

## Analysen zum fachdidaktischen Wissen von angehenden Physiklehrkräften

### Ziele und Theoretischer Hintergrund

Fachdidaktische Wissen (FDW) wird in der Literatur häufig als relevant für unterrichtliches Handeln von Lehrkräften beschrieben, wenngleich Zusammenhänge von FDW und Lehrerhandeln/Unterrichtsqualität in den Naturwissenschaften auf globaler Ebene bislang kaum zu beobachten sind (vgl. Vogelsang, 2014; Cauet, et al., im Druck; Olszewski 2010). Zusammenhangsanalysen auf der Ebene von theoretisch begründeten und empirisch fundierten Subskalen sind aktuell jedoch noch nicht möglich. Um präzisere und differenziertere Messungen zu ermöglichen, wurde daher im beschriebenen Projekt ein Modell fachdidaktischen Wissens entworfen sowie ein Testinstrument entwickelt und pilotiert, welches Analysen auf Subskalenebene ermöglichen soll. Mit Hilfe dieses Instruments sollen im Rahmen des Verbundprojekts Profile-P (vgl. Riese et al., 2015) Zusammenhänge zwischen den Subskalen des FDW, des Fachwissens (Gigl et al., in diesem Band) und der Performanz beim Erklären physikalischer Sachverhalte (Kulgemeyer et al., in diesem Band) aufgeklärt werden. Im vorliegenden Beitrag werden die Subskalen mit den Daten der Haupterhebung abschließend geprüft und es werden Prädiktoren des Erwerbs fachdidaktischen Wissens im Lehramtsstudium Physik untersucht.

### Testinstrument und Pilotstudie

Auf der Grundlage von Analysen verschiedener Konzeptualisierungen des FDW bzw. des pedagogical content knowledge (PCK) wurde ein Kompetenzmodell für das FDW entwickelt. Es ordnet sich in die gängigen heuristischen Modelle professioneller Handlungskompetenz als Teil der kognitiven Disposition in Anlehnung an Baumert und Kunter (2006) ein. Der Schwerpunkt liegt auf dem an der Universität erwerbbareren Wissen, wobei der physikalische *Inhaltsbereich* auf die Mechanik beschränkt ist. Zunächst wurde ein breit angelegtes Modell entwickelt und anschließend für die Testentwicklung gekürzt (vgl. Gramzow, Riese & Reinhold, 2013), wobei die vier fachdidaktischen *Facetten* „Instruktionsstrategien“, „Schülervorstellungen“, „Experimente und Vermittlung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses“ sowie „Fachdidaktische Konzepte“ ausgewählt wurden.

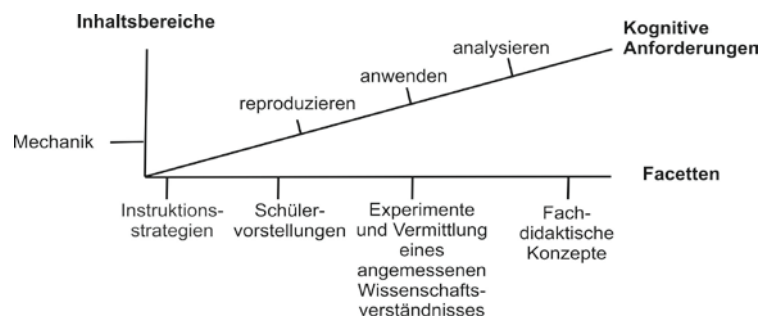


Abb.1: Modell für die Itementwicklung

Des Weiteren wurde dem Modell für die Testentwicklung (Abb.1) als dritte Dimension die *Kognitive Aktivität* hinzugefügt, die die Anforderungen der jeweiligen Items in die Bereiche „Reproduzieren“, „Analysieren“ und „Anwenden“ unterteilt (vgl. Anderson und Krathwohl,

2001). Im Rahmen unterschiedlicher Vorstudien wurden zunächst inhaltliche, diskriminative und konvergente Validierungen durchgeführt (vgl. Riese et al., 2015). In der Hauptstudie wurden schließlich 294 Lehramtsstudierende der Physik befragt. Die Zusammensetzung der Stichprobe ist in der folgenden Tabelle 2 beschrieben:

	N	Note Abitur	Weiblich	Fach- semester	Erworbene Creditpoints (CP) in physikdidaktischen Veranstaltungen
<b>HR Lehramt</b>	71	2,8	39 %	3,9	4,3
<b>Gym Lehramt</b>	223	2,2	33 %	3,2	3,9
<b>Gesamt</b>	294	2,4	35 %	3,4	4,0

Tab.2: Charakteristik der Pilotstichprobe. Angegeben sind jeweils Mittelwerte.

Die auf Basis einer Raschanalyse erzeugte Wrightmap zeigt, dass der Test etwas zu schwer und die Varianz zu gering ist (.49). Der Itemfit ist bei 86 von 91 Items jedoch gut ( $0.8 < \text{MNSQ} < 1.2$  und  $-1.9 < T < 1.9$ ), ebenso die EAP-Reliabilität für den gesamten Test (.84).

#### Untersuchungen Dimensionalität des FDW

Die Prüfung der Dimensionalität in der Hauptstudie ergibt, dass ein eindimensionales Raschmodell erwartungswidrig besser zum Datensatz als ein Modell passt, das in die vier oben berichteten fachdidaktischen Facetten aufspaltet (Deviance 1D: 14999.51; Deviance 4D: 15195.48). Eine mögliche Ursache wird im insgesamt geringen Studienfortschritt in der Hauptstudie (3,4 Fachsemester (FS)) gegenüber der Pilotstudie (5 FS) gesehen, so dass vermutet wird, dass das Wissen in der Studieneingangsphase möglicherweise zu gering für die Ausprägung von Wissensstrukturen und damit für die Messung auf Subskalenebene ist.

Um diese Hypothese zu prüfen, wurden die Analysen für Studienanfänger (1. & 2. FS) und Fortgeschrittene (ab dem 3. FS) separat wiederholt. Hier zeigt sich zunächst bei der Betrachtung normierter Summenscores (MW 100, SD 20), dass die fortgeschrittenen Studierenden in der Stichprobe über signifikant ( $p < .001$ ) höheres FDW als Studienanfänger verfügen (106.1 vs. 92.7). Weiterhin zeigt ein  $\chi^2$ -Test, dass ein 4D-Rasch-Modell (Deviance 8453.41; AIC 8555.41; BIC 8565.68), welches in die vier o.g. fachdidaktischen Facetten unterteilt, eine hochsignifikant bessere Passung als ein 1D-Rasch-Modell (Deviance 8400.63; AIC 8520.63; BIC 8532.71) aufweist. Dabei liegen die Varianzen der Subskalen zwischen .50 und .60, die EAP-Reliabilitäten zwischen .55 und .73.

#### Untersuchungen zu Prädiktoren des FDW

Im Weiteren werden Prädiktoren des FDW getrennt für Studienanfänger und Fortgeschrittene (ab dem 3. FS) mittels Regressionsanalysen untersucht. Neben ersten Hinweisen zu Entwicklungsfaktoren des FDW ermöglichen die Prädiktoren im Zuge der Prüfung plausibler Annahmen auch weitere Erkenntnisse zur Validität der Testwertinterpretation.

Für Studienanfänger (bisher ohne explizit fachdidaktische Lerngelegenheiten) zeigt sich erwartungskonform, dass erworbene Credit Points (CP) in den fachbezogenen Laborpraktika in Physik ( $\beta = .39$ ;  $p < .001$ ) und, sofern vorhanden (trifft für ca. 30 % der Stichprobe zu), Erfahrungen aus vorherigen Studiengängen ( $\beta = .30$ ;  $p = .012$ ) Prädiktoren darstellen. Auch scheint es sich zu Studienbeginn positiv auszuwirken, umfangreiche (mehr als 8 Wochen) schulpraktische Erfahrungen zu vermeiden, in denen höchstwahrscheinlich keine institutionell verankerten Gelegenheiten zur Reflexion bestehen. Diese 3 Prädiktoren klären 32 % (korrigiertes  $R^2$ ) der Varianz beim FDW auf. Erwartungswidrig stellen insbesondere Indikatoren zum Wahlverhalten bzgl. Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe, Indikatoren zum Umfang des Fachwissens in Physik (CP erfolgreich belegter Lehrveran-

staltungen), allgemeine Lehrerfahrungen mit Jugendlichen (z.B. Nachhilfe), fachspezifische Noten und auch die Abitur-Abschlussnote (Indikator für kognitive Leistungsfähigkeit) keine weiteren Prädiktoren dar. Dies deutet möglicherweise darauf hin, dass sich die im Rahmen von physikalischen Fachpraktika gewonnenen Erfahrungen beim Experimentieren auch auf das Experimentieren in späteren schulischen Kontexten auswirken.

Demgegenüber zeigt sich bei fortgeschrittenen Lehramtsstudierenden in Physik (mind. 3 FS) ein anderes Bild. Betrachtet man zunächst den Gesamtscore, so können die allg. Abiturnote ( $\beta = -.32$ ;  $p < .001$ ), die in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen erworbenen CP ( $\beta = .28$ ;  $p = .003$ ) und vorhandene Lehrerfahrung an der Universität ( $\beta = .23$ ;  $p = .006$ ) als signifikante Prädiktoren ausgemacht werden, die zusammen 31 % der Varianz beim FDW aufklären können. Indikatoren bzgl. des Umfangs von Schulpraktika, die Kurswahl bzgl. Physik in der Oberstufe, vorhandene Lehrerfahrungen mit Jugendlichen, das Geschlecht, der Studiengang sowie die in Fachveranstaltungen erworbenen CP klären keine weitere Varianz auf.

Bei der Betrachtung auf der Ebene der Subskalen wird darüber hinaus deutlich, dass sich die Facette „Experimente“ unterschiedlich im Vergleich zu den anderen 3 Facetten entwickelt, da nur für diese Facette die in physikalischen Laborpraktika erworbenen CP relevant werden, nicht aber die in physikdidaktischen Lehrveranstaltungen erworbenen CP. Darüber hinaus können auf der Ebene von Subskalen deutliche Standorteffekte beobachtet werden.

### Zusammenfassung und Ausblick

Der entwickelte Test erlaubt die empirisch fundierte Messung von Subskalen des FDW bei Lehramtsstudierenden der Physik, sobald erste Lerngelegenheiten zum Erwerb von physikdidaktischem Wissen erfolgreich durchlaufen wurden (ab dem 3. Fachsemester). Für Studierende in der Studieneingangsphase (1. und 2. Fachsemester) kann ein Gesamtscore abgebildet werden. Prädiktoren des Vorwissens in der Studieneingangsphase stellen im Wesentlichen den Erfolg in den fachbezogenen Laborpraktika und, sofern vorhanden, Erfahrungen aus vorherigen Studiengängen dar. Als Prädiktoren des FDW bei fortgeschrittenen Studierenden haben sich vor allem die Abiturnote (allgemeine kognitive Fähigkeiten), der Umfang bisheriger Lerngelegenheiten in Physikdidaktik (was auf eine gewisse Wirksamkeit der fachdidaktischen Lehre hindeutet) und das Vorhandensein von Lehrerfahrung in der universitären Lehre herausgestellt. Möglicherweise erscheint es vor diesem Hintergrund sinnvoll, Gelegenheiten für eine „fachdidaktische“ Auseinandersetzung mit Erfahrungen aus Lehrtätigkeiten an der Universität zu schaffen.

### Literatur

- Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.
- Baumert, J., Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9(4), 469–520.
- Cauet, E., Liepertz, S., Kirschner, S., Borowski, A., & Fischer, H. E. (im Druck). Does it Matter What We Measure? Domain-specific Professional Knowledge of Physics Teachers. Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften, Heft 3/15.
- Gramzow, Y.; Riese, J.; Reinhold, P. (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften), 19, 7-30.
- Olszewski, J. (2010). The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge on teacher action and student outcomes. Berlin: Logos.
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H., Gramzow, Y., Reinhold, P., Schecker, H. & Tomczyszyn, E. (2015). Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. In Blömeke, S. & Zlatkin-Troitschanskaia, O. (Hrsg.): Kompetenzen von Studierenden: 61. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik (S. 55-79). Weinheim: Beltz.
- Vogelsang, C. (2014). Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften – Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrkompetenz und Lehrerperformanz. Berlin: Logos.