

Physikalisches Fachwissen in verschiedenen Studiengängen und Wissensstufen

Ausgangslage – Fachphysiker in Studien zur Lehrerbildung

Immer häufiger werden in den Studien zur Physik-Lehrerbildung (z. B. Kirschner, 2013; Walzer, Borowski & Fischer, 2014; Woitkowski, Riese & Reinhold, 2014) neben Lehrkräften und Lehramts-Studierenden auch Fachphysiker in erheblichem Umfang in die Stichprobe aufgenommen. Sie dienen dabei häufig der Kriteriums-Validierung oder der Abgrenzung von Fachwissen gegenüber fachdidaktischem Wissen. Eine theoretische Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Kompetenzprofilen von Physikern und Physiklehrkräften oder eine differenzierte empirische Unterschiedsanalyse steht bisher jedoch noch aus. Während also bei Lehrkräften auf umfassende Kompetenzmodellierung (z. B. Baumert & Kunter, 2006; Riese, 2009; Tepner et al., 2012) und auf die etablierten Wissenstufen (im Folgenden *Fach-Stufen* genannt) *Schul-*, *vertieftes* und *universitäres Wissen* (z. B. Woitkowski, Riese & Reinhold, 2011) zurückgegriffen werden kann, fehlt diese Basis für Physiker weitgehend.

Modellierung der Kompetenz von Physikern

Um einen ersten heuristischen Ansatz zur Analyse der berufs- und ausbildungsbezogenen Kompetenz von Physikern zu erhalten wurden einerseits die Beispielcurricula der KFP (2010) und andererseits die DPG-Studie zu Physikerinnen und Physikern im Beruf (Koppel, 2010) herangezogen. Im Rückgriff auf das allgemein für Lehrkräfte formulierte Kompetenzstrukturmodell von Baumert und Kunter (2006) und den Begriff des Professionswissens von Bromme (1992) wurde das in Abbildung 1 dargestellte Strukturmodell entwickelt. Dabei wurde in Ermangelung umfangreicher Forschung im deutschsprachigen Bereich zur inhaltlichen Ausgestaltung auch auf Ergebnisse aus dem amerikanischen *Physics Education Research* (z. B. Henderson & Harper, 2009, 2011) zurückgegriffen.

In der Analyse (vgl. Woitkowski, in Vorbereitung) zeigt sich, die große Bedeutung des wissenschaftlichen Problemlösens (Nersessian, 1995; Chi, Feltovich & Glaser, 1981) als Hilfsmittel für die (Re-)Spezialisierung auf verschiedenste Gebiete innerhalb und außerhalb der Physik. Das physikalische Basiswissen spielt – sofern es nicht in der jeweiligen Tätigkeit direkt eingesetzt wird – vor allem eine Rolle beim Erwerb dieser Denk- und Arbeitsweisen (vgl. Pawl, Barrantes, Pritchard & Mitchell, 2012). Aufgrund der großen Variabilität in der Ausbildung und auf dem Arbeitsmarkt kann bei Fachphysikern – anders als bei Lehrkräften – kein „Professionswissen“ im Sinne Brommes (1992) identifiziert werden.

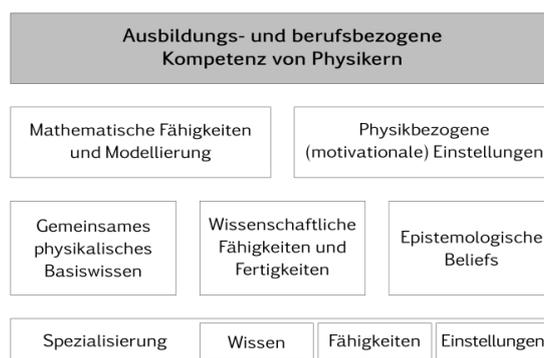


Abbildung 1: Rahmenmodell der ausbildungs- und berufsbezogenen Kompetenz von Physikern (Woitkowski, in Vorbereitung).

Modell, Testinstrument und Stichprobe der vorliegenden Studie

Das eingesetzte Testinstrument sowie das Kompetenzstrukturmodell, auf dem es basiert wurden in Woitkowski et al. (2011, 2014) ausführlich dargestellt. Es umfasst neben dem hier diskutierten fachlichen Wissen auch Items zur Erkenntnisgewinnung, Natur der Naturwissenschaften, Beliefs und motivationale Orientierungen und ist insgesamt auf eine Nutzbarkeit bei Lehramts- und Fach-Studierenden ausgerichtet.

Die aktuelle Stichprobe der Haupterhebung umfasst $N = 537$ Studierende (41% Fach-, 32% Lehramts- und 17% andere Studiengänge) von 16 deutschen Hochschulen. Zur Analyse der Studiengangsunterschiede werden diejenigen $N = 414$ Studierende herangezogen, die eindeutig einem Fach-, Gymnasial- oder Haupt-/Realschul-Lehramtsstudiengang zugeordnet werden können.

Trennbarkeit Fach-Stufen

Im Modell des vorliegenden Projektes können die *Fach-Stufen* genutzt werden, um verschiedene Facetten des fachlichen Wissens zu identifizieren, wobei das *universitäre Wissen* hypothetisch für die Physiker eine größere Rolle spielt und das *vertiefte Wissen* für die Lehrkräfte.

Für die Gesamtstichprobe passt ein dreidimensionales Rasch-Modell, welches die drei Fach-Stufen trennt, im χ^2 -Test hochsignifikant besser auf die Daten als ein eindimensionales ($\chi^2 = 33$; $df = 5$; $p < 0,001$). AIC und BIC zeigen nur einen knappen Vorteil. Die latente Korrelation zwischen den Fach-Stufen ist moderat bis hoch (0,853 bis 0,939).

Ein nach Fähigkeit gedrittelter Datensatz zeigt, dass diese Trennung besonders bei schwachen Studierenden relevant ist ($\chi^2 = 11$; $df = 5$; $p = 0,037$), bei starken Studierenden aber verschwindet ($\chi^2 = 2$; $df = 5$; $p = 0,81$).

Prädiktoren des Kompetenzerwerbs

Analysiert man mit Hilfe einer linearen Regressionsanalyse die drei Fach-Stufen getrennt, ergibt sich für das *Schulwissen* ein wesentlicher Einfluss der schulischen Vorbildung in Mathematik und Physik sowie ein Einfluss des Experimentier-Enthusiasmus. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass ein Großteil des schulischen Physikunterrichts mit Experimenten bestritten wird.

Beim *vertieften Wissen* ist neben der schulischen Physik der Score der Skala *Ontologie / Natur des Wissens* relevant. Eine Vernetzung und Reflexion des fachlichen Wissens geht wohl auch mit einer Reflexion über die Naturwissenschaften an sich einher.

Für das *universitäre Wissen* sind vor allem Einflüsse der schulischen Mathematik-Ausbildung sowie ein starker Interaktionseffekt mit den Studiengängen zu sehen – pro Semesterwochenstunde steigt der Score bei Fach-Studierenden am schnellsten und bei Haupt-/Realschul-Lehrämtern am langsamsten. Hier zeigt sich am deutlichsten das unterschiedliche berufliche Profil der Studierenden.

Differentielle Itemfunktion (Item-DIF) zwischen den Studiengängen

Mit den Item-DIFs kann der Interaktionseffekt zwischen Studiengang und Itemschwierigkeit untersucht werden. Während sich hier für die Gymnasial-Lehrämter keine Unterschiede zwischen den Fach-Stufen zeigen, ergibt sich für die Haupt-/Realschul-Lehrämter ein signifikanter Unterschied zwischen dem (relativ) leichteren *Schulwissen* über das *vertiefte* hin zum (relativ) schwierigsten *universitären Wissen*.

Umgekehrt sind bei Fach-Studierenden die Items zum *universitären Wissen* (relativ) hochsignifikant schwieriger als die Items der anderen beiden Stufen.

Zusammenfassung

Insgesamt können die drei *Fach-Stufen* wie folgt charakterisiert werden:

- Das *Schulwissen* steht vor allem im Haupt-/Realschul-Lehramt im Fokus der Studierenden. Als Prädiktoren für den Erwerb zeigen sich der schulische Unterricht sowie der Experimentierenthusiasmus.
- Beim *universitären Wissen* zeigt sich eine hohe Relevanz der Mathematik. Außerdem ist dies die einzige *Fach-Stufe* mit einem deutlichen Interaktionseffekt zwischen den Studiengängen, was für Unterschiede in der beruflichen Perspektive der Studierenden spricht..
- Das *vertiefte Wissen* zeigt die geringsten Einflüsse der schulischen Vorbildung, dafür spielen hier aber *epistemologische Beliefs* eine nennenswerte Rolle.

Vor dem Hintergrund des vorgeschlagenen, heuristischen Modells der berufs- und ausbildungsbezogenen Kompetenz von Physikern zeigen sich hier theoretisch erwartete Unterschiede in der Bedeutung der einzelnen *Fach-Stufen* für die verschiedenen Studiengänge.

Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469-520.
- Bromme, R. (1992). Der Lehrer als Experte: Zur Psychologie des professionellen Wissens. Göttingen: Hans Huber.
- Chi, M., Feltovich, P. J. & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Henderson, C. & Harper, K. A. (Hrsg.) (2009). *Reviews in PER Vol. 1, Getting Started in Physics Education research*. College Park, MD: American Association of Physics Teachers.
- Henderson, C. & Harper, K. A. (Hrsg.) (2011). *Reviews in PER Vol. 2, Getting Started in Physics Education research*. College Park, MD: American Association of Physics Teachers.
- KFP, Konferenz der Fachbereiche Physik (2010). *Zur Konzeption von Bachelor- und Master-Studiengängen in der Physik: Handreichung*. Berlin: KFP.
- Koppel, O. (2010). *Physikerinnen und Physiker im Beruf – Arbeitsmarktentwicklung, Einsatzmöglichkeiten und Demografie: Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V.* Köln: Institut der deutschen Wirtschaft.
- Kirschner, S. (2013). *Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 161. Berlin: Logos.
- Nersessian, N. J. (1995). Should physicists preach what they practice? *Science & Education*, 4(3), 203-226.
- Pawl, A., Barrantes, A., Pritchard, D. E. & Mitchell, R. (2012). What do seniors remember from freshman physics? *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 8(2).
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 97. Berlin: Logos.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S. et al. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7-28.
- Walzer, M., Borowski, A. & Fischer, H. E. (2014). Fachwissen im Studium zum Lehramt Physik. In S. Bernholt (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in München 2013 (S. 108–110). Kiel: IPN.
- Woitkowski, D. (in Vorbereitung) Dissertation.
- Woitkowski, D., Riese, J. & Reinhold, P. (2011). Modellierung fachwissenschaftlicher Kompetenz angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 289-313.
- Woitkowski, D., Riese, J. & Reinhold, P. (2014). Prospective physicists' and physics teachers' content knowledge – First results of a Germany-wide study. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Hrsg.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning* (Strand 13, Lucy Avraamidou and Marisa Michellini, S. 28–37). Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association.