

Linda Zwick^{1,2}
 Yvonne Webersen¹
 Rita Wodzinski²

¹Universität Paderborn
²Universität Kassel

Entwicklung von Schülervorstellungen zu NOS & NOSI im Physikunterricht

Im Alltag lassen sich zahlreiche Beispiele finden, die inadäquate Verständnisse von Naturwissenschaft bei Schüler:innen nahe legen (Neumann, 2022). In der Fachdidaktik haben deshalb die Konstrukte *Nature of Science* (NOS) und *Nature of Scientific Inquiry* (NOSI) als Elemente von Scientific Literacy eine zunehmende Bedeutung erlangt (Bybee, 1997; Neumann, 2022). Trotzdem gibt es bisher nur wenig evaluierte Unterrichtskonzeptionen in diesem Bereich, die lehrplankompatibel sind (Höttecke & Schecker, 2021; Henke, 2016). Insbesondere konkrete Ideen zur Förderung des Verständnisses über Naturwissenschaften im Physikunterricht der Sekundarstufe I gibt es kaum.

Im Rahmen einer Masterarbeit wurde eine forschend-entdeckende Unterrichtseinheit (UE) zum Hookeschen Gesetz für die Klassenstufe 8 einer Gesamtschule auf Basis des NOS Vermittlungsansatzes der expliziten Reflexion entwickelt (Höttecke & Schecker, 2021). Es wurde untersucht,

- (1) inwieweit sich Hinweise auf die Weiterentwicklung von Vorstellungen zu NOS und NOSI im forschend-entdeckenden Unterricht mit expliziten Reflexionsphasen in der Jahrgangsstufe 8 aufdecken und beschreiben lassen sowie
- (2) welche Elemente der Unterrichtseinheit zur Entwicklung von Vorstellungen zu NOS und NOSI beigetragen bzw. diese erschwert haben.

Tab. 1: Erläuterung von NOSI-FaA, -FV und -KSD

NOSI-	Bedeutung
FaA	<i>Frage als Ausgangspunkt:</i> Naturwissenschaftliche Untersuchungen beginnen mit einer Fragestellung, überprüfen aber nicht notwendigerweise eine Hypothese.
FV	<i>Fragengeleitete Vorgehensweisen:</i> Vorgehensweisen bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen werden durch die Fragestellung bestimmt.
KSD	<i>Konsistenz von Schlussfolgerung und Daten:</i> Schlussfolgerungen aus naturwissenschaftlicher Forschung müssen mit den gesammelten Daten vereinbar sein.

Theoretischer Hintergrund

Nature of Science (NOS) ist ein sehr vielschichtiges und noch nicht vollständig geklärtes Konstrukt. In Anbetracht der schulischen Bearbeitung des Themenkomplexes wurde bei der Entwicklung der Unterrichtseinheit und dessen Beforschung die NOS-Modellierung des Minimalkonsenses der *Lederman Seven* (Erduran & Dagher, 2014; Neumann, 2022) zugrunde gelegt. Weitergehend wurde gemäß der Ausdifferenzierung zwischen NOS und NOSI nach Schwartz et al. (2008) der Aspektlistenvorschlag in Anlehnung an Lederman et al. (2014, S. 68-71) verwendet. Für die hier vorgestellten Studienergebnisse sind dabei die Aspekte *Frage als Ausgangspunkt* (NOSI-FaA), *Fragengeleitete Vorgehensweise* (NOSI-FV) und *Konsistenz von Schlussfolgerung und Daten* (NOSI-KSD) von besonderer Relevanz (s. Tab. 1).

Unterrichtseinheit zum Hookeschen Gesetz

Die geplante Unterrichtseinheit umfasst zwei Doppelstunden mit den Themen »Hookesches Gesetz« und »Erkenntnisse gewinnen – Protokollieren: Warum?«.

- Das vordergründige Lernziel der geplanten Unterrichtseinheit ist, dass die Schüler:innen in ihren eigenen Worten erklären können, wie und unter welchen Bedingungen mit Experimenten neue Erkenntnisse gewonnen werden können, indem sie beispielhaft an Experimenten zum Hookeschen Gesetz einen zielführenden und einen nicht zielführenden Erkenntnisprozess erläutern (L1). Darüber hinaus sind die folgenden beiden Lernziele Gegenstand des Unterrichts:
- L2 Die Schüler:innen stellen im Experiment zum Hookeschen Gesetz einen Zusammenhang (qualitativ oder quantitativ) zwischen der Ausdehnung und der einwirkenden Kraft her.
 - L3 Die Schüler:innen nennen wesentliche Aspekte von Experimentierprotokollen, die der Nachvollziehbarkeit von Experimenten dienen, sowie deren Bedeutung für naturwissenschaftliche Forschung aufzeigen.

Warum das Hookesche Gesetz?

Das Hookesche Gesetz bietet durch vielfältige experimentelle Veranschaulichungen die Möglichkeit, dass die Schüler:innen eigenständig und selbstbestimmt experimentieren können. Dabei gibt es eine Reihe an möglichen Freiheitsgraden, sodass das Experiment flexibel auf die Lernvoraussetzungen der Klasse anpassbar ist – ein Grundgedanke des forschend-entdeckenden Unterrichts. Die Konzeption intendiert einerseits das Erlernen fachlicher Inhalte und andererseits den Aufbau prozessbezogener Fähigkeiten. Die Idee des Experiments, das Hookesche Gesetz als ein dem Federkraftmesser zugrundeliegendes Prinzip zur Kraftmessung einzuführen, deckt sich weiterhin mit den Bildungsstandards und den Kernlehrplänen in Nordrhein-Westfalen im Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*: Die „Schülerinnen und Schüler [sollen] naturwissenschaftlich bearbeitete Fragestellungen entwickeln, Versuchspläne entwerfen und umsetzen, Beobachtungs- bzw. Messdaten sammeln und interpretieren, kommunizieren, reflektieren und ihre Ergebnisse verteidigen, Hypothesen aufstellen, empirische Regelmäßigkeiten herausarbeiten sowie Modelle oder Hypothesen aufstellen und überprüfen“ (Höttecke & Schecker, 2021, S. 425).

Die eigenen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen der Schüler:innen in der Unterrichtseinheit bieten Reflexionsanlässe zur Thematisierung von diversen NOSI-Aspekten. Vordergründig gilt es bei der Auswertung des Experiments zum Hookeschen Gesetz darum, die empirisch aufgenommenen Daten methodisch begründet sinnvoll auszuwerten und logische Schlussfolgerungen zu ziehen. Die Konsistenz von Schlussfolgerung und Daten wird als ein elementarer Schritt im Forschungsvorhaben experimenteller Erkenntnisgewinnung beim Hookeschen Gesetz besprochen. Weitere berücksichtigte Planungsaspekte zu der Unterrichtseinheit sind der Abb. 1 zu entnehmen.

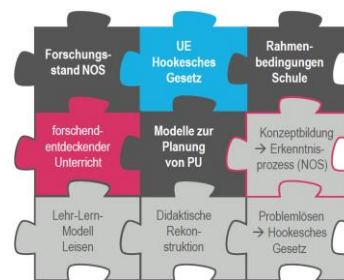


Abb. 1: Planungsaspekte der UE zum Hookeschen Gesetz

Forschungsdesign

Hinweise auf Entwicklungen der Lernendenvorstellungen zu NOSI wurden in einem forschungsfragengeleiteten Mixed-Methods-Design über einen Fragebogen (Pretest N = 22, Posttest N = 12, Pre-Posttest N = 8), ein leitfadengestütztes Interview (N = 4, s. Abb. 2) und fallbezogene Bearbeitungen aus dem Unterricht erfasst. Für die Auswahl der Interviewten wurden die folgenden zwei Kriterien angewendet: Einerseits soll die Auswahl das Spektrum an Physikleistungen gemessen an den letzten Schulnoten im Physikunterricht (sehr gut – ausreichend) bestmöglich abdecken. Andererseits sollen die Interviews die Klärung von offenen Fragen aus der Fragebogenauswertung ermöglichen.

Ergebnisse

zu (1): Entwicklungen von Lernendenvorstellungen lassen sich sowohl zu den Lernzielen als auch zu den mit der Intervention angesprochenen NOSI-Aspekten bei zwei der vier Einzelfälle (Christin und Alicia) feststellen (s. Abb. 2). Insgesamt wurde das Lernangebot von den Schüler:innen nur in sehr geringem Maße angenommen und umgesetzt.

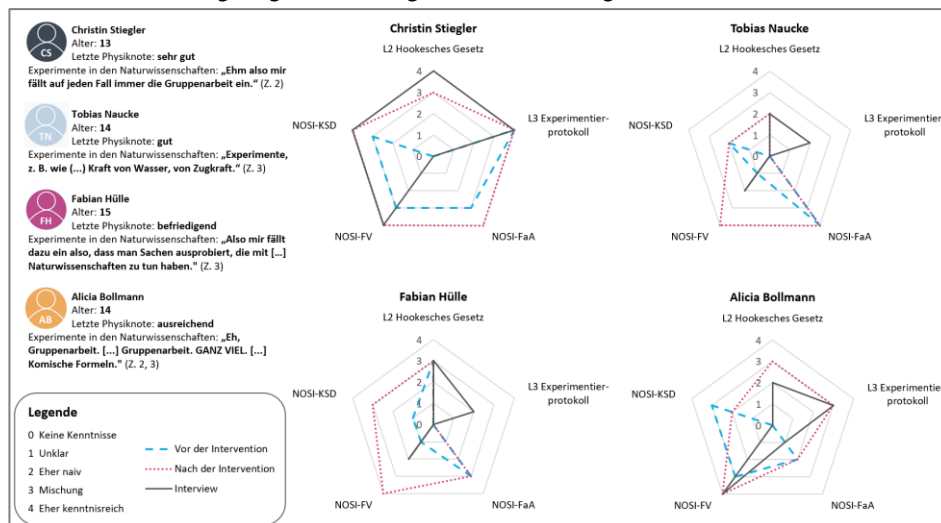


Abb. 2: Studienergebnisse der Einzelfallbetrachtungen in Netzdiagrammen

Für die Identifizierung der Entwicklung von Vorstellungen zu NOS und NOSI bewährt sich das verwendete Untersuchungsdesign: Der Pre-Posttestvergleich und die Interviews für sich betrachtet hätten zu verzerrten bzw. keinem Nachweis der Entwicklungen der Lernendenvorstellungen geführt. Es ist in Bezug auf die Erhebung von Vorstellungen zu NOSI und NOS erkennbar, dass eine Verknüpfung der Daten zum Kompetenzstand naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung mit Erläuterungen und Begründungen aus Lernerndenperspektive erforderlich sind, um ein möglichst umfassendes Bild der NOS-Vorstellungen der Schüler:innen skizzieren zu können.

zu (2): Für den Lernerfolg ausschlaggebende Elemente der UE sind: Motivation und Kontext der Einheit, sowie die Anpassung an die Lernvoraussetzungen der Schüler:innen. Für den Lernerfolg hemmende Elemente stellen zu geringe und kurze selbstständige Arbeitsphasen, fehlgeschlagene kognitive Aktivierung und Überforderungen bei nicht an die Lernvoraussetzungen angepassten Freiheitsgraden dar.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Vorstellungen zu NOS und NOSI mit entsprechendem Kontext und über explizite Reflexion (weiter-)entwickelt und evaluiert werden können. Zukünftig sollen im Rahmen des Kasseler Transferprojekts zum SFB 1319 ELCH weitere Unterrichtskonzeptionen in Kooperation mit Lehrkräften entwickelt werden.

Literatur

- Bybee, R. W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Hrsg.), *Scientific Literacy: An International Symposium* (S. 37-68). IPN.
- Erduran, S. & Dagher, Z. R. (2014). Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories. *Contemporary Trends and Issues in Science Education: Bd. 43*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4>
- 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. & Schecker, H. (2021). Unterrichtskonzeptionen für Nature of Science (NOS). In T. Wilhelm, H. Schecker, M. Hopf & D. Höttecke (Hrsg.), *Lehrbuch. Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 401–433). Springer Spektrum
- 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. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. In N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (S. 600–620). Taylor and Francis.
- Neumann, I. (2022). Nature of Science - Alter Hut oder relevanter denn je? In Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (Vorsitz), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. Symposium im Rahmen der Tagung von GDCP, Online. <https://gdcp-ev.de/wp-content/uploads/2022/05/Tagungsband-2022-Stand-13522.pdf>
- Schwartz, R., Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire: Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching.