

Wissenschaftsverständnis und *Nature of Science* – Kritik und Entwicklungsvorschläge

Hintergrund

Der Umgang mit Entwicklungen in den Wissenschaften stellt ebenso wie die Akzeptanz neuer Technologien für Teile der Bevölkerung von jeher eine Herausforderung dar. Als historische Paradigmenwechsel aus den Wissenschaften können das heliozentrische Weltbild und die Evolutionstheorie genannt werden. Auf Seite der Technologien sind die Nutzung von Dampfkraft und die damit einhergehende Industrialisierung sowie die Einführung von modernen Medien wie Radio, Fernsehen und Internet eindrucksvolle Beispiele. All diese Veränderungen wirkten sich grundlegend auf das Selbstbild des Menschen aus und erfuhren deshalb – zum Teil scharfe – Kritik. Auch gegenwärtig demonstrieren die Corona-Leugnung, die Debatte um Luftverschmutzungswerte oder die Akzeptanz des Klimawandels einen weiterhin bestehenden Mangel an Wissenschaftsverständnis (Arndt, Billion-Kramer, Wilhelm & Rehm 2019). Schwierigkeiten bestehen bspw. in der Unterscheidung zwischen Sachfragen, die wissenschaftlich untersucht werden können, und normativen Entscheidungen, die politisch-gesellschaftlich ausgehandelt werden. Ferner werden Kontroversen zwischen Wissenschaftler*innen oft nicht als immanente Eigenschaft des Erkenntnisprozesses anerkannt, sondern stattdessen als Grund angeführt, Expert*innenaussagen die Geltungskraft abzuspochen.

Dem Zustand eines unzureichenden Wissenschaftsverständnisses wird in verschiedener Hinsicht begegnet: Einerseits sind öffentliche Wissenschaftskommunikation und Journalismus sowie die Medienkompetenz der Bürger*innen gefordert (Ruhrmann, Guenther & Kessler 2016). Hierbei handelt es sich um Maßnahmen, die Erwachsene in den Blick nehmen. Andererseits kann am Zeitpunkt des ersten Kontaktes mit den Wissenschaften angesetzt werden – in der Schule. Wenn Kinder und Jugendliche die (Natur-)Wissenschaften von vornherein adäquat erlernen, könnten die skizzierten Missverständnisse gar nicht erst entstehen. In dieser Richtung wird seit längerem eine naturwissenschaftliche Grundbildung (*scientific literacy*) angestrebt (Gräber & Nentwig, 2002). Abseits von inhaltlichem Fachwissen und methodisch-praktischen Fähigkeiten ist dabei besonders ein Lernen über Naturwissenschaften vorgesehen. Diese Metaebene meint „*eine Reflexion über Methoden in Form einer Methodologie, die Wertvorstellungen der Forschergemeinschaft, die zur Entwicklung des wissenschaftlichen Wissens führen, ein Nachdenken über den epistemologischen Status naturwissenschaftlichen Wissens sowie kulturelle und gesellschaftliche Implikationen*“ (Hofheinz 2008, S. 62).

Für eine Implementierung liegen zahlreiche Konzepte vor. Während Ansätze international unter der Bezeichnung *Nature of Science (NoS)* diskutiert werden, liefern die Psychologie und die deutsche Naturwissenschaftsdidaktik weitere Vorschläge. Die folgende Auswahl von Konzeptualisierungen illustriert die große Diversität des Feldes:

- **NoS-Konsens (NOSK, NOSI)**: Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz 2002 (*NOScientists* in Wentorf, Höffler & Parchmann 2017)

- **Whole Science:** Allchin 2013 (*NOSInSociety* in Höttecke & Allchin 2020)
- **Family Resemblance Approach (FRA):** Erduran & Dagher 2014 (*Reconceptualised* in Kaya, Erduran, Aksoz & Akgun 2019)
- **Features of Science (FOS):** Matthews 2012
- **Bildungsstandards in den USA:** NGSS Lead States 2013
- **Wissenschaftstheoretische Reflexion** als Teil des Kompetenzbereichs ‚Erkenntnisgewinnung‘: Wellnitz, Fischer, Kauertz, Mayer, Neumann, Pant, Sumfleth & Walpuski 2012
- **Niveaustufen der Entwicklungspsychologie:** Carey, Evans, Honda, Jay & Unger 1989 (Grygier, Günther, Kircher, Sodian & Thoermer 2003: BIQUA-Projekt)
- **Dimensionen der Kognitionspsychologie:** Hofer & Pintrich 1997 (Kremer 2010)
- **Natur der Naturwissenschaften:** Kircher & Dittmer 2004
- weitere Konzepte: Bildungsstandards GB, narrativer Ansatz von Adúriz-Bravo ...

Forschungsprogramm

Das Dissertationsvorhaben beschäftigt sich mit dem Stellenwert von Wissenschaftstheorie und den Auswirkungen auf den naturwissenschaftlich-chemischen Unterricht. Die bestehenden Konzeptionen werden systematisiert und in ihrer wechselseitigen Kritik analysiert. Als bisherige Ergebnisse wurden drei Prinzipien für Konzepte zur Verbesserung des Wissenschaftsverständnis sowie zwei Fragestellungen formuliert, die im Folgenden vorgestellt werden. Zusätzlich ergeben sich aufschlussreiche Perspektiven auf Kernthemen der Didaktik der Naturwissenschaften.

Ein früher Diskussionspunkt in der *NoS*-Debatte wird in aktuellen deutschsprachigen Beiträgen kaum mehr behandelt: Weil in der Wissenschaftstheorie sehr unterschiedliche Meinungen vertreten werden (Alters 1997), ist fraglich, was im Lernbereich *NoS* inhaltlich vermittelt werden soll. Das dominierende Konzept des Konsens-Ansatzes plädiert an dieser Stelle für eine Beschränkung und Auswahl anhand des Übereinstimmungsgrades. Diese Herangehensweise wird aber fortdauernd als verkürzend und verzerrend stark kritisiert (z.B. van Dijk 2011; Hodson & Wong 2017). Zwar wählen konkurrierende Ansätze (*Whole Science*, *FRA*, *FOS*) explizit einen vielfältigeren Zugang, doch greifen selbst sie noch zu kurz. Die **beiden ersten Prinzipien** fordern deshalb, alle Elemente (**Vollständigkeit**) in einer undogmatischen Weise (**Offenheit**) zu berücksichtigen. Die Themen und einzelnen Aussagen der verschiedenen Ansätze sollten ungeachtet ihrer numerischen Übereinstimmung inkorporiert sowie die Pluralität von Positionen durch offene Erläuterungen vorbereitet und zugelassen werden.

Die meisten Konzeptionen geben die zu erlernenden Inhalte lediglich als Zielvorstellung zum Ende der Pflichtschulzeit an. Ein überzeugender Vorschlag müsste jedoch den Entwicklungsprozess verständlich machen. Analog zum fachlichen Spiralcurriculum (Barke, Harsch, Marohn & Krees 2015, S. 87) wäre gemäß einem **dritten Prinzip** das Durchlaufen eines hermeneutischen Zirkels plausibel (**spiralcurricular**). Bisher existierende Konzepte mit einer Lernprogression (Niveaustufenmodell, NGSS, Kompetenzmodell ‚Erkenntnisgewinnung‘) verfolgen nicht explizit den Spiralgedanken.

Des Weiteren wirft die Analyse der verschiedenen Ansätze zwei fundamentale Fragen auf, die einer ausführlichen Erörterung bedürfen, und voraussichtlich zwei weitere Prinzipien ergeben:

- Ist die Metaebene als Wissenselement (analog zu fachwissenschaftlichen Konzepten) oder als epistemische Überzeugung zu begreifen? (Neumann & Kremer 2013)

- Ist es zweckmäßig von einer generellen, fächerübergreifenden Natur der Naturwissenschaften zu sprechen oder sind disziplinspezifische Bearbeitungen geeigneter? (Parchmann, Lienau, Klüner, Drögemüller & Al-Shamery 2010; Reiners, Großschedl, Meyer, Schadschneider, Schäbitz & Struve 2018)

Außerdem werden anhand von chemisch-naturwissenschaftlichen Beispielen entscheidende Elemente des didaktischen Handelns untersucht. Es werden angemessene Begriffsbestimmungen von „Erklären“ und „Verstehen“ konstruiert und dabei eine ältere Debatte aufgegriffen (Jung 1975; Buck 1993). Auch die Diskrepanz zwischen Forschungsexperiment und Schulversuch wird umfassend ausgeleuchtet und Bewältigungsstrategien zu deren Auflösung kritisch geprüft (vgl. Streller, Bolte, Dietz & Noto La Diega 2019, S. 63-74; Metzger & Sommer 2010). Insgesamt werden in der Dissertation somit grundlegende Einsichten in die Voraussetzungen eines wissenschaftstheoretisch fundierten Unterrichtes entwickelt.

Literatur

- Allchin, D. (2013). Teaching the nature of science – Perspectives & resources. Saint Paul: Ships Education Press
- Alters, B. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (1), 39-55
- Arndt, L., Billion-Kramer, T., Wilhelm, M. & Rehm, M. (2019). Antinomien der Naturwissenschaft – Chance zum produktiven und reflektierten Meinungsbildungsprozess im naturwissenschaftlichen Unterricht. *CHEMKON*, 26 (8), 355-359
- Barke, H-D., Harsch, G., Marohn, A. & Krees, S. (2015). *Chemiedidaktik kompakt – Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Berlin: Springer Spektrum
- Buck, P. (1993). Läßt sich ‘Verstehen’ beobachten? In W. Ulrich & P. Buck (Hrsg.), *Video in Forschung und Lehre*. Weinheim: Deutscher Studien-Verlag, 213-227
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. & Unger, Ch. (1989). ‘An Experiment is when you try it and see if it works’: a study of grade 7 students’ understandings of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11 (5), 514-529
- Erduran, S. & Dagher, Z.R. (2014). Reconceptualizing the nature of science for science education – Scientific knowledge, practices and other family categories. Dordrecht: Springer
- Gräber, W. & Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy – Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In W. Gräber, P. Nentwig, T.R. Koballa & R.H. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy - Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 7-20
- Grygier, P., Günther, J., Kircher, E., Sodian, B. & Thoermer, C. (2003). Unterstützt das Lernen *über* Naturwissenschaften das Lernen *von* naturwissenschaftlichen Inhalten im Sachunterricht? In D. Cech & H.-J. Schwier (Hrsg.), *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag, 59-76
- Hodson, D. & Wong, S.L. (2017). Going beyond the consensus view: broadening and enriching the scope of NOS-oriented curricula. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17 (1), 3-17
- Hofer, B.K. & Pintrich, P.R. (1997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67 (1), 88-140

- 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. Dissertation (Universität Siegen). Online verfügbar: <https://dspace.ub.uni-siegen.de/handle/ubsi/357> (Zugriff am 25. Sep. 2020)
- Höttecke, D. & Allchin D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104 (4), 641-666
- Jung, W. (1975). Erklären als wissenschaftstheoretisches und didaktisches Problem. In M- Ewers (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Didaktik zwischen Kritik und Konstruktion*. Weinheim: Beltz, 159-202
- Kaya, E., Erduran, S., Aksoz, B. & Selin, A. (2019). Reconceptualised family resemblance approach to nature of science in pre-service science teacher education. *International Journal of Science Education*, 41 (1), 21-47
- Kircher, E. & Dittmer, A. (2004). Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften - ein Überblick -. In C. Höbke, D. Höttecke & E. Kircher (Hrsg.), *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 2-22
- Kremer, K. (2010). Die Natur der Naturwissenschaften verstehen – Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I. Dissertation (Universität Kassel). Online verfügbar: <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/2010091734623> (Zugriff am 25. Sep. 2020)
- 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
- Matthews, M.R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In Khine, M.S. (Ed.) *Advances in nature of science research – Concepts and methodologies*. Dordrecht: Springer, 3-26
- Metzger, S. & Sommer, K. (2010). >>Kochrezept<< oder experimentelle Methode? Eine Standortbestimmung von Schülerexperimenten unter dem Gesichtspunkt der Erkenntnisgewinnung. *MNU*, 63 (1), 4-11
- Neumann, I. & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen – Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 209-232
- NGSS Lead States (2013). Next generation science standards – for states, by states. Appendix H. Online verfügbar: <https://www.nextgenscience.org/> (Zugriff am 25. Sep. 2020)
- Parchmann, I., Lienau, Ch., Klüner, Th., Drögemüller, S. & Al-Shamery, K. (2010). „Kann man Atome sehen?“ – Eine Reflexion aus Sicht verschiedener Wissenschaften.
- Reiners, Ch.S., Großschedl, J., Meyer, M., Schadschneider, A., Schäbitz, F. & Struve, H. (2018). Zum Gebrauch der Begriffe Experiment, Theorie, Modell und Gesetz in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern. *CHEMKON*, 25 (8), 324-333
- Ruhrmann, G., Guenther, L. & Kessler, S.H. (2016). *Wissenschaftskommunikation zwischen Risiko und (Un-)Sicherheit*. Köln: Herbert von Halem Verlag
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D. & La Noto Diega, Ruggero (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen – Anregungen für die Unterrichtspraxis*. Berlin: Springer Spektrum
- van Dijk, E.M. (2011). Portraying real science in science communication. *Science & Education*, 95 (6), 1086-1100
- Wellnitz, N., Fischer, H.E., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., Pant, H.A., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2012). Evaluation der Bildungsstandards – eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 261-291
- Wentorf, W., Höffler, T.N., Parchmann, I. (2017). Welche Vorstellungen, Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen zu naturwissenschaftlichen Tätigkeiten weisen Studierende der Naturwissenschaften auf? *CHEMKON*, 24 (3), 111-118