

Eva Cauet<sup>1</sup>  
 Andreas Borowski<sup>2</sup>  
 Hans E. Fischer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen  
<sup>2</sup>Universität Potsdam

## **Testen wir relevantes Wissen? -Professionswissen von Physiklehrkräften-**

### **Zielsetzung und Ausgangspunkt**

Das Professionswissen von Lehrkräften wird seit langem als wichtige Voraussetzung für effektives Unterrichten diskutiert (Abell, 2007). Motiviert durch die COACTIV Studie, die zeigen konnte, dass das fachspezifische Professionswissen von Mathematiklehrkräften über das kognitive Aktivierungspotenzial von im Unterricht eingesetzten Aufgaben auf Schülerleistung wirkt (Baumert et al., 2010), wurden in den vergangenen Jahren mehrere Tests zur Erhebung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften entwickelt (z.B. Riese, 2009; Kulgemeyer et al., 2012). Die Validierung der Testinstrumente erfolgt meist über den Vergleich bekannter Gruppen mit zu erwartenden Fähigkeitsunterschieden oder durch Zusammenhangsanalysen zwischen den Dimensionen des Professionswissen: Fachwissen (CK), fachdidaktisches (PCK) und pädagogisches Wissen (PK). Bisher existieren nur wenige Studien, die Bezüge zu Unterrichtsqualität und Schülervariablen herstellen, um zu entscheiden, ob das erhobene Wissen relevant für effektives Unterrichten ist. Auch liefern diese Studien keine einheitlichen Ergebnisse zu dieser Fragestellung (vgl. Lange, 2010; Ohle, 2010; Fischer, Labudde, Neumann & Viiri, 2014). Diese Lücke weiter zu schließen, ist ein Ziel des Projektes „Professionswissen in den Naturwissenschaften“ (ProwiN) (Borowski et al., 2010). In der ersten Phase des Projektes wurde ein Testinstrument zur Erfassung des Professionswissens von Physiklehrkräften entwickelt und wie oben beschrieben validiert (Kirschner, 2013). Um die Relevanz des erhobenen Wissens für effektives Unterrichten zu untersuchen, wird in der zweiten Projektphase der Zusammenhang zwischen Professionswissen, Unterrichtsqualität und Schülerleistungszuwachs analysiert.

### **Forschungsfrage**

Die hier vorgestellte Studie untersucht die Fragestellung, inwieweit Unterschiede in der Unterrichtsqualität und in den Leistungszuwächsen von Schulklassen im Rahmen einer Unterrichtseinheit über Unterschiede im CK, PCK und PK der Lehrkräfte erklärt werden können. Als Dimension von Unterrichtsqualität wird die kognitive Aktivierung im Unterricht betrachtet. Um sicherzustellen, dass es sich bei dem erhobenen Konstrukt wirklich um ein Merkmal von Unterrichtsqualität handelt, wird außerdem geprüft, ob als kognitiv aktivierend bewerteter Unterricht ein signifikanter Prädiktor für Schülerleistung ist.

### **Design und Methoden**

Für die Untersuchung der Forschungsfrage wurden das Professionswissen von Physiklehrkräften und das Fachwissen der Lernenden in ihren Klassen vor und nach der Unterrichtseinheit Mechanik erhoben und je zwei aufeinanderfolgende Unterrichtsstunden in Mechanik videographiert (abhängig von der teilnehmenden Schule jeweils 45-90min). Lehrer- und Schülerfähigkeiten wurden als Personenfähigkeiten im Rahmen eines Raschmodells geschätzt und mit Winsteps 3.72.3 berechnet. Aufgaben mit signifikantem Misfit ( $Mnsq < 0.8$  oder  $Mnsq > 1.2$ ,  $Zstd > 2$ ) wurden entfernt (vgl. Cauet, Liepertz, Kirschner, Borowski & Fischer, 2014). Die Angaben zur Aufgabenanzahl in der folgenden Beschreibung der Erhebungsinstrumente beziehen sich auf die Anzahl an Aufgaben ohne signifikanten Misfit.

Die Tests zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens beinhalteten offene und Multiple-Choice Aufgaben (CK: 11 Aufgaben zum Schulwissen und vertieften Schulwissen in Mechanik,  $ICC_{(2,1)unjust} \geq 0.96$ , Rasch Personen Rel. =.73; PCK: 11 Aufgaben zu Schülervorstellungen, Umgang mit Experimenten und Konzepten in der Mechanik,  $ICC_{(2,1)unjust} \geq 0.77$ , Rasch Personen Rel. =.59). Der PK-Test umfasste 45 Multiple-Choice Aufgaben zu den Facetten Klassenführung, Unterrichtsmethoden, Lernprozesse und Leistungsbeurteilung. Die fachspezifischen Professionswissenstests erfassten sowohl deklaratives als auch konditional-prozedurales Wissen, der Test zum pädagogischen Wissen lediglich deklaratives Wissen. Der Schülerleistungszuwachs wurde im Multi-Matrix-Prä-Post-Design mit einem selbstentwickelten Testinstrument aus 34 Multiple-Choice Aufgaben (zwei Testhefte mit 9 Ankeraufgaben, Rasch Personen Rel. Prä-/Post-Test =.51/.61) zum Fachwissen in Mechanik mit dem Fokus auf Kraft erhoben. Die kognitive Aktivierung wurde im Rahmen eines Overall-Ratings (Konsenskodierung mit drei Ratern, adaptiert nach Vogelsang, 2014) über die Einschätzung von drei bis sechs Handlungsindikatoren in den Subskalen Exploration des Vorwissens und der Vorstellungen ( $\alpha_C=.71$ ), Exploration der Denkweisen ( $\alpha_C=.79$ ), Evolutionärer Umgang mit Schülervorstellungen ( $\alpha_C=.73$ ), Lehrperson als Mediator ( $\alpha_C=.75$ ), Rezeptives Lernverständnis der Lehrperson ( $\alpha_C=.52$ ) und Herausfordernde Lerngelegenheiten ( $\alpha_C=.76$ ) auf einer 3-stufigen Likertskala erfasst (insg. 25 Handlungsindikatoren,  $\alpha_C=.93$ ). Als Kontrollvariablen wurden die kognitiven Fähigkeiten (KFT, Skala N2(A), Pers. Rel. 0.84, Heller & Perleth, 2000) der Lernenden, die zu Hause gesprochene Sprache und die Länge der Unterrichtseinheit (Anzahl an Stunden mal Stundenlänge) erhoben.

### Stichprobe und Ergebnisse

*Stichprobe:* Die folgenden Analysen beziehen sich auf eine Stichprobe von 23 Gymnasiallehrkräften der Physik (34.8 % weiblich,  $M_{Alter}=44$  Jahre,  $SD_{Alter}=12$  Jahre) und ihre Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 8 oder 9 ( $N=610$ , 56.2 % weiblich,  $M_{Alter}=14$  Jahre,  $SD_{Alter}=1$  Jahr). Insgesamt sprechen 20.7 % der Lernenden zu Hause nicht oder nicht nur Deutsch. Dieser Anteil variierte in den einzelnen Klassen zwischen 0-46 %. Die Unterrichtseinheit Mechanik umfasste je nach Lehrkraft zwischen 9 und 30 Wochen. Die Videoanalysen beziehen sich auf die erste der zwei gefilmten Unterrichtsstunden pro Lehrkraft.

*Ergebnisse:* Die Schülerinnen und Schüler lernten im Laufe der Unterrichtseinheit Mechanik signifikant dazu ( $t(610)=10.50$ ,  $p<.001$ ,  $d=.43$ ). Auf Klassenebene wird der Leistungszuwachs für 9 Klassen nicht signifikant, was auf deutliche Unterschiede zwischen den Klassen hindeutet. Berechnet man die Intraklassenkorrelation, zeigt sich, dass mehr als 10 % der Gesamtvarianz im Post-Test zwischen den Klassen liegt ( $ICC_{(1,1)}=.104$ ). Die Auswertung der Daten erfolgt daher im Rahmen von Mehrebenenmodellen zur Erklärung der Post-Test Varianz. Das einfachste Modell beinhaltet auf Schülerebene den Prä-Test, die kognitiven Fähigkeiten der Lernenden, die zu Hause gesprochene Sprache ( $R^2=.31$ ,  $p<.001$ ) und auf Klassenebene die Länge der Unterrichtseinheit ( $R^2=.63$ ,  $p<.001$ ). Die kognitive Aktivierung klärt zusätzlich 15 % der Post-Test Varianz auf Klassenebene auf ( $\beta_{Stand.}=.40$ ,  $p<.05$ ) und kann damit erwartungsgemäß als Dimension der Unterrichtsqualität betrachtet werden. Hingegen tragen weder CK, PCK noch PK signifikant zur Aufklärung der Varianz im Post-Test bei ( $\beta_{Stand.,CK}=.14$ ,  $p=.474$ ,  $\beta_{Stand.,PCK}=-.19$ ,  $p=.183$ ,  $\beta_{Stand.,PK}=.23$ ,  $p=.096$ ). Während sich für CK ein Zusammenhang zur kognitiven Aktivierung zumindest andeutet ( $r_{CK}=.37$ ,  $p=.079$ , signifikant bei einseitiger Testung), kann für PCK und PK kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden ( $r_{PCK}=.15$ ,  $p=.504$ ,  $r_{PK}=.25$ ,  $p=.249$ ). Für eine Stichprobe von  $N=23$  wären signifikante Zusammenhänge allerdings auch erst für Korrelationen von  $r>.47$  zu erwarten. Der Zusammenhang zwischen CK und kognitiver Aktivierung geht in erster Linie auf die Korrelation zur Subskala Herausfordernde Lerngelegenheiten zurück ( $r=.57$ ,  $p<.01$ ).

### Diskussion

Für das CK der Lehrkräfte deutet sich ein Zusammenhang zur kognitiven Aktivierung im Unterricht an, der sich allerdings nicht auf den Schülerleistungszuwachs auszuwirken scheint. Der Einfluss von PK auf den Leistungszuwachs könnte in einer größeren Stichprobe signifikant werden und ist wahrscheinlich eher über andere Unterrichtsqualitätsdimensionen als die kognitive Aktivierung mediiert, wie z. B. über Klassenführung oder Individualisierung. Während die Ergebnisse für den CK und PK Test aufgrund der Stichprobengröße nicht eindeutig interpretierbar sind, deutet der in der Tendenz negative Einfluss des PCK der Lehrkräfte auf die Post-Test Leistung der Lernenden und der fehlende Zusammenhang zur kognitiven Aktivierung im Unterricht darauf hin, dass der PCK-Test das handlungsrelevante Wissen für effektives Unterrichten nicht erfasst. Dieses Ergebnis deckt sich mit Ergebnissen aus der Studie von Vogelsang (2014), die keinen Zusammenhang zwischen dem im Paderborner Professionswissenstest erhobenen PCK und verschiedenen Dimensionen der Unterrichtsqualität zeigen konnte. Beide Instrumente basieren auf in der Professionsforschung breit akzeptierten, aber normativ gesetzten Wissensfacetten. Die Ergebnisse legen nahe, die Modellierung des schriftlich abprüfbaren PCK von Physiklehrkräften zu überdenken. Darüber hinaus kann aus den Ergebnissen dieser Studie geschlussfolgert werden, dass die anfangs beschriebene herkömmliche Validierung von Testinstrumenten zur Erfassung des Professionswissens nicht auszureichen scheint, um zu behaupten, dass die Testinstrumente unterrichtsrelevantes Wissen valide messen. Daher sollte die Relevanz des gemessenen Wissens für erfolgreiches Unterrichten für jedes Testinstrument gezeigt werden.

### Literatur

- Abell, S. K. (2007). Research on science teachers' knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 1105–1149). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., & Jordan, A. et al. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47 (1), 133-180.
- Borowski, A., Neuhaus, B. J., Tepner, O., Wirth, J., Fischer, H. E., & Leutner, D., et al. (2010). Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN): Kurzdarstellung des BMBF-Projekts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 341-349.
- Cauet, E., Liepertz, S., Kirschner, S., Borowski, A. & Fischer, H. E. (2014). Professionswissen von Physiklehrkräften und Schülerleistung. In S. Bernholt (Ed.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in München 2013 (S. 141–143). Kiel: IPN.
- Fischer, H.E, Labudde, P. , Neumann, K. & Viiri, J. (Hrsg.) (2014). *Quality of Instruction in Physics comparing Finland, Germany and Switzerland*. Waxmann: Münster
- Heller, K. A. & Perleth, Ch. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 4.-12. Klassen, Revision (KFT 4-12+ R)*. Göttingen: Hogrefe.
- Kirschner, S. (2013). *Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 110. Berlin: Logos.
- Kulgemeyer, C.; Borowski, A.; Fischer, H.; Gramzow, Y.; Reinhold, P.; Riese, J.; Schecker, H.; Tomczyszyn, E. & Walzer, M. (2012). *ProfiLe-P – Professionswissen in der Lehramtsausbildung Physik*. Vorstellung eines Forschungsprojekts. In Nordmeier, V. & Grötzebauch, H. (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2012 in Mainz*. Berlin: FU Berlin.
- Lange, K. (2010). *Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftsbezogenem fachspezifisch-pädagogischem Wissen von Grundschullehrkräften und Fortschritten im Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte bei Grundschülerinnen und -schülern*. Universität Münster: Dissertation. Verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:6-75459654103>. [01.10.2014].
- Ohle, A. (2010). *Primary school teachers' content knowledge in physics and its impact on teaching and students' achievement*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 110. Berlin: Logos.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 97. Berlin: Logos.
- Vogelsang, C. (2014). *Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften - Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*. Universität Paderborn: Unveröffentlichte Dissertation