

Naturwissenschaftsbezogene Experimentier- und Argumentationsqualität bei Grundschulpädagogikstudierenden

Allgemein

Das Studienangebot Integrierte Naturwissenschaften wird seit dem Wintersemester 2011/12 an der Freien Universität Berlin angeboten und ist für Studierende der Grundschulpädagogik konzipiert. Neben der Verbindung von Fachwissenschaft und Fachdidaktik besteht ein inhaltlicher Fokus auf die Vermittlung von Basiskonzepten in Wissenschaftstheorie, im Sinne der Nature of Science, von naturwissenschaftlichen Denk- und Argumentationsformen und der Ermöglichung eigener Erfahrungen mit (natur)wissenschaftlichem Argumentieren und Experimentieren (vgl. Bolte & Ramseger, 2011). Evaluationen des neuen Studienangebotes untersuchten bisher die Veränderungen des fachlichen Selbstkonzeptes, den wahrgenommenen Praxisbezug und die Zufriedenheit mit den angebotenen Veranstaltungen. Eine Evaluation der Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen steht bisher aus und ist Ziel der vorliegenden Untersuchung. Im Folgenden werden erste Ergebnisse der Voruntersuchung dargestellt, die mit Hilfe der ausgewählten Forschungsinstrumente gewonnen werden konnten. Die hier referierten Ergebnisse liefern keine repräsentativen Aussagen über die Wirksamkeit der universitären Ausbildung in Bezug auf das veränderte Studienangebot, sondern lediglich erste Hinweise auf die Eignung des gewählten Forschungssettings und der Forschungsinstrumente.

Design

Ziel der Hauptuntersuchung ist es herauszufinden, ob und wie weit sich Studierende mit dem Nebenfach Integrierte Naturwissenschaften bezüglich naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen von Studierenden mit einem anderen Nebenfach unterscheiden. Grundschulpädagogikstudierende ohne Integrierte Naturwissenschaften dienen deshalb als Vergleichskohorte. Als naturwissenschaftliche Arbeitsweisen sollen im Speziellen das Experimentieren und Argumentieren untersucht werden. Dies kann u. a. auch mit dem expliziten Fokus des Studiencurriculums auf eben diese Arbeitsweisen begründet werden. Die Studierenden werden als nebenfachhomogene Gruppe mit einer Anzahl von vier TeilnehmerInnen in einer Experimentiersituation dazu angehalten, sich mit einem präsentierten naturwissenschaftlichen Phänomen forschend auseinanderzusetzen. Dabei wird ihnen, im Sinne des Inquiry Based Science Learning (IBSL) keine Forschungsmethode, -frage oder gar die Antwort vorgegeben (vgl. Bell et al., 2005). In einem Querschnitt werden aus allen derzeitigen Fachsemestern je zwei Gruppen mit je vier Studierenden untersucht. Bei derzeit vier bestehenden Fachsemestern ergibt sich somit eine Teilnehmeranzahl von N=32.

Instrumente

Toulmin (1975) definiert insgesamt sechs Argumentationselemente und bezeichnet diese als „feine Struktur“ (ebd., S. 86). Die Elemente wurden in der Vergangenheit von verschiedenen Autoren aufgegriffen und teilweise verändert. Neben einer veränderten Operationalisierung der Elemente (z. B. Riemeier et al., 2012) wurden neue Elemente (wie bspw. die *Gegenbehauptung*; Means & Voss, 1996) generiert, Elemente umbenannt oder mehrere Elemente zusammengefasst. Mit Hilfe von Toulmin ist damit zunächst eine Aussage über die Struktur von Argumentationen möglich. Verschiedene Autoren bilden auf Basis der Struktur Stufen, die Auskunft über die Qualität einer Argumentation geben sollen. Eine Grundannahme dabei ist, dass die einzelnen Elemente einen kognitiven Wert haben und der

kognitive Anspruch mit zunehmender Anzahl verwendeter und/oder zu berücksichtigender Elemente steigt (vgl. Henderson et al., 2011). Erkennbar ist, dass jedem Stufungsmodell ein individueller Fokus auf ein oder mehrere Elemente zugrunde liegt. Osborne, Eduran und Simon (2004) formulieren insgesamt fünf Qualitätsstufen und fokussieren auf *Einwände*. Dawson und Venville (2009) modifizieren die Stufen von Osborne et al. (2004) dahingehend, dass sie den Fokus auf *Einschränkungen* legen. Dabei verzichten Dawson und Venville auf die aus ihrer Sicht unzureichend operationalisierte dritte Stufe des ursprünglichen Modells.

Der Begriff des Experimentierens und die einzelnen Phasen und deren Operationalisierungen werden in der Literatur verschiedentlich definiert. Emden (2011) konstatiert, dass allen Modellen eine gemeinsame Basisstruktur (Planung, Durchführung, Auswertung) zugrundeliegt. In Anlehnung an Dettloff (2003) operationalisiert Emden den Prozess des Experimentierens mit Hilfe dieser Basisstruktur. In der Planung kodiert er „Ideen“ und „Hypothesen“, in der Durchführung „Experimente“ im Anschluss an eine Idee/Hypothese oder „Explorative Experimente“ ohne vorausgegangene Planung und in der Auswertung „Schlussfolgerungen“ mit und ohne Rückbezug zu in der Planung geäußerten Ideen oder Hypothesen. Jeder dieser Operationalisierungen wird ein Symbol zugeordnet, das in einer sogenannten Lernprozessgrafik aufgeführt wird. Eine Lernprozessgrafik besteht aus einem zweiachsigen Koordinatensystem, in dem auf der horizontalen Achse die Zeit und auf der vertikalen Achse die Experimentierpfade aufgeführt werden. Neue Pfade entstehen, wenn ein Vorgehen abgebrochen oder ein Experiment operant verändert wird (z. B. neues Experimentiergerät verwendet wird). Emden bewertet die Bestandteile des Experimentierprozesses mit Hilfe von zwei Kriterien. Das erste Element eines Experimentierpfades wird auf seine sachliche Korrektheit bewertet. Das bedeutet, dass alle initiativen Elemente (Idee, Hypothese, exploratives Experiment) dahingehend bewertet werden müssen, ob sie aus fachlicher (oder eben sachlogischer) Sicht geeignet sind, um eine Forschungsfrage zu beantworten. Elemente, die sich an andere anschließen (Experimente und Schlussfolgerungen), werden auf ihre sachlogische Anbindung hin bewertet. Bewertet wird also, ob und wie ein folgendes Element das vorangegangene korrekt weiterführt, also ob bspw. ein Experiment die zuvor geäußerte Idee oder Hypothese aufgreift. Demzufolge verbildlichen die Lernprozessgrafiken, wie viele Anläufe bis zur Lösung benötigt werden (Anzahl der Experimentierpfade), wann die jeweiligen Anläufe beginnen (Verortung auf der horizontalen Achse), welche Phasen durchlaufen und ob einzelne Phasen ausgelassen werden (Symbole), welche Phasen Einzel- oder Gruppenleistungen sind und ob die einzelnen Schritte korrekt angelegt (sachliche Korrektheit) und korrekt fortgeführt werden (sachlogische Anbindung).

Ergebnisse

Innerhalb der Voruntersuchung setzten sich vier Studierende aus dem sechsten bzw. achten Fachsemester insgesamt 80 Minuten mit einer rheoskopischen Flüssigkeit (vgl. Nordmeier et al. 2014) auseinander und stellten sich die Frage nach den Bestandteilen der Flüssigkeit. Drei der Studierenden haben Integrierte Naturwissenschaften als Nebenfach, der vierte Studierende Englisch. Insgesamt konnten 27 verschiedene Argumentationen und 154 Argumentationselemente kodiert werden. Alle in der Literatur beschriebenen Elemente wurden dabei von den Studierenden verwendet. Mit insgesamt 64 kodierten Elementen hatte das Element *Fakten (data)* den höchsten Anteil. Vergleichbare Anteile hatten alle Studierenden für die Elemente *Behauptung (conclusio)*, *Erläuterung (warrant)* und *Einwand (rebuttal)*. Unterschiede zeigten sich für die Elemente *Fakten*, *Einschränkungen (modal qualifiers)* und *Stützungen (backings)*. Die Bewertung der Argumentationsqualität zeigt, dass ca. 75% (nach Dawson und Venville, 2009) und ca. 66% (nach Osborne et. al., 2004) der

Argumentationen auf den ersten beiden Stufen verortet werden können. Für das Experimentieren ergaben sich 26 verschiedene Untersuchungsansätze und 54 verschiedene Experimentierpfade. In den wenigsten Phasen (18 von 147) arbeiteten die Studierenden als Gruppe zusammen, den größten Anteil stellen somit Einzelleistungen dar. Während die individuellen Anteile der Studierenden in den Phasen der Durchführung und Auswertung vergleichbar sind, zeigen sich deutliche Unterschiede bei den Anteilen an der Planung. Die beiden Studierenden mit dem höchsten Anteil in der Phase der Planung äußern 22 bzw. 16 Ideen oder Hypothesen, im Vergleich dazu nur 7 bzw. 8 Ideen oder Hypothesen durch die beiden anderen. Insgesamt auffällig ist eine im Vergleich zur Anzahl der Ideen (42) geringe Anzahl von Hypothesen (14).

In einer Zusammenschau der Ergebnisse der Experimentier- und Argumentationsprozesse zeigt sich, dass fast alle Argumentationselemente (108 von 154) in der Phase der Durchführung verwendet werden. 41 Elemente sind in der Phase der Auswertung, 5 in der Phase der Planung zu verorten. Fast alle Ideen werden innerhalb der Durchführung geäußert, was auf einen hohen explorativen Charakter der Untersuchung hindeutet. Die hohe Anzahl von *Fakten* kann damit erklärt werden, dass nach Fleischhauer (2013) Versuchsbeobachtungen als Fakten zu kodieren sind. Interessant ist, dass fast alle *Einwände* (13 von 18) und *Einschränkungen* (19 von 22) in der Phase der Durchführung aufkommen.

Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass das gewählte Setting dazu verwendet werden kann, Argumentationen unter den Studierenden anzuregen. Die gewählten Instrumente ermöglichen einen Einblick in die Argumentations- und Experimentierstrukturen, die sich möglicherweise zwischen den Kohorten unterscheiden. Für die Bewertung der Prozessqualität des Experimentierens stehen weitere Auswertungen noch aus. Bezüglich der Argumentationsqualität ist zu überlegen, inwieweit die bisherigen Instrumente, die feldunabhängige Eigenschaften von Argumenten fokussieren, ergänzt werden müssen.

Literatur

- Bell, R., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction Assessing the inquiry level of classroom activities. In: *The Science Teacher*, 72, S.30-33.
- Bolte, C., & Ramseger, J. (2011). Reformprojekt Studiengang „Integrierte Naturwissenschaftliche Bildung“ an der Freien Universität Berlin. In Dietmar Höttecke (Hrsg.): *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie*, S.93-95.
- Dawson, V. & Venville, G. (2009). High-school Students informal reasoning and argumentation about biotechnology: An indicator of scientific literacy? In: *International Journal of Science Education*, 31, S.1421-1445.
- Dettloff, C. (2003). Videoanalyse von Frontal- und Kleingruppenunterricht am Beispiel einer Problemstellung zum Themenbereich Säure-Base. Universität Essen 1. Staatsexamensarbeit.
- Emden, M. (2011). Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I. Berlin: Logos.
- Fleischhauer, J. (2013). *Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik*. Berlin: Logos.
- Henderson, B. J., Osborne, J., MacPherson, A. & Szu, E. (2014). A new learning progression for student argumentation in scientific contexts.
- Nordmeier, V., Kluth, M., Gutzler, T. & Kastl, R. (2014). Experimente mit rheoskopischen Flüssigkeiten. In: *PdN PHYSIK in der Schule*, 63. Jg., Heft 6, S.22-27.
- Osborne, J., Eduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. In: *Journal of research in science teaching*, 41, S.994-1020.
- Riemeier, T., Aufschnaiter, C. von, Fleischhauer, J. & Rogge, C. (2012). Argumentationen von Schülern prozessbasiert analysieren. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, S.143-182.
- Toulmin, S. (1975). *Der Gebrauch von Argumenten*.