

Einblicke in Vorstellungsentwicklungen von Physiklehrkräften zu NOS – am Beispiel von Clara und Leo –

Wie denken (angehende) Physiklehrkräfte über Physik als Wissenschaft? Das Wissenschaftsverständnis im Sinne von Nature of Science (NOS) prägt, wie Lehrkräfte wissenschaftliche Erkenntnisprozesse im Unterricht darstellen und welche Lerngelegenheiten für Schüler:innen dadurch entstehen (Billion-Kramer, 2021; Bartos & Lederman, 2014; Neumann, 2011). Zahlreiche Studien zeigen, dass Lehrkräfte häufig eher naive bzw. wenig reflektierte NOS-Vorstellungen besitzen und z. B. wissenschaftliche Erkenntnisprozesse als linear verstehen (u. a. Khishfe, 2023; McComas, 2021). Vor diesem Hintergrund wird in einem Kasseler Transferprojekt des Sonderforschungsbereichs ELCH untersucht, wie sich das Wissenschaftsverständnis von Physiklehrkräften im Rahmen einer NOS-orientierten Fortbildung weiterentwickelt. Die Fortbildung knüpft an aktuelle physikalische Forschung an und macht zentrale Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeit erfahrbar: (i) Erkenntnisgewinnung in naturwissenschaftlicher Forschung, (ii) das Zusammenspiel von Theorie und Experiment in der Physik sowie (iii) Zusammenarbeit und Kollaboration unter Physiker:innen. Der Beitrag zeigt anhand zweier Fallbeispiele, wie sich Vorstellungen zu diesen Aspekten im Verlauf der Fortbildung verändern und welche Elemente diese Entwicklung unterstützen.

Theoretischer Rahmen & Forschungsfragen

Vorstellungen zu NOS gelten als zentral für die Gestaltung von Physikunterricht, da sie beeinflussen, wie Erkenntnisprozesse in den Naturwissenschaften vermittelt und reflektiert werden (Mesci, Schwartz & Pleasants, 2020; Henke, 2016; Lederman & Lederman, 2014). In professionsbezogenen Lerngelegenheiten können solche Vorstellungen weiterentwickelt werden, wenn (angehende) Lehrkräfte Einblicke in wissenschaftliche Praktiken gewinnen, diese reflektieren und mit ihrem Unterricht in Beziehung setzen (Kartal, Cobern, Dogan, Irez, Cakmakci & Yalaki, 2018; Schwartz & Crawford, 2004). Inwiefern dies durch eine NOS-orientierte Fortbildung gelingen kann, wird beispielhaft an zwei Fällen unter folgenden Fragestellungen untersucht. (FF1) Wie entwickeln sich die Vorstellungen der Physiklehrkräfte zu den NOS-Aspekten (i) – (iii)? (FF2) Welche Elemente der Lehrkräftefortbildung haben zu den Vorstellungsentwicklungen in welcher Weise beigetragen?

Fortbildungskonzept & Forschungsdesign

Die eintägige Fortbildung fand im Juni 2024 mit vier Physiklehrkräften (zwei Quereinsteiger:innen aus den Naturwissenschaften und zwei Examensabsolventen des Gymnasiallehramts) sowie zwei Physiker:innen des SFB ELCH statt. Sie gliederte sich in drei Module: (A) *Einblicke in moderne Forschung* mit einer Laborführung und einer Projektpräsentation der beteiligten Physiker:innen, (B) *Fachdidaktische Grundlagen zu NOS* mit einem Input und Austausch zu didaktischen Zugängen, sowie (C) *Gestaltung von Unterrichtsvideos zu NOS* mit einer Gruppenarbeit zur Weiterentwicklung bestehender Videostoryboards (Zwick & Wodzinski, in press).

Die Vorstellungsentwicklungen wurden über Pre-/Post-Interviews, Concept Maps, Reflexionsbögen, Videografien und ein Evaluationsfragebogen erfasst. Die Auswertung erfolgte fallbasiert und inhaltsanalytisch entlang deduktiv-induktiv gebildeter Kategorien zu den drei NOS-Aspekten (i) – (iii), angelehnt an Matthews‘ (2015) Features of Science.

FF1: Entwicklungen von Clara und Leo

Im Folgenden werden zwei Fortbildungsteilnehmende näher beleuchtet: Clara (Quereinsteigerin aus der Chemie) und Leo (Physik-Lehramtsabsolvent). Die beiden Fälle sollen die unterschiedlichen Ausgangspunkte und Entwicklungslinien verdeutlichen.

Clara – Quereinsteigerin aus der Chemie

Clara unterrichtet an einer Abendschule. Als Quereinsteigerin bringt sie fachliche sowie wissenschaftliche Expertise aus der Chemie, jedoch weniger didaktisches Vorwissen zur Physik mit. Vor der Fortbildung folgen ihre Beschreibungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozesse (trotz eigener Promotion) einem linearen Modell: Zunächst Hypothesen bilden, dann eine geeignete Methode wählen, Experimente durchführen und daraus Gesetzmäßigkeiten ableiten. Theorie und Experiment betrachtet sie als weitgehend getrennte Bereiche, wobei für sie das Experiment im Vordergrund steht. Kollaboration zwischen Forschenden stellt sie sich punktuell und anlassbezogen vor – beispielsweise zur Klärung spezifischer methodischer Probleme. Nach der Fortbildung betont Clara stärker den zyklischen Charakter wissenschaftlicher Arbeit: Theorien müssen nicht nur bestätigt, sondern auch kritisch hinterfragt und angepasst werden. Sie sieht nun das Zusammenspiel aus Theorie und Experiment deutlicher, da Modelle nur in dem Maße aussagekräftig sind, wie sie experimentell überprüfbar bleiben. Besonders auffällig ist ihr verändertes Bild der Zusammenarbeit zwischen Physiker:innen: Austausch versteht sie nun nicht mehr nur als Problemlösung in Einzelfällen, sondern als kontinuierlichen Prozess innerhalb von Arbeitsgruppen und zwischen Projekten.

Leo – Examensabsolvent des Gymnasiallehramts für Physik und Musik

Leo hat sein Lehramtsstudium mit den Fächern Physik und Musik abgeschlossen. Seine Examensarbeit thematisiert die Theoretische Mechanik in der Oberstufe. Vor der Fortbildung beschreibt auch Leo das wissenschaftliche Arbeiten überwiegend linear, wenngleich mit einer stärkeren Betonung der Theorie. Für ihn sind Theorie und Experiment zwar unterschiedliche Zugänge zu physikalischen Phänomenen, aber nicht klar verschränkt. Zusammenarbeit versteht er in erster Linie als fachlichen Austausch zur Validierung einzelner Ergebnisse. Nach der Fortbildung zeigen seine Aussagen eine differenziertere Vorstellung der Theoriebildung: Theorien erscheinen ihm nun als konzeptionelle Modelle, die von Vereinfachungen ausgehen und über Präzisierungen weiterentwickelt werden. Im Zusammenspiel von Theorie und Experiment erkennt er den wechselseitigen Charakter: Modelle strukturieren die experimentellen Fragen, während Experimente deren Tragfähigkeit innerhalb realisierbarer Bedingungen überprüfen. Leo beschreibt wie Clara nach der Fortbildung die Zusammenarbeit als mehrschichtig – sowohl innerhalb von Arbeitsgruppen als auch projekt- und methodenübergreifend.

FF2: Einfluss der Elemente der Fortbildung

Die rekonstruierten Vorstellungsentwicklungen von Clara und Leo lassen sich eng mit spezifischen Elementen der Fortbildung verknüpfen. Besonders in den kollaborativen

Literatur

- 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. (2021). *Nature of Science. Lernen über das Wesen der Naturwissenschaften*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33397-3>
- Henke, A. (2016). Lernen über die Natur der Naturwissenschaften - Forschender und historisch orientierter Physikunterricht im Vergleich. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22, 123-145. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0046-z>
- Kartal, E. E., Cobern, W. W., Doğan, N., İrez, Ş., Çakmakçı, G. & Yalçın, Y. (2018). Improving science teachers' nature of science views through an innovative continuing professional development program. *International Journal of STEM Education*, 5(30). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0125-4>
- Khishfe, R. (2023). Improving students' conceptions of nature of science: A review of the literature. *Science & Education*, 32, 1887-1931. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00390-8>
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education, Vol. II* (pp. 600-620). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267>
- Matthews, M. R. (2015). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science, 20th anniversary revised and expanded edition*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203123058>
- McComas, W. F. (2021). *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6>
- Mesci, G., Schwartz, R. S. & Pleasants, B. AS. (2020). Enabling factors of preservice science teachers' pedagogical content knowledge for nature of science and nature of scientific inquiry. *Science & Education*, 29, 263-297. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00090-w>
- Müller, S. & Reiners, C. S. (2023). Pre-service chemistry teachers' views about the tentative and durable nature of scientific knowledge. *Science & Education*, 32, 1813-1845. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00374-8>
- Neumann, I. (2011). *Beyond physics content knowledge. Modeling competence regarding nature of scientific inquiry and nature of scientific knowledge*. Logos.
- Schwartz, R. S. & Crawford, B. (2004). Authentic scientific inquiry as a context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success. In L. Flick & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 331-356). Kluwer Academic. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_16
- Zwick, L. & Wodzinski, R. (in press). Wissenschaftsverständnis von Physiker:innen: Zwei Fallbeispiele aus einer Lehrkräftefortbildung. In H. Grötzebach & S. Heinicke (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2025*.