

Jan Heysel¹
Frank Bertoldi¹

¹Universität Bonn

Expliziter Unterricht zu naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung:

Perspektiven auf Naturwissenschaften als Brücke zur Schulpraxis

Unter dem Begriff *Nature of Science (NOS)* werden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung Vorstellungen *über* Naturwissenschaft insb. in Bezug auf epistemologische, methodologische, wissenschaftshistorische, philosophische, soziale und soziologische Aspekte sowie Ziele und Methoden des Lernens dazu diskutiert (vgl. Billion-Kramer, Lohse-Bossenz, Dörfler, & Rehm, 2020; Heering & Kremer, 2018; Lederman, 2007; Lederman, Abdel-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002). Damit ist NOS eine wesentliche Grundlage für eine *scientific literacy*, wie sie die OECD (2017) definiert und anstrebt, sowie eine wesentliche Grundlage der vier Kompetenzbereiche, die die KMK (2004) für den naturwissenschaftlichen Unterricht zugrunde legt.

Diskussion um Konzepte zu NOS

In der fachdidaktischen Literatur werden verschiedene Ansätze zur Thematik NOS diskutiert: Eine zentrale Position ist der *Consensus View* von Lederman et al. (Lederman, 2007; Lederman et al., 2002; Lederman & Lederman, 2019). Lederman et al. gehen davon aus, dass trotz der offenen Debatte der Wissenschaftstheorie und -geschichte die wesentlichen Aspekte daraus auf der Ebene des für Schülerinnen und Schüler Relevanten unstrittig seien. Lederman et al. schlagen daher eine 7-Punkte Konsensliste zur Förderung eines *Nature of Science Knowledge* vor (Lederman, 2007). Dieser Ansatz wird von verschiedenen Seiten kritisiert:

Matthews (2012) weist darauf hin, dass eine Konsensliste die Thematik unangemessen vereinfacht und als verkürztes „Mantra“ missverstanden werden kann. Er schlägt vor, statt von „*Nature of Science*“ in einer differenzierteren Weise von „*Features of Science*“ zu sprechen. Irzik & Nola (2011) bezweifeln grundsätzlich, dass der Begriff *Science* durch allgemeine Kriterien abzugrenzen sei. Statt eines Abgrenzungskriteriums schlagen sie vor, Wittgensteins Konzept der *Familienähnlichkeit* auf den Begriff *Science* anzuwenden (*Family Resemblance Approach, FRA*). Ihren Ansatz bauen sie als Alternative zum *Consensus View* zu einem didaktischen Konzept zu *NOS* aus, das u.a. eine „sozial-institutionelle Dimension“ von Wissenschaft umfasst. Dagher & Erduran (2016; 2014) bauen den *FRA*-Ansatz aus und ergänzen in der „sozial-institutionellen Dimension“ die Kategorien „Organisationen und Interaktionen“, „politische Machtstrukturen“ und „finanzielle Systeme“ von Wissenschaft (Dagher & Erduran, 2016, Zitate übersetzt). Damit greifen sie aktuelle Positionen der *science studies* auf. Auch weitere Autoren (vgl. Allchin, 2011; R. Duschl, 2008; R. A. Duschl & Grandy, 2013; Zemplén, 2009) betonen die Relevanz sozial-institutioneller Aspekte im Bereich *NOS*. Allchin (2011) kritisiert den *Consensus View* zusätzlich u.a. als Förderung rein deklarativen Wissens und setzt dem ein funktionales „*Whole Science*“ Verständnis der Naturwissenschaft entgegen, das Höttecke & Allchin (2020) um den Aspekt einer *Scientific Media Literacy* erweitern. Duschl & Grandy (2013) kritisieren u.a. die Lernmethodik am *Consensus View*, insbesondere die aus ihrer Perspektive vorrangige Präsentation konsensfähiger, heuristischer Prinzipien. Stattdessen vertreten sie aufbauend auf den *learning*

science und *science studies* eine aktive Auseinandersetzung der Lernenden mit kognitiven, epistemischen und sozialen Praktiken der Naturwissenschaften.

Problemsituation und Ansatz

Trotz der umfangreichen konzeptionellen Literatur und einer Vielzahl von dokumentierten Unterrichtsbeispielen belegen empirische Studien, dass Schülervorstellungen zu NOS noch undifferenziert bleiben (Höttecke & Hopf, 2018; Lederman, 2007). Es kann vermutet werden, dass dies auf verschiedenen Gründen beruht. Drei dieser Gründe sind: Erstens „zeigt die internationale Forschungslage derzeit ein unzureichendes Professionswissen bei Lehrkräften in Bezug auf NOS“ (Billion-Kramer et al., 2020). Zweitens zeigen Befunde von Bartos und Lederman (2014), dass auch ein ausgeprägtes Wissen zu NOS sich bei Lehrkräften nicht notwendig im unterrichtlichen Handeln der Lehrkräfte manifestiert.

Drittens stellen wir fest, dass die vorgestellten Konzepte zu NOS, die überwiegend aus dem angelsächsischen Sprachraum stammen, kaum anschlussfähig an das kompetenzorientierte deutsche Bildungssystem sind: Die Zielsetzung der Lederman Gruppe ist ausdrücklich ein „Nature of Science *knowledge*“ (vgl. z.B. Lederman & Lederman, 2019). Selbst Allchin (2011) spricht explizit von „*knowledge*“ als Ziel seines Ansatzes, auch wenn sein funktionales Verständnis davon bereits in Richtung einer Kompetenzorientierung interpretiert werden mag. Am ehesten geht Duschl & Grandys (2013) Ansatz in Richtung einer Kompetenzförderung, doch explizit kompetenzorientiert ist keiner der genannten Ansätze. Für eine bessere Umsetzung von Bildungszielen zum Bereich NOS ist daher eine explizit kompetenzorientierte Konzeption zu NOS nötig, die sowohl einen Anschluss an die deutschsprachigen Bildungspläne ermöglicht als auch eine Weiterentwicklung dieser.

Mit unserer Arbeit zielen wir auf diesen zuletzt genannten Aspekt ab: Wir streben eine kompetenzorientierte Konzeption zu NOS an, die die oben genannten Ansätze aufgreift und dazu praktisch-explorative mit explizit-reflexiven Elementen des Lernens verknüpft. Unser Kompetenzverständnis ist dabei funktional-pragmatisch (vgl. Jung, 2010), d.h. die Lernenden sollen befähigt werden, Herausforderungen bewältigen zu können. Die Herausforderungen, die wir hier adressieren, beziehen sich auf eine reflektierte Sicht der Naturwissenschaften, um in der wissenschaftlich geprägten Gesellschaft des 21. Jahrhunderts fundierte Entscheidungen in persönlichen sowie gesellschaftlichen Zusammenhängen treffen zu können.

Zu diesem Ziel gliedern wir zunächst inhaltliche Aspekte der Thematik NOS in vier interdependente *Perspektiven auf Naturwissenschaften (PaN)*. Zu jeder dieser Perspektiven arbeiten wir Teilkompetenzen aus, die zusammen ein Modell von *Kompetenzen zu Perspektiven auf Naturwissenschaften (KoPaN)* bilden, und stellen Fördermöglichkeiten dazu dar.

Perspektiven auf Naturwissenschaften

Die logisch-methodologisch Perspektive betrachtet methodische Grundsätze, bei deren Beachtung empirische Wissenschaft immer viablere Modelle und Theorien formulieren kann. Hier ist besonders mit Blick auf die Physik die hypothetisch-deduktive Methodik beispielhaft, deren Stärken und Kritikpunkte diskutiert werden. Es geht mit dieser Perspektive nicht die

Aussage einher, dass praktizierende Wissenschaft immer nach einer bestimmten Methodik vorgehe. Diese Perspektive ist grundlegend für verschiedene Kompetenzerwartungen des KMK-Kompetenzmodells, insb. für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung.

Die sozial-historische Perspektive betrachtet die Entwicklung praktizierender Naturwissenschaften durch menschliche Akteure. Dabei greift diese Perspektive auch Ansätze des historisch-generischen Unterrichts (Henke, 2016; Höttecke, 2004) auf, um Entwicklungen von Experimenten, Modellen und Theorien zu verdeutlichen.

Die gesellschaftlich-soziologische Perspektive betrachtet soziale Strukturen, die Naturwissenschaften prägen, sowie die Funktion von Naturwissenschaft in der Gesellschaft (vgl. Zemplén, 2009). Der Zusammenhang von Wissenschaft und Gesellschaft umschließt auch die Kommunikation wissenschaftlicher Ergebnisse in klassischen und sozialen Medien sowie damit verbundene Möglichkeiten und Herausforderungen (vgl. Höttecke & Allchin, 2020). Anschluss an die Lehrpläne hat diese Perspektive insb. durch den Kompetenzbereich Kommunikation sowie den Medienkompetenzrahmen NRW (2019) oder vergleichbare Vorgaben anderer Bundesländer.

Die philosophische Perspektive betrachtet die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschung, interpretiert sie u.a. in Bezug auf den Realitätsanspruch naturwissenschaftlicher Modelle, grenzt naturwissenschaftliche Erkenntnis von anderen Formen der Weltbegegnung ab und beleuchtet die gesellschaftliche Relevanz naturwissenschaftlicher Ergebnisse. Die Kompetenz zum differenzierten persönlichen Beurteilen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse ist ebenfalls Teil dieser Perspektive. Dies schließt sich an den KMK-Kompetenzbereich Beurteilen an.

Ausblick

Die hier skizzierten *Perspektiven auf Naturwissenschaften* werden im Laufe des Projekts in Bezug auf Inhalte, zu entwickelnde Teilkompetenzen und Lernstrategien ausgearbeitet. Daraus abgeleitete Unterrichtsbeispiele werden an Schulen erprobt, evaluiert und weiterentwickelt. Damit verfolgt das Projekt das Ziel, eine Brücke zwischen der fachdidaktischen Diskussion und der Schulpraxis zu schlagen und sowohl fachdidaktische Beiträge zum Unterricht im Bereich *NOS* zu liefern als auch praktische Handreichungen für die Schulpraxis.

Literatur

- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518ff.
- 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), 1150ff.
- Billion-Kramer, T., Lohse-Bossenz, H., Dörfler, T., & Rehm, M. (2020). Professionswissen angehender Lehrkräfte zum Konstrukt Nature of Science (NOS): Entwicklung und Validierung eines Vignettentests (EKoL-NOS). ZfDN.
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Why Does it Matter? *Science and Education*, 25(1–2), 147–164.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291.

- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science and Education*, 22(9), 2109–2139. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9539-4>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*.
- Heering, P., & Kremer, K. (2018). Nature of Science. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Eds.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 105–119). Berlin: Springer.
- 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.
- Höttecke, D. (2004). Wissenschaftsgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht. In C. Hößle, D. Höttecke, & E. Kircher (Eds.), *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften* (pp. 43–56). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, (February), 1–26. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Höttecke, D., & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Eds.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (pp. 271–287). Berlin: Springer.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science and Education*, 20(7), 591–607.
- Jung, E. (2010). *Kompetenzerwerb. Grundlagen, Didaktik, Überprüfbarkeit*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Kultusministerkonferenz (2004) *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 831–880). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- 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.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–9.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research: Concepts and Methodologies* (pp. 3–26). Dordrecht: Springer.
- NRW, Schulministerium (2019). *Medienkompetenzrahmen NRW*. Retrieved from <https://medienkompetenzrahmen.nrw/medienkompetenzrahmen-nrw/>
- OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving* (revised ed; PISA, Ed.).
- Zemplén, G. Á. (2009). Putting sociology first-reconsidering the role of the social in “nature of science” education. *Science and Education*, 18(5), 525–559.