

Michaela Oettle¹
 Prof. Dr. Silke Mikelskis-Seifert¹
 Prof. Dr. Markus Schumacher²

¹PH Freiburg
²Universität Freiburg

Modellierung des Professionswissens in der Elementarteilchenphysik

Das im Folgenden vorgestellte Projekt zielt auf eine Modellierung des Professionswissens ab, welches – in erster Linie von gymnasialen - Lehrkräften für den Unterricht teilchenphysikalischer Themen benötigt wird. Im Zuge der Modellierung soll insbesondere ein Einblick in die tiefere Struktur des Fachwissens als Teil des Professionswissens gegeben werden.

Motivation und Hintergrund

Prototypisch wurde an der Pädagogischen Hochschule Freiburg im WS 16/17 ein Lehrveranstaltungs-konzept zur „Didaktik der Modernen Physik“ entwickelt, welches zur Steigerung der wahrgenommenen Kohärenz¹ zwischen fachlicher und fachdidaktischer Ausbildung bei den gymnasialen Physiklehramtsstudierenden der Universität Freiburg beitragen soll. Eine Vernetzung der fachwissenschaftlichen mit den fachdidaktischen Inhalten setzt jedoch zuerst u.a. eine professionsorientierte Beschreibung des Fachwissens voraus. Eine Beschreibung dieses Fachwissens, welches Lehrpersonen für den Unterricht besitzen sollten, liegt insbesondere für das Thema Teilchenphysik als Bereich der modernen Physik bislang nicht vor.

Teilchenphysik zu unterrichten kann in Folge der Komplexität und des fortgeschrittenen Niveaus des Themas innerhalb der Physik große Herausforderungen an die Lehrenden stellen. Das Professionswissen, welches Lehrpersonen für diese Aufgabe benötigen, wird als kognitiver Anteil im Modell Professioneller Handlungskompetenz (Baumert & Kunter, 2006) verortet. Wie in Abbildung 1 dargestellt, gliedert sich das Professionswissen, diesem Modell folgend, weiter auf in fünf sogenannte Wissensbereiche. Im Rahmen des vorgestellten Projektes wird ein Fokus auf die Untersuchung des fachwissenschaftlichen Teilbereichs gelegt.

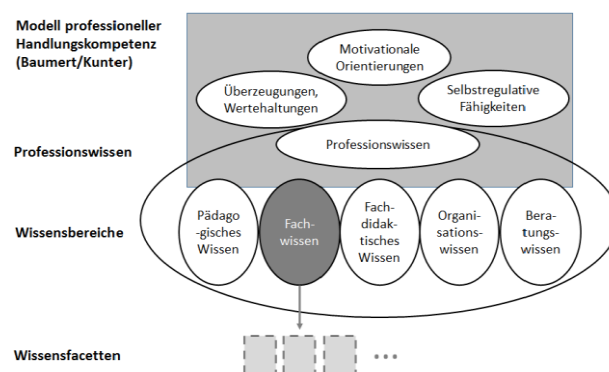


Abb.1: Verortung des Fachwissens im Modell Professioneller Handlungskompetenz

¹ Kohärenz wird in diesem Zusammenhang gemäß des Arbeitspapiers der Maßnahme „Lehrkohärenz“ des Freiburg Advanced Center of Education (FACE) definiert als *die Generierung von Lerngelegenheiten, bei welchen in vertikaler (Studienverlauf) und horizontaler Richtung (über Säulen hinweg) Bezüge geschaffen werden, die es den Studierenden ermöglichen, ihr Studium über die verschiedenen Lehrveranstaltungen hinweg sowohl strukturell als auch inhaltlich als zusammenhängend und sinnvoll zu erleben.*

Studien zur Konzeptualisierung des Fachwissens von Lehrpersonen bzw. von Lehramtsstudierenden in der Physik konzentrierten sich bisher vorwiegend auf die Benennung von Wissenskomponenten sowie auf die (empirische) Identifikation von Wissensniveaus (u.a. Riese et al., 2015). Während kürzlich auch weiter ausdifferenzierte Dimensionen wie die Hierarchische Komplexität dem Modell hinzugefügt wurden (Woitkowski & Riese, 2017), fokussierte sich die Forschung bislang hauptsächlich auf die Bereiche Mechanik und Elektrodynamik.

Für das Thema Teilchenphysik liegen noch keine Modellierungsergebnisse zum Fachwissen von Lehrpersonen vor. Infolgedessen wird im Rahmen dieses Projektes ein neues Modell für das Fachwissen entwickelt, mit dem Ziel, nicht nur eine Aufstellung der relevanten Themenbereiche zu geben, sondern eine tiefere inhaltliche Strukturierung und Vernetzung zu dokumentieren.

Forschungsdesign

Das Forschungsdesign für den ersten Schritt der Fachwissensmodellierung – die Bestimmung der relevanten Wissenskomponenten – lehnt sich an der Delphi-Methode an: In der ersten von mehreren konsekutiven Befragungsrunden werden internationale Expert*innen aus Forschung, Hochschullehre und Öffentlichkeitsarbeit gebeten, die ihrer Ansicht nach zentralen Konzepte (engl. *key concepts* bzw. *big ideas*) in der Teilchenphysik zu nennen, die relevant für den Schulunterricht sind. Methodisch wird hierzu ein Online-Fragebogen verwendet. Die offen formulierten Antworten der Expert*innen werden mithilfe einer induktiven qualitativen Inhaltsanalyse zu Kategorien und Unterkategorien zusammengefasst. Der auf diese Weise konstruierte erste Modellentwurf wird in der nächsten Delphi-Befragungsrunde dem gleichen Gremium vorgelegt mit der Bitte um Bewertung. Ziel dieser Runde ist eine Inhaltsvalidierung des gefundenen Kategoriensystems. Schließlich soll in einer dritten Runde mithilfe von Ratings ein Konsens unter den Expert*innen darüber gefunden werden, welche der Themen wirklich fundamental für das Fachwissen einer Lehrkraft sind.

Nach dieser Delphi-Befragung findet eine tiefere Analyse der Sachstruktur aufbauend auf den bislang rein begrifflich definierten (Unter-) Kategorien statt. Für diesen letzten Schritt bietet sich insbesondere die Methode des *Concept Mapping* mit Expert*innen an, um unter anderem Zusammenhänge und Teilstrukturen zu rekonstruieren.

Ergebnisse der ersten Befragungsrunde

In der ersten Delphi-Runde nahmen insgesamt 65 Expert*innen, darunter zwei Drittel deutsche, teil. Ungefähr die Hälfte der Teilnehmenden waren Professor*innen der experimentellen oder theoretischen Teilchenphysik, die andere Hälfte setzte sich zu je einem Viertel aus Fachdidaktiker*innen und Mitarbeitende in der Öffentlichkeitsarbeit zusammen. Die Teilnehmenden beschäftigen sich nach Selbstangabe durchschnittlich zu 20% ihrer Arbeitszeit mit außeruniversitärer Wissenschaftsvermittlung.

Die offen formulierten Angaben der Expert*innen wurden nach den Richtlinien einer zusammenfassenden induktiven Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) in Kategorien und Unterkategorien eingeordnet und diese wurden wiederum mit universitären Einführungslehrwerken in die Teilchenphysik (u.a. Griffiths (2011), Bleck-Neuhaus (2013), und Berger (2014)) abgeglichen.

Zur Überprüfung des Kategoriensystems wurden die Antworten von zwei unabhängigen Beurteilern kodiert, was in einer sehr hohen Interrater-Reliabilität resultierte (Cohens $\kappa = 0.95$). Häufigkeitsanalysen der von den Expert*innen genannten Aspekte wurden für eine erste Reduktion des Kategoriensystems verwendet. Als Resultat ergibt sich das in *Abbildung 2* gezeigte System von 10 Hauptkategorien (dunkelgrau unterlegt) und insgesamt 46 Unterkategorien (hellgrau unterlegt).

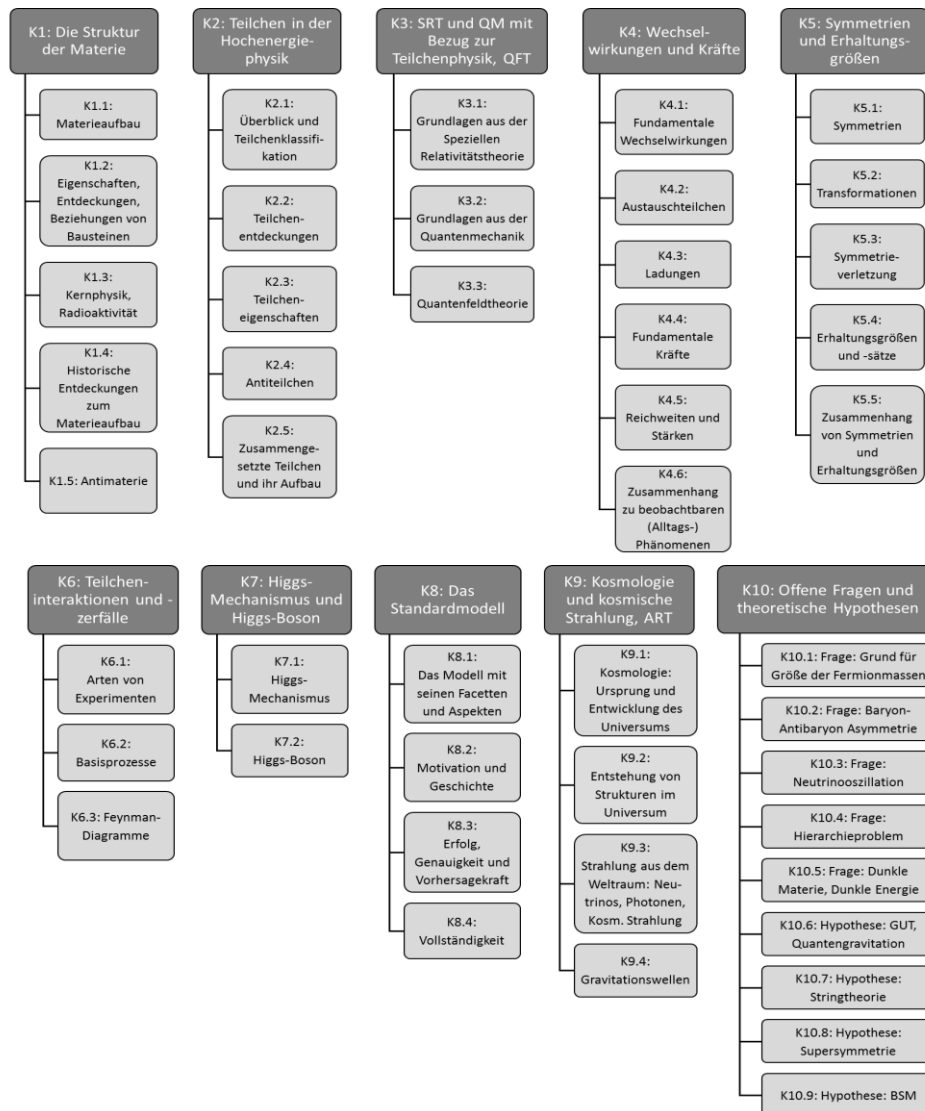


Abb.2: Reduziertes Kategoriensystem als erster Modellentwurf

Zusammenfassung und Ausblick

Der in Abb. 2 dargestellte Modellentwurf stellt einen ersten Schritt zur Modellierung des professionsorientierten Fachwissens für die Teilchenphysik dar. Dieser Entwurf wird, wie bereits beschrieben, nun zur Inhaltsvalidierung an die Expert*innen zurückgespiegelt.

Die endgültigen Modellierungsergebnisse sollen als Basis für die Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung des professionsorientierten Fachwissens von Lehrkräften im Bereich der Teilchenphysik dienen. Insbesondere kann das Forschungsdesign dieser strukturierenden Modellierungsstudie jedoch auch bei der Beschreibung des von Lehrpersonen benötigten professionsorientierten Fachwissens für naturwissenschaftliche Teilgebiete dienen, die neu in den Schulcurriculum aufgenommen werden.

Literatur

- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), S. 469-520.
- Berger, C. (2014). *Elementarteilchenphysik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bleck-Neuhaus, J. (2013). *Elementare Teilchen* (2. Ausg.). Berlin; Heidelberg: Springer Spektrum.
- Griffiths, D. J. (2011). *Introduction to Elementary Particles* (2. rev. Ausg.). Weinheim: Wiley-VCH.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz Pädagogik.
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H. E., & Gramzow, Y. (2015). Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. *Zeitschrift für Pädagogik*(Beiheft 61), S. 55–79.
- Woitkowski, D., & Riese, J. (2017). Kriterienorientierte Konstruktion eines Kompetenzniveau Modells im physikalischen Fachwissen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)*, 23(1), S. 1-14.