–16. <https://doi.org/10.1002/pfi.21800>
- Höttecke, D. & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641–666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 831–879). Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Teichrew, A. & Erb, R. (2020). Lernen mit Modellen und Experimenten: Von der Beobachtung zur Erkenntnis am Beispiel des Regenbogens. *MNU*, 73(6), 481–486.
- Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *ZfDN*, 16, 41–57.
- Windschitl, M. & Thompson, J. (2006). Transcending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understandings of Model-Based Inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783–835. <https://doi.org/10.3102/00028312043004783>
- Winkelmann, J. (2019). Idealisierungen und Modelle im Physikunterricht. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Aachen. Verfügbar unter: <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/938>