

## Fachspezifische Lehrerkompetenzen (FALKO) – Teilprojekt Physik

Anja Schödl\*, Anja Göhring\*

\*Universität Regensburg, Fakultät für Physik, Naturwissenschaft und Technik (NWT), D-93040 Regensburg,  
anja.schoedl@physik.uni-regensburg.de, anja.goehring@physik.uni-regensburg.de

### Kurzfassung

Bei der interdisziplinären Forschungsgruppe FALKO handelt es sich um einen Zusammenschluss verschiedener Didaktiken der Universität Regensburg. Ziel von FALKO ist die Entwicklung reliabler und valider Testinstrumente zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften der Sekundarstufe I für unterschiedliche Fächer. Der Wissenstaxonomie Shulmans [1] folgend, werden im Gesamtprojekt drei Kernbereiche des Professionswissens fokussiert: Das Fachdidaktische Wissen (PCK), das Fachwissen (CK) und das Pädagogische Wissen (PK). Des Weiteren lehnt sich das gemeinsame Rahmenkonzept an die COACTIV-Studie (vgl. [2], [3]) an. Demzufolge werden als Subfacetten des PCK das „Erklären und Repräsentieren von Sachverhalten“ sowie das „Erkennen typischer Schülerfehler und Lernschwierigkeiten“ konzeptualisiert. Während bei COACTIV als dritte Subfacette das „Erkennen des multiplen Lösungspotenzials von Aufgaben“ operationalisiert wurde, beinhaltet das Testinstrument des Teilprojekts FALKO-Physik als dritte Subfacette das „Wissen über Messen und Experimentieren“. Der CK-Test in Physik umfasst Aufgaben sowohl zum Schulwissen als auch zum vertieften Hintergrundwissen zur Schulphysik der Sekundarstufe I. Im Beitrag werden die theoretische Rahmenkonzeption, die Vorgehensweise bei der Testkonstruktion sowie Ergebnisse aus der Pilotierungsphase dargestellt.

### 1. Motivation

In den vergangenen Jahren wurde immer wieder die Frage nach den Bedingungsfaktoren für „erfolgreichen“ Unterricht laut. Bisherige Studien ergaben, dass ein zentraler Bedingungsfaktor dafür ein „guter“ Lehrer ist (vgl. [3]). Unzureichend geklärt ist aber bisher, auf welche Kernkompetenzen ein Lehrer bei der Ausübung seines Berufes zurückgreift. Innerhalb der nationalen und internationalen fachdidaktischen Forschung wird daher seit einigen Jahren versucht, Lehrerkompetenzen theoretisch zu begründen und empirisch mit Hilfe unterschiedlicher Tests abzubilden. Die Projektgruppe FALKO (Fachspezifische Lehrerkompetenzen), entwickelt Tests zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften der Sekundarstufe I für verschiedene Fächer. Dem Forschungsprojekt liegt ein gemeinsames Rahmenkonzept zugrunde, das sich an der COACTIV-Studie (vgl. [2], [3]) anlehnt. Es werden von den Didaktiken der Fächer Deutsch, Englisch, Latein, Musik, evangelische Religionslehre und NWT (Schwerpunkt Physik) jeweils Tests zum Fachdidaktischen Wissen (PCK) und zum Fachwissen (CK) konstruiert. Diese werden, der Taxonomie Shulmans [1] folgend, durch einen Test zum Pädagogischen Wissen (PK) ergänzt, der für Lehrkräfte aller Fachrichtungen einsetzbar ist.

### 2. Theoretischer Hintergrund

#### 2.1 Historisches

Historisch gesehen lässt sich der Begriff des Professionswissens aus der Entwicklung unterschiedlicher Forschungsparadigmen ableiten. Ab dem Beginn des 20. Jahrhunderts etablierte sich der Begriff des Per-

sönlichkeitsparadigmas. In den 20er-Jahren wurden hierzu auch empirische Studien durchgeführt [4]. Demnach verweisen „[B]erufszufriedene und erfolgreiche Lehrer [...] auf ihre Lehrerpersönlichkeit.“ [5, S. 42]. „[D]er Lehrer wirke mehr durch das, was er sei, als durch das, was er wisse“ [6, S. 17]. Somit wird der Persönlichkeit der Lehrkraft die entscheidende Rolle bei der Erfüllung der Unterrichts- und Erziehungsaufgaben zugeschrieben [7].

Ab den 60er-Jahren vollzieht sich unter dem Einfluss des Behaviorismus der Übergang zum Prozess-Produkt-Paradigma. Nicht mehr die Persönlichkeit der Lehrkraft steht nun im Vordergrund, sondern das konkrete Lehrerhandeln im Unterrichtsverlauf sowie dessen Effekte auf die Schülerschaft [8]. Die Wirksamkeit einer Lehrmethode wird als unabhängig von der Lehrperson, dem Lernenden sowie dem jeweiligen situationalen Kontext gesehen.

Seit dem Beginn der 90er Jahre gelten die Aussagen, die das Experten-Novizen-Paradigma postuliert, als zentrale Faktoren für erfolgreichen Unterricht. Ähnlich zum Persönlichkeitsparadigma rückt hier die Lehrkraft in den Vordergrund. Allerdings sind „nicht mehr vage definierte Charakterzüge, sondern [...] das Wissen und Können für die Gestaltung von Lerngelegenheiten“ [9, S. 186] grundlegend. Lernwirksames Unterrichten ist demnach weniger auf Charaktereigenschaften bzw. individuelle Talente, sondern auf erlernbares Wissen und Können zurückzuführen [10]. Dem Professionswissen einer Lehrkraft wird somit eine entscheidende Rolle für effektives Handeln im Unterricht und, daraus resultierend, den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern zugeschrieben (vgl. [11], [9], [12]), so dass der Erforschung dieses Wissens, auch bedingt durch zahl-

reiche internationale Schülerleistungsvergleichsstudien wie der TIMS- oder der PISA-Studie national und international großes Interesse entgegengebracht wird.

## 2.2 Konzeptualisierung des Professionswissens

Bisher schwierig gestaltete sich eine umfassende und v. a. einheitliche Konzeptualisierung des Professionswissens in nationalen und internationalen Forscherkreisen, wengleich vorliegende Studien bereits Hinweise auf seine Struktur liefern (vgl. [13], [14], [15], [16]). Von zentraler Bedeutung zeigte sich das fachspezifische Professionswissen, welches durch das jeweilige Schulfach den Handlungsrahmen einer Lehrkraft vorzugeben scheint (vgl. [17], [18], [19]). Dieses fachspezifische Professionswissen lässt sich weiter in die Dimensionen Pädagogisches Wissen, Fachwissen und Fachdidaktisches Wissen unterteilen.

Bei der Konstruktion des Testinstruments zum fachspezifischen Professionswissen im Teilprojekt FALCO-Physik erfolgt hinsichtlich der Erfassung des Fachwissens eine Orientierung am Niveau des „Schulwissens“ und des „vertieften Hintergrundwissens zu Themengebieten des Fachlehrplans der Sekundarstufe I“, wie es sich u. a. auch bei Fachwissenstests anderer Forschergruppen wiederfinden lässt, z. B. bei der MT21-, der TEDS-M-, der COACTIV-Studie und dem Forschungsverbund ProfiLe-P.

Das fachdidaktische Wissen betreffend erfolgt bei FALCO-Physik – in Anlehnung an die COACTIV-Studie – eine Unterscheidung in die Subfacetten „Wissen über Instruktion“ (Erklären und Repräsentieren von Sachverhalten) und „Wissen über Schülerkognition“ (Kennen typischer Schülerfehler und Lernschwierigkeiten). Anstelle des „Wissens über das multiple Lösungspotential von Aufgaben“ wird als weitere Teildimension des Fachdidaktischen Wissens das „Wissen über Messen und Experimentieren“ abgebildet. Dies liegt darin begründet, dass zwar im Physikunterricht – ähnlich wie im Mathematikunterricht – Aufgaben eine große Rolle im Lernprozess der Schüler spielen, zahlreiche Studien dem Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht aber gleichfalls eine herausragende Bedeutung zuweisen. Denn mit Hilfe von Experimenten lassen sich bei den Lernenden einerseits kognitive Konflikte auslösen und zum Nachdenken über bestimmte Sachverhalte motivieren. Auf diese Weise lassen sich zum Beispiel Fehlkonzepte in wissenschaftlich wünschenswerte Konzepte überführen [20]. Andererseits lässt sich im Unterricht mit Hilfe von Experimenten – je nach Auswahl, der Vor- und Nachbereitung sowie der Aufteilung der einzelnen Arbeitsschritte – einen großen Einfluss auf den Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler nehmen [21]. Weiterhin findet sich die herausragende Bedeutung von Experimenten und Modellen im naturwissenschaftlichen Unterricht explizit in den Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulab-

schluss [22] und damit in den Lehrplänen der Bundesländer für die einzelnen Schularten wieder.

Die einzelnen Aufgaben des Tests zum Fachdidaktischen Wissen sind so konzipiert, dass Sie sowohl das deklarative und prozedurale Wissen als auch das konditionale Wissen [23] berücksichtigen, indem viele der Testaufgaben so formuliert sind, dass sie für das Fach Physik typische Unterrichtssituationen beschreiben. Die Antworten können bei den meisten Aufgaben offen formuliert werden.

Weiterhin ist bei der Testkonstruktion die Konzeptualisierung des PCK berücksichtigt, auf welche im Jahre 2012 eine Verständigung auf internationaler Ebene stattfand:

“Knowledge of, reasoning behind, and planning for teaching a particular topic in a particular way for a particular purpose to particular students for enhanced student outcomes (reflection on action, explicit).”

The act of teaching a particular topic in a particular way for a particular purpose to particular students for enhanced student outcomes (reflection in action, tacit or explicit).” [24]

Abb. 1 zeigt ein Itembeispiel aus dem Aufgabenteil zum Fachdidaktischen Wissen, welches der Subfacette „Schülerkognition“ zugeordnet ist.

In einer Unterrichtsstunde Ihres zu betreuenden Studenten zum Thema „Stromstärke in elektrischen Schaltungen“ wird gerade die rechts angeführte elektrische Schaltung aus drei baugleichen Lämpchen erarbeitet. Die Gesamtstromstärke  $I_{\text{ges}}$  beträgt 1,8 A. Eine Schülerin vermutet die in der Schaltskizze angegebenen Teilstromstärken  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$ . Welche Schülervorstellung könnte hinter der Vermutung der Schülerin stecken?

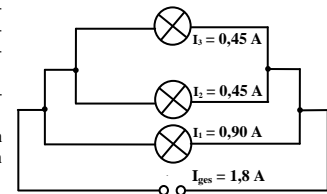


Abb. 1: Aufgabenbeispiel PCK, Subfacette „Schülerkognition“.

## 3. Forschungsfragen

Mit dem Testinstrument FALCO-Physik soll das fachspezifische Professionswissen von Lehrkräften erfasst und unter anderem die folgenden Forschungsfragen beantwortet werden:

- Lässt sich das fachspezifische Professionswissen (PCK, CK) von Physiklehrkräften reliabel und valide messen?
- Wie hängen PCK und CK im Fach Physik zusammen?
- Wie unterscheiden sich Physiklehrkräfte an Haupt-/Mittelschulen und Realschulen in Bezug auf die beiden Wissensdimensionen?
- Wie unterscheiden sich Lehrkräfte an Haupt-/Mittelschulen, die Physik als Hauptfach studiert haben, von denen die Physik als Nebenfach studiert haben oder ohne ein Physikstudium unterrichten, hinsichtlich der beiden Wissensbereiche?

## 4. Empirische Studie

### 4.1 Methode

Eine erste Fassung des Testhefts zur Elektrizitätslehre wurde im Januar 2014 mit sechs Fachdidaktikern verschiedener Universitäten sowie sechs erfahrenen Seminarlehrkräften (Realschule) und zwei PCB-Multiplikatoren (Multiplikatoren für den naturwissenschaftlichen Fächerverbund an Haupt-/Mittelschulen) prä-pilotiert (Abb. 2). Die Probanden wurden während der Testheftbearbeitung teilweise videografiert und zum sog. Lauten Denken aufgefordert.

Testphase	Item-Anzahl	Themengebiete
Prä-Pilotierung 1	PCK: 17, CK: 36	Elektrizitätslehre
Pilotierung 1	PCK: 14, CK: 19	Elektrizitätslehre
Prä-Pilotierung 2	PCK: 13, CK: 19	Mechanik, Optik, Wärmelehre
Pilotierung 2	PCK: 13, CK: 19	Mechanik, Optik, Wärmelehre

Abb. 2: Überblick über die Pilotierungsphasen.

Durch die Prä-Pilotierung konnten Items modifiziert und reduziert sowie Einschätzungen zur Augenscheinvalidität gewonnen werden (Abb. 3).

Bitte kreuzen Sie an! Diese Aufgabe/Diese Inhalte	Trifft nicht zu	Trifft kaum zu	Trifft eher zu	Trifft genau zu
... ist/sind eindeutig gestellt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... beinhaltet berufsrelevantes Wissen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... sollten im Lehramtsstudium/ Referendariat berücksichtigt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 3: Tabelle zur Erhebung der Augenscheinvalidität.

Das modifizierte Testheft wurde von Februar bis Mai 2014 an einer gemischten Stichprobe (N = 75) pilotiert (Abb. 2, 4). Das Lebensalter der Probanden lag zwischen 22 und 74 Jahren, die Spannweite der Berufserfahrung reichte von 0 bis 37 Jahren. Parallel zur Datenerhebung wurde ein Kodiermanual erstellt sowie Rater zur Auswertung der Testhefte geschult.

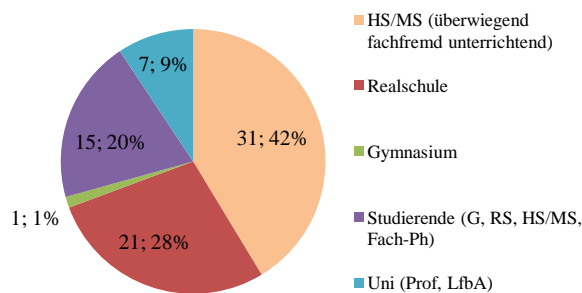


Abb. 4: Stichprobenstruktur Pilotierung 1 (N = 75).

In einer zweiten analogen Pilotierungsphase (Dezember 2014 bis Februar 2015) wurde eine zweite Testfassung zu den Themengebieten Mechanik,

Optik und Wärmelehre acht Fachdidaktikern verschiedener Universitäten, zwei erfahrenen Realschullehrkräften und zwei PCB-Multiplikatoren sowie einer gemischten Stichprobe (N = 53) vorgelegt (Abb. 5).

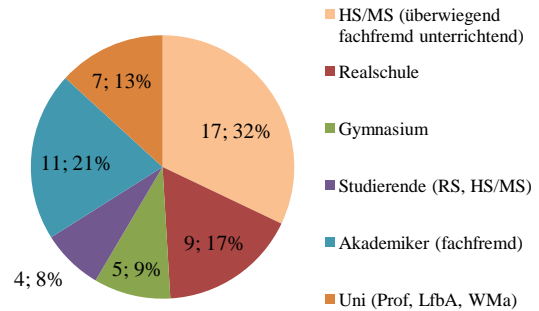


Abb. 5: Stichprobenstruktur Pilotierung 1 (N = 53).

### 4.2 Ergebnisse

#### 4.2.1 Pilotierung 1 (Elektrizitätslehre)

Die Augenscheinvalidität betreffend (vierstufige Skala, 1 = trifft nicht zu, 4 = trifft genau zu), ergeben sich für die einzelnen Items hinsichtlich der Eindeutigkeit der Aufgaben Mittelwerte von 3,02 bis 3,96 (Subskalen PCK:  $3,56 \leq M \leq 3,66$ ; CK:  $M = 3,67$ ), hinsichtlich der Berufsrelevanz des Wissen Mittelwerte zwischen 2,63 und 3,83 (Subskalen PCK:  $3,40 \leq M \leq 3,53$ ; CK:  $M = 3,26$ ) und hinsichtlich der Berücksichtigung der Inhalte im Lehramtsstudium/Referendariat Mittelwerte von 2,79 bis 3,75 (Subskalen PCK:  $3,37 \leq M \leq 3,53$ ; CK:  $M = 3,31$ ).

Die mittlere Testleistung aller Probanden bezogen auf alle Items zeigt einen Wert von 39 % ( $SD = 16,74$ ) (PCK: 37 %,  $SD = 14,32$ ; CK: 42 %,  $SD = 20,86$ ). Betrachtet man die Personengruppen im Einzelnen, so liegt für die Realschullehrkräfte der Mittelwert über alle Items bei 55 % ( $SD = 11,38$ ) (PCK: 47 %,  $SD = 8,53$ ; CK: 62 %,  $SD = 13,70$ ) und für die Haupt-/Mittelschullehrkräfte bei 29 % ( $SD = 11,51$ ) (PCK: 29 %,  $SD = 11,51$ ; CK: 28 %,  $SD = 15,20$ ). Die Korrelation (Pearsons r) zwischen den PCK- und den CK-Items (gesamte Stichprobe) beträgt .55 (zwei-seitig,  $p < .001$ ,  $N = 56$ ) (Abb. 6).

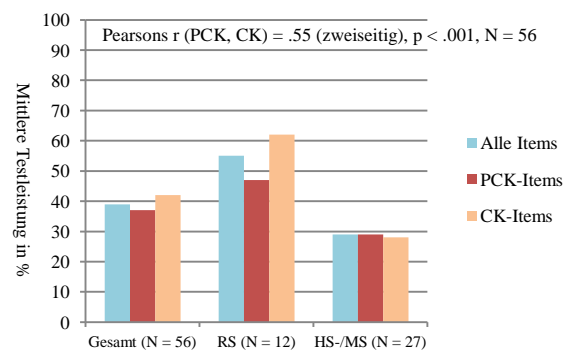


Abb. 6: Mittlere Testleistung Pilotierung 1 (N = 56).

Die Skalenreliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) liegen bei .66 (PCK) und .84 (CK). Die Interraterreliabilitäten (Spearman's  $\rho$ ) bzgl. der PCK-Items haben Werte von .71 - .96 (Instruktion: .72 - .91, Schülerkognition: .71 - .86, Messen und Experimentieren: .86 - .96), die der CK-Items lagen zwischen .78 und 1.0.

#### 4.2.2 Pilotierung 2 (Mechanik, Optik, Wärmelehre)

Im Rahmen der Pilotierung 2 ergibt sich für die Augenscheinvalidität ein ähnliches Ergebnis wie bei der ersten Pilotierung. Die Mittelwerte aller Items liegen hinsichtlich der Eindeutigkeit der gestellten Aufgaben zwischen 3,11 und 3,60 (Subskalen PCK:  $3,41 \leq M \leq 3,84$ ; CK:  $M = 3,70$ ), hinsichtlich der Berufsrelevanz des Wissen von 3,14 bis 3,75 (Subskalen PCK:  $3,34 \leq M \leq 3,76$ ; CK:  $M = 3,46$ ) und hinsichtlich der Berücksichtigung im Lehramtsstudium/Referendariat zwischen 3,29 und 3,90 (Subskalen PCK:  $3,39 \leq M \leq 3,75$ ; CK:  $M = 3,51$ ).

Die mittlere Testleistung aller Probanden bezogen auf alle Items zeigt einen Wert von 48 % ( $SD = 17,57$ ) (PCK: 39 %,  $SD = 18,07$ ; CK: 57 %,  $SD = 20,87$ ). Betrachtet man erneut die Personengruppen im Einzelnen, so liegt für die Realschullehrkräfte der Mittelwert über alle Items bei 53 % ( $SD = 16,47$ ) (PCK: 42 %,  $SD = 17,99$ ; CK: 64 %,  $SD = 18,18$ ) und für die Haupt-/Mittelschullehrkräfte bei 40 % ( $SD = 12,85$ ) (PCK: 33 %,  $SD = 17,68$ ; CK: 47 %,  $SD = 17,14$ ). Die Korrelation zwischen den PCK- und CK-Items über die gesamte Stichprobe beträgt .61 (zwei-seitig,  $p < .001$ ,  $N = 35$ ) (Abb. 7).

Die Skalenreliabilitäten liegen bei .75 (PCK) und .78 (CK). Die Interraterreliabilitäten bzgl. der PCK-Items haben Werte von .80 - 1.0 (Instruktion: .80 - .92, Schülerkognition: .89 - 1.0, Messen und Experimentieren: .80 - .96), die der CK-Items liegen zwischen .76 und .92.

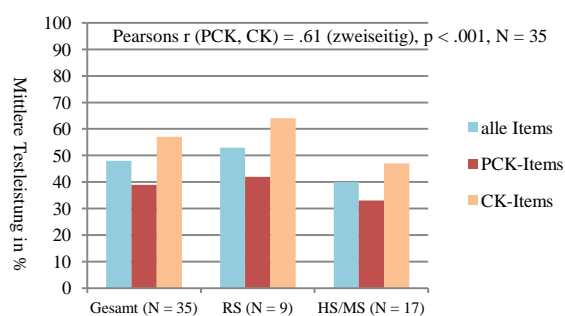


Abb. 7: Mittlere Testleistung Pilotierung 2 ( $N = 35$ ).

## 5. Diskussion

Aus den Werten der Augenscheinvaliditäten der beiden Pilotierungen lässt sich schließen, dass die Items als eindeutig gestellt empfunden werden. Weiterhin behandeln die Items Inhalte, welche für den Lehrerberuf relevant sind. Betrachtet man Pilotierung 1 vergleichend mit Pilotierung 2, so fällt auf, dass die Mittelwerte für die Berufsrelevanz in

der ersten Pilotierung niedriger sind als in der zweiten. Genauere Analysen der Mittelwerte auf Einzelitemebene zeigten, dass Lehrkräfte an Haupt-/Mittelschulen die Aufgaben, die inhaltlich zum Themenbereich Elektronik gezählt werden können, in ihrer Berufsrelevanz deutlich niedriger bewerten als Realschullehrkräfte. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass sich einige Themengebiete der Elektronik, Halbleiterphysik und elektromagnetische Induktion im Haupt-/Mittelschullehrplan für das Bundesland Bayern erst in Klasse 10 finden, welche lediglich von Schülern besucht werden, die einen mittleren Schulabschluss anstreben. Im Realschullehrplan sind diese Themengebiete in allen regulären Klassenstufen enthalten. Demnach ist die Anzahl der Lehrkräfte, die in Klassenstufe 10 an Haupt-/Mittelschulen unterrichten, vergleichsweise gering, was insgesamt zu einer niedrigeren Einschätzung der Berufsrelevanz führen könnte.

Im Zusammenhang mit den Werten für die mittlere Testleistung lassen sich keine Decken- oder Bodeneffekte für die geplante Hauptstudie erwarten. Nach den Schularten Haupt-/Mittelschule und Realschule getrennt, zeigen sich erwartungskonform Unterschiede in der mittleren Testleistung, sowohl für das Fachdidaktische Wissen, als auch für das Fachwissen. Dies ist vermutlich dem Fakt geschuldet, dass Physiklehrkräfte an Realschulen fast ausnahmslos Physik als Hauptfach studierten. Dies gilt in den meisten Fällen nicht für Lehrkräfte, die Physik an Haupt-/Mittelschulen unterrichten. Hier existiert Physik nicht als singuläres Schulfach, sondern wird in einem integrierten Fach mit Namen PCB (Physik, Chemie, Biologie) unterrichtet. PCB-Lehrkräfte unterrichten in der Regel physikalische Inhalte, ohne Physik als Haupt- oder Nebenfach studiert zu haben. Von unseren bisherigen Testpersonen studierten lediglich drei Personen Physik als Haupt- und eine Person als Nebenfach.

Hinsichtlich der mittleren Testleistung ist festzustellen, dass sich die Items aus der Pilotstudie 2 für die Probanden als leichter lösbar herausstellten, als die aus der Pilotstudie 1. Des Weiteren zeigen diese Werte bei der zweiten Pilotierung eine höhere Varianz als bei der ersten. Mögliche Gründe hierfür sind noch unklar.

Insgesamt ist zu beachten, dass die Werte aufgrund der kleinen Stichprobe vorsichtig zu interpretieren sind.

Die statistischen Kennwerte für die interne Konsistenz (Cronbachs  $\alpha$ ) sind innerhalb beider Pilotierungsrunden zufriedenstellend bis gut, insbesondere, da die meisten Items im offenen Antwortformat formuliert sind und sich somit eine höhere Varianz hinsichtlich des Antwortspektrums der Testpersonen ergibt.

Die Korrelationen zwischen den PCK- und den CK-Items zeigen etwas niedrigere Werte verglichen mit denen aus der COACTIV-Studie. Dort werden Zu-

sammenhänge von .79 in Bezug auf die Gesamt-Stichprobe und .64 für die nicht-gymnasiale Stichprobe genannt. [3]

## 6. Ausblick

Das weitere Vorgehen sieht u. a. die Optimierung der Kodiermanuale unter Einbeziehung der befragten Experten sowie die Bestimmung der Itemschwierigkeiten und Trennschärfen zur endgültigen Aufgabenselektion für die Hauptstudie vor. Dieser entstandene Gesamt-Test wird unter anderem an einer Stichprobe mit Haupt-/Mittelschul- und Realschullehrkräften eingesetzt werden. Des Weiteren ist eine Konstruktvalidierung des FALKO-Physik-Tests mit Hilfe von Kontrastpopulationen (z. B. Fachphysiker, Mathematik-, Chemie-, Biologielehrkräfte) angedacht.

## 7. Literatur

- [1] Shulman, L. (1986): Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: *Educational Researcher*, 15(2), 4-14
- [2] Krauss, S.; Blum, W.; Brunner, M.; Neubrand, M.; Baumert, J.; Kunter, M.; Besser, M.; Elsner, J. (2011): Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematik-Lehrkräften. In: M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, M. Neubrand (Hrsg.): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann, 135-161
- [3] Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S., Neubrand, M. (Hrsg.) (2011): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann
- [4] Bromme, R; Haag, L. (2004): Forschung zur Lehrerpersönlichkeit. In: W. Helsper, J. Böhme (Hrsg.): *Handbuch zur Schulforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 777-793
- [5] Herrmann, U. (1999): "Lehrer" - Experte und Autodidakt? Bemerkungen zu den strukturellen Möglichkeiten und Grenzen der "Professionalität" und der "Professionalisierbarkeit" des Lehrers und seiner beruflichen Praxen. In: U. Carle, S. Buchen (Hrsg.): *Jahrbuch für Unterrichtsforschung*, Bd. 2, 42
- [6] Lange, K. (1895): *Lehrmethode und Lehrerpersönlichkeit*, 17
- [7] Pause, G. (1970): Merkmale der Lehrerpersönlichkeit. In: K. Ingenkamp (Hrsg.). In: *Handbuch der Unterrichtsforschung, Teil II*. Unter Mitarbeit von E. Parey. Weinheim, Berlin, Basel: Julius Beltz, 1353-1526
- [8] Anderson, L. M.; Evertson C. M.; Brophy, J. E. (1979): An Experimental Study of Effective Teaching in First-Grade Reading Groups. In: *The Elementary School Journal*, 79 (4), 193-223
- [9] Bromme, R. (1997): Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In: F. E. Weinert (Hrsg.): *Psychologie des Unterrichtens und der Schule. Pädagogische Psychologie (Enzyklopädie der Psychologie)*, Göttingen: Hogrefe, 3, 186
- [10] Bromme, R. (2008): Lehrerexpertise. *Teacher's Skills*. In: W. Schneider, M. Hasselhorn (Hrsg.): *Handbuch der Pädagogischen Psychologie*. Göttingen: Hogrefe, 159-167
- [11] Baumert, J.; Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469-520
- [12] Helmke, A. (2009): *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. 1. Aufl.: Seelze-Velber
- [13] Baumert, J.; Kunter, M.; Blum, W.; Brunner, M.; Voss, T.; Jordan, A. et al. (2010): Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitiv Activation in the Classroom, an Student Progress. In: *American Educational Research Journal*, 47 (1), 133-180
- [14] Blömeke, S.; Felbrich, A.; Müller, C. (2008): Messung des erziehungswissenschaftlichen Wissens angehender Lehrkräfte. In: R. Lehmann (Hrsg.): *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann, 171-194
- [15] Fischler, H. (2008): Physikdidaktisches Wissen und Handlungskompetenz. *Physics related pedagogical content knowledge and teaching competence*. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 27-49
- [16] Riese, J.: *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften (2009)*. In: H. Niedderer, H. Fischler und Sumfleth E. (Hrsg.): *Studien zum Physik- und Chemielernen*, 97. Berlin: Logos
- [17] Baumert, J.; Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469-520
- [18] Kunter, M.; Pohlmann, B. (2009): *Lehrer*. In: E. Wild und J. Möller (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. Heidelberg: Springer, 261-282
- [19] Loewenberg Ball, D.; Theule Lubienski, S.; Sprangler Mewborn, D. (2001): *Research in Teaching Mathematics: The Unsolved Problem of Teachers' Mathematical Knowledge*. In: V. Richardson (Hrsg.): *Handbook of research on teaching*. 4. Aufl. New York: Macmillan, 433-456
- [20] Dollny, S. (2011): Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften. In: H. Niedderer, H. Fischler und

- Sumfleth E. (Hrsg.): Studien zum Physik- und Chemielernen, 127. Berlin: Logos
- [21] Hofstein, A.; Lunetta V. N. (2004): The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. In: Science Education, 88, S. 28–54
- [22] KMK (2004): Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Physik; [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf)
- [23] Paris, S. G.; Lipson, M. Y.; Wixson, K. K. (1983): Becoming a Strategic Reader. In: Contemporary Educational Psychology, 8, 293–316
- [24] PCK-Summit 2012, <http://pcksummit.bsces.org>, [zuletzt aufgerufen am 26.06.2015]