

JOSEF RIESE UND PETER REINHOLD

## Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften

Empirical findings regarding the structure of future physics teachers' competence regarding professional action

### Zusammenfassung

Die aktuelle Debatte um die Wirksamkeit der Lehrerbildung und ihre Umstrukturierung im Zuge des Bologna-Prozesses hat zu einem wachsenden Interesse an der Struktur und der Entwicklung professioneller Handlungskompetenz geführt. Da es hier bislang an empirisch gesicherten Forschungserkenntnissen mangelt, werden Reformentscheidungen oftmals nur auf der Grundlage von Überzeugungen getroffen. In diesem Zusammenhang ist das Zusammenspiel und die Wechselwirkung verschiedener Kompetenzfacetten, wie z.B. Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisch-psychologisches Wissen, von besonderem Interesse, da hieraus Ansatzpunkte für eine zielgerichtete Verbesserung der Lehrerbildung abgeleitet werden können. Ausgehend von einer Kompetenzmessung durch Papier-und-Bleistift-Tests bei rund 300 Lehramtsstudierenden der Physik in Haupt-/Realschul- und Gymnasialstudiengängen werden vor dem Hintergrund angrenzender Untersuchungen zunächst Ergebnisse zum Zusammenhang des Professionswissens angehender Lehrkräfte mit ihren Beliefs und Selbstwirksamkeitserwartungen vorgestellt. Darüber hinaus werden Erkenntnisse zur Struktur handlungsnaher Aspekte des Professionswissens vorgestellt und im Hinblick auf Verbesserungspotentiale des Lehramtsstudiums diskutiert.

Schlüsselwörter: Kompetenzmessung, Lehrerbildung, Physiklehrkräfte, professionelle Handlungskompetenz, Professionswissen

### Abstract

The prevalent debate concerning the efficacy of teacher education programs and its reorganization due to the Bologna-Process results in a raising interest in the structure and development of (physics-) teachers' professional action competencies. This field, however, lacks empirical research with the result that decisions are grounded on convictions rather than on facts. Apart from the efficacy of teacher education in general, the interplay of different aspects like pedagogical knowledge, content knowledge and pedagogical content knowledge is of particular interest to achieve evidence based suggestions how to improve teacher education programs. Taking comparable studies into account, our study presents results concerning the interplay of several professional action competencies (professional knowledge, beliefs, self-efficacy) based on a measurement of competence in a group of about 300 students in lower and upper secondary level teacher education programs with paper-and-pencil-tests. Furthermore, findings regarding the structure of action-oriented parts of physics student teachers' professional competence are discussed with respect to potential improvements in future pre-service teacher education reforms.

Keywords: measurement of competence, teacher education, physics teachers, professional action competence, professional knowledge

## 1 Einleitung

Mit den großen Schulleistungsstudien wie TIMSS oder PISA ist auch die Wirksamkeit der Lehrerbildung im Bereich der Naturwissenschaften kritisch diskutiert worden (vgl. z. B. Blömeke, 2004; Reinhold, 2004). Zahlreiche Maßnahmen zur Umgestaltung des Lehramtsstudiums, die auf diese Kritik reagieren oder sich auf Reformen im Zuge des Bologna-Prozesses beziehen, beruhen allerdings eher auf „festen Überzeugungen“ (Baumert, 2007, S. 44) denn auf abgesicherten Forschungsergebnissen zur Wirkung der Lehrerbildung. Bislang ist unklar oder zumindest offen, welche Kompetenzen Lehrkräfte im Studium und im Referendariat erwerben müssen, um im Unterricht professionell handeln zu können und wie sich diese Kompetenzentwicklung innerhalb der Ausbildung vollzieht. Offen ist auch, welche Rolle hierbei die typischen Ausbildungsanteile, nämlich die fachwissenschaftliche, die fachdidaktische und die pädagogisch-psychologische Ausbildung spielen.

Zwar existieren in diesem Kontext schon zahlreiche qualitative und quantitative Studien, die wertvolle Ansatzpunkte liefern, allerdings beziehen sich diese nur auf einzelne, ausgewählte Kompetenzaspekte (vgl. hierzu z. B. Abell, 2007; Lipowski, 2006). Beispiele, die die Struktur und Entwicklung professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften systematisch empirisch untersuchen, die bei der Erfassung von Lehrerexpertise theoriegeleitet vorgehen und dabei das Zusammenspiel und die Entwicklung verschiedener Kompetenzfacetten wie z. B. das Fachwissen, das fachdidaktische Wissen oder das pädagogisch-psychologische Wissen in den Blick nehmen, gibt es nur wenige. In dieser Hinsicht ist Lehrerbildung weitgehend unerforscht (Baumert & Kunter 2006). Für eine gezielte und insbesondere auf Evidenz basierte Verbesserung der Lehrerbildung sind derartige Untersuchungen allerdings von großer Bedeutung. Die hier vorgestellte Untersu-

chung (siehe auch Riese, 2009) zielt daher darauf ab, für die Domäne Physik die Wirksamkeit der universitären Phase der Lehrerbildung empirisch zu untersuchen, um so einen Teil der Forschungslücken in diesem Bereich zu schließen.

Dazu wurde auf der Basis eines Kompetenzstrukturmodells (vgl. Klieme, Maag-Merki & Hartig, 2007; Schaper, 2009) zur Beschreibung professioneller Handlungskompetenz von Physiklehrkräften ein Messinstrument mit handlungsnahen Komponenten entwickelt und bundesweit zur Befragung von Lehramtsstudierenden der Physik in Haupt-/Realschul- und Gymnasialstudiengängen eingesetzt. Auf der Grundlage dieser Daten wurden die Struktur und die Entwicklung professioneller Handlungskompetenz innerhalb des Lehramtsstudiums untersucht und ein empirisch fundiertes Kompetenzstrukturmodell zur Beschreibung professioneller Handlungskompetenz angehender Physiklehrkräfte entwickelt. Der folgende Beitrag berichtet über dieses Kompetenzstrukturmodell und stellt Bezüge zu den Studien MT 21 (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008) und COACTIV (Krauss et al., 2008) aus dem Bereich Mathematik her. Eine detailliertere Beschreibung der vorgenommenen Operationalisierung und der Entwicklung des Messinstruments findet sich bei Riese (2009), Ergebnisse zur Kompetenzentwicklung werden auch bei Riese und Reinhold (2009) beschrieben.

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Wirkungsforschung in der Lehrerbildung

In den letzten Jahren der Lehrerbildungsforschung wurden erste größere und qualitativ anspruchsvolle large-scale Untersuchungen zur umfassenden Kompetenzmessung im Bereich Mathematik realisiert, national etwa mit den Studien COACTIV (z. B. Krauss et al., 2008) und MT 21 (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008). Es kann daher nicht mehr

durchgängig von einer „Krise der fehlenden Daten“ (Larcher & Oelkers, 2004) gesprochen werden, für den Bereich der Naturwissenschaften – insbesondere für die Physik – existieren bislang allerdings auch international gesehen keine vergleichbaren Untersuchungen.

Lediglich einzelne Dimensionen des Professionswissens wurden unabhängig voneinander erfasst (als Überblick z. B. Abell, 2007), ohne dabei jedoch ausreichend innerhalb eines vergleichbaren Modells wie MT21 oder COACTIV integriert zu sein. Folglich fehlen bisher empirisch belastbare Aussagen zur Zusammenhgangsstruktur der Kompetenz von Physiklehrkräften oder zur Wechselwirkung verschiedener Kompetenzfacetten. Neben der hier beschriebenen Untersuchung arbeitet momentan das Mitte 2009 gestartete Projekt „Professionswissen in den Naturwissenschaften“ (ProwiN; Borowski et al., eingereicht) an einer umfassenden fachspezifischen Kompetenzmodellierung und Operationalisierung in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern Physik, Biologie und Chemie. Auch dort bildet das von COACTIV verwendete Strukturmodells professioneller Handlungskompetenz (Baumert & Kunter, 2006) die Basis.

Die unzureichende Erkenntnislage dürfte nicht zuletzt auf ein Technologiedefizit bei der angemessenen Erfassung von Kompetenzen zurückzuführen sein, da „professionelle Handlungskompetenz“ von Lehrkräften ein sehr weites Konstrukt darstellt und aus mehr als kognitiver Fähigkeit besteht (Weinert, 2001). Darüber hinaus ist die zur Bewältigung beruflicher Anforderungen benötigte Kompetenz der Lehrkräfte nur begrenzt explizierbar (Neuweg, 2002) und es besteht eine gewisse Zielunklarheit in Bezug auf (fach-)didaktische Kompetenzen bzw. darüber, was unter gutem (Fach-)Unterricht zu verstehen ist (Terhart, 2007). Zwar liegen international betrachtet zahlreiche Untersuchungen zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung vor (vgl. etwa Cochran-Smith & Zeichner, 2005; Baumert

& Kunter, 2006), allerdings weist die Mehrzahl der Untersuchungen methodische Defizite auf, da sie nur auf retrospektiven, subjektiven Befragungen und Dokumentenanalysen beruhen oder nur innerhalb der eigenen Ausbildungsinstitution durchgeführt wurden. Sichere Erkenntnisse sind hier letztlich aber nur möglich, wenn das Professionswissen der (angehenden) Lehrkräfte – ein unabdingbarer Teil ihrer Expertise – explizit, objektiv und valide gemessen wird, was in der Forschungspraxis in der Regel mit einem deutlich höheren Aufwand gegenüber einer Selbsteinschätzung oder einer Erfassung über äußere Indikatoren verbunden ist.

## 2.2 Professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften

Um eine Anschlussfähigkeit an die nationale Diskussion zu empirischen Effekten der Lehrerbildung herzustellen, wird der Kompetenzmessung in der hier vorgestellten Untersuchung eine Konzeptualisierung professioneller Handlungskompetenz zugrunde gelegt, wie sie auch bei MT 21 bzw. COACTIV verwendet wird. Wie in diesen Studien erfolgt die Kompetenzmodellierung deshalb in Anlehnung an Weinert (2001, vgl. auch Baumert & Kunter, 2006), wonach professionelle Handlungskompetenz aus Professionswissen einerseits und motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten andererseits besteht und ausgehend von grundlegenden Handlungsanforderungen einer Domäne modelliert werden kann. In Bezug auf das Professionswissen von Lehrkräften kann dabei entsprechend der von Shulman (1986) eingeführten und von Bromme (1997) erweiterten Klassifikation zwischen fachlichem, fachdidaktischem und pädagogisch-psychologischem Professionswissen unterschieden werden (Abb. 1). Diese Facetten sind im Hinblick auf die Bewältigung beruflicher Anforderungen angemessen zu verknüpfen (Brophy, 1991).

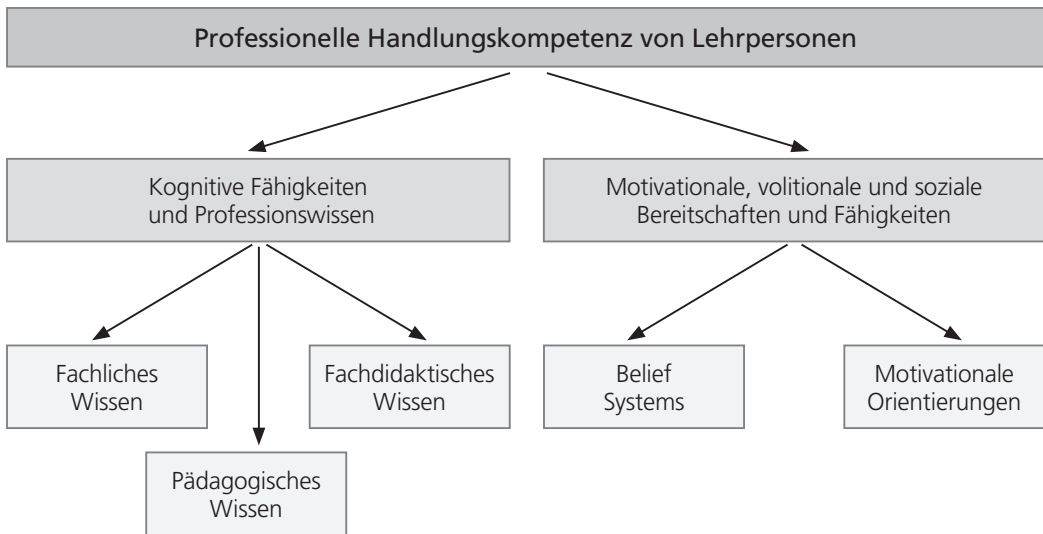


Abb. 1: Kompetenzstrukturmodell (in Anlehnung an Baumert & Kunter, 2006).

### 2.3 Professionswissen

Innerhalb des Professionswissens kommt dem Fachwissen von (Physik-)Lehrkräften unbestritten eine zentrale Rolle zu. Lehrpersonen müssen nicht nur über Wissen verfügen, das sie ihren Schülerinnen und Schülern vermitteln wollen, sondern auch über speziell auf Schule und Unterricht abgestimmtes und vernetztes Fachwissen „von höherem Standpunkt“ aus (vgl. Krauss et al., 2008; siehe auch DPG, 2006). Das im Unterricht nutzbare fachdidaktische Handlungsrepertoire von Lehrpersonen und insbesondere ihr Repräsentations- und Erklärungsrepertoire hängt entscheidend von der Breite und Tiefe ihres konzeptuellen Fachverständnisses ab (vgl. Baumert & Kunter, 2006; siehe auch Ball & Bass, 2000), so dass Fachwissen bis zu einem gewissen Grad auch als Voraussetzung für fachdidaktisches Wissen anzusehen ist. Inwieweit Lehrkräfte auch schulfernes, universitär erworbenes Wissenschaftswissen benötigen, ist indes ungeklärt und wird weder von MT21 noch von COACTIV untersucht. Denkbar ist, dass umfangreiches

Wissen auf höchstem Niveau die angemessene Auswahl von Lerninhalten und deren schülergerechte Aufbereitung sogar erschwert (vgl. Brophy, 1991).

Fachdidaktisches Wissen kann nach Shulman (1986) als spezielles Wissen definiert werden, dass Lehrkräfte befähigt, fachliche Gegenstände zu strukturieren, darzustellen, zu erklären und zu vernetzen, so dass sich Lehrkräfte letztlich durch diesen Wissensbereich von Spezialisten im Fach unterscheiden. Dieser Bereich wird in zahllosen Ansätzen beschrieben, wobei den meisten insbesondere im naturwissenschaftlichen Bereich gemein ist, dass sie das Wissen über Schülerkonzeptionen bzw. -vorstellungen und das Wissen über Lehrstrategien und Darstellungsformen als zentrale Elemente des fachdidaktischen Wissens beinhalten (als Überblick Park & Oliver, 2008). Dementsprechend kommt fachdidaktischem Wissen von Lehrkräften schon per Definition eine hohe Bedeutung für den Unterricht zu, wie auch die Ergebnisse von COACTIV widerspiegeln. Dort zeigt sich fachdidaktisches Wissen als wichtiger Prädiktor für eine Unterrichtsführung, die kognitiv he-

rausfordert und gleichzeitig konstruktive Unterstützung gewährt (Krauss et al., 2008). Zu bedenken ist, dass fachdidaktisches Wissen in einigen Facetten letztlich prozedurales und damit handlungsnahes Wissen darstellt (vgl. Kap. 2.5), was insbesondere größere Anforderungen an die Entwicklung eines Messinstrumentes und dessen Validierung im Vergleich zum Fachwissen stellt.

Eine präzise Definition und Abgrenzung des pädagogisch-psychologischen Wissens gegenüber anderen Wissensdimensionen oder gegenüber pädagogischen Überzeugungen gestaltet sich vergleichsweise schwierig, da es sich um ein disziplinär vieldeutiges Konstrukt handelt. Im Versuch, unterschiedliche Vorschläge zu systematisieren, unterscheiden Baumert und Kunter (2006, S. 485) hier zwischen konzeptuellem bildungswissenschaftlichem Grundlagenwissen, allgemeindidaktischem Konzeptions- und Planungswissen, Wissen zur Unterrichtsführung und Orchestrierung von Lerngelegenheiten sowie fachübergreifende Prinzipien des Diagnostizierens, Prüfens und Bewertens. Da verschiedene Wissensfacetten in unterschiedlicher Entfernung zur praktischen Berufs- und Unterrichtstätigkeit von Lehrkräften stehen, gibt es nur vereinzelte empirische Indizien für eine unterrichtliche Relevanz einiger Bereiche, so dass dieser Wissensbereich eher als allgemeiner Rahmen für (Fach-)Unterricht gesehen wird (Krauss et al., 2008).

## 2.4 Beliefs und motivationale Orientierungen

Abgesehen vom Professionswissen identifiziert Weinert (2001) motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften und Fähigkeiten als weitere Aspekte professioneller Handlungskompetenz (vgl. Abb. 1, siehe dazu auch Baumert & Kunter, 2006). Zu nennen sind hier zum einen Beliefs (etwa Überzeugungen zur Fachdisziplin, zum Lehren und Lernen, zur Lehrerrolle und zur Rolle von Schule, vgl. Blömeke, Kai-

ser und Lehmann, 2008), welche in Bezug auf Unterrichtsprozesse orientierende und handlungsleitende Funktion besitzen (Jones & Carter, 2007). Abgesehen davon wird auch der Wissenserwerb der (angehenden) Lehrkräfte innerhalb der Lehrerbildung in Verbindung mit ihren Beliefs gesehen, da sich die Konstruktion des Wissens und das Verständnis auf der Basis dessen vollzieht, was (angehende) Lehrer wissen und was sie *glauben* (Putnam & Borko, 1997). Folgerichtig konnten empirische Zusammenhänge sowohl zwischen schülerorientierten Überzeugungen und allgemeinem pädagogischem Wissen (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008) als auch negative Zusammenhänge zwischen naiven Vorstellungen zur Natur der Fachdisziplin und Fachwissen nachgewiesen werden (Krauss et al., 2008). Allerdings lassen sich derartige Befunde auch in umgekehrter Wirkrichtung interpretieren, da angemessene bzw. von Lehrerbildnern erwünschte Überzeugungen als Folge eines hohen Wissensstandes des jeweils angrenzenden Bereichs gesehen werden könnten.

Schließlich sprechen Erkenntnisse aus der Psychologie dafür, dass zeitlich eher stabile motivationale Dispositionen wie z. B. das Selbstwirksamkeitserleben großen Einfluss auf das unterrichtliche Handeln von Lehrkräften besitzen (etwa Kunter et al., 2008). Auch für die eigene Kompetenzentwicklung angehender Lehrkräfte scheinen Selbstwirksamkeitserwartungen eine Rolle zu spielen, da das Konstrukt beispielsweise mit dem Belastungserleben in Verbindung steht (vgl. Schmitz & Schwarzer, 2002) und als guter Prädiktor für Studienerfolg nachgewiesen ist (vgl. Robbins et al., 2004). Ebenso wie das Selbstkonzept eine bedeutende Rolle bei der Lernentwicklung von Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht spielt (etwa Häußler & Hoffmann, 1998), scheinen gerade auf das Lehren von Naturwissenschaft bezogene Selbstwirksamkeitsüberzeugungen die Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden im Studium selbst zu begrenzen (Enochs & Riggs, 1990).

## 2.5 Grenzen der Messbarkeit handlungsnaher Kompetenzbereiche

Während Beliefs und motivationale Orientierungen noch verhältnismäßig direkt einer empirischen Messung zugänglich sind, gibt es unterschiedliche Auffassungen in der Literatur zur Explizierbarkeit und damit Messbarkeit handlungsnaher Wissensbestände. Einigkeit besteht zunächst darin, dass deklaratives Wissen – etwa die Kenntnis von Konzepten und Fakten – allein in der Unterrichtspraxis nicht ausreicht und auch handlungsnahes, situationsorientiert organisiertes prozedurales Wissen vonnöten ist, welches sich beispielsweise in der Verfügbarkeit von Handlungsroutrinen äußert. Prozedurales (fachdidaktisches) Wissen kann jedoch nur bis zu einem gewissen Grad expliziert werden, da es insbesondere beim Handeln unter Zeitdruck immer einen Satz von Hintergrundannahmen gibt, die das Handeln leiten (Oberauer, 1993). Nicht zuletzt aufgrund unterschiedlicher theoretischer Perspektiven herrscht allerdings Unklarheit hinsichtlich der mentalen Repräsentation solcher Wissensbestände. Ein einfaches Transfermodell kann der komplexen Wechselwirkung zwischen Wissen und Handeln nicht gerecht werden, so haben insbesondere Berufsanfänger Probleme bei der Umsetzung theoretischer Wissens in Handlung (Fischler, 2008).

Manche Autoren folgern aus dieser Tatsache heraus die Existenz eines impliziten, primär erst in realer Unterrichtspraxis erworbenen Wissens, das vom Handelnden kaum beschreibbar oder ihm nicht einmal bewusst ist (Neuweg, 2002). Eine radikale Auslegung dieser Sichtweise würde einerseits die Relevanz des universitär erworbenen, eher theoretischen und explizierbaren Wissens darauf beschränken, Erfahrungen zu strukturieren und Handlungsrechtfertigungen zu liefern. Andererseits würde auch die Möglichkeit einer Kompetenzmessung infrage gestellt. Andere Autoren gehen eher von einer im Handlungsprozess stattfindenden Transformation wissenschaftlichen Wissens aus, wonach individuelle Handlungssche-

mata, die Handlungsmuster mit Anforderungsklassen in Verbindung bringen, die Expertise von Lehrkräften kennzeichnet (etwa Bromme, 1992).

Selbst Vertreter der ersten Linie sehen jedoch eine Relevanz des explizierbaren, theoretisch erworbenen Wissens. So greifen Lehrpersonen gerade in kritischen, ungewohnten Situationen bei ihrer Entscheidungsfindung hierauf zurück, da implizit erworbene Handlungsmuster in diesem Fall nicht greifen. Zudem wird wissenschaftliches Wissen zur Planung und Reflexion von Lehrprozessen, als Hintergrundwissen zur Diagnose in Lehrprozessen und zur Sicherstellung eines gemeinsamen Begriffsnetzes im Rahmen der praktischen Lehrerbildung benötigt (vgl. auch Neuweg, 2002). Wenngleich eine Kompetenzmessung implizite Wissensbestände schwerlich erfassen kann, so können doch wesentliche Teile dessen abgebildet werden, was die universitäre Lehrerbildung auszubilden beabsichtigt. Nichtsdestotrotz gibt es insbesondere handlungsnaher Aspekte der Kompetenz von Lehrkräften, die nur ansatzweise mit (schriftlichen) Kompetenztests gemessen werden können, was bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Untersuchung zu berücksichtigen ist.

## 3 Methodisches Vorgehen bei der Kompetenzmessung

### 3.1 Operationalisierung

Vor dem Hintergrund begrenzter Zeitressourcen erfolgte eine fokussierte Betrachtung des physikalischen Inhaltsbereichs Mechanik, da die Mechanik traditionell den inhaltlichen Einstieg in das Physikstudium darstellt und somit dort die Grundlage für das Verständnis weiterer Bereiche geschaffen wird. Zudem ist Wissen in Mechanik als guter Prädiktor für physikalisches Wissen generell anzusehen – wer sich durch hohe Leistungen im Bereich Mechanik auszeichnet, ist in der Regel auch zu ho-

hen Leistungen in anderen Bereichen fähig (vgl. Frieger & Lind, 2004). Weiterhin wurde für die Erfassung fachdidaktischer Kompetenzen eine Begrenzung auf den Anforderungsbereich „Experimentieren im Physikunterricht“ vorgenommen, da diesem Anforderungsbereich in der Schulpraxis eine hohe Bedeutung zukommt und bis zu zwei Drittel der Unterrichtszeit durch Experimentieren geprägt werden (Tesch, 2005). Die oben beschriebene Grobstruktur professioneller Handlungskompetenz (Kap. 2.2) wurde im Weiteren als Grundlage einer theoriegeleiteten Itementwicklung vor dem Hintergrund vorhandener Strukturierungen aus anderen Untersuchungen (für MT21: Blömeke et al., 2008; für COACTIV: Krauss et al., 2008), fachspezifischer Kompetenzmodelle auf Schülerebene (als Übersicht Schecker und Parchmann, 2006) und unter Einbezug normativer, fachdidaktischer Leitbilder (etwa Didaktische Rekonstruktion, vgl. Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997) konkretisiert bzw. operationalisiert. Im Falle des physikalischen Fachwissens wurde so ein dreidimensionales Rahmenmodell erstellt, in welchem jede Dimension in weitere Unterbereiche aufgeteilt ist. Das Modell besteht aus

- Inhaltsbereichen (Kinematik, Kraft, Energie, Impuls),
- Kognitiven Aktivitäten (Reproduzieren, Verstehen, Beurteilen und Analysieren) und
- Niveaustufen (Schulwissen, vertieftes Wissen, rein universitäres Wissen).

Beim fachdidaktischen Wissen wird zwischen

- Wissen über (allgemeine) Aspekte physikalischer Lernprozesse,
- Wissen über den Einsatz von Experimenten,
- Gestaltung und Planung von Lernprozessen,
- Beurteilung, Analyse und Reflexion von Lernprozessen und
- adäquater Reaktion in kritischen, unerwarteten Unterrichtssituationen unterschieden.

Zur inhaltlichen Validierung wurde die prinzipiell normativ-deduktive Vorgehensweise bei der Kompetenzmodellierung im Falle des fachdidaktischen Wissensbereiches durch Expertenbefragungen (8 Fachdidaktiker, Fachleiter und erfahrene Lehrkräfte) empirisch-induktiv ergänzt.

Bezüglich der Operationalisierung der Beliefs von Physiklehrkräften wird in Anlehnung an MT21 (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008) folgende Strukturierung verwendet:

- Wissenschaftstheoretische Beliefs zur Natur der Physik
- Beliefs über das Lehren und Lernen von Physik
- Fächerübergreifende Beliefs zur Lehrerrolle und zur Rolle von Schule
- Beliefs über Inhalte der Lehrerausbildung

Darüber hinaus werden motivationale Orientierungen wie folgt operationalisiert:

- Fachbezogener Enthusiasmus
- Wirksamkeitserwartungen
- Leistungsmotivation
- Studienwahlmotive

Das der Aufgabenentwicklung zugrunde liegende Strukturmodell pädagogisch-psychologischer Kompetenz besteht aus Inhaltsbereichen (Erziehung und Bildung sowie Unterricht und allgemeiner Didaktik) und kognitiven Anforderungen (Wissen reproduzieren, Wissen anwenden, Urteilen und Bewerten). Die dazugehörigen Items wurden aus einem anderen Projekt übernommen (Seifert, Hilligus & Schaper, 2009). Eine detaillierte Beschreibung aller Operationalisierungen und entsprechende Skalendokumentationen finden sich bei Riese (2009).

### 3.2 Itementwicklung

Zur Kompetenzmessung der Facetten professioneller Handlungskompetenz (vgl. Abb. 1)

In der Fahrschule wird folgende „Faustregel“ gelehrt:

*Den Reaktionsweg in Metern erhält man, wenn man die Maßzahl der Geschwindigkeit in km/h mit „0,3“ multipliziert.*

Beurteilen Sie aus der fachlichen Perspektive als Physiker die Sinnhaftigkeit dieser „Faustregel“!

Abb. 2a: Beispielaufgabe Fachwissen Physik (Kinematik – Beurteilen – Schulniveau).

Wenn Eiskunstläufer während einer Pirouette ihre zuvor ausgestreckten Arme an den Körper anziehen, drehen sie sich anschließend schneller. Wie lässt sich dieses Phänomen erklären?

Abb. 2b: Beispielaufgabe Fachwissen Physik (Impuls – Verstehen – universitäres Niveau).

Das Experiment spielt im Physikunterricht eine zentrale Rolle. Nennen Sie bitte drei Ziele bzw. Funktionen des Experiments im Physikunterricht!

Abb. 3: Beispielaufgabe deklaratives fachdidaktisches Wissen Physik (Wissen über den Einsatz von Experimenten).

wurde auf der Basis der oben beschriebenen Operationalisierung ein standardisiertes Fragebogeninstrument mit einer Bearbeitungsdauer von 90 min entwickelt (je nach Wissensbereich rund 25 min, für die Erfassung der Beliefs und motivationalen Orientierungen standen 15 min zur Verfügung). Dabei wurden situations- und anforderungsbezogen sowohl offene als auch geschlossene Testitems für die Erfassung deklarativen Wissens im Bereich Fachwissen und Fachdidaktik entwickelt (Beispiele für Testaufgaben siehe Abb. 2a, 2b und 3). Zur Messung des pädagogisch-psychologischen Wissens wurde ein von Seifert, Hilligus & Schaper (2009; dort sind einige Beispielimens zu finden) entwickeltes Instrument verwendet. Um Reihenfolgeeffekte und Verzerrungen durch Ermüdung zu begrenzen, wurden verschiedene Testhefte mit unterschiedlichen Reihenfolgen verwendet.

Um darüber hinaus eine möglichst handlungsnah und situationsbezogene Erhebung des Professionswissens von Lehrkräften zu gewährleisten, die über die Abfrage

unverbundener Wissensbereiche hinausgeht, wurden spezielle Unterrichtsvignetten entwickelt. Hierbei handelt es sich um ausgewählte Szenen zu kritischen Situationen beim physikalischen Experimentieren, in denen unerwartete Probleme den geplanten Unterrichtsablauf verhindern. Dabei müssen die Probanden verschiedene Anforderungen bewältigen (etwa Analysen, Diagnosen, Vorschlag und Begründung weiterer Vorgehensweisen; vgl. Abb. 4). Solche Testformate sind nach Oser (2005) geeignet, eher prozedurales und somit handlungsorientiertes Wissen zu erfassen. Im Gegensatz zu COACTIV oder MT 21, in denen bewusst keine handlungsnahen Aspekte fachbezogenen Wissens gemessen wurden (vgl. Krauss et al., 2008; Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008), versucht diese Untersuchung, im Rahmen der Möglichkeiten eines Paper-and-Pencil-Tests zumindest Ausschnitte prozeduraler Kompetenz zu messen.

Bei der Messung der Beliefs und der motivationalen Orientierungen der angehenden Physiklehrkräfte wurden Likert-Skalen ver-



Bei der Einführung des Prinzips „Actio = Reactio“ (9. Klasse) versucht der Lehrer, dies mit Hilfe einer Anordnung aus Feder und Gewicht zu demonstrieren. Es spielt sich folgende Szene ab:

**Lehrer:** Wenn ich das Gewicht an die Feder hänge, wird sie ein bestimmtes Stück ausgelenkt. Nehme ich das Gewicht weg und ziehe stattdessen mit einem Kraftmesser, dann muss ich mit etwa 10 N ziehen, damit die Feder genauso weit ausgelenkt wird. Das ist die Kraft, mit der das Gewicht an der Feder zieht. Wie ihr seht, muss ich mit derselben Kraft am Gewicht ziehen, damit es nicht nach unten fällt. Die Kraft, mit der die Feder am Gewicht zieht, ist also genauso groß.

*Schüler signalisieren Zustimmung.*

**Lehrer:** Stellt euch jetzt einmal vor, ein Apfel hängt an einem Baum. Wo haben wir hier jetzt Actio und Reactio?

**Schüler A:** Na is doch klar, der Apfel zieht am Ast und der Ast hält den Apfel oben!

**Lehrer:** Ja richtig – schön ihr habt es verstanden! Was ist denn dann, wenn der Apfel jetzt herunterfällt? Also während des Fallens, wo ist da Actio und Reactio?

*Ein Gemurmel stellt sich ein.*

**Schüler B:** Ja gilt das denn dann überhaupt noch? Ich meine, ist doch immer nur ideal, dass das gilt?!

**Schüler A:** Klar hast du noch Actio und Reactio, nur Actio wird halt immer größer, der Apfel wird ja schließlich schneller beim Fallen!

**Schüler B:** Ich dachte die müssen gleich sein? Wo willst du überhaupt Reactio haben, der fällt doch frei und wird nicht mehr gehalten!?!

**Schüler A:** Hm. Na, Actio hast du auf jeden Fall schon mal, er bewegt sich ja. Und er wird ja auch nicht beliebig schnell, die Luftreibung bremsst ihn ja. Das ist deine Reactio!

a) Offensichtlich haben die Schülerinnen und Schüler die Ausführungen des Lehrers nicht richtig verstanden, der Übertrag auf die Situation mit dem frei fallenden Apfel funktioniert nicht. Analysieren Sie die Szene: Inwiefern ist das Vorgehen des Lehrers nicht optimal?

b) In den Aussagen der Schüler werden einige fachlich nicht korrekte Vorstellungen deutlich. Welche können Sie jeweils bei den Schülern entdecken?

Abb. 4: Unterrichtsvignette (Beurteilung, Analyse und Reflexion von Lernprozessen).

wendet, wobei es sich im Wesentlichen um Adaptionen bestehender Instrumente handelt (Bsp. siehe Kap. 4.2).

### 3.3 Voruntersuchungen und Validierungsprozesse

Zur Sicherstellung allgemeiner Testgütekriterien wurden verschiedene Voruntersuchungen durchgeführt. Zunächst wurde das

Instrument in einer Gruppe von 41 Lehramtsstudierenden unterschiedlicher Studiensemester an einem Standort für Lehrerbildung pilotiert und basierend auf statistischen Item-Analysen (Prüfen auf unlogische Werte; Analyse von Varianz, Häufigkeitsverteilung, Schwierigkeit, Trennschärfe der Items; Faktoranalysen zur Überprüfung der hypothetisch konstruierten Skalen; Reliabilitätsanalysen) um rund ein Drittel gekürzt bzw. überarbeitet. Die fachdidaktische Teile des

verbliebenen Testmaterials wurden im nächsten Schritt einer inhaltlichen Validierung unterzogen, indem acht Experten (8 Fachdidaktiker, Fachleiter und erfahrene Lehrkräfte) im Rahmen von strukturierten Interviews zur unterrichtlichen Relevanz und Repräsentativität der gewählten Unterrichtsausschnitte befragt wurden. Im Hinblick auf einen möglichst objektiven Erwartungshorizont insbesondere handlungsnaher Testteile wurden die Experten darüber hinaus auch selbst um die Bearbeitung des Materials gebeten, woraufhin der Erwartungshorizont der entsprechenden Aufgaben überarbeitet wurde. Insgesamt zeigte sich eine verhältnismäßig hohe Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Experten (vgl. Riese, 2009).

Das modifizierte Testmaterial wurde anschließend ein weiteres Mal in einer Gruppe von 56 Lehramtsstudierenden an insgesamt vier Standorten für Lehrerbildung pilotiert, wodurch sichergestellt werden konnte, dass das Instrument nicht speziell auf das Curriculum einer Universität zugeschnitten ist. Darüber hinaus erfolgte eine kriteriale Validierung der fachdidaktischen Testkomponenten durch einen separaten Testeinsatz bei 77 Studierenden, Referendaren und Fachseminarleitern, wobei erwartungsgemäß signifikant höhere Testleistungen in Gruppen mit höherer Expertise zu beobachten waren (vgl. Borowski & Riese, 2010). Daneben diente dieser Testdurchlauf der Konstruktvalidierung der fachdidaktischen Testteile, indem ein kombinierter Einsatz des Instruments mit einem weiteren fachdidaktischen Instrument (vgl. Olszewski, Neumann & Fischer, 2009) zur Ermöglichung korrelativer Vergleiche vorgenommen wurde. Dabei zeigten sich durchweg höhere konstruktinterne als konstruktübergreifende Korrelationen (vgl. Riese, 2009).

### 3.4 Hauptuntersuchung und Stichprobe

Die als Querschnittserhebung angelegte Haupterhebung erstreckte sich bundesweit

auf insgesamt 11 Hochschulstandorte aus 6 Bundesländern mit 301 Probanden (120 Haupt- und Realschulstudiengang, 176 Gymnasialstudiengang, 5 ohne Angabe). Damit liegt die Stichprobengröße zwischen denen von COACTIV ( $N=198$  Lehrkräfte, vgl. etwa Krauss et al., 2008) und MT21 ( $N=563$  Studierende, vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008), wobei die potentielle Stichprobengröße in der Physik gegenüber der Mathematik bei den Lehramtsstudierenden der Sekundarstufe vermutlich deutlich geringer ist. Das durchschnittliche Alter der teilnehmenden Lehramtsstudierenden betrug 24,4 Jahre ( $SD=4.6$ , Altersspanne: 20–49), die mittlere Abiturnote 2,33 und die durchschnittliche Fachsemesterzahl 5,19.

Wenngleich die Auswahl der Probanden nicht zufällig oder systematisch erfolgte, ist dennoch von einer gewissen Repräsentativität der Stichprobe auszugehen, da 300 Lehramtsstudierende (davon die meisten in der zweiten Studienhälfte) in der Physik bereits einen nennenswerten Anteil an der Gesamtpopulation darstellen. So haben laut Auskunft der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) in den letzten Jahren jeweils nur zwischen 200 und 400 Studierende jährlich ihre Lehramtsprüfung abgelegt (vgl. Nienhaus, 2008). Darüber hinaus erfolgte der Testeinsatz innerhalb von regulären universitären Lehrveranstaltungen, so dass eine Positivauswahl der Probanden vermieden werden konnte, wie sie höchstwahrscheinlich bei freiwilligen gesonderten Terminen zur Datenerhebung entstanden wäre.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Testgütekriterien

Der Forderung nach Validität des eingesetzten Instruments zur Kompetenzmessung (inhaltliche Validität, Konstruktvalidität und kriteriale Validität) wurde mit Hilfe verschiedener Voruntersuchungen Rechnung getragen (vgl. Kap. 3.3). Zur Überprüfung der Objektivität des Instruments bzw. der

Auswertungsmanuale wurde stichprobenartig die Beurteilerübereinstimmung mit Hilfe der Intraklassenkorrelation für alle Aufgaben des fachdidaktischen Teils einschließlich der Unterrichtsvignetten ermittelt, da es sich insbesondere bei den Unterrichtsvignetten um kritische Items hinsichtlich der Auswertungsobjektivität handelt. Bei zwei Beurteilern zeigte sich dabei eine hohe Übereinstimmung in einer Stichprobe von 26 Testheften sowohl in Bezug auf den Gesamtscore ( $ICC_{\text{ges}} = .91$ ;  $F_{25,25} = 20.94$ ;  $p < .001$ ;  $\alpha = .76$ ) als auch bei Teilskalen (vgl. Kap. 4.3) oder einzelnen Items (ICC jeweils nicht unter .9). Beim fachlichen Testteil wurde aufgrund begrenzter Ressourcen auf eine vergleichbare

Prüfung verzichtet, da vor dem Hintergrund der entsprechenden Sachlogik in der Regel kaum Interpretationsspielraum besteht, ob eine Antwort richtig oder falsch ist. Beim adaptierten allgemeinen pädagogischen Teil wurden strittige Aussagen der Probanden zwischen verschiedenen Ratern diskutiert. Die Reliabilität der Skalen wurde durch die Bestimmung von Cronbachs  $\alpha$  als Maß der internen Konsistenz der Skala ermittelt. Hier zeigt das Testinstrument bei den Skalen des Professionswissens eine gute Reliabilität: Cronbachs  $\alpha$  liegt beim Fachwissen (FW, 28 Items) bei  $\alpha = .81$ , beim fachdidaktischen Wissen (FDW, 39 Items) bei  $\alpha = .74$  und beim pädagogisch-psychologischen Wissen (PW,

Tab. 1: Übersicht der einbezogenen Likertskalen zu Beliefs und motivationalen Orientierungen (Antwortmöglichkeiten: 1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft völlig zu)

Name der Skala	Beispielitem	$\alpha$
<b>1. Wissenschaftstheoretische Beliefs zur Natur der Physik</b>		
Natur des Wissens (6 Items)	„Die Physik zeichnet sich gegenüber anderen Wissenschaften (z. B. der Rechtswissenschaft) dadurch aus, dass man ohne lange Diskussionen eindeutig entscheiden kann, ob eine Theorie richtig oder falsch ist.“ (umgepolt in Skala)	.67
Bedeutung des Experiments bei der Erkenntnisgewinnung (3 Items)	„Ohne die Ergebnisse und Daten aus geeigneten Experimenten lassen sich keine neuen physikalischen Theorien aufstellen.“ (umgepolt in Skala)	.56
<b>2. Beliefs über das Lehren und Lernen von Physik</b>		
Rezeptartiges Lernen (4 Items)	„Schülerinnen und Schüler benötigen ausführliche Anleitungen dazu, wie Experimente durchzuführen sind.“	.61
Epistemologische Vorstellungen (5 Items)	„Im Physikunterricht muss die Lehrperson den Unterricht stärker steuern als im Sprachunterricht.“ (umgepolt in Skala)	.64
Freude an neuen Dingen (4 Items)	„Ein Lehrer sollte häufig neue Dinge ausprobieren, da ihm der Unterricht dann selber deutlich mehr Freude bereitet.“	.50
Einstellungen zum Experimentieren im PU (4 Items)	„Physik kann man nur mit Hilfe von Experimenten richtig lernen und verstehen.“	.69
Schülerorientierung beim Experimentieren (6 Items)	„Schülerinnen und Schüler sollten Experimente selbst planen und durchführen.“	.60
<b>3. Wirksamkeitserwartungen</b>		
Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung (10 Items)	„Wenn sich Widerstände auftun, finde ich Mittel und Wege, mich durchzusetzen.“	.81
Selbstwirksamkeit bezogen auf das Physik-Lehren (6 Items)	„Ich werde normalerweise keine Probleme dabei haben, auf physikalischen Fragen der Schülerinnen und Schüler zu antworten. Nachfragen sind mir sehr willkommen.“	.74

Tab. 2: Korrelationen der Beliefs und Wirksamkeitserwartungen mit den drei Bereichen des Professionswissens (\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ )

Skala	Fachwissen Physik	fachdidaktisches Wissen	pädagogisch-psychologisches Wissen
<b>1. Wissenschaftstheoretische Beliefs zur Natur der Physik</b>			
Natur des Wissens	.32***	.31***	.28**
Bedeutung des Experiments bei der Erkenntnisgewinnung	.31***	.32***	.29***
<b>2. Beliefs über das Lehren und Lernen von Physik</b>			
Rezeptartiges Lernen	-.19**	-.28***	-.20**
Epistemologische Vorstellungen	.14	.23**	.27***
Freude an neuen Dingen	.07	.32**	.13
Einstellungen zum Experimentieren im PU	.05	.05	.05
Schülerorientierung beim Experimentieren	.06	.22*	.27*
<b>3. Wirksamkeitserwartungen</b>			
Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung	.06	.06	.04
Selbstwirksamkeit bezogen auf das Physik-Lehren	.35***	.13	.04

31 Items) ebenfalls bei  $\alpha = .81$  (die Werte der weiteren im Text verwendeten Teilskalen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit in den entsprechenden Kapiteln 4.3 und 4.4 aufgeführt). Die Reliabilitätswerte der durch konfirmatorische Faktoranalysen bestätigten, vierstufigen Likertskalen der Beliefs und motivationalen Orientierungen, die für diesen Beitrag ausgewählt wurden, sind zusammen mit Beispielimten in Tabelle 1 dokumentiert. Aus Platzgründen können in diesem Beitrag nur ausgewählte Skalen betrachtet werden (ausführliche Skalendokumentationen aller Skalen siehe Riese (2009)). Bis auf die recht kurzen Skalen „Bedeutung des Experiments bei der Erkenntnisgewinnung“ und „Freude an neuen Dingen“ liegt die Reliabilität dabei jeweils im akzeptablen bis guten Bereich.

#### 4.2 Zusammenhangsstruktur kognitiver und nicht-kognitiver Aspekte professioneller Handlungskompetenz

Um Hinweise zur inneren Zusammenhangsstruktur professioneller Handlungskompetenz zu erhalten, werden an dieser Stelle bereichsübergreifende Korrelationen zwischen Skalen des Professionswissens und Skalen der Beliefs und der Wirksamkeitserwartungen betrachtet.

Analog zu den Ergebnissen aus COACTIV oder MT21 (vgl. auch Kap. 2.4) gehen angemessener wissenschaftstheoretische Vorstellungen mit höherem Fachwissen einher (Tab. 2). Dies spiegelt einerseits die Tatsache wider, dass die Abgrenzung solcher Beliefs zu entsprechenden Bereichen

des Professionswissens eher unscharf ist, andererseits ist davon auszugehen, dass Studierende mit allgemein hoher kognitiver Leistungsfähigkeit und dementsprechend hohem Wissen auch angemessenere Überzeugungen besitzen. Hierfür spricht etwa, dass wissenschaftstheoretische Beliefs vergleichbar hoch mit allen Wissensbereichen korrelieren.

Bzgl. der Beliefs zum Lehren und Lernen wird erwartungsgemäß deutlich, dass angemessenere Vorstellungen mit höherem Wissen vor allem beim fachdidaktischen und allgemeinen pädagogischen Wissen einhergehen. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang die Vermutung geäußert, dass Beliefs insofern als eine Art Filter wirken, als dass nur eine Übernahme von Wissen erfolgt, das mit den vorhandenen Beliefs nicht in Konflikt steht (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008). Allerdings ist auch hier davon auszugehen, dass die allgemein hohe Leistungsfähigkeit mit einer Tendenz zu allseits anerkannten und damit von Lehrerbildnern erwünschten Ausprägungen dieser Beliefs zusammenhängt.

Einige Beobachtungen überraschen jedoch. Zunächst fällt auf, dass „Freude an neuen Dingen“ am höchsten mit fachdidaktischem Wissen korreliert. Wer generell aufgeschlossen für Neues ist, zeigt also besonders gute Leistungen im Bereich Fachdidaktik, was darauf hindeuten könnte, dass der entsprechende Teil ihrer Ausbildung von den Lehramtsstudierenden als der innovativste angesehen wird. Darüber hinaus ist bemerkenswert, dass eine positive Einstellung zum Experimentieren nicht mit dem (fachbezogenen) Professionswissen zusammenhängt, obwohl explizit auch Fachwissen zum Experimentieren erhoben wurde. Studierende aller Leistungsstärken betonen die hohe Bedeutung des Experiments im Physikunterricht. Weiterhin ist ersichtlich, dass die Skala „Rezeptartiges Lernen“ nicht nur mit den unterrichtsnahen Wissensbereichen, sondern auch mit dem Fachwissen Physik deutlich und signifikant korreliert (vgl. Tab. 2). Da die Skala erfasst, inwieweit

die Probanden im Physikunterricht Wert auf rezeptartiges, eng strukturiertes Vorgehen legen (z.B. durch Merksätze, ausführliche Anleitungen), könnte der beobachtete Zusammenhang darauf hindeuten, dass Probanden mit hohen Werten auf dieser Skala auch für ihren eigenen Kompetenzerwerb derartige Verfahren bevorzugen und dementsprechend kein tiefes konzeptuelles Verständnis der fachlichen Inhalte erlangen (negative Korrelation mit dem Gesamtscore Fachwissen). Diese Vermutung wird gestärkt durch die Tatsache, dass sich das unterste Leistungsquartil in dieser Skala deutlich vom Rest der Stichprobe abhebt. Umgekehrt könnten gewisse fachliche Defizite aber auch dazu führen, dass die Probanden beim eigenen Physiklernen auf solch engführende Methoden vertrauen bzw. diese Methoden benötigen und sie dementsprechend auch ein rezeptartiges, eng strukturiertes Vorgehen für den Physikunterricht bevorzugen. Zur Kausalrichtung des Zusammenhangs können mit den vorliegenden Daten jedoch keine Aussagen gemacht werden.

In Bezug auf die Zusammenhangsstruktur von Wirksamkeitserwartungen und Aspekten des Professionswissens zeigt sich darüber hinaus, dass nur die Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf das Physik-Lehren signifikant mit dem Fachwissen zusammenhängt, nicht aber die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung (vgl. Tab. 2). Offenbar handelt es sich eher um ein fachbezogenes Konstrukt (zumindest wenn es um den Kompetenzerwerb innerhalb der Universität geht), so dass auch fachspezifische Fördermaßnahmen in Bezug auf die Selbstwirksamkeitserwartung gegenüber allgemeinen Maßnahmen den größeren Erfolg versprechen. Die Beobachtung ist umso bemerkenswerter, als die fachbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Lehren von Physik und nicht etwa in Bezug auf die eigene Kompetenz erhoben wurde. Dementsprechend scheint Fachwissen umgekehrt auch ein bedeutendes Kriterium für ein stabiles unter-

richtsbezogenes Selbstkonzept zu sein, das wiederum mit dem Belastungserleben, dem Unterrichtsenthusiasmus und dem Durchhaltevermögen der zukünftigen Lehrkräfte einhergeht (vgl. Tschannen-Moran, Woolfolk Hoy & Hoy, 1998).

Schließlich kann mit Blick auf die im Test ebenfalls erfassten Änderungswünsche der Probanden noch beobachtet werden, dass Studierende aus dem obersten fachdidaktischen und aus dem obersten allgemein pädagogischen Leistungsquartil unabhängig vom Umfang bisher absolvierter Praktika einen geringeren Wunsch nach mehr Praxisbezug in der Fachdidaktik äußern (jeweils  $p < .05$ ). Möglicherweise sind leistungsstarke Studierende nicht so sehr auf konkrete Beispiele angewiesen und es fällt ihnen vergleichsweise leicht, den Transfer von der Theorie zur Praxis eigenständig zu leisten. Umgekehrt wird die Forderung aus studentischer Sicht nach mehr Praxisbezug im Lehramtsstudium eher ( $p < .05$ ) von Studierenden im unteren Leistungsquartil beim pädagogisch-psychologischen Wissen geäußert.

### 4.3 Kompetenzvoraussetzungen für angemessenes Handeln im Kontext von Physikunterricht

In diesem Abschnitt soll der Frage nachgegangen werden, welche Art von Wissen bzw. Kompetenz grundsätzlich notwendig ist, um im Kontext von Physikunterricht speziell auch in kritischen, unerwarteten Situationen erfolgreich handeln zu können. Dabei sollen insbesondere Indizien zur Handlungsrelevanz des fachdidaktischen Wissens gewonnen werden. So gibt es Hinweise, dass fachdidaktischem Wissen eine zentrale Rolle als Mediator im Hinblick auf andere Wissensbereiche zukommt (vgl. Krauss et al., 2008).

Zur Klärung der Handlungsrelevanz einzelner Kompetenzfacetten werden im Folgenden Strukturgleichungsmodelle betrachtet. Dabei wird untersucht, wie Fachwissen, deklaratives fachdidaktisches Wissen (die ersten drei Bereiche des fachdidaktischen Rahmenmodells, vgl. Kap. 3.1) und pädagogisches-psychologisches Wissen einerseits und Beliefs zum Lehren und Lernen anderer-

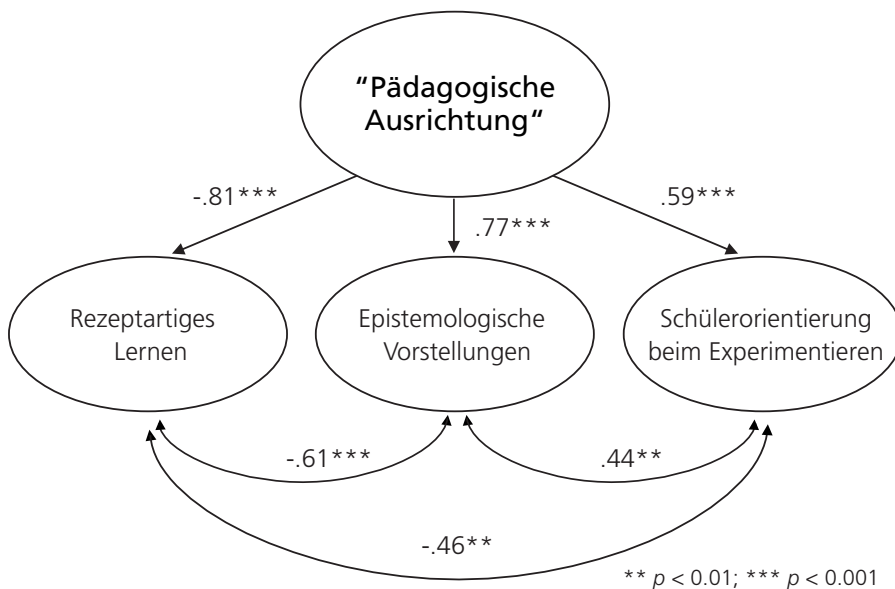


Abb. 5: „Pädagogische Ausrichtung“ als Faktor zweiter Ordnung der Beliefs zum Lehren und Lernen.

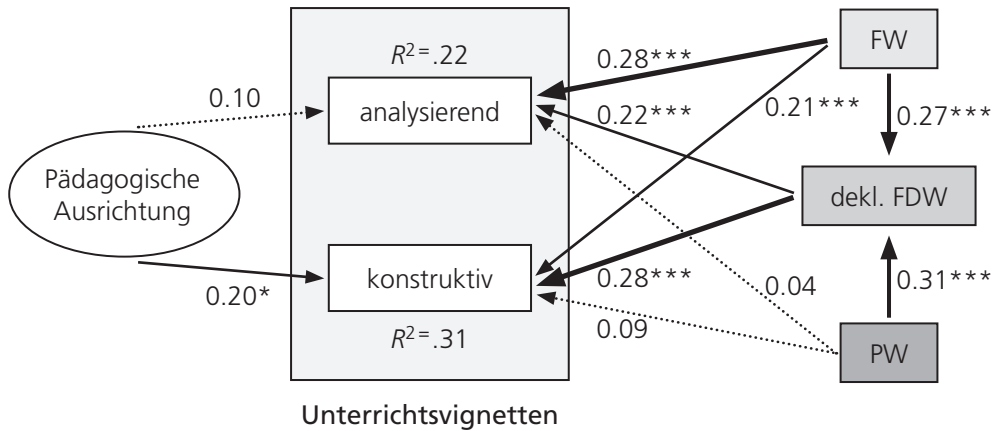


Abb. 6: Kombiniertes Mediatormodell unter Einbezug der pädagogischen Ausrichtung als Faktor zweiter Ordnung der Beliefs zum Lehren und Lernen.

seits mit dem Handeln der Lehramtsstudierenden zusammenhängen, wie es durch das Bearbeiten der Unterrichtsvidnetten (formal die letzten beiden Bereiche des fachdiaktischen Rahmenmodells) repräsentiert wird. Hier ist natürlich zu bedenken, dass diese mit Hilfe schriftlicher Testaufgaben gewonnenen Erkenntnisse zum Zusammenhang von Wissen und Handeln lediglich erste Indizien darstellen, die nur eine ansatzweise Diskussion erlauben und unbedingt in weiteren Arbeiten zu überprüfen sind.

Um die Bedeutung pädagogischer Vorstellungen im Hinblick auf das Handeln der Testpersonen mit einem nicht zu komplexen Modell zu erfassen, wurde zunächst versucht, einen Faktor zweiter Ordnung bzgl. der Beliefs zum Lehren und Lernen zu finden. Hier konnte mit Hilfe einer konfirmatorischen Faktoranalyse ein Faktor sehr gut bestätigt werden ( $\chi^2 = 88.65$ ,  $df = 73$ ,  $\chi^2/df = 1.21$ ,  $p = 0.103$ ,  $RMSEA = 0.027$ ,  $CFI = 0.966$ ), der sich auf die Skalen „Rezeptartiges Lernen“, „Epistemologische Vorstellungen“ und „Schülerorientierung beim Experimentieren“ bezieht und mit „Pädagogische Ausrichtung“ bezeichnet ist (Abb. 5). Die Existenz eines solchen Faktors deutet auf ein konsistentes Antwortverhalten der Probanden im Sinne einer „kohärenten Laientheorie“ (vgl. Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008) hin.

Davon ausgehend wurde ein erstes Strukturgleichungsmodell geschätzt, in welchem die Gesamtscores aller Wissensbereiche getrennt und direkt auf die Unterrichtsvidnetten laden. Der Wahl gerichteter Ladungen im Modell liegt dabei die Annahme zugrunde, dass die verschiedenen Bereiche des Professionswissens als Voraussetzung für erfolgreiches Handeln im Unterricht, wie durch die Vignetten repräsentiert, gesehen werden (zu einem Angebots-Nutzungs-Modell für Unterricht vgl. Lipowsky, 2006; Helmke, 2003; siehe auch Krauss et al., 2008). Dabei wurde in den Analysen zwischen analysierend-retrospektiven Teilen der Vignetten (bestehend aus 3 Items zu Analysen von Unterrichtsausschnitten und zur Diagnose von Schülerkonzeptionen,  $\alpha = .64$ ) und konstruktiv-prospektiven Teilen der Vignetten (bestehend aus 18 Items zur angemessenen Reaktion auf die gegebene Situation,  $\alpha = .75$ ) entsprechend der beobachteten und konfirmatorisch bestätigten Faktorstruktur unterschieden ( $\chi^2 = 15.78$ ,  $df = 11$ ,  $\chi^2/df = 1.435$ ,  $p = 0.149$ ,  $RMSEA = 0.038$ ). Ein solches Direktladungsmodell weist jedoch einen sehr schlechten Fit zu den Daten auf, ebenso wie ein Modell, in welchem deklaratives fachdiaktisches Wissen als Mediator für die anderen Wissensbereiche fungiert. Erst ein kombiniertes Modell (vgl. Abb. 6) weist einen

guten Fit mit den vorhandenen Daten auf ( $\chi^2=161.24$ ,  $df=139$ ,  $\chi^2/df=1.16$ ,  $p=0.095$ ,  $RMSEA=0.023$ ).

Zunächst einmal zeigt sich damit, dass (deklarativem) fachdidaktischem Wissen eine Mediatorfunktion in Bezug auf die anderen Bereiche des Professionswissens zukommt. Offenbar ist allgemeines pädagogisches Wissen ebenso wie Fachwissen als Voraussetzung für fachdidaktisches Wissen anzusehen. Andererseits lädt das Fachwissen aber auch direkt insbesondere auf die analysebezogenen Teile der Vignetten, was auf die direkte Relevanz des Fachwissens in Unterrichtsprozessen hindeutet. Dies erscheint durchaus einleuchtend, da beispielsweise zur Diagnose fachlich unzutreffender Schülerkonzeptionen unmittelbar Fachwissen benötigt wird. Überraschenderweise zeigt pädagogisch-psychologisches Wissen jedoch keine signifikanten Ladungen auf die beiden Teile der Unterrichtsvignetten. Im Hinblick auf diese Vignetten, die – wenngleich mit Einschränkungen – Handeln im Physikunterricht im Kontext von Experimentierprozessen repräsentieren sollen und diesbezüglich von den befragten Experten (vgl. Kap. 3.3) unter den Gesichtspunkten Relevanz und Repräsentativität für den Physikunterricht ausgewählt wurden, scheint allgemeines pädagogisches Wissen demnach nur ein Wissensbestand zweiter Ordnung zu sein. Hierzu muss jedoch gesagt werden, dass die Vignetten keine inhaltsunabhängigen Aspekte wie Klassenführung, Störungsprävention und Schulentwicklung thematisieren, bei denen allgemeines pädagogisches Wissen, wie in dieser Untersuchung operationalisiert (vgl. Kap. 3.1), vermutlich die dominierende Rolle einnehmen würde. Nichtsdestotrotz überrascht der Befund, so dass es zukünftig weiterer und präziserer Untersuchungen bedarf, um zu klären, welche konkrete Relevanz allgemeines pädagogisches Wissen insbesondere beim fachbezogenen Unterrichten – dem Kerngeschäft von Lehrpersonen – besitzt.

Auf der anderen Seite zeigt der eingeführte Faktor „Pädagogische Ausrichtung“ demge-

genüber eine signifikante Ladung auf die konstruktiven Teile der Vignetten (Abb. 6), in denen eine sinnvolle Handlung für den *weiteren* Verlauf eines Unterrichtsprozesses anzugeben ist. Die auf den Lernprozess bezogenen pädagogischen bzw. epistemologischen Vorstellungen scheinen also eine gewisse Handlungsrelevanz beim Unterrichten zu besitzen, was plausibel erscheint, da es zumindest beim Unterrichtshandeln bis zu einem gewissen Grad auf die subjektiven Präferenzen und Theorien der (angehenden) Lehrkräfte ankommt (Jones & Carter, 2007). Dass die pädagogischen Vorstellungen nicht signifikant auf die analysierenden Teile laden, ist ebenfalls plausibel, da für die Analyse von Unterrichtsprozessen oder für die Diagnose von Schülerarbeiten eine *gegebene* Situation oder Leistung möglichst anhand objektiver Referenzrahmen bzw. Wissensbeständen und nicht anhand subjektiver Überzeugungen zu bewerten ist. Fasst man die Ergebnisse zusammen, so deuten die Indizien darauf hin, dass eine Lehrkraft im Physikunterricht zu kompetentem Handeln (im Sinne prozeduralen Wissens, soweit die verwendeten Unterrichtsvignetten hierüber Aussagen erlauben, vgl. Kap. 2.5) imstande sein kann, sofern sie über hohes (schulbezogenes, vgl. Kap. 4.4) Fachwissen und hohes fachdidaktisches Wissen verfügt, ein rezeptartiges oder kleinschrittiges Vorgehen zumindest kritisch hinterfragt und darüber hinaus eine konstruktivistische Sichtweise vom Lehr-Lernprozess hat.

#### 4.4 Relevanz des universitären Fachwissens

Um darüber hinaus die Rolle des universitären fachlichen Wissens in Bezug auf das Bearbeiten der Unterrichtsvignetten zu untersuchen, wird gewissermaßen als Ausschnitt des oben verwendeten Modells das Verhältnis von Fachwissen, deklarativem fachdidaktischen Wissen und den Unterrichtsvignetten vertieft betrachtet (Abb. 7). Während bei MT21 oder COACTIV rein uni-



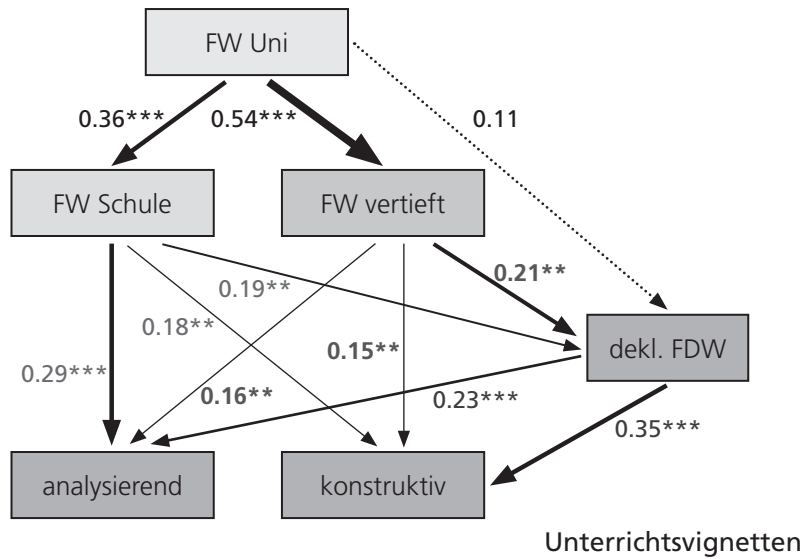


Abb. 7: Mediatormodell zur Relevanz rein universitären Wissens bzgl. der Unterrichtsvignetten.

versitäres Wissen nicht erfasst wurde, kann an dieser Stelle zwischen den drei fachlichen Niveaustufen (siehe auch Kap. 3.1) Schulwissen (4 Items,  $\alpha = .61$ ), vertieftes Wissen (14 Items,  $\alpha = .77$ ) und universitäres Wissen (10 Items,  $\alpha = .67$ ) konfirmatorisch bestätigt unterschieden werden ( $\chi^2 = 651.13$ ,  $df = 326$ ,  $\chi^2/df = 1.997$ ,  $p < 0.001$ , RMSEA = 0.058).

Dabei zeigte sich ein guter Fit eines zu Abb. 6 analogen Modells, bei welchem direkte und über deklaratives fachdidaktisches Wissen medierte Ladungen der drei fachlichen Niveaustufen in Bezug auf die Unterrichtsvignetten zugelassen werden ( $\chi^2 = 3.31$ ,  $df = 1$ ,  $\chi^2/df = 3.31$ ,  $p = 0.069$ , RMSEA = 0.088). Es zeigt sich jedoch, dass universitäres Wissen im Gegensatz zu den anderen beiden Wissensniveaus weder auf das deklarative fachdidaktische Wissen noch auf die beiden Teile der Unterrichtsvignetten signifikant lädt. Daher wurde ein weiteres Modell berechnet, in welchem direkte Ladungen des universitären Wissens auf die Vignetten ausgeschlossen werden. Hier zeigte sich sogar eine (wenngleich nicht signifikant) bessere Passung der angenommenen Struktur

zum vorliegenden Datenmaterial ( $\chi^2 = 5.81$ ,  $df = 3$ ,  $\chi^2/df = 1.94$ ,  $p = 0.121$ , RMSEA = 0.056), wobei wiederum keine signifikante Ladung des universitären Wissens auf das deklarative Wissen zu beobachten ist (vgl. Abb. 7). Unabhängig von der Wahl des Modells sind allerdings jeweils hoch signifikante Ladungen auf die unteren Wissensniveaus zu beobachten, so dass universitäres Fachwissen eher die Stellung eines Wissensbereichs zweiter Ordnung in Bezug auf das Bearbeiten der Unterrichtsvignetten, die bis zu einem gewissen Grad Handeln im Kontext von Physikunterricht repräsentieren, einzunehmen scheint.

Nimmt man die Bearbeitung der Unterrichtsvignetten als Gradmesser, besitzt rein universitäres Wissen demnach nur eine geringe unmittelbare Relevanz für den Unterrichtsprozess, vielmehr stärkt bzw. untermauert es vor allem das vertiefte Wissen (also vernetztes schulbezogenes Wissen vom höheren Standpunkt aus). Inwieweit allerdings schulbezogenes Wissen konkret aus universitärem Wissen erwachsen kann, ist mit den vorliegenden Daten nicht zu

beantworten. Ebenso kann aus den Daten nicht geschlossen werden, dass Wissen auf rein universitärem Niveau irrelevant für den späteren Lehrberuf ist, allerdings stärkt der Befund den Stellenwert von Fachwissen auf niedrigeren Niveaus. Wissen auf Schulniveau und vertieftes, vernetztes, schulnahes Wissen scheint unmittelbar bedeutender für das Agieren im Unterricht zu sein, so dass dieser Bereich im Lehramtsstudium nicht vernachlässigt werden darf.

## 5 Zusammenfassung und Diskussion

Die durchgeführten Analysen zur Zusammenhangsstruktur professioneller Handlungskompetenz von Lehramtsstudierenden der Physik konnten zeigen, dass angemessene wissenschaftstheoretische Vorstellungen durchweg mit hohem Professionswissen in allen Bereichen zusammenhängen. Ebenso geht hohes fachdidaktisches und pädagogisch-psychologisches Wissen mit angemessenen bzw. „erwünschten“ Vorstellungen zum Lehren und Lernen einher. Zum einen kann diese Beobachtung damit begründet werden, dass es sich jeweils um wissensnahe Bereiche handelt, da auch Zusammenhänge mit nicht unmittelbar angrenzenden Wissensbereichen erkennbar sind. Zum anderen wird in der Literatur die Vermutung geäußert, dass Beliefs den Wissenserwerb selbst beeinflussen und entsprechende Konstellationen einem hohen Professionswissen dienlich sein könnten. Dies würde die Notwendigkeit einer expliziten Förderung angemessener Beliefs im Lehramtsstudium unterstreichen.

So ist zu überlegen, ob die Ausprägung bestimmter Beliefs und auch die Entwicklung fach- und unterrichtsbezogener Selbstwirksamkeitserwartungen nicht stärker als bisher gezielt im Lehramtsstudium thematisiert werden sollten. Analog zur Schülerebene kann vermutet werden, dass sich eine Förderung des Selbstkonzepts positiv auf den eigenen Lernprozess auswirkt. Umgekehrt scheint hohes Fachwissen aber auch

unabdingbar für das unterrichtliche Selbstkonzept zu sein. Auch sollte einer starken Vorliebe für eng strukturiertes, rezeptartiges Vorgehen entgegengewirkt werden, da sich derartige Vorlieben bzw. persönliche Strategien des Lernens möglicherweise auf den Unterricht übertragen und zudem der eigenen Kompetenzentwicklung abträglich sind. Die Ursache bzw. Kausalrichtung des Zusammenhangs der Beliefs und Wirksamkeitserwartungen mit entsprechenden Wissensbeständen ist mit den vorliegenden Daten jedoch nicht abschließend zu klären. Hier sind weiterführende Untersuchungen erforderlich. Gleiches gilt für die Frage, in welcher Form diese Konstrukte im Lehramtsstudium überhaupt beeinflusst oder im Sinne „angemessenerer“ Ausprägungen gefördert werden können. Eine Typenbildung im Hinblick auf entsprechende Kompetenzfacetten könnte möglicherweise der Entwicklung angepasster Förderprogramme dienlich sein.

In Bezug auf den Zusammenhang von Wissen und Handeln, untersucht durch das Bearbeiten von Unterrichtsvignetten, deuten die Daten darauf hin, dass Fachwissen ebenso wie fachdidaktisches Wissen direkt relevant für das Handeln im Unterricht zu sein scheint, wobei vernetztem (Schul-) Wissen auf einem vertieften Niveau gegenüber rein universitärem Fachwissen offenbar die größere Bedeutung beizumessen ist. Sollten sich entsprechende positive Auswirkungen auch in Bezug auf das schülerbezogene Unterrichtshandeln bzw. Schulerfolg zeigen, würde dies dafür sprechen, dem schulbezogenen Fachwissen in der universitären Lehramtsausbildung mehr Raum zu geben. Dabei dürften die Vernetzung vorhandener Wissensbestände und das Kennenlernen verschiedener fachlicher Zugänge zu einem Themengebiet von zentraler Bedeutung für fachbezogene Unterrichtsprozesse sein. Möglicherweise lässt sich fehlendes schulrelevantes Fachwissen im Hinblick auf das Handeln im Unterricht nicht ohne weiteres durch rein universitäres Wissen kompensieren, wobei außer Frage steht, dass Lehramts-

studierende natürlich auch einen Einblick in forschungsnahe Wissensbestände bekommen sollten.

Auf der anderen Seite zeigt sich pädagogisch-psychologisches Wissen als weniger bedeutsam für das fachbezogene Agieren im Kontext von Physikunterricht, wohingegen den Beliefs zum Lehren und Lernen wie auch der Ablehnung eines rezeptartigen, eng strukturierten Vorgehens und insbesondere epistemologischen Vorstellungen sehr wohl eine signifikante Rolle zukommt. Ob in vergleichbaren Situationen pädagogischen Vorstellungen generell eine höhere Bedeutung als pädagogischem Wissen beizumessen ist, kann im Zusammenhang mit dieser Untersuchung nicht geklärt werden, zumal die verwendeten Unterrichtsvignetten nur einen sehr kleinen Teil dessen repräsentieren können, was Lehrkräfte im Unterricht zu leisten haben. Sollte sich jedoch diese Tendenz in den Ergebnissen von Folgeuntersuchungen bestätigen, müsste ernsthaft geprüft werden, ob unterrichtsbezogene Teile der allgemeinen pädagogischen Ausbildung nicht in die fachbezogene Ausbildung verlagert werden. Darüber hinaus deuten die Daten darauf hin, dass (deklaratives) fachdidaktisches Wissen eine Mediatorfunktion im Hinblick auf Fachwissen wie auch im Hinblick auf pädagogisch-psychologisches Wissen einnimmt, so dass beide Wissensbereiche bis zu einem gewissen Grad als Voraussetzungen für hohes fachdidaktisches Wissen betrachtet werden könnten. Sollten sich diese Indizien erhärten lassen, könnte es beispielsweise sinnvoll sein, einen gewissen fachlichen Grundstock zu besitzen, bevor mit der fachdidaktischen Ausbildung begonnen wird.

Bei allen oben genannten Strukturaussagen ist natürlich zu berücksichtigen, dass derartige Erkenntnisse immer von der Art der vorgenommenen Operationalisierung der untersuchten Kompetenzbereiche abhängen. Dies gilt in besonderem Maße für den nur in Ansätzen mit Hilfe schriftlicher Testaufgaben untersuchten Zusammenhang von Wissen und Handeln, da bislang nicht einmal klar ist, inwieweit handlungsleiten-

des Wissen überhaupt expliziert und mittels schriftlicher Aufgaben erfasst werden kann (vgl. Kap. 2.5). Die Aussagen zur Relevanz einzelner Kompetenzbereiche haben daher im Hinblick auf realen Physikunterricht nur einen hypothetischen Charakter und sind unbedingt in echten Längsschnitt- und Mehrebenenanalysen zu überprüfen.

Allerdings stellen solche Aussagen auch nicht das primäre Ziel der hier vorgelegten Untersuchung dar. Beabsichtigt ist vielmehr die Messung und Verortung derjenigen Kompetenzaspekte, die innerhalb des Lehramtsstudiums zu erwerben sind. Diese Aufgabe erfüllt die Untersuchung zumindest in Teilen, da die vorliegenden Daten erste empirische Hinweise zur Klärung der angesprochenen Fragen nach der Zusammenhgangsstruktur professioneller Handlungskompetenzen liefern, die bislang in der Lehrerbildungsforschung vernachlässigt wurden, die aber zur zielgerichteten Verbesserung der Lehrerbildung unabdingbar sind.

## Literatur

- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In Abell, S. K. & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ball, D. L. & Bass, H. (2000). Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: Knowing and using mathematics. In Boaler, J. (Ed.), *Multiple Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematics* (pp. 83–104). Westport.
- Baumert, J. (2007). Beitrag zur Podiumsdiskussion "Neue Wege in der Lehrerbildung – staatliche und universitäre Verantwortlichkeiten". In Lemmermöhle, D., Rothgangel, M., Bögeholz, S., Hasselhorn, M. & Watermann, R. (Hrsg.), *Professionell Lehren – Erfolgreich Lernen* (S. 23–50). Münster: Waxmann Verlag.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Blömeke, S. (2004). Empirische Befunde zur Wirksamkeit der Lehrerbildung. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 59–91). Bad Heilbrunn/ Braunschweig: Klinkhardt/ Westermann.

- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2008). *Professionelle Kompetenz angegebender Lehrerinnen und Lehrer – Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und –referendare – Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann Verlag.
- Borowski, A., Neuhaus, B. J., Tepner, O., Wirth, J., Fischer, H. E., Leutner, D. et al. (eingereicht). ProwiN: Das Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.
- Borowski, A. & Riese, J. (2010). Physikalisch-fachdidaktisches Wissen – Was kommt in der Praxis an? *Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule*, 59(5), 5–8.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Lehrerwissens*. Göttingen: Hans Huber.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Bd.3: Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 177–212). Göttingen: Hogrefe.
- Brophy, J. (1991). *Teacher's Knowledge of Subject Matter as it Relates to their Teaching Practice*. Greenwich, Cn: JAI Press.
- Cochran-Smith, M. & Zeichner, K. (Eds.) (2005). *Studying Teacher Education. The Report of the AERA Panel on Research and Teacher Education*. Mahwah: Erlbaum.
- DPG (Hrsg.) (2006). Deutsche Physikalische Gesellschaft: *Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik*. Bad Honnef.
- Enochs, L., & Riggs, I. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, 90, 694–706.
- Fischler, H. (2008). Physikdidaktisches Wissen und Handlungskompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 27–49.
- Friege, G. & Lind, G. (2004). Leistungsmessung im Leistungskurs. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht – MNU*, 57(5), 259–265.
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1998). Chancengleichheit für Mädchen im Physikunterricht – Ergebnisse eines erweiterten BLK Modellversuchs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), 51–67.
- Jones, M. G., & Carter, G. (2007). Science teacher attitudes and beliefs. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1067–1104). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – Ein theoretischer Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Klieme, E., Maag-Merki, K. & Hartig, J. (2007). Kompetenzbegriff und Bedeutung von Kompetenzen im Bildungswesen. In J. Hartig & E. Klieme (Hrsg.), *Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik* (S. 5–15). Berlin: BMBF.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. et al. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematikdidaktik*, 29(3/4), 223–258.
- Larcher, S. & Oelkers, J. (2004). Deutsche Lehrerbildung im internationalen Vergleich. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 128–150). Klinkhardt, Bad Heilbrunn 2004, 129.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an – Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In Allemann-Ghionda, C. (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern*. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik (S. 47–70). Weinheim: Beltz.
- Nienhaus, G. U. (2008). Stark ansteigende Absolutenzahlen. Verfügbar unter: [www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium\\_2008.pdf](http://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2008.pdf) [13.03.2009].
- Neuweg, G. H. (2002). Lehrerhandeln und Lehrerbildung im Lichte des Konzepts des impliziten Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 48(1), 10–29.
- Oberauer, K. (1993). Prozedurales und deklaratives Wissen und das Paradigma der Informationsverarbeitung. *Sprache & Kognition*, 12, 30–43.
- Olszewski, J., Neumann, K. & Fischer, H. E. (2009). Zusammenhang von fachdidaktischem Wissen und kognitiver Aktivierung im Physikunterricht. In D. Höttecke (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung*, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Schwäbisch Gmünd 2008 (S. 369–371), Münster: Lit.
- Oser, F. & Renold, U. (2005). Kompetenzen von Lehrpersonen – über das Auffinden von Standards und ihre Messung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(4), 119–140.

- 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.
- Putnam, R. T. & Borko, H. (1997). Teacher learning: Implications of new views of cognition. In B. J. Biddle, T. L. Good, & I. F. Goodson (Eds.), *International handbook of teachers and teaching*, 2 (pp. 1223–1296). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Reinhold, P. (2004). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung in der Lehrerbildung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, S. 117–145.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2009). Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge, *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2(1), 104–125.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Dissertation. Berlin: Logos Verlag.
- Schaper, N. (2009). Aufgabenfelder und Perspektiven bei der Kompetenzmodellierung und –messung in der Lehrerbildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2 (1), 166–199.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 45–66.
- Schmitz, G. S. & Schwarzer, R. (2002). Individuelle und kollektive Selbstwirksamkeitserwartung von Lehrern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 44. Beiheft: Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen, 192–214.
- Seifert, A., Hilligus, A. & Schaper, N. (2009). Entwicklung und psychometrische Überprüfung eines Messinstruments zur Erfassung pädagogischer Kompetenzen in der universitären Lehrerbildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2 (1), 82–103.
- Shulman, L. (1986). Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Terhart, E. (2007). Erfassung und Beurteilung der beruflichen Kompetenzen von Lehrkräften. In M. Lüders & J. Wissinger (Hrsg.): *Forschung zur Lehrerbildung. Kompetenzentwicklung und Programmevaluation* (S. 37–62). Münster: Waxmann.
- Tesch, M. (2005). *Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Berlin: Logos.
- Tschannen-Moran, M., Woolfolk Hoy, A. W. & Hoy, W. K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. *Review of Educational Research*, 68, 202–248.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of Competence: A Conceptual Clarification. In D.S. Rychen & L.H. Salganik (Hrsg.), *Defining and Selecting Key Competencies* (pp. 45–66). Göttingen: Hogrefe.

## Kontakt

Dr. Josef Riese  
 Universität Paderborn  
 Department Physik  
 Warburger Str. 100  
 33098 Paderborn  
[josef.riese@upb.de](mailto:josef.riese@upb.de)

## Autoreninformation

Dr. Josef Riese ist zurzeit wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der Universität Paderborn mit den Forschungsschwerpunkten Kompetenzmodellierung, Testentwicklung sowie Struktur und Entwicklung professioneller Handlungskompetenz von Physiklehrkräften.

Prof. Dr. Peter Reinhold ist Professor für Didaktik der Physik an der Universität Paderborn. Seine Forschungsschwerpunkte sind Lehrerbildungsforschung, Physik Lehrern und Lernen mit digitalen Medien, kontextorientierter und Interesse fördernder Physikunterricht und kooperatives Lernen.

