

**„Mit Experimenten kann man Theorien beweisen“ – NOS-Beliefs Studierender**

Die Gründe, warum Jugendliche vielfach unrealistische Vorstellungen über Naturwissenschaften haben und sich wenig dafür interessieren, sind komplex. Es gibt Hinweise auf einen Zusammenhang mit der Art, wie Naturwissenschaften unterrichtet werden (Rocard et al., 2007). Die bewusste Diskussion und Reflexion naturwissenschaftlicher Erkenntniswege und der Gültigkeit naturwissenschaftlichen Wissens sind wesentliche Komponenten eines Unterrichts, der die Entwicklung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses fördert. Bei der Planung und Durchführung eines Unterrichts, der diese Aspekte berücksichtigt und explizit thematisiert, stehen den Lehrenden häufig ihre eigenen (impliziten) Überzeugungen im Wege. Ob LehrerInnen über realistische und informierte Vorstellungen über NOS (Nature of Science) verfügen, hängt unter anderem von entsprechenden Lerngelegenheiten während ihres Studiums ab. Um herauszufinden, welche NOS-Vorstellungen Naturwissenschaftsstudierende und angehende NaturwissenschaftslehrerInnen an der Universität Wien haben und welchen Einfluss das Studium auf diese Überzeugungen hat, wurde eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Befragt wurden sowohl Lehramts- als auch Fachwissenschaftsstudierende der Fächer Biologie, Chemie und Physik. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse dieser Erhebung mit Fokus auf NOS-Vorstellungen der Studierenden über den chemieunterrichtsrelevanten Aspekt ‚Experimente‘ vorgestellt und diskutiert.

**Datenbasis und Auswertungsmethode**

Ausgangspunkt für die Datenerhebung war ein Seminar für Chemielehramtsstudierende, das zum Ziel hatte, einerseits den Studierenden einen realistischen Einblick in fachdidaktische Forschungsmethoden zu geben und andererseits deren Bewusstsein über die eigenen Vorstellungen zu ausgewählten Aspekten von Nature of Science zu schärfen. Auf der Basis eines Artikels von Abd-El-Khalick (2006) wurden zentrale Erkenntnisse über Vorstellungen zu NOS und forschungsmethodologische Grundlagen erarbeitet. Als nächstes wurden der Fragebogen ‚Views on Nature of Science‘ (VNOS) (Lederman et al., 2002) in mehreren publizierten Versionen sowie der Fragebogen ‚Views on Scientific Inquiry‘ (VOSI) (Schwartz et al., 2008) inkl. verfügbarer deutschsprachiger Übersetzungen und Adaptierungen (Zilker, 2009 (nicht publiziert)) gesichtet. Ein Online-Fragebogen mit 13 offenen Fragen wurde erstellt, der auf ausgewählte Aspekte von Nature of Science fokussiert, die für das Lehren von Naturwissenschaften in der Schule relevant sind. Alle Studierenden der Fächer Biologie, Chemie und Physik an der Universität Wien wurden per E-Mail zur Bearbeitung des Fragebogens eingeladen. 245 vollständig ausgefüllte Fragebögen konnten in die Analyse einbezogen werden. Im Seminar wurden zunächst nur die Bögen der Chemiestudierenden ausgewertet. Die Aussagen der Studierenden wurden den Kategorien „naiv“, „informiert“, „uneindeutig“ und „keine Aussage“ zugeordnet und die Ergebnisse von Lehramts- und Fachstudierenden einander gegenübergestellt. Die Ergebnisse wurden an anderer Stelle referiert (Lembens, 2012).

Bei einer späteren vergleichenden Analyse wurden epistemologische Vorstellungen zu zwei für das Unterrichten von Chemie zentralen Aspekten fokussiert: ‚Experimente‘ und ‚Atome‘. Unter anderem wurden folgende Forschungsfragen bearbeitet:

- Welche NOS-bezogenen Vorstellungen haben Studierende der Fächer Biologie, Chemie und Physik?

- Inwiefern unterscheiden sich die NOS-bezogenen Vorstellungen von Lehramtsstudierenden und Fachwissenschaftsstudierenden?
- Inwiefern unterscheiden sich die NOS-bezogenen Vorstellungen von Biologie-, Chemie- und Physiklehrantsstudierenden?
- Inwiefern hat das Zweitfach einen Einfluss auf die NOS-Vorstellungen von Biologie-, Chemie- und Physiklehrantsstudierenden?
- Inwiefern hat der Studienfortschritt einen Einfluss auf die NOS-bezogenen Vorstellungen von Biologie-, Chemie- und Physikstudierenden?

Die Aussagen der Befragten wurden mittels Qualitativer Inhaltsanalyse (skalierender Strukturierung) nach Mayring (2010) analysiert. Im Folgenden werden Einblicke in die Ergebnisse mit Fokus auf ‚Experimente‘ gegeben.

### **Ausgewählte Ergebnisse**

Bei der Analyse kristallisierten sich vier Kategorien heraus: ‚Ziele von Experimenten‘, ‚Kontrolle und Manipulation beim Experimentieren‘, ‚Vorausgehende Erwartungen beim Experimentieren‘ und ‚Kreativität beim Experimentieren‘.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass rund 70 % der Befragten über wenig elaborierte Vorstellungen über die Ziele von Experimenten verfügen. Als ‚informiert‘ wurde z. B. folgende Aussage kodiert: Ein Experiment ist „*ein Versuch, eine Hypothese zu bestätigen oder auszuschließen*“ (C245). Ein Großteil der als ‚naiv‘ kodierten Vorstellungen beschreibt das Experiment als Beweis für naturwissenschaftliches Wissen: so z. B. als „*Versuch, eine Theorie zu beweisen*“ (C84). Insgesamt konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen Fachwissenschafts- und Lehramtsstudierenden festgestellt werden. Auch scheint es bei Lehramtsstudierenden keinen Einfluss zu haben, ob als Zweitfach ein naturwissenschaftliches oder nichtnaturwissenschaftliches Fach studiert wird.

Gut zwei Drittel der Studierenden äußern ‚naive‘ Vorstellungen darüber, ob und wie Experimente kontrolliert und manipuliert werden. Oft werden Experimente als planloses Probieren aufgefasst, bei dem man „*einfach etwas ausprobiert. Z.B. schüttet man Flüssigkeiten zusammen und schaut was passiert*“ (C557). Es besteht die Vorstellung, dass durch dieses Probieren neue Erkenntnisse gewonnen werden, die die Grundlagen für Hypothesen darstellen: „*Man führt etwas durch, entdeckt etwas Neues (...) und stellt dann eine Hypothese auf*“ (C959). Ein knappes Drittel der Studierenden zeigt in seinen Antworten ‚informierte‘ Vorstellungen, so wird ein Experiment z. B. als eine „*Untersuchung, die unter kontrollierbaren Bedingungen methodisch abgehalten wird*“ (C570) beschrieben. Auffällige Unterschiede gibt es zwischen Studierenden der Fächer Biologie (62 % ‚naiv‘), Chemie (86 % ‚naiv‘) und Physik (56 % ‚naiv‘). Betrachtet man nur die Lehramtsstudierenden, so zeigt sich, dass auch hier die Chemiestudierenden gegenüber den Studierenden der Fächer Biologie und Physik besonders wenige ‚informierte‘ Ansichten formulieren. Der Anteil an ‚naiven‘ Vorstellungen der Lehramtsstudierenden des Faches Chemie ist um knapp 30 % höher als bei den anderen Fächern. Ein ähnliches Bild zeigt sich in den Kategorien ‚Ziele von Experimenten‘ und ‚Vorausgehende Erwartungen beim Experimentieren‘.

Studierende der Fächer Chemie und Physik, die seit weniger als fünf Semestern studieren, formulieren zu einem deutlich höheren Prozentsatz (rund 85 %) ‚naive‘ Vorstellungen als Studierende des Faches Biologie (rund 75 %). Im Verlauf des Studiums steigt die Häufigkeit der als ‚informiert‘ kategorisierten Formulierungen bei den Biologiestudierenden und den Physikstudierenden deutlich an. Bei den Chemiestudierenden formulieren in den höheren Semestern noch immer über 80 % wenig angemessene Vorstellungen (Biologie rund 54 %, Physik rund 65 %). Es ist daher zu vermuten, dass das Chemiestudium kaum wirksame Lerngelegenheiten bereitstellt, in denen Studierende ein angemessenes Bild über die Ziele und Bedingungen von Experimenten entwickeln können.

Mit Blick auf den Einsatz und die Notwendigkeit von ‚Kreativität beim Experimentieren‘ äußern die Befragten deutlich ‚informiertere‘ Vorstellungen. Insbesondere wird die Notwendigkeit von Kreativität bei der Planung von Experimenten von den meisten Befragten benannt. 184 Personen (75 %) erwähnen explizit, dass *"bereits die Planung des Experiments (...) einiges an Kreativität [erfordert]"* (C1820). In den Phasen der Durchführung und Datenauswertung scheint für viele Befragte die Notwendigkeit von Kreativität weitaus weniger selbstverständlich zu sein. Bei der Durchführung sehen 35 % der Befragten die Kreativität in einer wichtigen Rolle und bei der Datenauswertung und Interpretation 39 %. Zum Teil wird der Einfluss von Kreativität in den Naturwissenschaften explizit als Mangel an Objektivität aufgefasst, da die Kreativität *"ein Experiment ungültig werden lassen [würde]. Hier wird absolute Standardisierung [sic] verlangt den [sic] sonst kann man keine Vergleiche ziehen wenn jedes Experiment bissal [bisschen] anderes [sic] Kreativ [sic] angehaut [angehaucht] ist"* (C431). Darüber hinaus sehen einige Studierende die Kreativität – besonders in der Datenauswertung – zwar als präsent, betrachten diese aber als verfälschenden Faktor, welcher *"unbewusst leider (...) immer teil [sic] unserer Arbeiten (...) [ist], vorallem [sic] wenn es sich um schwerer zu beurteilende Daten handelt"* (C1157). In manchen Fällen wird der Einsatz von Kreativität bei Experimenten sogar als bewusste Verfälschung der Daten angesehen: *"Bei der Interpretation der Daten findet leider durchaus auch im schlechten Sinne Phantasie statt, sprich es wird gefälscht."* (C557).

### Desiderata

Die Daten zeigen die Notwendigkeit, die Curricula der naturwissenschaftlichen Fächer kritisch mit Blick auf Lernpotentiale für die Entwicklung angemessener Vorstellungen über zentrale Aspekte von NOS zu analysieren. Nach wie vor liegt der Schwerpunkt des ChemielehrerInnenstudiums auf der Vermittlung von Fakten. Notwendig wäre es, inhaltliche, epistemologische und (fach-)didaktische Dimensionen des Lehrens und Lernens in den Naturwissenschaften miteinander zu verknüpfen, insbesondere mit Blick auf die Art und Weise, wie Versuche / Experimente durchgeführt und in den Unterricht implementiert werden. Die Einführung der Lehramtsstudierenden in die Theorie und Praxis des Inquiry-Learnings wäre ein guter Weg (Abd-El-Khalick, 2012). Ziel eines gut begleiteten Inquiry-Learnings ist, dass Lernende nicht nur naturwissenschaftliche Fachinhalte erlernen, sondern auch den Prozess des Forschens bewusst wahrnehmen und reflektieren lernen können. Auf diesem Wege können auch Lehramtsstudierende ihre eigenen NOS-Beliefs wahrnehmen und hinterfragen lernen.

### Literatur

- Abd-El-Khalick, F. (2006). Over and over again: College students' views of Nature of Science. In: Flick, L. & Lederman, N. (Eds.) (2006). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Springer, 389-425
- Abd-El-Khalick (2012). Teaching with and about Nature of Science and Science Teacher Knowledge Domains. In: *Science & Education*, DOI 10.1007/s11191-012-9520-2.
- 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. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521
- Lembens, A. (2012). Do Beliefs about 'Atoms' and 'Experiments' differ between Science Teacher Students and Science Mayor Students? ECER 2012: The Need for Educational Research to Champion Freedom, Education and Development for All. Cadiz
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim und Basel: Beltz-Verlag
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now. A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission
- Schwartz, R., Lederman, N. & Lederman, J. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire. NARST. Baltimore