Michael Kunz[1]
Stefan Müller[1]

[1]Universität Koblenz

Verständnis über Naturwissenschaften (NOS) im Schülerlabor Chemie

Forschungsstand und Forschungsdesiderat

Die Förderung eines Wissenschaftsverständnisses "*im Sinne von Nature of Science [NOS]"* (KMK 2024, S.6) ist explizit Bestandteil der Bildungsstandards im Fach Chemie. Obwohl bereits vielfach erforscht wurde, wie sich ein solches Verständnis fördern lässt (Khishfe, 2023), zeigt eine Vielzahl von Studien allerdings, dass Lernende und Lehrende zu einem großen Teil über naive oder inkonsistente Vorstellungen über NOS verfügen (Deng, Chen, Tsai & Chai, 2011; Müller & Reiners, 2023) und viele NOS-Aspekte in der Schule und in Schulbüchern nur unzureichend thematisiert werden (Höttecke, 2001; Marniok & Reiners, 2016; Müller et al., 2020). Dementsprechend soll im Rahmen eines Forschungsprojektes untersucht werden, wie sich die Vorstellungen über verschiedene NOS-Aspekte im Rahmen eines Schülerlaborsettings im Fachbereich Chemie erweitern lassen. Dies wurde bislang vor allem zu ausgewählten Aspekten oder in anderen Fachbereichen untersucht (Binder et al., 2023; Birkholz & Elster, 2014; Uhlmann & Priemer, 2010). Im Folgenden werden die Ergebnisse einer Voruntersuchung zu den Vorstellungen von Lernenden über NOS im Rahmen des Schülerlabors Chemie der Universität Koblenz sowie die erste Konzeption einer Folgeuntersuchung vorgestellt.

Voruntersuchung

Im Rahmen der hier vorgestellten Voruntersuchung wurden Lernende befragt, die das Schülerlabor der Universität Koblenz im Sommersemester 2024 besucht haben.[1] Es wurden insgesamt Vorstellungen von 37 Teilnehmenden (w: 22, m: 12, k.A.: 3) unterschiedlicher Schulformen und Jahrgangsstufen erhoben. Für die Untersuchung wurde die Übersetzung ausgewählter Items (Müller, 2021) des VNOS-C (Lederman, 2002) verwendet. Dabei wurde der Fokus auf die NOS-Aspekte *Beobachtung und Schlussfolgerung*, *Kreativität*, *soziokulturelle Eingebundenheit* und *Vorläufigkeit* gelegt. Die Teilnehmenden wurden schwerpunktmäßig zu jeweils einem der NOS-Aspekte befragt.[2] Außerdem wurden alle Teilnehmenden (37) in einer zusätzlichen Frage dazu aufgefordert, Merkmale naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen zu nennen. Die Ergebnisse der Befragungen wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2022) ausgewertet und induktiv kategorisiert. Anhand der Befragung zum Aspekt der *soziokulturellen Eingebundenheit* soll das Vorgehen der Kategorienbildung erläutert werden: Die Antworten der Probanden lassen sich zunächst einmal dahingehend unterscheiden, ob die Lernenden der Meinung sind, dass Naturwissenschaften in soziokulturelle Kontexte eingebunden sind (Oberkategorie: Ja) oder nicht (Oberkategorie: Nein). Darüber hinaus gab es Teilnehmende, deren Antworten keine eindeutige Zuordnung zu den Oberkategorien Ja und Nein ermöglichten (Oberkategorie: Inkonsistent). Für die Antworten, die sich den entstandenen Oberkategorien eindeutig

[1] Themen: „Alchemie“, „RedOx-Reaktionen“ oder „Einfache Kohlenwasserstoffe“
[2] Beobachtung und Schlussfolgerung: w: 6; m: 2; Kreativität: w: 3; m: 4; soziokulturelle Eingebundenheit: w: 4; m: 6; k.A.: 1; Vorläufigkeit: w: 8; m: 1; k.A.: 2

zuordnen ließen, wurden auf Basis der von den Befragten vorgebrachten Begründungen Unterkategorien gebildet (siehe *Abb. 1*). Auf diese Weise wurde eine Kategorisierung für alle vier genannten NOS-Aspekte durchgeführt. Eine Betrachtung der entstandenen Kategoriensysteme zeigt, dass nur ein geringer Teil der Lernenden über adäquate Vorstellungen bezüglich der untersuchten NOS-Aspekte verfügt. Insbesondere in Bezug auf die soziokulturelle Eingebundenheit. Die Lernenden, die von einer soziokulturellen Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse ausgehen, betrachteten bei ihren Begründungen zudem nur wenige Dimensionen der soziokulturellen Eingebundenheit (Müller, 2021), sodass davon ausgegangen wird, dass auch bei diesen Förderungsbedarf besteht.

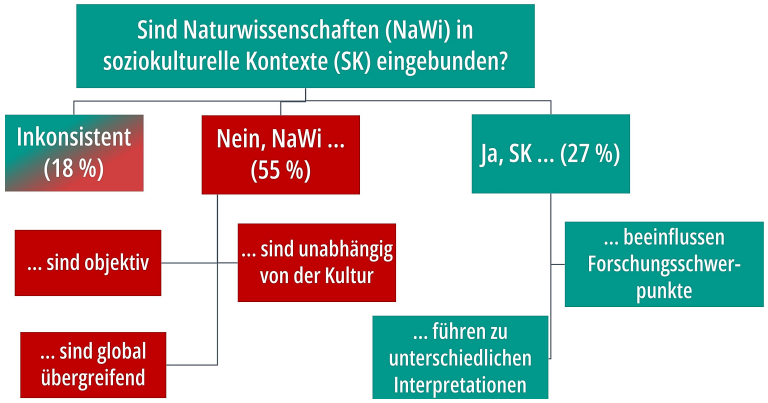

Abb. 1 Kategorisierung der Antworten (n = 11) zu einer Frage bezüglich der soziokulturellen Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse.

In Bezug auf die anderen NOS-Aspekte zeigen die Lernenden ebenfalls selten adäquate Vorstellungen, allerdings etwas häufiger als im Fall der soziokulturellen Eingebundenheit. Beispielsweise deuten die Antworten der Probanden bezüglich des Aspekts *Beobachtung und Schlussfolgerung* zunächst darauf hin, dass zumindest ein grundlegendes Verständnis über das empirische Vorgehen in den Naturwissenschaften besteht. Die Aussagen der Lernenden während der praktischen Arbeit im Schülerlabor lassen jedoch vermuten, dass es ihnen in der Praxis schwerfällt, eine scharfe Trennung zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung zu ziehen. Die bisher verwendeten Erhebungsmethoden reichen daher möglicherweise nicht aus, um ein umfassendes Bild der Vorstellungen der Lernenden zu erhalten. Daher könnte es sich im weiteren Vorgehen als sinnvoll erweisen, zusätzlich andere Erhebungsmethoden zu verwenden. In Bezug auf die Merkmale naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen scheinen die Teilnehmenden in erster Linie großen Wert auf Experimente (9 Nennungen) als Teil der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu legen. Andere Aspekte werden selten (z. B. Peer-Review; 1 Nennung) oder gar nicht genannt (z. B. Modelle). Die starke Fokussierung auf Experimente deckt sich einerseits mit der Literatur (McComas, 1998) und könnte außerdem auf die hohe Präsenz von Experimenten im Schülerlaborsetting zurückzuführen sein.

Konzeption der Folgeuntersuchung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Voruntersuchung scheint es notwendig, im Rahmen des Forschungsvorhabens einen neuen Schülerlabortag zur NOS-Förderung zu entwickeln. Im ersten Durchgang soll der Fokus auf den Aspekten *soziokulturelle Eingebundenheit* sowie

Beobachtung und Schlussfolgerung liegen, da im Rahmen der Voruntersuchung festgestellt wurde, dass hier ein besonderer Förderbedarf bezüglich der Schülervorstellungen vorzuliegen scheint. Daher sollen diese explizit und kontextualisiert (Khishfe, 2023) im Schülerlabor thematisiert werden. Als übergeordneter Kontext wurde der Klimawandel als socio-scientific issue (SSI) gewählt. Zum einen aufgrund der Aktualität der Thematik, zum anderen weil vergangene Interventionen gezeigt haben, dass sich der Kontext gut für die Vermittlung von Nature of Science eignet (Khishfe, 2023). Außerdem bietet der Kontext die Gelegenheit, Prinzipien der Naturwissenschaften wie Konsensbildung, Peer-Review-Verfahren und die Arbeit mit Modellen in das Schülerlabor zu integrieren, da diese bislang von den Teilnehmenden kaum betrachtet worden sind (siehe Voruntersuchung). Im geplanten Schülerlabortag sollen die Lernenden Expertengruppen bilden, in denen sie gemeinsam an einer übergeordneten Fragestellung arbeiten, die auf einem Teilaspekt[3] des Klimawandels aufbaut. Im Anschluss an die praktische Arbeit im Labor sollen die Lernenden innerhalb ihrer Gruppen die wichtigsten Forschungsergebnisse dokumentieren, verhandeln, auf einem wissenschaftlichen Poster darstellen und in ihrer Schule präsentieren. Das Ziel dabei ist es, den Weg naturwissenschaftlicher Aussagen von der Forschung bis zur Veröffentlichung nachvollziehbar zu machen. Die Bildung von Expertengruppen dient dazu zu verdeutlichen, dass in der Wissenschaft i. d. r. viele Experten aus unterschiedlichen Domänen notwendig sind, um Erkenntnisse zu gewinnen, dies trifft insbesondere in der Klimaforschung zu. Die NOS-Aspekte sollen vor, während und nach dem Schülerlabortag explizit thematisiert werden. Daher ist sowohl vor dem Schülerlaborbesuch als auch danach eine Lerneinheit in der Schule geplant. Als Vorbereitung sollen grundlegende NOS-Aspekte sowie das für die Durchführung der Experimente notwendige Fachwissen vermittelt werden. Während des Schülerlabortages können die Experimente von expliziten NOS-Bausteinen begleitet werden. Im Anschluss des Schülerlabortages sollen die Lernenden über ihre eigene Forschungsarbeit unter Berücksichtigung der NOS-Aspekte reflektieren. Wie sich die Vorstellungen der Lernenden bezüglich NOS im Rahmen des Schülerlabortages verändern, soll anhand eines Pre-Post-Testdesigns festgestellt werden. Dabei werden die Vorstellungen der Teilnehmenden mit verschiedenen Methoden (z. B. Interviews, offene/geschlossene Fragebögen) vor und nach dem Schülerlabortag erhoben.

Ausblick

Der Schülerlabortag wird in Kürze das erste Mal durchgeführt und in den Folgedurchgängen iterativ weiterentwickelt. Dabei könnten zukünftig folgende weitere Fragestellungen näher untersucht werden:

- Inwiefern können im Sinne der Nature of Science in Society (NOSIS)-Konzeption (Höttecke & Allchin, 2020) weitere Schritte, die eine naturwissenschaftliche Aussage von der Forschung auf dem Weg in die Gesellschaft durchläuft, in den Schülerlabortag integriert werden?
- Lässt sich das Schülerlabor im Sinne einer ganzheitlichen MINT-Bildung fächerübergreifend ausbauen?
- Inwiefern eignen sich andere Kontexte (z. B. saurer Regen oder Mikroplastik) für die Konzeption eines ähnlichen NOS-Schülerlabortages?

[3] Bei den Expertengruppen handelt es sich um: Wissenschaftliche Grundlagen des Klimawandels (z. B. Modellexperiment zum Treibhauseffekt); Folgen des Klimawandels (z. B. Versauerung der Ozeane); Innovative Technologien (z. B. Power-To-Gas)

Literatur

Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. Science Education, 95(3), 518–542.

Binder, T., Kurschildgen, S., Schmidt, E., Kremer, K. & Schwarzer, S. (2024). Spirit Teaching 2.0 – NOS-Verständnis bei Schüler:innen fördern. In H. van Vorst (Hrsg.), Frühe naturwissenschaftliche Bildung: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 50. Jahrestagung GDCP 11. bis 14. September 2023 in Hamburg (S. 686-689). Essen: GDCP Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.

Birkholz, J. & Elster, D. (2014). Entwicklung von Wissenschaftsverständnis durch mehrfache Besuche des basci Schülerlabors. In D. Chernyak, A. Möller, A. Dittmer & P. Schmiermann (Hrsg.) Erkenntnisweg Biologiedidaktik 13: Fachsektion Didaktik der Biologie 16. Internationale Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland 24. bis 27. Februar 2014 in Trier (S.149-163). Gießen: FDdB Fachsektion der Didaktik der Biologie.

Deng, F., Chen, D. T., Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. Science Education, 95(6), 961–999.

Höttecke, D. (2001). Die Vorstellungen von Schüler und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften". Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 7, 7−23.

Höttecke, D. & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. Science Education, 104, 641–666.

Khishfe, R. (2023). Improving Students Conceptions of Nature of Science A Review of the Literature. Science & Education, 32(6), 1887-1931.

Kuckartz, U. (2012). Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung. (5. Aufl.). Weinheim: Beltz Juventa.

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.

Marniok, K. & Reiners, C. S. (2016). Die Repräsentation der Natur der Naturwissenschaften in Schulbüchern. CHEMKON, 23(2), 53-102.

McComas, W. F. (Hrsg.) (1998). The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Mueller, S. & Reiners, Ch. S. (2023). Pre-service Chemistry Teachers' Views about the Tentative and Durable Nature of Scientific Knowledge. Science & Education, 32, 1813-1845.

Müller, M., Gimbel, K., Ziepprecht, K. & Wodzinski, R. (2020). Nature of Science im Unterricht und in Lehrerfortbildungen. MNU-Journal: Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts, 73(4), 276-280.

Müller, S. (2021). Die Vorläufigkeit und soziokulturelle Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse: Kritische Reflexion, empirische Befunde und fachdidaktische Konsequenzen für die Chemielehrer*innenbildung. Berlin: Logos, 343.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2024). Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Chemie (MSA) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i.d.F. vom 13.06.2024). Am 29.08.2024 abgerufen von: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Chemie_MSA.pdf.

Uhlmann, S., & Priemer, B. (2010). Das Experiment in Schule und Wissenschaft - ein „Nature of Science" - Aspekt explizit in einem Projekt im Schülerlabor. PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung 08. bis 11. März 2010. Abgerufen am 29.08.2024 von https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/182.