

Yvonne Webersen¹¹Universität Paderborn

Entwicklung und Evaluation einer Unterrichtsreihe zur Unterstützung von Lernpfaden bezüglich NOS

Ausgangslage und Motivation

Schülerinnen und Schüler werden in ihrem Alltag verstärkt mit Wissenschaftsleugnung konfrontiert (z.B. im Rahmen der Querdenker-Bewegung, QAnon oder der Klimaleugnerszene). Die Techniken der Wissenschaftsleugnung (PLURV¹) sind vielfältig und komplex (vgl. Skeptical Science-Team, 2021) und für Laien nur schwierig von naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden zu unterscheiden.

Gesellschaftliche Teilhabe ist jedoch ein zentrales Ziel schulischer Bildung. Im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (scientific literacy), welche in den Bildungsstandards fokussiert wird, sind Aspekte der Natur der Naturwissenschaften oder Nature of Science (NOS) wichtiger Bestandteil schulischen Lernens. Kenntnisse über NOS sollen die Schülerinnen und Schüler befähigen, sich mithilfe ihres naturwissenschaftlichen Wissens eine begründete Meinung zu bilden und auf globaler, sozialer und persönlicher Ebene eigenverantwortlich zu handeln (z.B. Priemer & Lederman, 2021) und die oben genannten Techniken der Wissenschaftsleugnung als solche zu identifizieren. Dafür benötigen Sie jedoch nicht nur das naturwissenschaftliche Fachwissen, sondern ebenfalls Kenntnisse über die Entstehung und den ontologischen Charakter naturwissenschaftlichen Wissens (vgl. z.B. Priemer & Lederman, 2021). NOS umfasst diese Aspekte und ist folglich ein elementarer Bestandteil multidimensionaler scientific literacy (vgl. Neumann, 2022).

Trotzdem mangelt es auf der einen Seite an evaluierten, lehrplankompatiblen Unterrichtskonzeptionen (Höttecke & Schecker, 2021; Henke, 2016; Michel, 2018). Auf der anderen Seite gibt es keine Erkenntnisse über Lernpfade bezüglich NOS. Solche Erkenntnisse im Sinne von *learning progressions* liegen bislang nur für fachliche Wissensentwicklung vor (z.B. für das Materie-Konzept Hadenfeldt et al., 2016; oder für das Energie-Konzept Neumann et al., 2013).

Ziele des Projekts

Ausgehend von dem beschriebenen Entwicklungs- und Forschungsdesiderat wird im ersten Schritt eine lehrplankompatible, NOS-fokussierte Unterrichtsreihe zum Inhaltsbereich Optik für die Mittelstufe entwickelt und evaluiert. Daran knüpft das Forschungsvorhaben an: Es soll empirisch abgesicherte Erkenntnisse über Lernpfade von Schülerinnen und Schülern hinsichtlich deren kontextualisiertem (d.h. an den fachlichen Kontext geknüpftem) und übertragbarem NOS-Wissen liefern.

Konzeption der Unterrichtseinheit

Zur Konzeption der Unterrichtseinheit werden drei grundsätzliche Bausteine herangezogen:

- Theoretische Ansätze und Forschungsarbeiten zu NOS (z.B. bei Neumann & Kremer, 2013; Kremer & Mayer, 2013; Lederman, 2006; Lederman et. al., 2021; Hofheinz, 2008; Urhahne

¹ Pseudo-Experten, Logik-Fehler, Unerfüllbare Erwartungen, Rosinenpickerei und Verschwörungsmythen

- et al., 2008; Billion-Kramer et al., 2020) und seinen verschiedenen Schwerpunktsetzungen wie NOWSK, NOSK, FOS oder NOSIS (Priemer & Lederman, 2021; Allchin, 2011; Matthew, 2012; Höttecke & Allchin, 2020)
- Erkenntnisse aus den Schülervorstellungsuntersuchungen zum Fachinhalt und bezogen auf NOS (z.B. Höttecke & Hopf, 2018; Henke, 2016; Priemer & Lederman, 2021; Urhahne et al., 2008; Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018)
 - Bildungsstandards Physik und Kernlehrplan Physik NRW

Aus allen drei Bereichen soll schließlich mit Blick auf die Praktikabilität des Regelunterrichts in der gymnasialen Mittelstufe die Festlegung der fachlichen und NOS-Lernziele erfolgen. Weitere Grundlagen bieten die Leitlinien für den NOS-Unterricht nach Henke (2018), der Kernlehrplan NRW für G9 und natürlich das Alter und Interesse der Schülerinnen und Schüler. Ausgehend von den Lernzielen wird schließlich die Unterrichtsreihe konzipiert. Methodisch liegt der Schwerpunkt auf dem forschend-entwickelnden Unterricht mit expliziten Reflexionen über den Erkenntnisprozess und punktueller Integration historischer Beispiele (vgl. Höttecke & Schecker, 2021). Die fachdidaktische Strukturierung der Reihe orientiert sich an der Sender-Strahlung-Empfänger-Konzeption (Haagen-Schützenhöfer, 2016). Die einzelnen Elemente der Unterrichtsreihe adressieren folglich jeweils sowohl einen Fachaspekt (z.B. das Reflexionsgesetz) als auch einen NOS-Aspekt (z.B. die unterschiedlichen Funktionen von Theorie und Gesetz). Die Techniken der Wissenschaftsleugnung (s. oben) als inverse Beispiele von Wissenschaftlichkeit können dabei implizit oder explizit herangezogen werden (z.B. Logische Trugschlüsse bei der Interpretation des Bedford Level Experiments zum Nachweis der flachen Erde nach Rowbotham, 1881).

Methodisches Vorgehen im Design-Based-Research-Ansatz

Im Sinne eines Design-Based-Research-Ansatzes (DBR) besteht das Projekt aus einem Entwicklungs- und einem Forschungsvorhaben. Nach der Konzeption der Unterrichtsreihe wird diese mehrfach durchgeführt und zyklisch weiterentwickelt (s. Tabelle 1). Die Unterrichtsreihe wird zunächst auf ihre Praktikabilität hin erprobt und die grundsätzliche Lernwirksamkeit bezüglich des NOS-Wissens erfasst. Bestehende und etablierte Testinstrumente können dafür adaptiert und erweitert werden (z.B. Urhahne et al., 2008; Lederman et al., 2021; Michel & Neumann, 2016). Des Weiteren lässt sich damit ermitteln, inwieweit das kontextualisierte Wissen über NOS auf andere Inhalte transferierbar ist.

Ausgehend von einer lernwirksamen Unterrichtsreihe können vertiefende Analysen bezüglich der Lernpfade von Schülerinnen und Schülern vorgenommen werden. Eigene Vorarbeiten (vgl. Zwick et al., in diesem Tagungsband) zeigen, dass es auf Individualebene mithilfe eines Mixed-Methods-Designs durchaus möglich ist, Wissensprofile von Schülerinnen und Schülern im Bereich NOS und NOSI zu erfassen und deren Veränderungen nachzuführen. Die Beschränkung auf eine Methode bleibt nur unzureichend aussagekräftig, weswegen in diesem Zyklus sowohl der schon beschriebene Test als auch Interviews und Arbeitsergebnisse herangezogen werden sollen. Die Datenerhebung erfolgt zu verschiedenen Messzeitpunkten. Auf Einzelfallebene lassen sich damit womöglich (ein Ausschnitt) typischer Lernpfade im Sinne von *learning progressions* im Bereich NOS aufdecken. Es ergeben sich folgende Forschungsfragen: Inwiefern ist kontextualisiertes Wissen über NOS transferierbar? (F1) Wie entwickelt sich das Wissen über (einzelne Aspekte der) NOS bei SuS (F2)? Welche

unterrichtlichen Gestaltungsmaßnahmen begünstigen den Erwerb (einzelner Aspekte der) NOS? (F3)

Tabelle 1: Übersicht zu den drei Zyklen des DBR-Ansatzes

Zyklus	Zielsetzungen	Methodik	geplante Stichprobe
1	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfung grundsätzlicher Umsetzbarkeit der Unterrichtskonzeption - Identifikation erster Hinweise zur Lernwirksamkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung und Analyse der praktischen Umsetzbarkeit durch Projektbeteiligte - Einholen von Schülerfeedback 	1 Klasse
Überarbeitung der Unterrichtskonzeption			
2	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfung der Praxistauglichkeit und Lernwirksamkeit - Untersuchung des Zusammenhangs zwischen kontextualisierten und übertragbaren NOS (Forschungsfrage 1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung der Unterrichtsreihe durch erfahrene LuL - Befragung von Lehrkräften zur Praxistauglichkeit - Prä-Post-Test zur Erfassung der Lernwirksamkeit hinsichtlich des kontextualisierten und übertragbaren NOS 	8-10 Klassen
Überarbeitung der Unterrichtskonzeption			
3	<ul style="list-style-type: none"> - Aufdecken von Lernpfaden (Forschungsfrage 2) - Identifikation lernwirksamer Unterrichtsaspekte (Forschungsfrage 3) 	<ul style="list-style-type: none"> - Prä-Post-Test zur Erfassung der Lernwirksamkeit hinsichtlich des kontextualisierten und übertragbaren NOS zu mehreren Messzeitpunkten - Einzelfallanalyse anhand von Interviews und Arbeitsergebnissen mit einer Teilstichprobe 	3-4 Klassen

Perspektiven

Denkbar ist perspektivisch zunächst die Entwicklung austauschbarer Bausteine zur Umsetzung an andere Schulformen. Ebenfalls könnten die (angehenden) Lehrerinnen und Lehrer in den Blick genommen werden: Lehrkräfte haben häufig selbst eine eher naive Vorstellung von NOS. Lehrkräfte mit angemessenen Vorstellungen hingegen können diese nicht in Ihre Unterrichtspraxis integrieren (vgl. Billion-Kramer et al., 2020). Damit die erhofften Erkenntnisse folglich auch in die Praxis gelangen können, ist die Entwicklung, Durchführung und Evaluation einer Lehrerfortbildung denkbar. Ebenfalls ließe sich das Thema auch verstärkt in universitäre Lehrerbildung (nicht nur) an der Universität Paderborn integrieren. Schließlich wären auch Untersuchungen zwischen einem (un)angemessenem Verständnis von NOS und der Ausprägung von Wissenschaftsskepsis in der Bevölkerung eine spannende Anschlussfrage.

Literatur

- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542.
- 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). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26 (1), 53–72.
- Haagen-Schützenhöfer, C. (2016). *Lehr- und Lernprozesse im Anfangsoptikunterricht der Sekundarstufe I*. Universität Wien: Habilitationsschrift, Austria.
- Henke, A. (2016). Lernen über die Natur der Naturwissenschaften – Forschender und historisch orientierter Physikunterricht im Vergleich. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22 (1), 123–145.
- Hadenfeldt, J., Neumann, K., Bernholt, S., Liu, X., & Parchmann, I. (2016). Students' progression in understanding the matter concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 53.
- Hofheinz, V. (2008). Erwerb von Wissen über „Nature of Science“: Eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht. <https://dspace.ub.uni-siegen.de/handle/ubsi/357>
- Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104 (4), 641–666.
- Höttecke, D., & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (271–287)*. Springer.
- Höttecke, D., & Schecker, H. (2021). Unterrichtskonzeptionen für Nature of Science (NOS). In T. Wilhelm, H. Schecker, & M. Hopf (Hrsg.), *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (401–433)*. Springer.
- Kremer, K., & Mayer, J. (2013). Entwicklung und Stabilität von Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 77–101.
- Lederman, N. G. (2006). Syntax Of Nature Of Science Within Inquiry And Science Instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Hrsg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education (301–317)*. Springer Netherlands.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartels, S., Jimenez, J., Acosta, K., Akubo, M., Aly, S., Andrade, M. A. B. S. de, Atanasova, M., Blanquet, E., ... Wishart, J. (2021). International collaborative follow-up investigation of graduating high school students' understandings of the nature of scientific inquiry: Is progress being made? *International Journal of Science Education*, 43(7), 991–1016.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science to Features of Science. *Advances in Nature of Science Research*, 3–26.
- Michel, H., & Neumann, I. (2016). Nature of Science and Science Content Learning. *Science & Education*, 25 (9), 951–975.
- Michel, H. (2018). Nature of Science im Fachkontext Physik. https://macau.uni-kiel.de/receive/diss_mods_00024379
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50 (2), 162–188.
- Neumann, Irene. (2022). Nature of Science—Alter Hut oder relevanter denn je? In S. Habig & H. Van Horst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Virtuelle Jahrestagung 2021. GDGP*.
- Neumann, I., & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen—Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 209–232.
- Priemer, B., & Lederman, N. G. (2021). Nature of Scientific Knowledge and Nature of Scientific Inquiry in Physics Lessons. In H. E. Fischer & R. Girwidz (Hrsg.), *Physics Education (113–150)*. Springer International Publishing.
- Rowbotham, S. B. (2007). *Zetetic Astronomy: Earth Not a Globe*. Forgotten Books.
- Skeptical Science-Team (2022) Techniken der Wissenschaftsleugnung. <https://skepticalscience.com/PLURV-Taxonomie-und-Definitionen.shtml>
- Urhahne, D., Kremer, K., & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validieren eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft*, 36, 71–93.