

Vorstellungsänderung von Studierenden zu Nature of Science

Aufgabe naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es, Vorstellungen über die Naturwissenschaften und insbesondere auch Vorstellungen über die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zu vermitteln und weiterzuentwickeln. So gehört gemäß der Bildungsstandards die Auseinandersetzung mit den „spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen“ zur naturwissenschaftlichen Grundbildung (KMK, 2005, S.6). Vorstellungen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen werden nicht nur explizit, sondern auch implizit im Unterricht geprägt (Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017). Eine besondere Schwierigkeit stellt in diesem Kontext die Mehrdeutigkeit des Begriffs der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen dar. Aus einer Nature of Science (NoS) Perspektive beschreiben naturwissenschaftliche Arbeitsweisen, wie Naturwissenschaftler in der Forschung vorgehen, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Aus einer fachdidaktischen Perspektive sind naturwissenschaftliche Arbeitsweisen, wie z.B. das Beobachten oder Vermuten, Methoden, über die Schülerinnen und Schüler verfügen sollen, um selbst zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Darüber hinaus bezeichnen die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen wie das Experimentieren aber auch didaktische Methoden, um Erkenntnisse zu vermitteln. Dass Lehrkräfte insbesondere das Experimentieren eher als Unterrichtsmethode und weniger als Arbeitsweise in der aktuellen Forschung betrachten, konnte in einer Studie von Gyllenpalm und Wickmann (2011) gezeigt werden. Wenn im naturwissenschaftlichen Unterricht aber zwischen dem schulischen Experimentieren und dem wissenschaftlichen Forschungsprozess nicht ausreichend differenziert wird, kann ein verzerrtes Bild der Naturwissenschaften entstehen. Verschiedene Studien zeigen darüber hinaus, dass (angehende) Lehrkräfte meist inkonsistente Vorstellungen zu NoS besitzen (Metaanalyse von Deng et al., 2011; Höttecke & Rieß, 2007; Gyllenpalm & Wickmann, 2011; Hodson, 2009; McComas, 1998).

Eine Möglichkeit, um Studierende für die Thematik zu sensibilisieren, ist eine gezielte Begegnung mit moderner naturwissenschaftlicher Forschung. Im Rahmen des Projekts „Contemporary Science in der Lehrerbildung“ wurde deshalb eine Lernumgebung konzipiert, die Physiklehramtsstudierenden einen authentischen Einblick in die Arbeitsweisen der aktuellen Forschung ermöglicht. In der Begleitstudie wird unter anderem untersucht, inwiefern die Begegnung mit aktueller physikalischer Forschung die Vorstellungen der Studierenden zu NoS, insbesondere zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen, verändert. (Zum Seminar-konzept und zur Anlage des Projekts siehe Roetger & Wodzinski, 2018a und Roetger & Wodzinski, 2018b)

Methodisches Vorgehen

Um die Veränderungen der Vorstellungen zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen möglichst umfassend abbilden zu können, werden verschiedene Instrumente eingesetzt: Unter anderem wird mit den Studierenden im Prä-Post-Design ein leitfadengestütztes Interview durchgeführt, das in einem Interviewteil die Vorstellungen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen erfasst. Ziel ist es, zu klären, inwieweit die Vorstellungen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen von schulischen Perspektiven geprägt sind und wie sich dies durch das Seminar verändert. Dazu wird den Studierenden eine Auswahl an sieben naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (*beobachten, vermuten, prüfen, modellieren, experimentieren, kommunizieren und diskutieren*), die typischerweise in der Didaktik oder im Unterricht thematisiert werden, vorgelegt. Die Studierenden werden gefragt, inwiefern sie der Meinung sind, dass diese naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen in der aktuellen natur-

wissenschaftlichen Forschung eine Rolle spielen und was sie sich unter den einzelnen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen vorstellen. Erwartet wird, dass die Vorstellungen zu Beginn des Semesters wesentlich von didaktischen und schulischen Kontexten geprägt sein werden. Zudem wird erwartet, dass durch die authentische Begegnung mit aktueller naturwissenschaftlicher Forschung die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen von den Studierenden stärker als Elemente des realen Forschungsprozesses erkannt werden.

Die Antworten zu diesem Interviewausschnitt wurden mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) in zwei Schritten ausgewertet: Im ersten Schritt (inhaltliche Strukturierung) werden Aussagen, in denen eine Arbeitsweise angesprochen wird, der jeweiligen Arbeitsweise zugeordnet. Werden mehrere Arbeitsweisen in einem Satz angesprochen, wird der Satz mehrfach kodiert. In einem zweiten Schritt (induktive Kategorienbildung) wird für jede naturwissenschaftliche Arbeitsweise ein induktives Kategoriensystem erstellt. Hierzu werden die Aussagen zu den einzelnen Arbeitsweisen paraphrasiert und themenbezogen zusammengefasst. Tabelle 1 zeigt ein Beispiel einer Kategorie für die naturwissenschaftliche Arbeitsweise *beobachten*.

Tabelle 1: Beispiel einer Kategorie zur naturwissenschaftlichen Arbeitsweise „beobachten“.

Kategorie	Regel	Ankerbeispiel
Beobachten ist Teil des Experimentierens.	In der Aussage wird deutlich, dass das Beobachten Teil des Experimentierprozesses ist oder dem Experimentieren zugeordnet wird.	„Beim Experimentieren wird beobachtet, [...].“ – P04a „Und beim Experimentieren machen sie verschiedene Beobachtungen, [...].“ – P20b

Untersuchung der Wirkung der Lernumgebung

Um die Wirkung der Lernumgebung auf die Vorstellungen der Studierenden zu NoS zu untersuchen, werden die herausgearbeiteten Vorstellungen der Studierenden zu den verschiedenen Arbeitsweisen auf zwei Ebenen analysiert: Auf einer globalen Ebene wird untersucht, inwiefern sich das Antwortverhalten der Studierenden im Prä-Post-Vergleich insgesamt verändert hat und ob es besondere Veränderungen in der Belegung der Kategorien gibt. Eine weitere Auswertung der Vorstellungsänderungen findet auf individueller Ebene statt. Dazu werden die Aussagen darauf untersucht, inwiefern sich Vorstellungsänderungen zu den einzelnen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen identifizieren lassen. Die möglichen Änderungen auf der individuellen Ebene werden dabei wie folgt kategorisiert:

- Eine **deutliche Veränderung** der Vorstellung liegt vor, wenn im Post-Interview der Versuch einer begrifflichen Klärung oder Präzisierung zur naturwissenschaftlichen Arbeitsweise zu erkennen ist.
- Eine (erkennbare, aber nicht deutliche) **Veränderung** liegt vor, wenn Vorstellungen, die sich eher einem alltagsnahen Verständnis oder einem schulähnlichem oder didaktischen Kontext zuordnen lassen, nicht wieder im Post-Interview erwähnt werden oder wenn im Post-Interview konkrete Vorstellungen genannt werden, die sich direkt aus dem Besuch in der Forschungsgruppe ableiten lassen.
- **Keine Veränderung** wird deutlich, wenn im Prä- und im Post-Interview identische Vorstellungen genannt werden.
- Wenn die Vorstellungen im Prä- und Post-Interview eher allgemeiner Natur sind oder im Prä- oder Post-Interview keine Vorstellungen zu der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise deutlich werden, ist **keine Aussage** möglich.

Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse basieren auf einer Stichprobe von N=23 Studierenden, die im

Sommersemester 2017 (N=17) und Wintersemester 2017/18 (N=6) am Seminar teilgenommen haben. Im Durchschnitt befanden sich die Studierenden im 7. Fachsemester. In Tabelle 2 sind die verschiedenen Vorstellungsänderungen zu den einzelnen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen eingetragen.

Tab. 2: Darstellung der Vorstellungsänderung der Studierenden zu den einzelnen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen: ● deutliche Veränderung, • Veränderung, x keine Veränderung.

Naturwissenschaftliche Arbeitsweise	Studierende																						
	P06	P19	P15	P03	P04	P23	P11	P02	P05	P09	P20	P16	P17	P13	P07	P10	P18	P14	P21	P01	P08	P22	P12
beobachten	●	●	●	●	●	●	•					X			●				X				X
vermuten	●	●	•				•	●	●	●	●	●	•					X	•			•	
prüfen		●			•			X		•	X	X		X		•	•						
modellieren	•		•				X			X	X	X		X	X		•				●		
kommunizieren und diskutieren	•			•		X					•			X			•	•		•	•		

Bei den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen *beobachten* und *vermuten* ist bei 13 von 23 Studierenden mindestens eine deutliche Veränderung zu erkennen. Dies deutet darauf hin, dass die Studierenden zu diesen beiden naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen nach dem Besuch des Seminars ein differenzierteres Bild gewonnen haben. Bei fünf der Studierenden wird z.B. erst im Post-Interview zum Ausdruck gebracht, dass das Beobachten das systematische Vergleichen von Eindrücken oder das gezielte/systematische Hinschauen ist. Kaum eine Änderung lässt sich bei den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen *prüfen* und *modellieren* identifizieren. Hier werden eher die gleichen Vorstellungen im Prä- und Post-Interview genannt. Die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen *kommunizieren* und *diskutieren* wurden zusammengefasst, weil die Aussagen der Studierenden sich in den meisten Fällen auf beide Arbeitsweisen bezogen. Hierbei fällt besonders auf, dass die Studierenden das *Kommunizieren* und *Diskutieren* nach dem Besuch des Seminars als wichtige naturwissenschaftliche Tätigkeit bewusst wahrnehmen. Beispielsweise sagt ein Studierender (P09b): „Jedoch deutlich ist mir die Kommunikation in der Gruppe aufgefallen, [insbesondere beim Experimentieren]. Dies klappt nicht alleine und schon erst recht nicht ohne Kommunikation.“ Insgesamt wird bei 22 von 23 Studierenden bei mindestens einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise eine Vorstellungsänderung deutlich.

Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass der Aufenthalt in der Forschungsgruppe dazu beiträgt, ein differenzierteres Verständnis zu den verschiedenen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zu entwickeln. Da die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zu keinem Zeitpunkt im Seminar explizit thematisiert oder angesprochen wurden, lässt sich schlussfolgern, dass die Lernumgebung offenbar bereits implizit Reflexionsprozesse anregt. Die Auswertung der Wirkung der Lernumgebung auf Vorstellungen zu anderen Aspekten von NoS, steht noch aus. Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben „Professionalisierung durch Vernetzung“ (PRONET) wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1505 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Literatur

- Deng, F., Chen, D.-T., Tasi, C.-C. & Chai, C.S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. In: *Science Education*, 2011, 95(6), S.961-99.
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Ein Studienbuch. Wiesbaden: Springer.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Tradition and Values*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Höttecke, D., Rieß, F. (2007). Rekonstruktion der Vorstellungen von Physikstudierenden über die Natur der Naturwissenschaften - eine explorative Studie. In: *PhyDid A, Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2007, 1/6, S.1-14.
- Gyllenpalm, J. & Wickman, P.-O. (2011). "Experiments" and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. In: *Science Education*, 95(5), S.908-926.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- McComas, W.F. (1998). The principal elements of nature of science: dispelling the myths. In W.F. McComas (Ed.) (pp. 53-70), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Roetger, R. & Wodzinski, R. (2018a). Wie arbeiten Naturwissenschaftler wirklich? In: C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017. (S. 110-112). Universität Regensburg.
- Roetger, R. & Wodzinski, R. (2018b). *Naturwissenschaftliches Arbeiten in Forschung und Physikunterricht*. In Meier, M., Ziepprecht, K. & Mayer, J. (Hrsg.). *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen*. Münster: Waxmann, S. 93-105.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (Hrsg.). (2005). *Bildungsstandards für das Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004*. München: Wolters Kluwer.