

Laura Arndt¹
Tim Billion-Kramer¹
Markus Wilhelm^{1,2}
Markus Rehm¹

¹Pädagogische Hochschule Heidelberg
²Pädagogische Hochschule Luzern

Ist auch der NOS-Minimalkonsens „whole“? Entwicklung eines Messinstruments

Im postfaktischen Zeitalter, in dem Informationen sich – auch unabhängig von Qualitätssicherungskriterien – rasant entwickeln, verbreiten und ablösen, kann die Sicherung der gesellschaftlichen Teilhabe nicht nur durch reine Faktenvermittlung gelingen (Allchin, 2011; 2020; Höttecke & Allchin, 2020). Vielmehr muss übergeordnetes Bildungsziel die (Aus-) Bildung von *competent outsiders* sein (Bromme, 2021), die Wissensstände nicht in erster Instanz als Fachexpert:innen und prüfen (können), sondern auf Grundlage eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses epistemisches Vertrauen entwickeln. Demzufolge steht die „Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen“ als Motto der diesjährigen GDCP-Jahrestagung auch programmatisch eng verbunden mit dem Konzept von *Nature of Science* (NOS).

Daher wird noch immer naturwissenschaftsdidaktisch über verschiedene Ansätze versucht, ein angemessenes Wissenschaftsverständnis als Zielsetzung für den Unterricht zu modellieren: Weitgehend etabliert hat sich ein Minimalkonsens, der das Wesen der Naturwissenschaften über zentrale Facetten als Basisprinzipien elementarisiert (bspw. Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002). Allchin (2011; 2020) kritisiert, dass in einem solchen deduktiv generierten Minimalkonsens die Zusammenhänge zwischen elementarisierten Facetten verloren gingen und die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen unverbunden und idealisiert nebeneinanderstünden. Daher legt er ein eigenes induktiv-orientiertes *Nature of Whole Science*-Konzept vor.

Im hier vorgestellten Projekt wurde ein Vignettentest entwickelt, der in unterschiedlichen Vignetten einerseits den *Minimalkonsens*- und andererseits den *Whole Science*-Ansatz abbildet, um Hinweise auf strukturelle Unterschiede der beiden (vermeintlich?) konfligierenden NOS-Konstrukte zu finden. Auf diese Weise können Hinweise für die Beschaffenheit des NOS-Konstruktes und letztendlich dessen unterrichtliche Umsetzung gefunden werden (Arndt, Billion-Kramer, Wilhelm & Rehm, 2020).

Konstruktion von *Whole Science*-Vignetten

Die Testkonstruktion erfolgte in Anlehnung an den verfügbaren EKoL-NOS-Vignettentest nach Billion-Kramer et al. (Billion-Kramer, Hendrik Lohse-Bossenz, Dörfler & Rehm, 2020). Dessen Vignetten bilden den *Minimalkonsens*-Ansatz durch die Fokussierung von Einzelfacetten entsprechend den Basisprinzipien „Kreativität und Subjektivität“ (KS), „Veränderung mit der Zeit“ (VZ) oder „Beobachtung und Schlussfolgerung“ (BS) ab. Ausgewählte Einzelfacetten-Vignetten (EV) sollen in Kombination mit konstruierten *Whole Science*-Vignetten (WV) ein neues Testinstrument bilden.

Vignetten bieten durch die textbasierte Beschreibung einer Unterrichtssituation mit offenem Ausgang und sich anschließende zu bewertende Handlungsoptionen der Lehrperson in Form von Items die Möglichkeit, nicht nur einzelne Wissens Elemente, sondern Kompetenzprofile zu erfassen (Goreth, Straub, Rehm & Geißel, 2020; Wilhelm, Brovelli, Rehm & Bölsterli, 2013)

Theoriegeleitet wurden zehn WV entwickelt (sechs zur Weiterverwendung), die historische Fallbeispiele aus naturwissenschaftlicher Forschung im Vignettenstamm in den Mittelpunkt stellen. Diese Fallbeispiele entstammen en Gros der Minnesota Case Study Collection (Allchin, 2012a; Boston Working Group, 2013), die bereits verschiedene mögliche NOS-Themen, wie Finanzierung von Forschung, die Rolle von Biografien oder Motivationen Forschender benennt. Diese NOS-Themen unterscheiden sich von den Minimalkonsens legitimierte Basisprinzipien, da sie

verschiedene, einander bedingende Aspekte von naturwissenschaftlicher Forschungspraxis thematisieren und naturwissenschaftliche Forschung als reales und soziales Phänomen (Arndt Billion-Kramer, Wilhelm & Rehm, 2020; Bromme, 2021) ins Licht rücken.

Somit bieten sie konkrete Diskussions- und Reflexionsanlässe (Höttecke, Henke & Riess, 2012), die in den geschlossenen Items je Vignettenstamm aufgegriffen werden. Entsprechend der Aufgabenstellung, die Handlungsoptionen vor dem Hintergrund der Förderung von NOS zu bewerten, ergeben sich nicht nur Einblicke in das fachdidaktische Kompetenzprofil, sondern auch in individuelle Wissenschaftsverständnis (Arndt, Billion-Kramer, Wilhelm & Rehm, 2020). Zudem wurden Distraktoren entwickelt, die entweder konkrete Mythen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (McComas, 2002), den Rück(be)zug auf Fachinhalte oder die Abwertung der Naturwissenschaftsgeschichte adressieren. Auf diese Weise können zusätzlich Alltagsvorstellungen identifiziert und einzelne Bewertungen trianguliert werden.

Expertennorm

Die WV wurden entlang einer theoretischen Norm entwickelt, da das Konstrukt von *Whole Science* auf theoretischer Ebene ausführlich beschrieben und diskutiert wurde (Allchin, 2012b; 2017; Osborne, 2017). Jedoch soll durch die Kombination mit einer empirischen Expertennorm geprüft werden, ob die theoretische Norm und die empirischen Referenzwerte weitestgehend übereinstimmen. Zudem können auf diese Weise aus dem Pool von zehn WV die sechs besten Vignetten (Eindeutigkeit, Prägnanz, Vollständigkeit) ausgewählt werden. Entsprechendes gilt für die konstruierten Items, die ebenfalls im Überschuss entwickelt wurden: Für jeden Vignettenstamm wurden mindestens sechs (bis acht) Items zur Experteneinschätzung vorgelegt, wobei die fünf besten Items für das Messinstrument weiterverwendet werden sollen.

Hierzu wurden zwölf Personen angefragt, die Expertise für die Bereiche NOS und *History and Philosophy of Science* (HPS) aufweisen. Aus den acht eingegangenen Rückmeldungen wurde die empirische Norm generiert. So zeigte sich, dass eine unabhängige Aggregation der Bewertung in Form von Modalwerten eine gute Passung mit der theoretischen Norm erzielt. Zusätzlich konnten durch die Umsetzung von Formulierungsvorschlägen in Kommentaren Vignettenstämme und Items weiter ausgeschärft und Modalwerte gesteigert werden. Die Tabellen 1 und 2 zeigen exemplarisch eine ausgewählte und eine verworfene Vignette. Items mit einer Standardabweichung von > 1.4 wurden verworfen. Zudem soll die dichotomisierte Übereinstimmung (dicho. ÜE) einen Überblick geben, ob ein Item grundsätzlich als zur Förderung von NOS geeignet oder ungeeignet eingeschätzt wurde: Bei der Rückmeldung von acht Personen zu einer sechsstufigen Likert-Skala (6 = volle Zustimmung, 1 = volle Ablehnung) können somit Ausreißer durch die Tendenz zur Mitte oder zu Extrema ausgeglichen werden. Wo kein Modalwert gebildet werden konnte, wurde begründet auf den Mittelwert zurückgegriffen (siehe Tabelle 1, Item 6). Vignetten und Items, die vergleichsweise uneindeutig eingeschätzt wurden, konnten aus dem Überschusspool problemlos verworfen werden (siehe Tabelle 2). Somit geben die Tabellen einen Einblick in die expertennormbasierte Selektion von Vignetten und Items.

Testheftentwicklung

Für ein kombiniertes Testheft wurden je sechs EV und WV ausgewählt. Dabei ist jede Einzelfacetten KS, VZ und BS doppelt vertreten, während bei den WV auf eine vergleichbare Verteilung von NOS-Themen und Distraktoren geachtet wurde. Um eine auf Oberflächenmerkmalen beruhende Unterscheidung der Vignettenarten zu vermeiden, wurde die Aufgabenstellung sowie die Itemsanzahl und -form vereinheitlicht. Letzteres wurde durch die Aufstockung der EV auf fünf Items und die Formulierung der WV-Items in wörtlicher Rede erzielt. Weitere Items für die EV wurden durch die Variation von Kernaussagen zu den einzelnen Basisprinzipien (Lederman et al., 2002) erzielt.

In einer Präpilotierung (N = 11) wurde eine Testzeit von rund einer Stunde und einen hohen kognitiven Load rückgemeldet, weshalb das Testheft halbiert werden musste. Analog zur ursprünglichen Auswahl der EV und WV wurde auf Vergleichbarkeit der Einzelfacetten und NOS-Themen geachtet. Folglich ergeben sich Vignettensets für EV und WV, die in ihrer Kombination das jeweilige Konstrukt Minimalkonsens und Whole Science vollständig abbilden. Die Prüfung des

Verhältnisses beider Konstrukte mit einer Studierendenstichprobe (N > 500) durch Strukturgleichungsmodelle steht noch aus, um die Frage zu klären, ob *Minimalkonsens* und *Whole Science* wirklich weitgehend unterschiedliche Konstrukte sind.

Tabelle 1: Unabhängige empirische Expertennorm zur weiterverwendeten Vignette "Falsifikationismus". Modalwerte (Ausnahme: Mittelwert bei Item 6) sind farblich hervorgehoben. Item 4 wurde ausgeschlossen

Themen ¹ Likert	FAL_1 Distr. RFI	FAL_2 PM, Gwk	FAL_3 DiD, Gwk	FAL_4 Distr. RFI	FAL_5 Distr. AWG	FAL_6 DiD, RpM, Gwk
6	0	6	5	0	0	3
5	0	0	1	0	0	3
4	0	2	2	1	0	2
3	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	3	0	0
1	8	0	0	4	8	0
n	8	8	8	8	8	8
mean	1	5,50	5,38	1,75	1	5,13
SD	0	0,93	0,92	1,04	0	0,84
Dicho. ÜE (%)	100	100	100	87,5	100	100

Tabelle 2: Unabhängige empirische Expertennorm zur verworfenen Vignette "Sitz der Emotionen". Modalwerte sind farblich hervorgehoben.

Themen Likert	EMO_1 EuB, PM, SöS	EMO_2 Distr. RFI	EMO_3 EuB, PM, SöS	EMO_4 Distr. GdW	EMO_5 GwK, DiD, EuB	EMO_6 DiD, EuB	EMO_7 DiD, RvZ, Fin
6	0	0	2	0	3	5	2
5	4	0	1	2	4	2	2
4	0	0	3	2	1	1	3
3	2	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	0	0	1
1	0	7	1	2	0	0	0
n	7	8	8	7	8	8	8
mean	4	1,13	4	3,14	5,25	5,50	4,50
SD	1,29	0,35	1,77	1,77	0,72	0,764	1,31
Dicho. ÜE (%)	57,1	100	75	42,9	100	100	87,5

¹**NOS-Themen:** persönliche Motive (PM); Glaubwürdigkeit (Gwk); Diversität im Denken (DiD); Rolle persönlicher Motive (RpM); Sozialer-ökonomischer Status (SöS); Finanzierung (Fin); Rolle von Zufall (RvZ); Erfahrungen und Beziehungen (EuB);
Distraktoren: Rückbezug auf Fachinhalte (RFI); Abwertung der Wissenschaftsgeschichte (AWG); Glorifizierung der Wissenschaft (GdW)

Literatur

- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95, 518-542.
- Allchin, D. (2012a). The Minnesota Case Study Collection: New Historical Inquiry Case Studies for Nature of Science Education. *Science & Education*, 21, 1263-1281.
- Allchin, D. (2012b). Towards clarity on whole science and KNOWS. *Science Education*, 96(4), 693-700.
- Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *CANADIAN JOURNAL OF SCIENCE, MATHEMATICS AND TECHNOLOGY EDUCATION*, 17(1), 18-26.
- Allchin, D. (2020). From Nature of Science to Social Justice: The Political Power of Epistemic Lessons. In L. Hanson & Yacoubian H. (Eds.), *The Nature of Science and Social Justice*. Springer.
- Arndt, L., Billion-Kramer, T., Wilhelm, M. & Rehm, M. (2020). NOS-Modellierungen – Ein theoretischer Konflikt mit fehlender empirischer Basis. *PriSE*, 3(1), 35-45.
- Billion-Kramer, T., Hendrik Lohse-Bossenz, H., Dörfler, T. & Rehm, M. (2020). Professionswissen angehender Lehrkräfte zum Konstrukt Nature of Science (NOS): Entwicklung und Validierung eines Vignetentests (EKoL-NOS). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. Retrieved June 08, 2020, from <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00112-z>.
- Boston Working Group (2013). *How can history and philosophy of science contribute to understanding the nature of scientific literacy?: Mapping research needs*. Report from the conference on how can the HPS contribute to contemporary U.S. science teaching. Boston University.
- Bromme, R. (2021, September 15). *Kompetent, unbestechlich und im Sinne des Gemeinwohls: Bedingungen von Vertrauen in Wissenschaft*. GDCP Jahrestagung. online.
- Goreth, S., Straub, F., Rehm, M. & Geißel, B. (2020). Determination of a reference value to adequately assess teaching situations: The development of a technology-didactical specialist norm. *Journal of Technical Education and Training*, 12(4), 81-94.
- Höttecke, D. & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing Nature-of-Science Education in the Era of Social Media. *Science Education*, 104(4), 641-666. Retrieved December 28, 2019, from <http://douglasallchin.net/papers/Hottecke-Allchin-NOS-and-Social-Media.pdf>.
- Höttecke, D., Henke, A. & Riess, F. (2012). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, 21, 1233-1261.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- McComas, W. F. (2002). *The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths*: Kluwer Academic Publishers.
- Osborne, J. (2017). Going Beyond the Consensus View: A Response. *CANADIAN JOURNAL OF SCIENCE, MATHEMATICS AND TECHNOLOGY EDUCATION*, 17(1), 53-57.
- Wilhelm, M., Brovelli, D., Rehm, M. & Bölsterli, K. (2013). Erfassen professioneller Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Ein Vignetentest mit authentisch komplexen Unterrichtssituationen und offenem Antwortformat. *Unterrichtswissenschaft*, 41(4), 306-329.