

Scientific Reasoning im Lehramtsstudium - das Projekt Ko-WADiS

Ausgangslage

Zwei zentrale Entwicklungen haben die Entwicklung der empirischen Bildungsforschung nachhaltig beeinflusst. Nach der „empirische[n] Wende“ (Köller, 2014, S. 104) der 1990er Jahre war dies vor allem auch der im Zusammenhang mit der Veröffentlichung der Ergebnisse der ersten PISA-Studie zu verzeichnende Paradigmenwechsel hin zu einer eher Output-orientierten Bildungssteuerung. Seither wächst die Bedeutung der Modellierung und -erhebung von Kompetenzen stetig an. Mittlerweile hat sich dieses Forschungsgebiet zu einem der zentralen Arbeitsfelder entwickelt. Ausgangspunkt und somit bisher vorrangig fokussiert worden ist die schulbezogene Kompetenzforschung. Dies schlägt sich in der weitgehenden Abwesenheit entsprechender Projekte und Ergebnisse im Bereich der Hochschule nieder (vgl. Zlatkin-Troitschanskaia, Shavelson & Kuhn 2015). In den letzten Jahren werden Modellierung und Messung von Kompetenzen zunehmend auch im tertiären Bildungsbereich betrieben – auch im Bereich Lehrerbildung. Wegbereitend waren hier mathematikdidaktische Arbeiten (TEDS-M, COACTIV). Erkenntnisse zu Struktur und Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz Naturwissenschaftslehrender im Verlauf von Studium, Vorbereitungsdienst und Lehrtätigkeit fehlen jedoch weitgehend (eine Übersicht bietet Schmidt, 2015, S. 34).

Einen Beitrag zur Behebung dieses Desiderats wurde im Projekt Ko-WADiS geleistet (Hartmann, Mathesius et al., 2015).

Ziel war die längsschnittliche Modellierung der Kompetenzen Lehramtsstudierender der Naturwissenschaften im Bereich Scientific Reasoning (Fischer et al., 2014), die in Anlehnung an Mayer (2007) und Upmeyer zu Belzen & Krüger (2010) anhand der Kompetenzfacetten *Arbeiten mit naturwissenschaftlichen Untersuchungen* und *Nutzung naturwissenschaftlicher Modelle* operationalisiert werden (Stiller et al., 2015; Hartmann, Upmeyer zu Belzen et al., 2015).

Methodik

Die Anlage der Studie, das Kompetenzmodell und die Ergebnisse der Pilotierungsstudien sollen hier nicht erneut aufgeführt werden (ausführlich zum Beispiel in Stiller et al., 2015).

Stichprobe

Die Stichprobe umfasst (Stand Oktober 2015) insgesamt 5128 Studierende an 11 deutschsprachigen Hochschulen, die Studierenden ($M=22,55$ Jahre; $SD=4,56$) sind zu 55,6 % weiblich. 53,2 % studieren im Lehramt ($n=2730$), 66,3 % in der Studienphase des Bachelors ($n=3398$), 9,3 % studieren zwei naturwissenschaftliche Fächer ($n=371$).

Forschungsfragen

Für den vorliegenden Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse zur Beantwortung der folgenden Forschungsfragen präsentiert:

- Wirkt sich der über die drei Fächer hinweg einheitliche hypothetisch-deduktive Erkenntnisweg im Sinne einer guten Repräsentation der Daten durch ein eindimensionales Modell aus?
- Führt eine höhere Anzahl der Lerngelegenheiten zu einem höheren Kompetenzstand (Master/Bachelor; zwei/ein nw. Studienfach; Lehramtsstudium(explicite Reflexion über das naturwissenschaftliche Arbeiten)/Fachstudium)?

Ausgewählte Ergebnisse

Qualität des Testinstruments

Alle nachfolgend beschriebenen Analysen basieren auf Daten, die anhand eines pilotierten Instruments gewonnen worden sind. Item-Infit, ICC, Itemfunktionskurven und Distraktorfunktionen bildeten insofern die Grundlage für die Entscheidung für Verbleib bzw. Ausschluss von Items (resultierende Infit-Spanne: $0,87 < wMNSQ < 1,21$).

Dimensionalität des Konstrukts (alle Fächer)

Im Rahmen einzelner quasilängsschnittlicher Modellierungen werden in Ko-WADiS ein- und mehrdimensionale Modelle spezifiziert. Es hat sich in der Tendenz die beste Repräsentation der Daten durch eindimensionale Modelle gezeigt. Exemplarisch sei die Studie von Hartmann, Mathesius et al. (2015) genannt. Die Modellierungen basieren auf Daten einer Teilstichprobe ($n=3010$ Personen).

Dimensionen	Beschreibung	BIC
1	eindimensional	64 383.80
2	Untersuchungen vs. Modelle	64 399.80
3	Biologie, Chemie, Physik	64 405.30
6	Modell 2 x Modell 3	64 498.20
7	Teilschritte der Erkenntnisgewinnung	64 512.89

Tabelle 1: Modellvergleich - Anzahl der Dimensionen, Beschreibung des Modells, Informationskriterium (Hartmann, Mathesius et al., 2015)

Dimensionalität des Konstrukts (Fokus: Chemie und Physik)

Stiller und Kollegen (2015) haben die Daten mit speziellem Fokus auf den Fächervergleich Chemie/Physik analysiert. Dabei zeigten sich hohe latente Korrelationen zwischen den Leistungen in beiden Fächern (.845) und der Modellvergleich deutet auch hier auf die beste Repräsentation der Daten durch ein eindimensionales Modell hin. Die Modellierungen basieren ebenfalls auf Daten einer Teilstichprobe ($n=858$ Personen).

Dimensionen	Beschreibung	BIC
1	eindimensional	13 026.88
2	Untersuchungen vs. Modelle	13 038.39
2	Chemie, Physik	13 040.39
4	Modell 2 x Modell 3	13 080.67

Tabelle 2: Modellvergleich - Anzahl der Dimensionen, Beschreibung des Modells, Informationskriterium (Stiller et al., 2015)

Effekte von Studienphase, Anzahl naturwissenschaftlicher Fächer und Studientyp

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurde überprüft, ob die Zugehörigkeit der Studierenden zu bestimmten Personengruppen mit einer Unterschiedlichkeit der gemessenen Kompetenzen einhergeht (Hartmann, Mathesius, et al. 2015). Dazu wurde direkt in ConQuest eine latente Regression mit Hintergrundvariablen spezifiziert und die Gruppenunterschiede direkt im IRT-Modell geschätzt (Adams, Wilson & Wu, 1997). Die Effekte der Prädiktoren *Master*, *zwei_nw_Fächer*, *Lehramt* sind signifikant (Tab. 3).

Prädiktorvariable	<i>B</i>	<i>SE (B)</i>
Konstante	0.064	0.045
Master (1 = Master)	0.362**	0.021
zwei naturwissenschaftliche Fächer (1 = 2 nw. Fächer)	0.123**	0.028
Lehramt (1 = Lehramtsoption)	-0.140**	0.018

**p < .001

Tabelle 3: Latentes Regressionsmodell zur Beurteilung der Effekte von Studienphase, Anzahl naturwissenschaftlicher Fächer und Lehramtsoption (unstandardisierte Regressionsgewichte und Standardfehler)

Diskussion & Ausblick

Der Kompetenztest zu fachmethodischen Kompetenzen repräsentiert ein objektives und ökonomisches Erhebungsinstrument. Die vorliegenden Daten deuten auf eine eindimensionale Struktur des Konstrukts *Scientific Reasoning* hin. Die Anzahl der Lerngelegenheiten und die Breite des Spektrums der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten hat - erwartungskonform - einen positiven Einfluss auf die Kompetenz im Bereich *Scientific Reasoning*, die Zugehörigkeit zur Gruppe *Lehramt* jedoch nicht. Es lässt sich also ein größerer Einfluss auch des impliziten Kontakts zu naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen im Fachstudium vermuten. Hierzu bedarf es jedoch weitergehender Analysen.

Literatur

- Adams, R. J., Wilson, M. R. & Wu, M. L. (1997). Multilevel item response models: An approach to errors in variables regression. *Journal of Educational and Behavioural Statistics*, 22, 46-75.
- Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R. Neuhaus, B., et al. 2014. Scientific Reasoning and Argumentation: Advancing an Interdisciplinary Research Agenda in Education. *Frontline Learning Research*, 2 (3), 28-45.
- Hartmann, S., Mathesius, S., Stiller, J., Straube, P., Krüger, D., & Upmeier zu Belzen, A. (2015). Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung als Teil des Professionswissens zukünftiger Lehrkräfte: Das Projekt Ko-WADiS. In B. Koch-Priewe, A. Köker, J. Seifried, & E. Wutke (Ed.), *Kompetenzerwerb an Hochschulen: Modellierung und Messung. Zur Professionalisierung angehender Lehrerinnen und Lehrer sowie frühpädagogischer Fachkräfte* (S. 39-58). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hartmann, S., Upmeier zu Belzen, A., Krüger, D., & Pant, H.A. (2015). Scientific Reasoning in Higher Education: Constructing and Evaluating the Criterion-Related Validity of an Assessment of Preservice Science Teachers' Competencies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223, 47-53. doi:10.1027/2151-2604/a000199.
- Köller, O. (2014). Entwicklung und Erträge der jüngeren empirischen Bildungsforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60. Beiheft, 102-122.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 177-184). Berlin: Springer.
- Schmidt, M. (2015). *Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften – Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt "Verbrennung"*. Duisburg, Essen: DuEPublico.
- Stiller, J., Straube, P., Hartmann, S., Nordmeier, V., & Tiemann, R. (2015). Erkenntnisgewinnungskompetenz Chemie- und Physik-Lehramtsstudierender. Untersuchungen zu Domänenspezifität. In J. Stiller & C. Laschke (Ed.), *Berlin-Brandenburger Beiträge zur Bildungsforschung 2015. Herausforderungen, Befunde und Perspektiven interdisziplinärer Bildungsforschung* (179-202). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 59-75.
- Zlatkin-Troitschanskaia, O., Shavelson, R. J. & Kuhn. C. (2015). The International State of Research on Measurement of Competency in Higher Education. *Studies in Higher Education*, 40 (3), 393-411. doi:10.1080/03075079.2015.1004241.