

Philipp Straube
Volkhard Nordmeier

Freie Universität Berlin

Physikalische Erkenntnisgewinnung im Lehramtsstudium Ergebnisse eines Quasi-Längsschnitts

Einleitung

Die Professionelle Kompetenz von Lehrenden unterteilt sich in die drei Bereiche Fachwissen, Pädagogisches Fachwissen und Fachdidaktisches Wissen (Baumert & Kunter, 2006). Ein wesentlicher Teil des Fachwissens ist auch das Science Syntactic Knowledge, welches umfasst, wie in einer Wissenschaft neues Wissen generiert wird. Einem Wissen über diese Methoden der Erkenntnisgewinnung wird aus theoretischer Perspektive ein positiver Einfluss auf den Unterricht, aber auch auf die Aneignung von neuem Fachwissen zugesprochen (Grossman, Wilson, & Shulman, 1989). Zugleich gibt es über den Einfluss von syntaktischem Wissen auf den Unterricht aber nur wenige empirische Befunde und auch der Kompetenzstand von Studierenden oder aktiven Lehrern ist bislang weitgehend unerforscht (für einen Überblick siehe Abell, 2007; van Driel, Berry, & Meirink, 2014). Dies kann damit zusammenhängen, dass der Bereich der universitären Hochschullehre in der Kompetenzforschung bislang vernachlässigt wurde (Zlatkin-Troitschanskaia & Kuhn, 2010). Im Rahmen des Projekts „Ko-WADiS“ wurde nun ein Testinstrument zur Erfassung der Struktur und der Entwicklung der Kompetenzen Lehramtsstudierender mit naturwissenschaftlichen Fächern im Bereich der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung konstruiert und validiert.

Theorie

Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung wird durch Popper als ein hypothesengeleitetes Forschen beschrieben. Die Grundlage dieser Methode ist die Falsifikation und damit die Annahme, dass Hypothesen durch eine Prüfung niemals verifiziert, aber falsifiziert werden können (Popper, 1984). Aus kognitionspsychologischer Sicht werden diese Methoden international unter dem Label Scientific Reasoning beschrieben (z. B. Giere, Bickle, & Mauldin, 2006). Dabei werden zwei Arten von Erkenntnisprozessen unterschieden: sog. starke, fachspezifische Methoden (z. B. der Umgang mit bestimmten Geräten) und sog. schwache, fächerübergreifende Methoden (Klahr, 2000): Auch wenn verschiedene Wissenschaftsdisziplinen unterschiedliche Fachinhalte haben, so wird davon ausgegangen, dass sich VertreterInnen verschiedener Disziplinen über das Vorgehen beim Experimentieren (z. B. das Aufstellen von Hypothesen, die Entscheidung über Annahme oder Verwurf einer Hypothese) unabhängig vom Fachinhalt verständigen können (ebd.). Diese schwachen Methoden werden durch Mayer (2007) als wissenschaftliches Problemlösen beschrieben und in ein Kompetenzmodell übersetzt. Neben dem Experimentieren wird auch die Rolle von Modellen für das scientific Reasoning betont (Giere et al., 2006). Dieses wird durch Upmeyer zu Belzen und Krüger (2010) in einem Kompetenzmodell zum Nutzen von Modellen beschrieben.

Fragestellungen

Zentrale Fragestellungen dieses Projekts umfassen die Struktur und die Entwicklung der Kompetenz im Rahmen des Studiums. Die hier dargestellten Fragestellungen und Ergebnisse beziehen sich auf die Teilstichprobe der Physikstudierenden.

F1: Wie entwickelt sich die Kompetenz der Erkenntnisgewinnung im Studienverlauf?

F2: Gibt es Unterschiede in der Kompetenzentwicklung zwischen Lehramtsstudierenden und Fachstudierenden?

Methodik

Im Projekt „Ko-WADiS“ wurden diese beiden Modelle zu einem Modell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung kombiniert. Dabei war die Idee einer fächerübergreifenden Erkenntnisgewinnungskompetenz forschungsleitend. Ausgehend von diesem Modell wurden Testitems konstruiert und pilotiert (siehe Straube, Stiller, Tiemann, & Nordmeier, 2014).

Die Items wurden im Multi-Matrix-Design bei Studierenden der Biologie, Chemie und Physik (jeweils mit und ohne Lehramtsbezug) an der Freien Universität Berlin und der Humboldt Universität zu Berlin, sowie anderen Deutschen und Österreichischen Universitäten eingesetzt.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe eines Raschmodells und der Software Conquest (Adams, Wu, & Wilson, 2012). Nach einer Itemselektion und DIF-Kontrolle erfolgte zunächst eine Normierung auf Basis aller Probanden. Eine für die Gesamtkohorte durchgeführte Dimensionsanalyse zeigte die beste Passung für ein eindimensionales Modell (Hartmann et al., 2015). In ein latentes Regressionsmodell wurden die Prädiktoren Studienphase (unterteilt in BA1 = 1.+2. Semester Bachelor, BA2 = 3. Semester und höher Bachelor, Master = alle Studierenden im Master), Lehramt und weiblich aufgenommen und fünf Plausible Values (Wu, 2005) pro Proband exportiert. Die drei Prädiktoren wurden in eine faktorielle ANOVA (Field, 2009) mit dem ersten PV als abhängige Variable aufgenommen.

Ergebnisse

H1: Die Kompetenzen der Physikstudierenden steigen im Studienverlauf an.

Die ANOVA wird für den Prädiktor Studienphase signifikant ($F(2,670)=30,9$; $p<0,001$). Beide Paarvergleiche zwischen den Studienphasen BA1 und BA2 ($t(493)=-2,615$; $p<0,005$; $d=0,446$) und BA2 und Master ($t(493)=-6,963$; $p<0,001$; $d=0,645$) werden ebenfalls signifikant. Die Hypothese wird demnach durch die Ergebnisse gestützt.

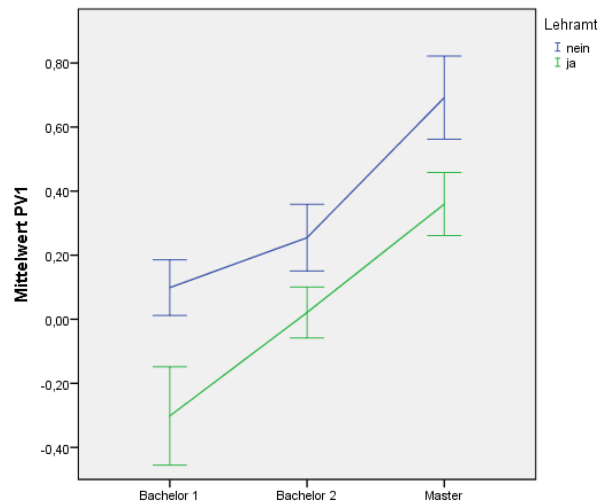


Abb1: Kompetenzentwicklung Lehramt und Fachstudierende Physik im Studienverlauf

H2: Die Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden und Fachstudierenden der Physik unterscheidet sich nicht.

Die ANOVA wird für die Interaktion der Prädiktoren Studienphase und Lehramt nicht signifikant ($F(2,670)=0,451$; $p=141$). Die Teststärke ($1-\beta \geq 0,9$ für $\eta^2 > 0,02$) ist ausreichend um mittlere bis große Effekte unwahrscheinlich zu machen. Die Hypothese kann daher zumindest für mittlere und starke Effekte angenommen werden.

Diskussion

Im Rahmen dieser Studie wurde ein Testinstrument zur Erhebung der Kompetenzen Studierender im Bereich der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung konstruiert. Die Ergebnisse der untersuchten Fragestellungen in Bezug auf die Teilstichprobe der Physikstudierenden zeigen, dass innerhalb des Studiums eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung stattfindet, die sich zwischen dem Lehramtsstudium und dem Fachstudium der Physik nicht unterscheidet. Beiden Ausbildungsformen scheint die Kompetenzförderung demnach im gleichen Maße zu gelingen, so dass keine Entscheidung zwischen der z. B. impliziten Förderung im Rahmen spezifischer Lehrveranstaltungen wie Experimentalpraktika und der eher expliziten Förderung innerhalb der Fachdidaktikveranstaltungen o. ä. möglich ist.

Literatur

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1150). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Adams, R., Wu, M., & Wilson, M. (2012). ConQuest 3.0.1: Australian Council for Educational Research.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520. doi:10.1007/s11618-006-0165-2
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3. ed., reprinted 2009 (twice)). Los Angeles, Calif.: Sage.
- Giere, R. N., Bickle, J., & Mauldin, R. F. (2006). *Understanding scientific reasoning* (5th ed). Belmont, CA: Thomson/Wadsworth.
- Grossman, P. L., Wilson, S. M., & Shulman, L. (1989). Teacher ob Substance: Subject Matter Knowledge for Teaching. In M. C. Reynolds (Ed.), *Knowledge Base for the Beginning Teacher* (pp. 23–36). Oxford: Pergamon Press.
- Hartmann, S., Mathesius, S., Stiller, J., Straube, P., Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2015). Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung als Teil des Professionswissens zukünftiger Lehrkräfte: Das Projekt Ko-WADiS. In B. Koch-Priewe, A. Köker, J. Seifried, & E. Wuttke (Eds.), *Kompetenzerwerb an Hochschulen: Modellierung und Messung. Zur Professionalisierung angehender Lehrerinnen und Lehrer sowie frühpädagogischer Fachkräfte*. Bad Heilbrunn: Klinkhart.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Eds.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (pp. 177–184). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Popper, K. R. (1984). *Logik der Forschung* (8th ed.). *Einheit der Gesellschaftswissenschaften: Vol. 4*. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck).
- Straube, P., Stiller, J., Tiemann, R., & Nordmeier, V. (2014). Ko-WADiS | Aspekte der Itemkonstruktion. In S. Bernholt (Ed.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht* (pp. 162–164). Kiel: GDGP. Retrieved from http://www.gdcp.de/images/tb2014/TB2014_162_Straube.pdf
- Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41–57.
- van Driel, J., Berry, A., & Meirink, J. (2014). Research on Science Teacher Knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (2nd ed., pp. 848–870). Routledge.
- Wu, M. (2005). The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2-3), 114–128. doi:10.1016/j.stueduc.2005.05.005
- Zlatkin-Troitschanskaia, O., & Kuhn, C. (2010). Messung akademisch vermittelter Fertigkeiten und Kenntnisse von Studierenden bzw. Hochschulabsolventen: Analyse zum Forschungsstand. *Arbeitspapiere WP*, (56), 1–33.