

## Vorstellungen von Studierenden zum naturwissenschaftlichen Arbeiten

### Theoretischer Hintergrund

Naturwissenschaftlicher Unterricht hat die Aufgabe, neben dem Aufbau naturwissenschaftlicher Vorstellungen auch angemessene Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften zu vermitteln (häufig mit Nature of Science (NOS) bezeichnet) (Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017). Eine besondere Herausforderung stellen in diesem Kontext Vorstellungen zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen dar, da naturwissenschaftliche Arbeitsweisen unterschiedliche Funktionen im Unterricht erfüllen. Im Kontext von Nature of Science geht es um die Arbeitsweisen, mit denen Naturwissenschaftler zu neuen Erkenntnissen gelangen. Aus einer fachdidaktischen Perspektive meinen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen vor allem methodische Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Unterricht (insbesondere im Kontext von Schülerexperimenten) erwerben sollen. Darüber hinaus dienen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen auch als Orientierung für die methodische Gestaltung von Unterricht, wenn es darum geht Fachwissen zu vermitteln. Werden die Perspektiven nicht klar differenziert, kann ein verzerrtes Bild der Naturwissenschaften entstehen. Ein verbreiteter Mythos ist zum Beispiel, dass es eine bestimmte Schritt-für-Schritt-Methode gibt, nach der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vorgehen, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen (McComas, 1998). Tatsächlich gibt es eine solche einheitliche Methode in der Naturwissenschaft aber nicht (Lederman et al., 2002; Osborne et al., 2003). In Schulbüchern tritt diese Vermischung der Bedeutungen naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen besonders deutlich zu Tage, wenn beschrieben wird, wie Naturwissenschaftler arbeiten und damit gleichzeitig ein Bezug zum Experimentieren im Unterricht hergestellt wird. Aus didaktischer Perspektive mag es Argumente für ein Schematisieren des Experimentierens geben. Als Lehrkraft muss aber zumindest die Problematik erkannt werden.

Im Projekt „Contemporary Science in der Lehrerbildung“ wurde eine Lernumgebung konzipiert, die Studierenden Einblicke in die tatsächlichen Forschungsprozesse der Naturwissenschaften gewährt. Inwieweit dies zu einer veränderten Sicht auf naturwissenschaftliche Arbeitsweisen führt, ist Gegenstand der Begleituntersuchung und der nachfolgenden Teilauswertung von Interviewdaten. (Zum Seminarkonzept und zur Anlage des Projekts siehe Roetger & Wodzinski, 2018a und Roetger & Wodzinski, 2018b).

### Methodisches Vorgehen

Zur Erfassung der Wirkungen des Seminars auf die NOS-Vorstellungen von Studierenden wurden verschiedene Instrumente eingesetzt. Neben einem begleitenden Portfolio wurde ein Interview im Prä-Post-Design genutzt. In einem Teilabschnitt des Interviews werden den Studierenden zwei verschiedene Schulbuchauszüge (Spektrum Physik 1, Hessen, Schroedel, 2011, S.10; Impulse Physik Sekundarstufe I, Klett, 2015, S.11) vorgelegt, die beschreiben, wie Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler vorgehen, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Die Studierenden werden gefragt, inwiefern sie mit der inhaltlichen Darstellung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen übereinstimmen. Auf diese Weise sollen die Vorstellungen der Studierenden sowie mögliche Vorstellungsänderungen mithilfe einer - bezogen auf die Unterrichtspraxis - authentischen Aufgabe erfasst werden.

Es wird erwartet, dass Studierende zu Beginn des Seminars die Darstellungen der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen - basierend auf ihren Erfahrungen aus der Schule und physikalischen Praktika - tendenziell weniger kritisch sehen, nach der Auseinandersetzung mit

den Arbeitsweisen moderner naturwissenschaftlicher Forschung im Seminar jedoch die Unzulänglichkeiten in den Schulbuchdarstellungen klarer erkennen und benennen. Zur Kategorisierung der Vorstellungen der Studierenden wurde ein deduktives Kategoriensystem (bestehend aus 14 Dimensionen) auf der Basis der Kerndimensionen von Nature of Science nach Urhahne, Kremer und Mayer (2008) und der Delphi-Studie von Osborne et al. (2003) entwickelt. Eine Dimension beinhaltet Vorstellungen zu einem Teilaspekt der Natur der Naturwissenschaft, z.B. zur Rolle des Experiments im Erkenntnisprozess. Anhand vorliegender Studien von Lederman et al. (2002), Abd-El-Khalick & Lederman (2000) und Urhahne et al. (2008) wurden zu jeder Dimension naive und angemessene Vorstellungen herausgearbeitet, und in entsprechende Kategorisierungsregeln übersetzt, mit denen die Aussagen der Studierenden kodiert wurden. Zur Illustration ist ein Beispiel der naiven Vorstellung zur Dimension „naturwissenschaftliche Methode – allgemeines Vorgehen“ in Tabelle 1 dargestellt.

*Tabelle 1: Beispiel der naiven Vorstellung der Dimension „naturwissenschaftliche Methode-allgemeines Vorgehen“.*

Naive Vorstellung	Regel	Ankerbeispiel
Es gibt eine einheitliche Schritt-für-Schritt-Methode, nach der Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler vorgehen, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen.	In der Aussage wird deutlich, dass es <b>nur eine einzige Methode</b> (Schritt-für-Schritt Abfolge) gibt, wie neue Erkenntnisse generiert werden können.	„Das ist genau die Methode, die klassische Methode, nach der Naturwissenschaftler immer vorgehen.“ – S20m

Um die Bandbreite möglicher Aspekte zur Beurteilung der Schulbuchauszüge einzuschätzen, wurden die Schulbuchauszüge mit dem erstellten Kategoriensystem analysiert. Die Schulbuchauszüge decken zusammen 10 von 14 Dimensionen des Kategoriensystems ab und zeigen insgesamt eine überwiegend naive Sicht auf das naturwissenschaftliche Vorgehen. Dies wird bereits durch die Überschriften „Vorgehensweise zum Auffinden von Ergebnissen“ und „Wie man in der Physik Gesetze findet“, wie auch durch eine klare Darstellung eines schematischen Ablaufs deutlich.

### Ergebnisse

Ausgewertet wurden die Interviewdaten von 23 Studierenden der Seminare durchgänge im Sommersemester 2017 (N=17, 4 w, 13 m) und Wintersemester 2017/18 (N=6, 5 w, 1 m). Die Aussagen der Studierenden zu dem relevanten Interviewausschnitt wurden anhand des deduktiv erstellten Kategoriensystems eingeordnet. Dabei wurde jedes Interview von zwei Personen kodiert. Bei Uneinigkeiten wurde eine dritte Meinung eingeholt, sodass am Ende nur übereinstimmend kodierte Passagen berücksichtigt wurden.

Im gesamten Datenmaterial wurden mit Ausnahme einer Dimension alle zu erwarteten Dimensionen adressiert. Die Dimensionen „naturwissenschaftliche Methode – allgemeines Vorgehen“, „Experiment – kritische Überprüfung“ und „wiederholtes Fragenstellen“ wurden sowohl im Prä- als auch im Post-Interview am häufigsten kodiert.

#### *Ergebnisse zur Dimension „naturwissenschaftliche Methode – allgemeines Vorgehen“*

Die Dimension „naturwissenschaftliche Methode – allgemeines Vorgehen“ erfasst Vorstellungen zu der Frage, ob es eine einheitliche naturwissenschaftliche Methode gibt. Sie ist für beide Schulbuchauszüge zentral. Im Prä-Interview werden bei elf von 23 Studierenden naive Vorstellungen und bei sechs Studierenden angemessene Vorstellungen zu dieser Dimension

deutlich. Ein Student (S11m) äußert sich uneindeutig („Besonderes gut finde ich den klaren Ablauf, eine klare Struktur irgendwie [...], wie so etwas von statten geht“ und später „Und was ich auch kritisch finde, ist, dass ich denke, dass diese Reihenfolge, denke ich, nicht starr ist.“). Insgesamt gehen fünf Studierende im Prä-Interview nicht auf diesen Aspekt ein. Im Post-Interview werden noch bei drei Studierenden naive Vorstellungen, bei 17 Studierenden dagegen angemessene Vorstellungen deutlich. Nur noch drei Studierende äußern sich nicht zu diesem Aspekt. Insgesamt steigt der Anteil angemessener Vorstellungen im Postinterview.

Betrachtet man die Veränderungen individuell für jeden Studierenden, zeigt sich bei neun von 23 Studierenden eine positive Veränderung, d.h. eine Veränderung von naiven zu angemessenen Vorstellungen. Zum Beispiel sagt der Student S10m im Prä-Interview: „Ja, ich stimme mit der Reihenfolge überein. Die finde ich gut.“ Im Post-Interview dagegen sagt der Student „Kritisch sehe ich die Reihenfolge, die ist ja nicht immer so.“ Bei keinem Studierenden findet eine negative Veränderung statt. Von den drei Studierenden, die sich erst im Post-Interview zur Dimension äußern, zeigen zwei Studierende angemessene Vorstellungen, der dritte eher naive Vorstellungen.

Insgesamt werden bei sechs von 23 Studierenden sowohl im Prä- als auch im Post-Interview angemessene Vorstellungen deutlich. Bei drei Studierenden wiederholen sich naive Vorstellungen auch im Post-Interview. Beispielsweise sagt der Student S01m im Prä-Interview: „Die Reihenfolge ist gut. So habe ich das auch gelernt“ und im Post-Interview „Ich stimme besonders mit der Reihenfolge überein“.

Insgesamt zeigt sich auch auf der Individualebene, dass sich die Vorstellungen der Studierenden, wie in den Naturwissenschaften vorgegangen wird, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen, bei etwa der Hälfte der Studierenden in Richtung angemessener Vorstellungen verändern.

#### *Ergebnisse für die weiteren Dimensionen*

Werden zusätzlich die anderen auftretenden Dimensionen berücksichtigt, werden im Prä-Interview im Durchschnitt pro Interview 0,87 (SD=0,90) naive Vorstellungen und 1,87 (SD=1,23) angemessene Vorstellungen kodiert, wobei Mehrfachnennungen von naiven oder angemessenen Vorstellungen einer Dimension einfach gezählt werden. Im Post-Interview dagegen werden im Durchschnitt pro Interview 0,52 (SD=0,65) naive Vorstellungen und 2,43 (SD=1,14) angemessene Vorstellungen deutlich. Die Ergebnisse entsprechen damit den zuvor formulierten Erwartungen.

#### **Fazit und Ausblick**

Die Ergebnisse stützen die Vermutung, dass der Aufenthalt in der Forschungsgruppe als zentrales Element der Lernumgebung die Vorstellungen der Studierenden zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen in positiver Weise verändert.

Die Beurteilung von Schulbuchauszügen ist geeignet, Veränderungen in den Vorstellungen der Studierenden abzubilden, allerdings gehen bei der Kodierung der Aussagen viele Detailinformationen verloren. Einzelfallanalysen unter Einbeziehung der anderen Interviewteile und der Portfolios sollen den Veränderungsprozess noch detaillierter abbilden und helfen, mögliche Einflussfaktoren der Lernumgebung auf den Lernprozess der Studierenden zu identifizieren.

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**

- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Ein Studienbuch. Wiesbaden: Springer.
- 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.
- 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.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- Roetger, R. & Wodzinski, R. (2018a). Wie arbeiten Naturwissenschaftler wirklich?. In: C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller 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.
- Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. In: *Unterrichtswissenschaft*, 2008, 36 (1), S.71-93.