

Hanno Michel¹
 Irene Neumann¹
 Thilo Kleickmann²

¹IPN Kiel
²Christian-Albrechts-Universität Kiel

Der Zusammenhang zwischen NOS-Verständnis und Energiekonzept

Neben dem Erwerb naturwissenschaftlichen Fachwissens wird auch ein Verständnis der Genese und der Natur dieses Wissens immer mehr als Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts diskutiert. Zum einen soll durch das Vermitteln eines Verständnisses des Wesens naturwissenschaftlichen Wissens („nature of science“, NOS) die Wertschätzung als Kulturgut, aber auch die Fähigkeit zur Bewertung dieses Wissens und damit zur Teilnahme an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen befördert werden. Als ein weiteres Argument für eine explizite Thematisierung verschiedener Aspekte von NOS im Unterricht wird aber auch angeführt, ein adäquates Verständnis des Wesens naturwissenschaftlicher Theorien und Arbeitsweisen könne zu einem erfolgreicherem Lernen fachlicher Inhalte führen. Driver und Kollegen (1996) sprechen in diesem Zusammenhang von einem „lernpsychologischen Argument“ (science learning argument) für NOS im Unterricht: „An understanding of the nature of science supports successful learning of science content“ (S. 20). Für diese Argumentation gibt es bisher allerdings nur unzureichend empirische Evidenz (Lederman, 2007). Studien aus dem Bereich epistemologischer Überzeugungen zeigen Hinweise auf einen positiven Einfluss eines adäquaten Verständnisses auf Lernstrategien, Argumentationsfähigkeiten und die Fähigkeit zur Wissensintegration (Bell & Linn, 2000; Cavallo et al., 2003; Songer & Linn, 1991; Tsai et al., 2011). Und auch im Umfeld der Conceptual-Change-Theorie wird vermutet, ein Verständnis etwa der vorläufigen Natur naturwissenschaftlichen Wissens könne die Bereitschaft für einen Konzeptwechsel befördern (Duit & Treagust, 2003). Erste Studien im Bereich NOS konnten zeigen, dass etwa metakognitive Prompts mit NOS-Bezug im Kontext Elektromagnetismus (Peters, 2012) oder eine wissenschaftsphilosophisch orientierte Herangehensweise an das Thema Energie (Papadouris & Constantinou, 2011) das Lernen bestimmter Fachwissenselemente befördern können. Tiefergehende empirische Belege, die den Zusammenhang zwischen NOS-Verständnis und dem Erlernen von Fachwissen untermauern und näher beleuchten, stehen allerdings noch aus (Lederman, 2007).

Insbesondere für den Begriff der Energie lassen sich mehrere Aspekte identifizieren, für deren Verständnis NOS-Verständnis eine Rolle spielen könnte (Papadouris & Constantinou, 2011). Zum einen ist Energie ein für Schülerinnen und Schüler oft schwer zu fassendes Konzept, insbesondere in seinem Wesen als theoretisches Konstrukt, das sich weder direkt messen noch beobachten lässt. Hier kann ein Verständnis des Wesens naturwissenschaftlicher Theorien dabei helfen Energie als wertvolles und erklärungsmächtiges, gleichzeitig auch als menschengemachtes Konzept zu begreifen. Energie ist außerdem in allen Naturwissenschaften ein zentraler Begriff, hat aber auch eine starke alltagssprachliche Bedeutung (etwa wenn von „Energieerzeugung“ oder „Energieverbrauch“ die Rede ist). Ein Verständnis von Energie als wissenschaftliche Theorie könnte helfen, die Alltagsbedeutung des Begriffs von der wissenschaftlichen abzugrenzen. Und nicht zuletzt könnte im Sinne eines Conceptual Change der sukzessive Aufbau des Energiekonzepts von einem Verständnis der generellen Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens profitieren (Duit & Treagust, 2003). Die Forschungsfrage unserer Studie lautet entsprechend: Inwiefern beeinflusst ein NOS-Verständnis den Lernzuwachs bezüglich Fachwissen über Energie bzw. den Aufbau eines Verständnisses über das Wesen des Energiekonzepts als naturwissenschaftliche Theorie?

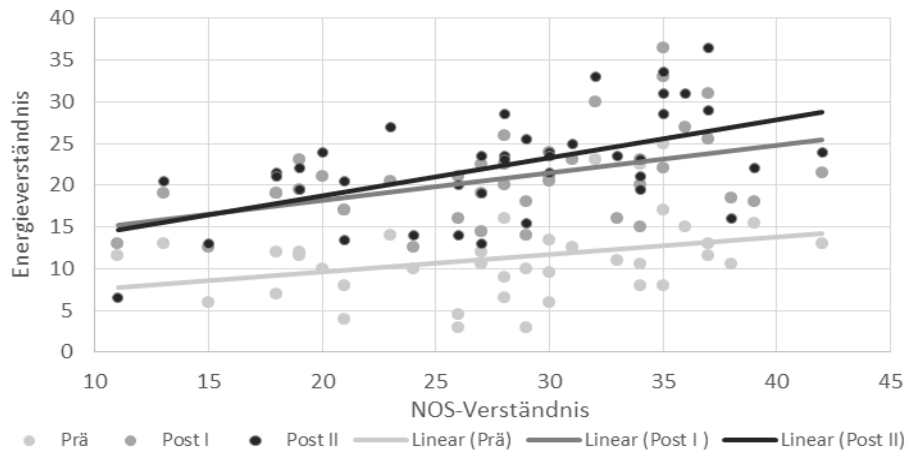


Abb. 1: Energieverständnis zu allen drei Messzeitpunkten (Gruppe 2) in Abhängigkeit vom NOS-Verständnis der Schülerinnen und Schüler vor der Einheit

Um dieser Frage nachzugehen, führten wir eine mehrtägige Interventionsstudie mit 84 Schülerinnen und Schülern der 6. und 7. Klasse durch. Die Lernenden wurden soweit möglich randomisiert auf zwei Treatmentgruppen verteilt. Beide Gruppen durchliefen die gleiche Unterrichtseinheit zu Energie, Gruppe 1 erhielt vorher eine Einheit zum Thema NOS, in dem ausgewählte NOS-Aspekte generisch, also ohne Fachwissensbezug, erschlossen wurden. Gruppe 2 begann mit der Energieeinheit und erhielt nach einer Zwischenerhebung eine weitere Einheit zum Thema Energie, in der der Fokus vor allem auf der Energiebewertung lag. Vor und nach der Energieeinheit wurden NOS-Verständnis, Fachwissen zu Energie, das Verständnis von Energie als naturwissenschaftlicher Theorie („NEST“), sowie verschiedene Kontrollvariablen erhoben. Interessanterweise zeigten die beiden Treatmentgruppen vor der Energie-Instruktion keinerlei Gruppenunterschiede auf allen untersuchten Variablen, also auch bezüglich des NOS-Verständnisses, obwohl Gruppe 1 bereits NOS-Instruktion durchlaufen hatte. Mögliche Erklärungen hierfür könnten in der Kürze der NOS-Einheit (3x90min), dem jungen Alter der Lernenden oder in einer zu geringen Passung der NOS-Einheit zum entsprechenden Instrument liegen. Da bezüglich des NOS-Verständnisses aber auf individueller Ebene ausreichend Varianz vorlag, konnten statt Gruppenvergleichen korrelative Analysen vorgenommen werden, um den Einfluss des NOS-Verständnisses auf den Fachwissenserwerb näher zu untersuchen.

In einem entsprechenden multivariaten linearen Modell, welches den Einfluss des NOS-Verständnisses, des Testzeitpunktes (vor und nach der Energieeinheit), sowie die Interaktion dieser beiden Variablen auf das Abschneiden im Fachwissenstest für alle Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, zeigt sich zwar ein signifikanter Lernzuwachs bezüglich Fachwissen ($\chi^2(1) = 271.62$, $p < .001$), jedoch erweist sich dieser als unabhängig vom NOS-Verständnis der Lernenden ($\chi^2(1) = 0.95$, $p = .330$). Betrachtet man nur die Teilnehmenden der Gruppe 2 und nimmt den dritten Messzeitpunkt (nach der zusätzlichen Energieeinheit) mit auf, zeigt sich allerdings ein solcher Einfluss, also eine signifikante Interaktion des NOS-Verständnisses mit dem Abschneiden zu den verschiedenen Testzeitpunkten. Abbildung 1 zeigt das Energieverständnis der einzelnen Schüler zu den drei Testzeitpunkten, sowie die entsprechenden Regressionen. Erkennbar ist, dass der Lernzuwachs in der zweiten Energieeinheit – auch wenn er recht klein ist – bei adäquaterem NOS-Verständnis höher ausfällt als bei naivem NOS-Verständnis ($\chi^2(2) = 6.32$, $p < .05$).

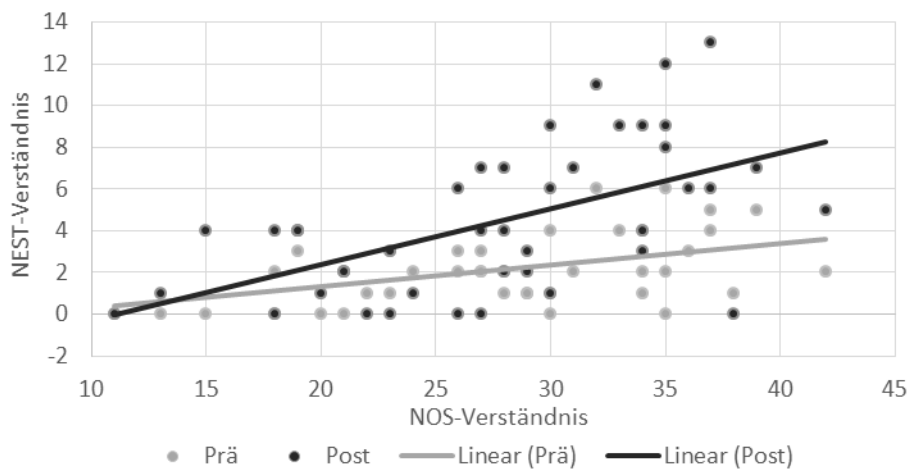


Abb. 2: NEST-Verständnis vor und nach der Intervention in Abhängigkeit vom NOS-Verständnis (Gruppe 2)

Beim Lernzuwachs bezüglich eines Verständnisses des Wesens von Energie als naturwissenschaftliche Theorie (NEST) zeigt sich für beide Gruppen ein signifikanter Einfluss des NOS-Verständnisses ($\chi^2(1) = 4.77$ bzw. $\chi^2(1) = 6.93$, $p < .05$). Abbildung 2 zeigt diesen Zusammenhang exemplarisch für die Gruppe 2. Je elaborierter das NOS-Verständnis, desto höher ist im Schnitt der Lernzuwachs der Lernenden bezüglich NEST.

Insgesamt gibt diese Studie damit erste Hinweise darauf, dass ein NOS-Verständnis der Lernenden einen Einfluss auf deren Aufbau eines Verständnisses über das Wesen von Energie als naturwissenschaftliche Theorie hat, wie beispielsweise der Universalität dieses Konzepts, aber auch dessen genereller Vorläufigkeit. Der Lernzuwachs bezüglich elementarer Energie-Aspekte (wie Formen und Umwandlungen) scheint nicht durch das NOS-Verständnis der Schülerinnen und Schüler beeinflusst zu sein, es zeigen sich aber Hinweise, dass das Verständnis komplexerer Aspekte des Energiekonzepts (vor allem Energiebewertung) von einem adäquaten NOS-Verständnis profitieren kann.

Literatur

- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817
- Cavallo, A. M., Rozman, M., Blickestaff, J., & Walker, N. (2003). Learning, reasoning, motivation, and epistemological beliefs. *Journal of College Science Teaching*, 33, 18–23.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open Univ. Press.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. P. (2011). A philosophically informed teaching proposal on the topic of energy for students aged 11–14. *Science & Education*, 20(10), 961–979
- Peters, E. E. (2012). Developing content knowledge in students through explicit teaching of the nature of science: Influences of goal setting and self-monitoring. *Science & Education*, 21(6), 881–898
- Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761–784.
- Tsai, C.-C., Jessie Ho, H. N., Liang, J.-C., & Lin, H.-M. (2011). Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science and self-efficacy of learning science among high school students. *Learning and Instruction*