

ProfiLe-P – Professionswissen in der Lehramtsausbildung Physik

- Vorstellung eines Forschungsverbundes -

Christoph Kulgemeyer*, **Andreas Borowski^o**, **Hans Fischer[#]**, **Yvonne Gramzow⁺**,
Peter Reinhold⁺, **Josef Riese⁺**, **Horst Schecker***, **Elisabeth Tomczyszyn^{*}**, **Martin Walzer[#]**

*IDN Physikdidaktik Universität Bremen, Otto-Hahn-Allee 1, 28359 Bremen, kulgemeyer@physik.uni-bremen.de; ⁺Didaktik der Physik, Universität Paderborn, Warburger Straße 100, 33098 Paderborn, peter.reinhold@upb.de; [#]Didaktik der Physik, Universität Duisburg-Essen, Schützenbahn 70, 45127 Essen, hans.fischer@uni-due.de; ^oDidaktik der Physik und Technik, RWTH Aachen, Sommerfeldstraße 14, 52074 Aachen, borowski@physik.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Der Forschungsverbund „Professionswissen in der Lehramtsausbildung Physik“ (*ProfiLe-P*) hat sich zum Ziel gesetzt, ein Rahmenmodell des Professionswissens angehender Physiklehrerinnen und -lehrer sowie von Übungsleiterinnen und -leitern der Physik zu entwickeln. Das Modell soll deklarative, analytische und prozedurale Komponenten fachdidaktischen Wissens sowie physikalisches Fachwissen umfassen. Im Verbund sind drei Teilvorhaben angelaufen. *DaWis* (Universität Paderborn) setzt sich mit der analytischen und deklarativen Komponente fachdidaktischen Wissens auseinander, *EWis* (Universität Bremen) beschäftigt sich mit den prozeduralen Komponenten fachdidaktischen Wissens und *FaWis* (Universität Duisburg-Essen, RWTH Aachen) behandelt das physikalische Fachwissen. Es werden Testinstrumente für alle Bereiche entwickelt und an der Zielgruppe – Physik-Lehramtsstudierende aller Stufen sowie Übungsgruppenleiter – validiert. Als Vergleichsgruppe sind Vollfachstudierende der Physik sowie Lehramtsstudierende der Mathematik einbezogen. Analysiert werden soll insbesondere die Vernetzung der einzelnen Bereiche des Professionswissens. Das Projekt ist im November 2011 gestartet worden und läuft bis Mitte 2015.

1. Einleitung

Im Forschungsverbund *ProfiLe-P* – Professionswissen in der Lehramtsausbildung Physik – soll auf Basis eng abgestimmter Arbeiten in drei Teilvorhaben ein Rahmenmodell entwickelt werden, das deklaratives und analytisches fachdidaktisches Wissen (*DaWis*, Universität Paderborn), prozedurales fachdidaktisches Wissen (*EWis*, Universität Bremen) und physikalisches Fachwissen (*FaWis*, Universität Duisburg-Essen, RWTH Aachen) operationalisiert und überprüfbar macht. Im Verbund werden Testinstrumente zu diesen Bereichen des Professionswissens modellbasiert entwickelt, validiert und an den Universitäten Bremen, Duisburg-Essen und Paderborn sowie in Teilen auch an weiteren Hochschulen eingesetzt. Die erhobenen Daten dienen der Validierung eines deskriptiven Modells des professionellen Wissens von Lehramtsstudierenden der Physik sowie des hochschulbezogenen fachdidaktischen Wissens von Übungsleitern. Es soll an die zweite Phase der Lehramtsausbildung anschlussfähig sein.

In diesem Beitrag wird zunächst der allen Projekten zugrunde liegende Begriff des Professionswissens näher gefasst. Dabei sollen vor allem die Forschungsdesiderate hervorgehoben werden. Anschließend wird die methodische Anlage des Gesamtprojekts beschrieben. Zum Abschluss werden die drei Teilvorhaben (*DaWis*, *FaWis* und *EWis*) vorgestellt.

2. Professionswissen von Lehrkräften – Stand der Forschung

Large-scale Studien zur Untersuchung des Professionswissens von Lehramtsstudierenden, die den Standards nationaler und internationaler Vergleichsstudien aus dem Schulbereich entsprechen, liegen in der internationalen Lehrerbildungsforschung praktisch nicht vor (vgl. [1]). Bei einem Großteil der vorliegenden Untersuchungen werden in der Literatur methodische Defizite kritisiert, so z.B. die Nichtberücksichtigung von Testgütekriterien, die Fokussierung auf den eigenen Standort oder unzureichende konzeptionelle Anschlussfähigkeit ([2]; [3]). Um die Qualität der Hochschulausbildung evaluierbar und vergleichbar zu machen, fehlen in fast allen Fächern sowohl eine geeignete Modellierung des Professionswissens als auch entsprechende Testinstrumente.

Eine Ausnahme stellt dabei die Mathematik dar, hier gibt es mit den Studien von Ball, Hill & Bass [4], mit MT21 bzw. TEDS-M [5] und COACTIV (z. B. [6]) bereits umfassende Vorarbeiten. Diese Studien beziehen sich in ihrer Formulierung von Professionswissen auf Shulman [7] und unterscheiden drei Dimensionen: Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen. Diese Unterscheidung ist die gängige Art, professionelle Handlungskompetenz zu operationalisieren.

In den Naturwissenschaften wurden bislang einzelne Dimensionen des Professionswissens von Lehramtsstudierenden oder Lehrkräften untersucht [8]. Diese Untersuchungen fokussierten jedoch auf Teilbereiche, ohne, wie in den Mathematikstudien, ausreichend in ein Rahmenmodell integriert zu sein, das auch die wechselseitigen Bezüge der Wissensbereiche beschreibt.

Obwohl *Fachwissen* eine Grundvoraussetzung für erfolgreichen Fachunterricht darstellt (vgl. z.B. [2]) und auch den Erwerb von fachdidaktischem Wissen beeinflusst, fand es in der Untersuchung des Professionswissens von Lehramtsstudierenden oder Lehrkräften in den Naturwissenschaften bisher wenig Berücksichtigung. Es wurde häufig nur indirekt über Drittvariablen, wie z.B. die staatliche Zertifizierungen, operationalisiert [2].

Fachdidaktisches Wissen stellt das Wissen dar, das der Lehrperson hilft, Fachwissen zu vermitteln. Es hat sich als wichtiger Prädiktor für eine effektive Unterrichtsführung herausgestellt [9]. Obwohl das Konstrukt in vielen Ansätzen beschrieben worden ist (vgl.[10]), existiert auch für fachdidaktisches Wissen in den MINT-Fächern bislang weder national noch international eine einheitliche, umfassende und auf ein Rahmenmodell abgestimmte Modellierung. Die meisten Untersuchungen betrachten allerdings Wissen über Schülerkonzeptionen bzw. -vorstellungen sowie Wissen über Lehrstrategien und Darstellungsformen als zentrale Elemente des fachdidaktischen Wissens.

In den letzten Jahren sind unter Nutzung der Studien aus der Mathematik erste Arbeiten zur Kompetenzmodellierung und -messung in der Physik entstanden (z.B.[11];[12]), die jedoch nicht über eine Grundlagenforschung hinausgehen und nur globale Modellprüfungen erlauben. Dabei konnte jedoch gezeigt werden, dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen statistisch trennbar sind [12]. Das in diesem Zusammenhang verwendete fachdidaktische Kompetenzmodell kann somit einen Ansatzpunkt für differenzierte Modellierungen im Hinblick auf Kompetenzdiagnosen im Hochschulbereich darstellen. Für eine Untersuchung des domänenspezifischen Professionswissens von Physiklehramtsstudierenden fehlt bisher allerdings eine differenzierte Modellierung der inneren Struktur der Dimensionen Fachwissen und fachdidaktisches Wissen. Auch fehlt ein Bezug auf ein gemeinsames Rahmenmodell.

Mit diesen Vorarbeiten und mit den oben genannten Studien aus dem Bereich Mathematik liegen zentrale Anknüpfungspunkte für zukünftige Modellierungsvorhaben vor. Eine differenzierte Modellierung fachdidaktischer Kompetenz unter Nutzung empiri-

scher Erkenntnissen der Unterrichtsqualitätsforschung und normativer Setzungen für die Physik steht jedoch noch aus. Hier setzt *ProfiLe-P* an.

3.Forschungsziele und Methodik des Gesamtvorhabens

ProfiLe-P verfolgt drei wesentliche Ziele:

1. Entwicklung und Validierung eines Modells für universitäres fachphysikalisches und physikdidaktisches Professionswissen.
2. Entwicklung von modellkonformen Testinstrumenten für diese Bereiche des Professionswissens.
3. Analyse des Zusammenhangs der Bereiche.

Entsprechend dieser Forschungsziele gliedert sich das Projekt in einen zunächst theoretischen Abschnitt zur Kompetenzmodellierung und einen eher empirischen Teil, in dem Testkonstruktion, Testeinsetzung und Validierung des Rahmenmodells im Vordergrund stehen (siehe Abb. 1). Insgesamt wird sich das Projekt über eine Laufzeit von 3,5 Jahren erstrecken (Beginn 1. November 2011).

Zunächst wird präskriptiv ein Modell des Professionswissens formuliert, das die Wechselwirkungen zentraler Komponenten sowie weitere Einflussfaktoren beschreiben soll. Als Ausgangspunkt dient das in Abbildung 2 skizzierte Modell. Dieses theoretisch begründete Modell wird zusammen mit den Modellen der einzelnen Teilbereiche zu einer Grundlage für die Testkonstruktion weiterentwickelt. Nach einer Pilotierungsphase wird die Hauptstudie durchgeführt, die zu einer Überarbeitung des Modells beiträgt. Die Stichprobe umfasst Studierende der Lehrämter Gymnasium/ Gesamtschule und Haupt-/ Real-/ Gesamtschule sowie Leiter von Übungsgruppen in der universitären Fachausbildung. Als Kontrollgruppen werden Studierende des Volfachs Physik und Studierende des Lehramts Mathematik (nur für das Fachwissen) einbezogen. Die Studierenden werden zu Zeitpunkten befragt, an denen sie in unterschiedlichem Ausmaß Gelegenheit zum Erwerb von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen hatten, sodass die Wechselwirkung dieser Wissensbereiche genau analysiert werden kann. Außerdem werden mögliche Einflussfaktoren wie Motivation und allgemeine kognitive Fähigkeiten kontrolliert.

ProfiLe-P umfasst drei Teilvorhaben, die gemeinsam die zur Validierung des Rahmenmodells beitragen. *DaWis* (Universität Paderborn) behandelt dabei die Modellierung und Diagnostik von deklarativem und analytischem fachdidaktischem Wissen, *EWis* (Universität Bremen) beschäftigt sich mit prozeduralem fachdidaktischem Wissen und *FaWis* (Universität Duisburg-Essen, RWTH Aachen) analysiert und erhebt das physikalische Fachwissen.



Abb. 1: Zeitplan des Projekts ProfiLe-P

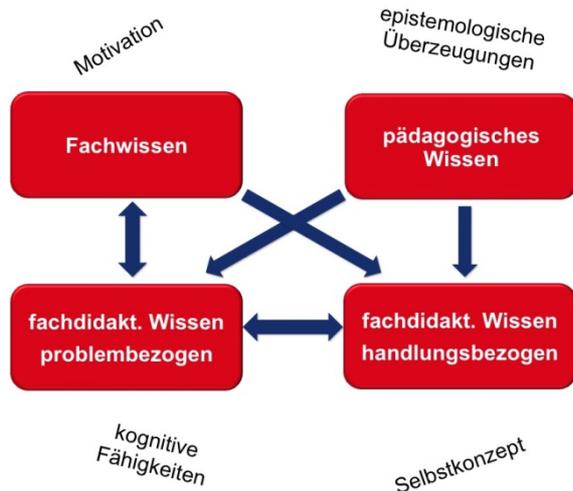


Abb. 2: Arbeitsmodell möglicher Wechselwirkung der erhobenen Merkmale

4. Die drei Teilvorhaben von ProfiLe-P

4.1. DaWis – Fachdidaktisches Wissen

Das Teilvorhaben *DaWis* – Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden und Übungsleitern im Fach Physik (Universität Paderborn) – fokussiert auf den Bereich des *deklarativ-analytischen* Wissens im fachdidaktischen Bereich. Dies geschieht wegen der inhaltlichen Nähe in enger Abstimmung mit dem Projekt *EWis* (Erklärungswissen als prozedurales fachdidaktisches Wissen, s. u.).

Im Teilvorhaben *DaWis* soll ein möglichst umfassendes Modell physikdidaktischer Kompetenz entwickelt werden. Dies liegt bislang trotz diverser Studien in diesem Bereich nicht vor. Dazu werden zunächst differente Ansätze der Modellierung von fachdidaktischem Wissen (FDW) und Pedagogical Content Knowledge (PCK) miteinander verglichen, um Unterschiede bzw. Widersprüche aufzuzeigen. Im Detail wird dabei nicht nur auf die Dimensionierung fachdidaktischen Wissens eingegangen, sondern insbesondere auch auf seine verschiedenen inhaltlichen Facetten. Neben den unterschiedlichen theoretischen Ansätzen (z.B. [13], [14], [15]) sollen auch normative Setzungen (z.B. [16]) und Anforderungen aus der Unterrichtsqualitätsforschung (z.B. [17]) zu einem möglichst umfassenden Modell physikdidaktischer Kompetenz beitragen. Auf Grundlage dieser Modellierung wird schließlich ein Testinstrument entwickelt, das der modellkonformen Erfassung des physikdidaktischen Wissens dient und für präzise, valide Kompetenzdiagnose geeignet ist. Zudem soll es auf die universitäre Vermittlungssituation übertragen werden können. Ziel ist es, einerseits zusammenhängende Aussagen zur inneren Struktur des Professionswissens zu ermöglichen. Andererseits soll eine Aufklärung der (Wirkungs-) Zusammenhänge zum Fachwissen (Teilvorhaben

FaWis) und zum Erklärungswissen (Teilvorhaben *EWis*) vorgenommen werden.

Das Testinstrument soll standortübergreifend sowohl an Lehramtsstudierenden als auch an Fachstudierenden und an in der universitären Lehre tätigen Personen pilotiert werden. Gleichzeitig wird eine Zusatzerhebung, eine Befragung von Lehrern und Fachleitern, durchgeführt, die der Konstruktvalidierung dient.

Für die Hauptuntersuchung (s. Abb. 1) ist eine Erhebung an Lehramtsstudierenden in zwei Phasen geplant. Zunächst soll (voraussichtlich im Wintersemester 2013/14) eine Vollerhebung der Eingangskohorten von Lehramtsstudierenden der Physik (Haupt-/ Realschule und Gymnasien) erfolgen, bei der gleichzeitig auch die betroffenen Übungsleiter in Fachübungen, Fachpraktika und Fachtutorien befragt werden. Parallel dazu wird eine Vollerhebung bei weit fortgeschrittenen Lehramtsstudierenden bzw. Lehramtsabsolventen angestrebt. In der zweiten Phase der Hauptuntersuchung soll außerdem eine Querschnittserhebung bei Lehramtsstudierenden verschiedener Studiensemester durchgeführt werden.

Zusätzlich ist im Rahmen einer Follow-Up-Erhebung die erneute Befragung der Eingangskohorte und ihrer Übungsleiter am Ende des Wintersemesters 2013/2014 geplant, um zusammen mit einem Kurzfragebogen zur Unterrichtsqualität Aussagen über die Validierung des hochschulbezogenen fachdidaktischen Kompetenzmodells treffen zu können. Durch dieses Vorgehen könnten Hinweise darüber gewonnen werden, welche Aspekte fachdidaktischer Kompetenz für die universitäre Lehre relevant sind.

4.2. EWis – Erklärungswissen

Gängigerweise wird fachdidaktisches Wissen erhoben, indem seine deklarativen bzw. analytischen Aspekte untersucht werden. Dies lässt sich mit quantitativen, schriftlichen Testinstrumenten leisten (z. B. [18]). Dabei ist jedoch nicht ausreichend geklärt, inwieweit dieses Wissen – auch in Verbindung mit motivationalen, sozialen und volitionalen Aspekten – Auswirkungen auf kompetentes Handeln in realen Vermittlungssituationen hat. Es ist also nicht klar, ob auf diese Weise auch die prozedurale Komponente fachdidaktischen Wissens valide erhoben werden kann.

Im Teilvorhaben *EWis* – Erklärungswissen von Physikstudierenden (Universität Bremen) – sollen kompetenzdiagnostische Methoden für die Fähigkeit des Verstehbarmachens physikalischer Sachverhalte bei Physikstudierenden entwickelt werden, um eine diesbezügliche Komponente des professionellen Wissens angehender Physiklehrkräfte zu modellieren. *Erklären* wird dabei als eine Standardsituation

der Anforderung an prozedurales fachdidaktisches Wissen betrachtet.

Um Erklärungswissen bei Lehramtsstudierenden zu testen, bezieht sich das Vorhaben methodisch auf Untersuchungen über die Modellierung und Diagnostik physikalischer Kommunikationskompetenz von Schülerinnen und Schülern [19]. Die theoretische Verbindung zum Erklärungswissen von Lehrkräften wird über die gemeinsame Komponente der Wissenskommunikation, nämlich das adressatengemäße und sachgerechte Erklären physikalischer Sachverhalte, hergestellt.

Für die domänenspezifische Kommunikationskompetenz bei Schülern liegt ein empirisch abgesichertes Modell vor [20]. Danach drückt sich physikalische Kommunikationsfähigkeit durch die adressatengemäße und sachgerechte Variation von vier Variablen aus: Kontext, Sprachebene, grafische Darstellungsform und Sachaspekt. Das Modell wurde explizit auch zur Einstufung adressatengemäßer Erklärungen verwendet. Insbesondere wurde ein qualitatives diagnostisches Instrument entwickelt, mit dem die Ausprägung adressatengemäßen Erklärens standardisiert prozedural erhoben werden kann [19]. Dabei handelt es sich um eine als Rollenspiel nachgestellte Lehr-Lern-Situation, in der ältere Schülerinnen und Schüler (Erklärer) jüngeren Schülerinnen und Schülern (Adressaten) physikalische Phänomene erklären (z. B. die Funktionsweise eines Speicherkraftwerks). Um eine standardisierte Testsituation zu erreichen, wurden als Adressaten einzelne, speziell ausgewählte Schülerinnen und Schüler vorher auf bestimmte Verhaltensweisen (Reaktionen, Stimuli) in der Rollenspielsituation trainiert (z. B. um Beispiele bitten, Verstehensprobleme signalisieren). Dieses Instrument soll in EWis für Untersuchungen bei Studierenden adaptiert werden.

Bei Schülerinnen und Schülern konnte gezeigt werden, dass Erklärer mit sehr hohem Fachwissen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit nur durchschnittliche Fähigkeiten im Erklären aufweisen [19]. Mögliche Ursachen für diesen Befund können darin liegen, dass Erklärer mit sehr hohem Fachwissen einen zu erklärenden Sachverhalt als „einfach“ und daher keiner besonderen Erklärungsanstrengung bedürftig einschätzen. Es könnte auch sein, dass sie verständnisförderliche Elementarisierungen als fachlich nicht tolerierbar ansehen. Die Erklärer hatten im Unterricht kein gesondertes Training von Kommunikationskompetenz durchlaufen. Angehende Lehrkräfte werden hingegen fachdidaktisch ausgebildet. Der Zusammenhang zwischen Fachwissen und Erklärungswissen kann sich daher im Projekt *EWis* anders darstellen. Es ist eine der im Fokus stehenden Forschungsfragen, in welchem Verhältnis prozedurales fachdidaktisches Wissen (dargestellt durch Erklärungswissen) und Fachwissen stehen.

Es liegt zudem für die physikalische Kommunikationskompetenz von Schülern ein Rasch-skaliertes schriftlicher Test vor [19]. Die Aufgabenstellungen betreffen z. B. die Wahl adressatengemäßer Veranschaulichungen. Hierauf aufbauend kann ein entsprechendes Instrument für das theoretische Erklärungswissen angehender Lehrkräfte entwickelt werden. Während beim Lehr-Lern-Rollenspiel die Grundstruktur beibehalten werden kann und lediglich die zu erklärenden Sachverhalte adaptiert und überprüft werden müssen, muss der schriftliche Test in großen Teilen neu entwickelt werden. Dadurch sollen Wirkungen der physikdidaktischen Ausbildung auf das Erklärungswissen messbar werden (z.B. hinsichtlich des Wissens über typische Verständnishaften physikalischer Konzepte). Durch einen Vergleich des Erklärungswissens in realen Handlungssituationen (gemessen mit dem Lehr-Lern-Rollenspiel als Benchmark) mit den Ergebnissen des schriftlichen Testverfahrens kann der schriftliche Test validiert werden. Über einen Vergleich mit Ergebnissen zum Fachwissen und zum deklarativen fachdidaktischen Wissen können Einflussfaktoren auf das Erklärungswissen aufgeklärt werden.

Das Projekt „Erklärungswissen“ konzentriert sich – wie das Verbundvorhaben *ProfiLe-P* insgesamt – auf die beiden Professionswissensdimensionen Fachwissen und fachdidaktisches Wissen. Pädagogisches Wissen (z. B. Wissen über allgemeines didaktisches Vorgehen, Unterrichtsmanagement und Bewertungsstandards) ist vor allem wichtig für allgemeine Aspekte der Gestaltung von unterrichtlichen Lernumgebungen [6]. Für Erklärungssequenzen kann ein deutlich größerer Einfluss deklarativen bzw. prozeduralen fachdidaktischen Wissens und Fachwissens angenommen werden.

4.3. FaWis – Fachwissen

Das Teilvorhaben *FaWis* – Fachwissen im Studium zum Lehramt der Physik (Universität Duisburg-Essen, RWTH Aachen) – widmet sich der physikalischen Fachkompetenz von Lehramtsstudierenden.

In den KMK Standards für die Lehrerbildung [23, S. 9] wird festgestellt, dass sich „Berufliche Fähigkeiten (...) im Verlaufe eines längeren Prozesses und über mehrere Stadien oder Stufen hinweg (entwickeln). (...) Am Ende des Ausbildungsabschnittes in der Universität bzw. Hochschule sollten bestimmte Kompetenzen erworben sein, deren Ausprägungsgrad anhand definierter Standards ermittelt wird.“ Die Festlegung der Inhalte und die Modellierung zu erwartender Komplexitäts- bzw. der Schwierigkeitsstufen ist das zentrale Thema der Modellierung und Überprüfung von Fachwissen in der Lehrerbildung. Nach Krauss et al. [6] sollte sich das Fachwissen von Lehrpersonen als notwendige Voraussetzung für erfolgreiches Unterrichten an schulischen

Standards, an wissenschaftlich fundiertem Fachwissen und an Wissen orientieren, das für den Unterrichtsprozess relevant ist (vgl. [9]; [12]). Die Definition eines Teils des Fachwissens als vertieftes Schulwissen spielt in der Debatte über Professionswissen bei der Bestimmung der curricularen Inhalte an den Universitäten allerdings bisher keine Rolle, was zu einer eher geringen Ausrichtung der Fachausbildung an schul- und unterrichtsrelevanten Inhalten und Akzentuierungen führt. In der Literatur finden sich vielfältige Ansätze, schulbezogenes Fachwissen von Lehrkräften zu konzeptualisieren (vgl. [9]). Bei Lehramtsstudierenden der Physik konnten drei Niveaustufen des Wissens empirisch getrennt voneinander dargestellt werden: Wissen auf Schulniveau, vertieftes Wissen und universitäres Wissen [18]. Allerdings führt die beschriebene, eher normativ an universitären Zielen orientierte Genese der Studieninhalte möglicherweise zu einer Überforderung der Studienanfänger.

Fachwissen und fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften wurden für den Bereich der Mathematik bereits modelliert und per Leistungstests erhoben [5]. Für die naturwissenschaftlichen Fächer liegen erste Ergebnisse einer Modellierung für das Fachwissen von Lehrpersonen vor ([11]; [Projekt „ProWiN“, naturwissenschaftliche Fächer]). So konnte man die Unterscheidung der Dimensionen Fachwissen und fachdidaktisches Wissen in einer speziellen Modellierung in der Domäne Physik an einer Stichprobe Studierender empirisch nachweisen [12]. Die in dieser Studie geplante Weiterentwicklung eines Modells für universitäres Fachwissen greift aus genannten Gründen auch auf Vorarbeiten zurück, bei denen schulisches Fachwissen der Oberstufe modelliert wurde [23]. Das Modell enthält die Dimensionen Inhaltsbereich, kognitive Aktivitäten, Komplexität und Mathematisierung, wobei zwischen mathematischer Modellierung, physikalischer Modellierung und dem Einsatz mathematischer Werkzeuge zum Lösen von Aufgaben unterschieden wird ([24]; [25]). Im Rahmen des hier geplanten Teilvorhabens sollen in Anlehnung an bereits durchgeführte Untersuchungen in anderen Fächern (MT21, TEDS-M) und an nicht universitären Stichproben (u. a. COACTIV-Studie, ProWiN) die folgenden Ziele erreicht werden:

1. Es wird ein Modell für universitäres fachliches Professionswissen und ein Testinstrument zur modellkonformen Erfassung des Fachwissens im Fach Physik entwickelt, das die Ziele für die Studiengänge Gymnasium/Gesamtschule und Haupt-/Real-/Gesamtschule curricular valide beschreibt und die Anschlussstellen Schule – Universität – 2. und 3. Phase der Lehrerausbildung berücksichtigt.
2. Das Modell wird konvergent und diskriminativ validiert. Hierzu werden die Ergebnisse für das fachdidaktische Wissen der beiden anderen Teilvorhaben, andere, den Lehramtsstudiengängen na-

he Stichproben (Physik Bachelor, Mathematik Bachelor), und die Ergebnisse der regulären Klausuren der Vorlesungen „Einführung in die Physik“ (für Lehramt) genutzt.

3. In einem Längsschnitt wird die Entwicklung des Fachwissens im Bachelor (bis zum 5. Semester) beschrieben.
4. Das Modell für Fachwissen wird mit den Modellen der Teilvorhaben zum fachdidaktischen Wissen inhaltlich und strukturell abgestimmt, um vermutete Zusammenhänge zwischen Fachwissen und fachdidaktischem Wissen differenzierter als bisher möglich aufzuklären.

Das Fachwissensmodell wird die bereits zur Verfügung stehenden, auch auf andere Fächer und auf Schule bezogenen Ergebnisse der bestehenden Professionswissensprojekte berücksichtigen. Es schließt an zu erhebende Kompetenzen der Studienanfänger an. Für Teilbereiche des Modells können vorhandene oder bereits in Entwicklung befindliche Instrumente genutzt, adaptiert oder weiterentwickelt werden.

5. Literatur

- [1] Zlatkin-Troitschanskaia, O. & Kuhn, C. (2010). Messung akademisch vermittelter Fertigkeiten und Kenntnisse von Studierenden bzw. Hochschulabsolventen – Analysen zum Forschungsstand. In: Arbeitspapiere WP Heft 56. <http://www.wipaed.uni-mainz.de/ls/382.php> (Abgerufen am 17.12.2010). European Journal of Physics – EJP: <http://www.iop.org/EJ/journal/EJP> (Stand 3/2011)
- [2] Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (9), S. 469–520.
- [3] Blömeke, S. (2007). Qualitativ – quantitativ, induktiv – deduktiv, Prozess – Produkt, national – international. In: Lüders, M. & Wissinger, J. (Hrsg.), Forschung zur Lehrerbildung. Kompetenzentwicklung und Programmevaluation. Münster: Waxmann, S. 13–37.
- [4] Ball, D. L.; Hill, H.C & Bass, H. (2005). Knowing mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? American Educator, Fall 2005, pp 14–46.
- [5] Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2010), TEDS-M 2008. Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- [6] Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M., Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und Lehrer

- im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik* 29 3/4, S. 223-258.
- [7] Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Education Review* 57 (1), 1-22.
- [8] Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds): *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 1105-1149.
- [9] Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y. M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, pp 133-180.
- [10] Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Sembill, D., Nickolaus, R. & Mulder, R. (Hrsg.) (2009). *Lehrerprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung*. Weinheim und Basel: Beltz.
- [11] Borowski, A., Neuhaus, B., Tepner, O., Wirth, J., Fischer, H. E., Leutner, D., Sandmann, A. & Sumfleth, E. (2010). Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (Pro-wiN) – Kurzdarstellung des BMBF-Projekts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 16.
- [12] Riese, J. & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 16, S. 167-187.
- [13] Magnusson, S.; Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching In Gess-Newsome, J.; Lederman, N. G. (Hg.), *Examining pedagogical content knowledge* (95–132). Dodrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [14] Park, S. & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284.
- [15] Schmelzing, S. (2010). *Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften*. Berlin: Logos.
- [16] Kultusministerkonferenz (KMK) (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. (Bechluss der Kultusministerkonferenz vom 16. Oktober 2008). Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- [17] Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Stuttgart, Seelze-Velber: Klett; Klett Kallmeyer.
- [18] Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Berlin: Logos.
- [19] Kulgemeyer, C. (2010). *Physikalische Kommunikationskompetenz. Modellierung und Diagnostik*. Dissertation Universität Bremen.
- [20] Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2009). *Kommunikationskompetenz in der Physik: Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kompetenzbegriffs*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15, S. 131–153.
- [21] Stone, C. (1998). The metaphor of scaffolding: its utility for the field of learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 31(4), 344-364.
- [22] Bromme, R. & Haag, L. (2008). *Forschung zur Lehrerpersönlichkeit*. In: W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.): *Handbuch der Schulforschung* (2 Aufl.), S. 803–819. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften
- [23] Borowski, A. & Fischer, H. E. (2009). *Physikkompetenz in der Sekundarstufe II. Antrag im Rahmen der DFG-Forschergruppe 511. KMK, Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland* (2004). *Standards für die Lehrerbildung. Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004*. Bonn: KMK, 2004.
- [24] Angell, C., Kind, P. M., Henriksen, E. K., Gutterrud, O. (2008). An empirical-mathematical modelling approach to upper secondary physics. In *Physics education*, Bd. 43.2008, 3, S. 256-264. Bristol: IOP Publ., 2008.
- [25] Schoppmeier, F., Borowski, A., Fischer, H. E. (2011). *Mathematisierungsbereiche und ihre Rolle in Leistungskursklausuren*. In D. Höttecke (Hrsg.), *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik: Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie, Jahrestagung in Potsdam 2010* (pp. 170-172). Münster: Lit.