

Professionswissen von Lehrkräften im Bereich der Elementarteilchenphysik Motivation und Überblick

Das im Folgenden beschriebene Forschungsvorhaben strebt die Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung sowie Charakterisierung professioneller Kompetenzen gymnasialer Lehrkräfte im Bereich moderner Elementarteilchenphysik an.

Die wissenschaftliche Grundlagenforschung auf dem im weiteren Verlauf lediglich als „Teilchenphysik“ bezeichneten Gebiet hat sich insbesondere in den letzten Jahrzehnten rasant entwickelt. Neue Hypothesen und Entdeckungen, gekrönt von der Entdeckung des Higgs-Bosons (ATLAS Collaboration, CMS Collaboration 2012) als zentralem letztem Bestandteil des Standardmodells, trugen maßgeblich zu unserem Verständnis über die Struktur der Materie und dem Ursprung des Universums bei. Das Interesse an der Beantwortung derart zentraler Fragen der Menschheit gemeinsam mit der aktuell entsprechend hohen Medienpräsenz der Teilchenphysik (u.a. Filme und Serien wie *The Big Bang Theory*) führen zu einer wachsenden Faszination bei Schülerinnen und Schülern. Auch kann argumentiert werden, dass in der Teilchenphysik – hier im europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf - eine außergewöhnlich friedliche internationale Zusammenarbeit vieler – häufig junger - Wissenschaftler stattfindet. Im Zuge der wachsenden technologischen Vernetzung von Ländern begeistert dies junge Menschen genauso sehr wie die Tatsache, dass sich verschiedene Wissenschaften zusammenfinden müssen, um Großprojekte wie einen LHC (engl. *Large Hadron Collider*, dt. Großer Hadronenspeicherring, befindlich am CERN) zu realisieren.

Diese Kollaboration von PhysikerInnen, IngenieurInnen, InformatikerInnen usw. spiegelt sich ebenfalls in einer Reihe von bedeutenden Alltagsanwendungen wider, deren Grundlagen aus der Teilchenphysikforschung hervorgegangen sind. Insbesondere sind hier die Erfindung des *World Wide Web* 1989 am CERN (Berners-Lee et al. 1994) sowie bildgebende und therapeutische Verfahren wie der PET-Scanner und die Hadronentherapie in der Strahlenmedizin zu nennen. Unter dem Stichwort Kontextorientierung liefern diese und andere Anwendungen im Alltag weitere Anknüpfungspunkte für das wachsende Interesse an der Teilchenphysik bei jungen Menschen.

Neben der Motivation aus Lernendenperspektive haben sich die Bildungspolitik und die Lehrplanmacher in Deutschland der Teilchenphysik zugewandt. In Folge der 2004 in der KMK beschlossenen Bildungsstandards ist das Thema zum aktuellen Stand (Schuljahr 2016/17) in den (Rahmen-) Lehrplänen bzw. Bildungsplänen von 14 Bundesländern für die gymnasiale Oberstufe im Fach Physik explizit im Pflicht bzw. Wahl(pflicht-)bereich zu finden. Pionierarbeit leistet insbesondere das Land Nordrhein-Westfalen, in dessen Kernlehrplan für die Sekundarstufe II von 2014 gemeinsam mit der Atom- und Kernphysik auch dem „...*Aufbau der Materie im Kleinsten nach dem sogenannten Standardmodell...*“ (Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/ Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen - Physik, 2014, S.21) im Pflichtbereich mit 11 planmäßigen Unterrichtsstunden im Leistungskurs eine explizite Rolle zukommt.

Dieser wachsenden Bedeutung der Teilchenphysik im Schulkontext stehen ausgebildete junge oder erfahrenere Lehrkräften gegenüber, welche sich aufgrund der bisherigen Struktur der Lehrerausbildung an den deutschen Hochschulen zumeist nur oberflächlich mit der Teilchenphysik beschäftigt haben. Darüber hinaus wird die Lehrerfortbildungslandschaft in

Deutschland zum Thema Teilchenphysik im Grunde durch die fachbezogenen Abteilungen einzelner Hochschulen gestaltet sowie durch das hochschulangegliederte Projekt *Netzwerk Teilchenwelt* (www.teilchenwelt.de), welches zusätzlich verschiedene Kooperationsprojekte mit Schulen allgemein oder einzelnen Schülerinnen und Schülern im Speziellen anbietet. Aufgrund derzeitiger Strukturen liegt der Fokus der Lehrerfortbildungen auf den fachwissenschaftlichen Aspekten.

In dem hier beschriebenen Projekt werden die von Lehrpersonen benötigten fachwissenschaftlichen sowie fachdidaktischen Kompetenzen noch einmal aus Sicht der aktuellen Lehrerkompetenzforschung untersucht und es wird angestrebt, durch die Verbindung zweier unterschiedlicher Sichtweisen – derjenigen von Fachwissenschaftlern und derjenigen von Fachdidaktikern - eine Grundlage zu schaffen, auf die sich die zukünftige Lehreraus- und -weiterbildung stützen kann.

Durch die Entwicklung eines Testinstruments, welches die Natur sowie das Niveau des themenbezogenen Professionswissens bei praktizierenden Physiklehrkräften abbildet, zielt das Projekt auf die Untersuchung des aktuellen Status Quo sowie insbesondere auf die Erforschung typischer Wissensdefizite und Fehlvorstellungen ab, die Lehrkräfte über die Teilchenphysik besitzen. Beides kann als Ausgangspunkt für die Entwicklung zukünftiger Fortbildungsprogramme oder Unterrichtskonzepte dienen.

Die Studie basiert aus theoretischer Sicht fundamental auf dem Modell professioneller Handlungskompetenz von Baumert und Kunter (2006) und umfasst Allgemeines Pädagogisches Wissen (im Folgenden PK), Fachwissen (CK), Fachdidaktisches Wissen (PCK), Organisations- und Beratungswissen. Neben diesem Ansatz wurde das Professionswissen von Lehrkräften auf verschiedene Arten konzeptualisiert, u.a. von Shulman (1986, 1987), welcher sich auf 7 Dimensionen bezieht oder von Elbaz (1983), der 5 Komponenten erwähnt. Es gibt zahlreiche Studien, die aufzeigen, dass es diejenigen Lehrerkompetenzen sind, welche sich den Komponenten PK, CK und PCK zuordnen lassen, die den größten Effekt auf den Lernfortschritt von Schülerinnen und Schülern haben (Abell 2007, Blömeke et al. 2009, Kunter, Klusmann, & Baumert 2009).

Aufgrund der Priorisierung auf themenspezifischen Aspekte im Zusammenhang mit der Teilchenphysik wird der Untersuchungsrahmen dieser Studie weiter auf die Bereiche CK und PCK eingeschränkt.

Um die beiden Kategorien zu konzeptualisieren und geeignete Testitems zu entwickeln, werden zwei unterschiedliche Strategien verfolgt: Die Fachwissenskomponente wird modelliert bzw. strukturiert durch die Ermittlung und Beschreibung der zentralen Ideen (engl. *key ideas*) der Teilchenphysik mithilfe einer Befragung von Experten aus Wissenschaft, Lehre und Öffentlichkeitsarbeit. Basierend auf einer systematischen Literaturrecherche von anerkannten Lehrwerken und den neuesten verfügbaren Unterrichtsmaterialien von *Netzwerk Teilchenwelt* wurde das breite Feld der Teilchenphysik für die folgenden Studien bereits im Voraus auf drei zentralen Themengebiete eingeschränkt: *Erkenntnisse der modernen (Astro-)Teilchenphysik*, *experimentelle Forschungsmethoden* sowie *aus der Grundlagenforschung hervorgegangenen Alltagsanwendungen*.

Im Gegensatz dazu wird für die Modellierung der PCK-Komponente ein Ansatz verfolgt, welcher auf fundierten Erkenntnissen aus der Fachdidaktikforschung aufbaut: Durch die Evaluation der von den Forschungsprojekten ProWiN (Tepner, et al., 2012), ProfiLe-P (Gramzow, Riese, & Reinhold, 2013) und KiL (Kröger, Euler, Neumann, Härtig, & Petersen, 2012) verwendeten Modelle werden die relevanten Kompetenzfacetten für diese Studie definiert als das *Wissens über Instruktionsstrategien*, *Wissen über Schilervorstellungen*, *Wissen über und Einsatz von Experimenten* und das *Wissen über die*

Kommunikation eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses. Diese Komponenten werden validiert und ergänzt durch eine Studie, in welcher Lehramtsstudierenden zu ihren Erfahrungen bei der Konzeption und Durchführung einer Unterrichtseinheit zu Themen aus der Teilchenphysik befragt werden. Schließlich werden die Testitems für die fachdidaktischen Dimensionen in Anlehnung an fachdidaktische Studien zu verwandten Themengebieten aus der Physik konstruiert. Insbesondere sind dies Studien zu Teilchenmodellen (z.B. Mikelskis-Seifert & Leisner, 2005).

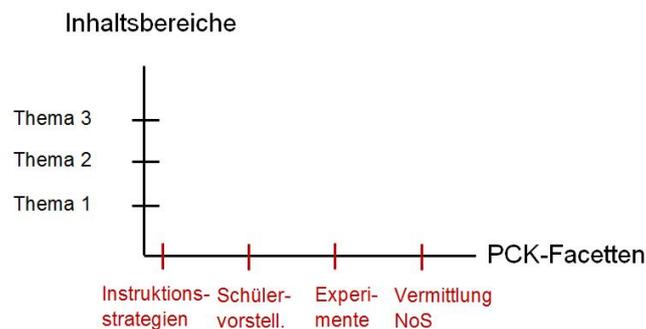


Abb.1 : zweidimensionales Modell des Professionswissens

Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Gesamtmodell der Studie, welches die fachwissenschaftlichen sowie fachdidaktischen Komponenten umfasst. Das darauf aufbauende Testinstrument wird nach einer Pilotierung an Physiklehrkräfte der Sekundarstufe II geschickt, welche sich bereits mit Teilchenphysik im Schulkontext beschäftigt haben. Aufgrund großer internationaler Unterschiede sowohl in der Lehrerbildung als auch in Inhalten und Struktur von Lehrplänen konzentriert sich diese Studie in einem ersten Schritt auf den deutschsprachigen Raum. Es wird erwartet, dass sich aus den Ergebnissen der Studie ermitteln lässt, wie sich die Kompetenz der Lehrkräfte über die einzelnen Facetten verteilt und ob sich Zusammenhänge zeigen. Darüber hinaus könnten folgende Fragen beantwortet werden: Lässt sich innerhalb des Fachwissens eine schrittweise Niveaustufung finden ähnlich derer, die aus anderen Bereichen der Physik bzw. Naturwissenschaften bekannt sind? Wie lässt sich die Modellierung der fachdidaktischen Kompetenz speziell auf das Thema Teilchenphysik bezogen optimieren?

Literatur

- Abell, S. (2007). Research on science teachers' knowledge. In S. Abell, & N. Lederman, Handbook of Research on Science Education (S. 1105-1149). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- ATLAS Collaboration (2012). Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC. Phys. Lett. B716, S. 1-29.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9(4), S. 469-520.
- Berners-Lee, T., Secret, A., & Manning, G. (1994). The WWW virtual library. WWW Virtual Library, ©1994-
- Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R., König, J., Döhrmann, M., Bucholtz, C., et al. (2009). TEDS-M: Messung von Lehrerkompetenzen im internationalen Vergleich. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus, & R. Mulder, Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung (S. 181–210). Weinheim: Beltz.
- CMS Collaboration (2012). Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC. Phys. Lett. B716, S. 30-61.
- Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik - Beschluss der KMK vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004. (2004).
- Elbaz, F. (1983). Teacher thinking: A study of practical knowledge. New York: Nichols.
- Gramzow, Y., Riese, J., & Reinhold, P. (2013). Modelling Prospective Teachers' knowledge of Physics Education. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 19, S. 7-30.
- Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen - Physik. (2014). Heftnummer 4721. Ministerium für Schule und Weiterbildung Nordrhein-Westfalen.
- Kröger, J., Euler, M., Neumann, K., Härtig, H., & Petersen, S. (2012). Messung Professioneller Kompetenz im Fach Physik. In S. Bernholt, Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Oldenburg 2011 (S. 616-618). Berlin: LIT-Verlag.
- Kunter, M., Klusmann, S., & Baumert, J. (2009). Professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Das COACTIV-Modell. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, C. Sembill, R. Nickolaus, & R. Mulder, Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung (S. 153-165). Weinheim: Beltz.
- Mikelskis-Seifert, S., & Leisner, A. (2005). Transferfähigkeit einer Modellkompetenz zur Teilchenstruktur der Materie. In A. Pitton, Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung. Jahrestagung der GDCP in Heidelberg 2004. Münster: LIT-Verlag.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15, S. 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching of the new reform. Harvard Educational Review, 57, S. 1-22.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S., et al. (2012). Item Development Model for Assessing Professional Knowledge of Science Teachers. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 18, S. 7-28.