

Verständnisfördernde Lernarrangements zu ausgewählten NOS-Aspekten

Forschungsdiesiderat und Forschungsfragen

Studien zeigen, dass Lehramtsstudierende der Naturwissenschaften vielfach nur über ein unzureichendes Verständnis bestimmter Aspekte von „Nature of Science“ (NOS) verfügen. Darüber hinaus weisen Befunde darauf hin, dass Vorstellungen zu manchen NOS-Aspekten besonders resistent gegenüber Veränderungen sind, darunter Vorstellungen über die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie über deren Eingebundenheit in einen sozialen und kulturellen Kontext (Mesci & Schwartz, 2017; Cofré et al., 2019). Ein adäquates Verständnis dieser beiden vermeintlichen Grenzen von Naturwissenschaften scheint vor dem Hintergrund aktueller Debatten um die Glaubwürdigkeit von Erkenntnissen („Fake Science“) jedoch von entscheidender Bedeutung zu sein (Kampourakis, 2018). Da ein adäquates Verständnis auf Seite der Lernenden zunächst ein adäquates Verständnis der Lehrenden voraussetzt, ergeben sich die folgenden Forschungsfragen:

- Welche Vorstellungen besitzen Lehramtsstudierende des Faches Chemie über die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie deren Eingebundenheit in einen soziokulturellen Kontext und sind diese Vorstellungen resistent gegenüber Veränderungen?
- Worin liegen die Ursprünge für diese Vorstellungen und deren Resistenz?
- Inwiefern lässt sich mithilfe von schulelevanten Kontexten und NOS-Aktivitäten ein adäquates und kompetenzorientiertes Verständnis der beiden NOS-Aspekte bei zukünftigen Lehrenden fördern?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden zwei Studien mit Lehramtsstudierenden der Universität zu Köln im Rahmen von chemiedidaktischen Seminaren durchgeführt.

Fallstudie 2018: Vorstellungen erheben und Ursprünge aufdecken

Zentrales Ziel der ersten Studie im Jahr 2018 (n = 42) stellt die Beantwortung der ersten beiden Forschungsfragen dar. Um die Vorstellungen der Studierenden zu ermitteln, wurde ein halbstandardisierter Fragebogen mit offenen Fragen als Pretest eingesetzt, welcher auf dem VNOS-C Fragebogen basiert (Lederman et al., 2002; Höttecke, 2006). Des Weiteren dienten Interviews, Lernportfolios, Arbeitsmaterial der Studierenden sowie teilnehmende Beobachtung der Validierung der Ergebnisse im Sinne einer Daten- und Methodentriangulation (Lamnek, 2010). Im Anschluss an eine Intervention füllten die Studierenden den Fragebogen erneut aus, um Veränderungen in den Vorstellungen feststellen zu können. Die Vorstellungen der Studierenden zu beiden NOS-Aspekten wurden mithilfe einer skalierenden Strukturierung entsprechend der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) verschiedenen Kategorien zugeordnet: „naiv“, „inkonsistent“ sowie verschiedenen Leveln von „informiert“ (+, ++, +++) (Vgl. Lederman et al., 2002; Desaulniers Miller et al., 2010; Mesci & Schwartz, 2017). Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass Vorstellungen zur soziokulturellen Eingebundenheit weniger resistent gegenüber Veränderungen sind, da sich die Vorstellungen der Probanden durch eine Reflexion verschiedener Beispiele aus der Chemie überwiegend in informierte Ansichten auf einem höheren Level überführen ließen. Vorstellungen zur Vorläufigkeit von Erkenntnissen scheinen hingegen veränderungsresistenter zu sein. So besaßen einige Studierende im Anschluss an die Intervention gleich oder sogar weniger informierte Ansichten. Dieser Befund kann durch folgende Beobachtungen untermauert werden: Viele Studierende sind offenbar auch nach der Intervention nicht in der Lage die prinzipielle Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zu begründen. Zudem betrachten sie nicht alle

Erkenntnisarten als veränderbar, sondern führen vor allem Modelle und Theorien, wie die verschiedenen Atommodelle, explizit als vorläufig an. Darüber hinaus scheint die Beschäftigung mit der Vorläufigkeit während der Intervention manche Studierende zu verunsichern (Müller & Reiners, 2019).

Folgestudie 2019: Verständnisfördernde Maßnahmen

Basierend auf den Ergebnissen der ersten Fallstudie wurde im Jahr 2019 eine Folgestudie mit zwei parallelen Seminargruppen (n = 46) durchgeführt. Der Fokus dieser Untersuchung stellte die Erprobung und Evaluation verständnisfördernder Maßnahmen zu Vorstellungen über die Vorläufigkeit dar. Während Forschungsdesign und Studienablauf erhalten blieben, ergaben sich einige inhaltliche Änderungen, welche die zuvor dargestellten Beobachtungen aus der ersten Studie zu berücksichtigen suchten. Zwei dieser Neuerungen werden im Anschluss an die folgende Darstellung zentraler Ergebnisse vorgestellt. Dabei beruhen die Ergebnisse bislang auf der Auswertung des Datenmaterials einer Seminargruppe (n = 26).

Tab. 1: Vorstellungen der Studierenden zur Vorläufigkeit (Folgestudie 2019)

	Informiert +++	Informiert ++	Informiert +	In- konsistent	Naiv	Nicht erschließbar
Pretest	1	8	7	6	4	0
Posttest	6	12	5	3	0	0

Im Anschluss an die Intervention besaßen fast alle Studierenden informierte Ansichten zur Vorläufigkeit (siehe Tabelle 1). Zudem konnten fast zwei Drittel (62 %) im Posttest ein höheres Level erreichen. Die Selbsteinschätzungen der Studierenden und die qualitative Auswertung der Studierendenaussagen zeigen, dass sie den größten Beitrag zu ihrem Lernzuwachs einer Strukturierungshilfe und bestimmten dekontextualisierten Aktivitäten zuschreiben sowie der Analyse verschiedener Beispiele zur Vorläufigkeit von Erkenntnissen.

Strukturierungshilfe zur Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse



Abb. 1: Strukturierungshilfe zur Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse

Um den Studierenden mehr Transparenz über ihren eigenen Lernprozess sowie den Ablauf der Intervention zu ermöglichen, erhielten sie eine Strukturierungshilfe in Form einer Mind-Map. Die einzelnen Abschnitte der Mind-Map stellen dabei zentrale Fragen zum Vorläufigkeitsbegriff aus chemiedidaktischer Sicht, welche die Studierenden beantworten und nach und nach ergänzen sollten (siehe Abbildung 1). Wie der folgenden Aussage eines Studierenden zu entnehmen ist, half die Strukturierungshilfe dabei, Begründungen für die

Vorläufigkeit von Erkenntnissen zu verdeutlichen und zu vernetzen: „Mir war zwar auch schon vor dem Seminar bewusst, dass Naturwissenschaften größtenteils vorläufig sind, jedoch wurde mir jetzt besonders durch die Concept-Map bewusst, wie und warum sich Erkenntnisse ändern.“ (SP11Post). Andererseits konnte mithilfe der Mind-Map zugleich auch die Beständigkeit von Erkenntnissen thematisiert werden, um einer Verunsicherung der Studierenden vorzubeugen (Clough, 2007): „Die Concept-Map fand ich wirklich sehr gut [...]. Das halt auch beides drin war: veränderbar und beständig“ (BN92Post).

Die BlackTube

Sogenannte dekontextualisierte Aktivitäten dienen dazu, Lernenden spielerisch NOS näherzubringen, ohne die Vermittlung durch das gleichzeitige Erlernen von Fachinhalten zu erschweren (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998). Wie beim klassischen Black-Box-Experiment simulieren diese Aktivitäten zumeist den Modell- bzw. Theoriebildungsprozess (Schaer, 1991). Damit die Studierenden auch andere naturwissenschaftliche Erkenntnisarten als prinzipiell vorläufig betrachten, wurde für die vorgestellte Studie eine neue Aktivität entwickelt: die „BlackTube“. Dabei handelt es sich um eine Röhre, in welcher sich hintereinander aufgereiht verschiedenfarbige Kugeln befinden. Die Aufgabe der Lernenden ist es, die ihnen unbekanntem Gegenstände nacheinander aus der Röhre herauszuholen und auf Grundlage dieser Beobachtungen jeweils Vorhersagen für den nächsten Gegenstand in der Röhre zu treffen. Auf diese Weise können sie den für die Naturwissenschaften zentralen Aspekt des Auffindens von Mustern und Gesetzmäßigkeiten sowie deren fortwährende Weiterentwicklung haptisch nachvollziehen. Wie die Ergebnisse der Studie zeigen, ist die BlackTube in Verbindung mit Kontexten aus der Chemie dazu geeignet, Lehramtsstudierenden die Vorläufigkeit von Gesetzen zu vermitteln. Darüber hinaus ergänzt sie das bekannte Black-Box Experiment, wie dem Vergleich in Tabelle 2 zu entnehmen ist.

Tab. 2: Vergleich zwischen dem klassischen Black-Box Experiment und der BlackTube

	Black-Box	BlackTube
Aktivität repräsentiert:	Modellbildungsprozess	Auffinden von Mustern
Gegenstände im Innern repräsentieren:	Submikroskopische Abläufe	Ergebnisse mehrerer Untersuchungen
Vorläufigkeit von:	Theorien & Modellen	Gesetzen & Gesetzmäßigkeiten
Motivierend durch:	Haptische und spielerische Elemente	Haptische und spielerische Elemente
Mögliche Kontexte:	Entwicklung der Atommodelle	Ideale Gasgesetze, Gesetz der konstanten Proportionen

Fazit

Die vorgestellten Untersuchungen zeigen, dass Lehramtsstudierende oftmals nicht in der Lage sind, die prinzipielle Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zu begründen und sie diese darüber hinaus vor allem auf Theorien und Modelle beschränken. Die Ergebnisse legen nahe, dass zur Förderung eines adäquaten Verständnisses eine differenziertere Auseinandersetzung mit der Vorläufigkeit notwendig ist. Diese sollte sowohl Hilfen zur Strukturierung des Lernprozesses als auch Kontexte und dekontextualisierte Aktivitäten einschließen, welche die Vorläufigkeit aller Erkenntnisarten umfassen. Um Verunsicherungen durch eine Beschäftigung mit der Vorläufigkeit zu vermeiden, sollte zudem auch die Beständigkeit und Glaubwürdigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse mit in den Fokus der Betrachtung gerückt werden. Da die Vorläufigkeit einen besonders entscheidenden Aspekt von NOS darstellt (Bell, 2009), lassen sich die zentralen Ergebnisse der Untersuchung voraussichtlich auch zur Vermittlung anderer NOS-Konzepte adaptieren.

Literatur

- Bell, R. L. (2009). Teaching the Nature of Science: Three Critical Questions. *Best Practices in Science Education*, 15. Retrieved from http://ngl.cengage.com/assets/downloads/ngsci_pro0000000028/am_bell_teach_nat_sci_scl22-0449a_pdf
- Clough, M. P. (2007). Teaching the Nature of Science to Secondary and Post-Secondary Students: Questions Rather Than Tenets, *The Pantaneto Forum*, 25, <http://www.pantaneto.co.uk/issue25/front25.htm>, January.
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M. & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28, 205-248.
- Desaulnier Miller, M. C., Montplaisir, L. M., Offerdahl, E. G., Cheng, F.-C. & Ketterling, G. L. (2010). Comparison of views of the nature of science between natural science and nonscience majors. *CBE-Life Sciences Education*, 9, 45-54.
- Höttecke, D. (2006). Studierende und die Natur der Naturwissenschaften. In: Pitton, A. (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit neuen Medien. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik 2005 in Paderborn* (S. 287-289). Berlin: Lit-Verlag.
- Kampourakis, K. (2018). Science and uncertainty. *Science & Education*, 27, 829-830.
- Lamnek, S. (2010). *Qualitative Sozialforschung* (5., überarb. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Lederman, N. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In: McComas, W. F. (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (S. 83-126). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- 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 the Nature of Science. *Journal of Research on Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. überarb. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Mesci, G. & Schwartz, R. S. (2017). Changing preservice Teachers' views of nature of science: Why some conceptions may be more easily altered than others. *Res Sci Educ*, 47, 329-351.
- Müller, S. & Reiners, Ch. S. (2019). Resistente Vorstellungen von Lehramtskandidaten über Nature of Science. In: C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018*. (S. 58). Universität Regensburg
- Schaer, M. (1991). Einführung in den Modellbegriff im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. In Wiebel, K. H. (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie GDCP-Tagung, Weingarten, 1990*. (S. 183-185). Alsbach: Leuchtturm.