

Längsschnitt zur SI-Kompetenzerfassung Physik(Lehramts)-Studierender

Motivation

Erkenntnisgewinnung (im engl. *Scientific Inquiry*, "SI") „refers to characteristics of the scientific enterprise and processes through which scientific knowledge is acquired“ (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Sie ist ein wesentlicher Teil der naturwissenschaftlichen Grundbildung (*Scientific Literacy*; Bybee, 2002). Die nationalen Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK) führen sie als einen zentralen Kompetenzbereich an, der gleichberechtigt neben den Bereichen „Fachwissen“, „Bewertung“ und „Kommunikation“ steht (Kultusministerkonferenz, 2005). Eine gezielte Kompetenzförderung im Bereich der Erkenntnisgewinnung in der Schule setzt aber voraus, dass auch Lehrerinnen und Lehrer über diese Kompetenzen verfügen. Die Förderung entsprechender Kompetenzen innerhalb des Lehramtsstudiums im Fach Physik ist daher unabdingbar. Konsequenterweise formuliert die KMK daher als Ziel der Lehrerbildung, dass Studierende vertraut sind „mit den Arbeits- und Erkenntnismethoden der Physik und [...] über Kenntnisse und Fertigkeiten im Experimentieren“ verfügen (Kultusministerkonferenz, 2010).

Um derartige Kompetenzen messbar zu machen, bedarf es adäquater Messinstrumente, die wissenschaftlich entwickelt und evaluiert sind. Erst aufgrund der Ergebnisse von entsprechenden Kompetenztests ist es möglich, eine Aussage über den Kompetenzstand Studierender zu machen und gegebenenfalls das Studium zu optimieren. Die fachdidaktische Forschung hatte in den letzten Jahren vor allem den primären und sekundären Bildungsbereich im Fokus, weshalb im Hochschulbereich eine Forschungslücke konstatiert wird (Zlatkin-Troitschanskaia & Kuhn, 2010). Gleichzeitig wird die Wichtigkeit einer wissenschaftlichen Evaluation der universitären Lehre betont, da die Hochschulen nur so „eine gezielte qualitätsorientierte Binnensteuerung und Leistungskontrolle sowie Verbesserung der Studienergebnisse vornehmen können“ (Wissenschaftsrat, 2008).

Ziel des Projekts „Ko-WADiS“ (*Kompetenzmodellierung und -erfassung zum Wissenschaftsverständnis über naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen bei Studierenden (Lehramt) in den drei naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik*) ist es, für die drei beteiligten Fächer entsprechende Messinstrumente zu entwickeln und zu evaluieren. An dem Projekt beteiligen sich Naturwissenschaftsdidaktiker der Freien Universität Berlin (Biologie und Physik), der Humboldt Universität Berlin (Biologie und Chemie) sowie das ebenfalls an der HU-Berlin angesiedelte Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB). Außerdem sind die Universitäten Wien und Innsbruck als Kooperationspartner beteiligt.

Theoretischer Hintergrund

Nach Mayer (2007) lässt sich der Bereich der Erkenntnisgewinnung in drei zentrale Bereiche unterteilen: Praktische Arbeitstechniken (*practical work*), wissenschaftliche Erkenntnismethoden (*scientific inquiry*) und die Charakteristika der Naturwissenschaften (*nature of science*). Der Fokus des Projekts Ko-WADiS liegt auf den wissenschaftlichen Erkenntnismethoden, die hier als wissenschaftliches Denken (*Scientific Reasoning*; Mayer, 2007) operationalisiert werden. Dabei wird der Weg zur wissen-

schaftlichen Erkenntnis als komplexer Problemlöseprozess verstanden, als „zielorientiertes Denken und Handeln in Situationen [..], für deren Bewältigung keine routinierten Vorgehensweisen verfügbar sind.“ (Mayer, 2007). Es erfolgt eine Gliederung in zwei Kompetenzbereiche: „Untersuchen“ und „Modelle nutzen“. Diese lassen sich wiederum in jeweils vier („Untersuchen“; ebd.) bzw. drei („Modelle nutzen“, Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010) Teilkompetenzen gliedern (siehe Abb. 1). Für die Teilkompetenzen des Bereichs „Untersuchen“ existieren jeweils fünf Niveaustufen (Mayer, Grube & Möller, 2008), für den Bereich „Modelle nutzen“ existieren drei Niveaustufen (Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010).

Arbeitsweise	Teilkompetenz			
Untersuchen	Fragen	Hypothesen	Planung und Durchführung	Auswertung und Reflexion
Modelle nutzen	Zweck von Modellen	Testen von Modellen	Ändern von Modellen	

Abb. 1: Kompetenzraster im Projekt Ko-WADiS

Aufgabenkonstruktion

Die Entwicklung der Aufgaben erfolgte in enger Absprache mit den Entwicklern der anderen beteiligten Fächer. Da angestrebt wird, dass die Aufgaben unabhängig vom Fachwissen bearbeitbar sind, wurde in die Konstruktion der Aufgaben ein Experte eines der jeweils anderen Fächer einbezogen. Pro Teilkompetenz wurden mindestens fünf Aufgaben entwickelt. Die Konstruktion der Aufgaben erfolgte anhand der in den Niveaustufen genannten schwierigkeiterzeugenden Merkmale. Damit sollte schon a priori sichergestellt werden, dass die Aufgaben das gesamte Schwierigkeitsspektrum abdecken. Ein Großteil der Aufgaben wurde zunächst im offenen Antwortformat entwickelt und inzwischen pilotiert. Aus testökonomischen Gründen ist aber eine Überführung in ein geschlossenes Format (MC) vorgesehen. Dazu sollen aus den in der Pilotierung erhaltenen offenen Antworten jeweils ein Attraktor und drei Distraktoren gebildet werden.

Zu einer ersten Einschätzung der Aufgaben wurden in der Prä-Pilotierung zusätzlich die empfundene Sicherheit und Anstrengung erfragt. Weiterhin sollten die Probanden einschätzen, inwiefern ihnen Fachwissen, Methodenkenntnisse und logisches Schlussfolgern bei der Beantwortung der Aufgaben hilfreich waren. Auch allgemeine Bemerkungen zu den Aufgaben wurden zugelassen. Eine erste Analyse der Ergebnisse zeigt, dass viele hilfreiche Hinweise gegeben wurden, anhand derer die Aufgaben weiterentwickelt werden können. So wurden beispielsweise unklare Formulierungen oder schlecht erkennbare Zeichnungen oder Bilder angemerkt. Bei der weiteren Anpassung der Aufgaben wird insbesondere die Frage nach dem zur Lösung der Aufgaben nötigen Fachwissen wichtig sein, da der Einfluss des Fachwissens idealerweise gering sein soll. Gegebenenfalls müssen daher die Stämme der Aufgaben noch angepasst werden.

Ausblick

Im nächsten Schritt soll die Prä-Pilotierung ausgewertet werden. Ausgehend von diesen Ergebnissen erfolgt dann eine Anpassung der bestehenden Aufgaben und ggf. die Konstruktion weiterer Aufgaben. Zur Genese von geschlossenen Items werden die offenen Antworten zusammengefasst und kategorisiert. Häufig auftretende, aber falsche Antworten können als Distraktoren genutzt werden. Als weiterer Schritt der Qualitätssicherung werden

die Aufgaben mittels der Methode des „lauten Denkens“ überprüft (Moosbrugger & Kelava, 2012). Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Aufgaben tatsächlich das erwartete Kompetenzkonstrukt messen (ebd.).

Die fertig konstruierten Aufgaben sollen voraussichtlich ab dem Sommersemester 2013 zur längsschnittlichen Untersuchung an Studierenden im ersten und vierten Bachelor- und Mastersemester eingesetzt werden. Befragt werden sowohl Studierende mit einem Lehramtsbachelor bzw. -master als auch Studierende der jeweiligen Fachwissenschaften (Mono-BA, Mono-MA). Dabei sollen insbesondere Fragen zur Struktur und der Entwicklung der Erkenntnisgewinnung geklärt werden. Weiterhin sollen mögliche Unterschiede in Struktur und Entwicklung von Lehramtsstudierenden und Mono-Bachelor-Studierenden erhoben sowie der Einfluss eines kompetenzorientierten Studiums evaluiert werden. Zu diesem Zweck werden Studierende an den Partneruniversitäten in Österreich ebenfalls befragt. Durch die Verteilung der Messzeitpunkte wird es schon nach zwei Erhebungen möglich sein eine quasilängsschnittliche Auswertung der Daten vorzunehmen. Nach fünf Jahren hat dann die erste Kohorte alle vier Messzeitpunkte durchlaufen und die Auswertung eines echten Längsschnitts wird möglich.

Das Projekt „Ko-WADiS“ wird im Rahmen des Programms „KoKoHs“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Literatur

- Bybee, R.W. (2002). Scientific Literacy - Mythos oder Realität. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich, 21-43
- Kultusministerkonferenz (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. München: Wolter Kluwer
- Kultusministerkonferenz (2010). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Beschlüsse der Kultusministerkonferenz.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biomedizinischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 177-184
- Mayer, J., Grube, C. & Möller, A. (2008). Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In R. Klee & U. Harms (Hrsg.), *Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBiO, Essen 2007*. Innsbruck: StudienVerlag, 63-79
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G. & Crawford, B.A. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context : An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Teacher Education*, 600-645
- Upmeyer zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41-57
- Wissenschaftsrat (2008). *Empfehlungen zur Qualitätsverbesserung von Lehre und Studium* Drs. 8639-08. Berlin
- Zlatkin-Troitschanskaia, O. & Kuhn, C. (2010). Messung akademisch vermittelter Fertigkeiten und Kenntnisse von Studierenden bzw. Hochschulabsolventen. Analyse zum Forschungsstand. Arbeitspapiere WP