

Timo KOSIOL, München & Stefan UFER, München

## **Technologie- und fachbezogenes Wissen von (angehenden) Lehrkräften messen – Erste Ergebnisse einer Pilotstudie**

Der Forschungsstand zum Wissen von Lehrkräften deutet darauf hin, dass sowohl fachliches als auch fachdidaktisches Wissen das unterrichtliche Handeln und die Unterrichtsqualität beeinflusst (Baumert et al., 2010). Im Hinblick auf den Unterricht mit digitalen Medien werden vermehrt technologiebezogene Facetten des Wissens von Lehrkräften in den Blick genommen (Koehler & Mishra, 2009). Auch für diese technologiebezogenen Facetten des Professionswissens wird ein Einfluss auf den Unterricht postuliert, jedoch existieren kaum erprobte Testinstrumente, um die Rolle des technologiebezogenen Professionswissens genauer zu untersuchen (Petko, 2020).

### **Forschungsstand: Professionswissen von Lehrkräften**

Bis heute ist die Unterscheidung von Shulman (1986) in die Facetten pädagogisches (PK), fachliches (CK) und fachdidaktisches Wissen (PCK) prägend für die Konzeptualisierung des Professionswissens von Lehrkräften. Dieser Ansatz wurde von Koehler & Mishra (2009) um technologiebezogene Facetten erweitert, sodass eine neue grundlegende Facette des technologiebezogenen Wissens (TK) und Überlappungen mit den zuvor genannten Wissensfacetten entstehen (TPK: technologiebezogenes pädagogisches Wissen; TCK: technologiebezogenes fachdidaktisches Wissen; TPCK: technologiebezogenes fachdidaktisches Wissen).

TCK kann als Wissen darüber verstanden werden, wie Technologien genutzt werden können, um fachliche Inhalte darzustellen oder um fachlich zu arbeiten (vgl. Chai et al., 2013). Es umfasst Wissen darüber, welche Technologien für fachliches Arbeiten genutzt werden können (*Wissen über digitale Medien*) und wie diese funktionieren bzw. genutzt werden können (*Handlungskompetenzen im Umgang mit digitalen Medien*). Teilweise wird TCK völlig unabhängig von Unterricht verstanden (vgl. ebd.), jedoch erscheint es im Hinblick auf die Relevanz für den Unterricht plausibel, insbesondere Technologien in den Blick zu nehmen, die im professionellen Kontext einer Lehrkraft bedeutsam sind. TPCK wird als Wissen darüber verstanden, wie Technologien genutzt werden können, um Fachinhalte zu vermitteln und deren Aneignung im Unterricht zu unterstützen (vgl. ebd.). Analog zu verbreiteten Modellen mathematischen PCKs (Baumert et al., 2010) liegt es nahe, TPCK als Wissen über die Rolle von Technologie bei der Darstellung mathematischer Inhalte, der Bearbeitung von Schülerkognitionen und in Bezug auf das Potential von Aufgaben zur Kognitiven Aktivierung zu verstehen.

Für die Messung von CK und PCK mit Fachbezug Mathematik liegen verschiedene standardisierte Testinstrumente vor, mit denen sich fachbezogenes Professionswissen von Lehrkräften valide messen lässt (z.B. Baumert et al., 2010). Technologiebezogenes Wissen wird bisher meist mit Selbsteinschätzungsfragebögen (vgl. z. B. Schmidt et al., 2009) oder der Bewertung von Unterrichtsplanungen (Harris et al., 2010) bzw. Vignetten digitaler Tools erhoben. Erprobte Testinstrumente, die sich auf die Bewältigung konkreter fachlicher bzw. fachdidaktischer Anforderungen beziehen oder konzeptuelle Wissensfacetten ansprechen, liegen bislang nicht vor (vgl. Petko, 2020).

### **Projekt: Digitalisierung von Unterricht in der Schule (DigitUS)**

Im BMBF-geförderten Projekt *DigitUS* werden Bedingungsfaktoren für den lernwirksamen Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht untersucht sowie der Einsatz digitaler Medien im Rahmen von professionellen Lerngemeinschaften unterstützt. Um das technologie- und fachbezogene Professionswissen von Lehrkräften zu erheben, wurde ein Professionswissenstest für Mathematik-Lehrkräfte der Sekundarstufe I konzipiert. Darüber hinaus soll der Test auch zur Evaluation von Interventionen zur Förderung technologiebezogener Kompetenzen im Lehramtsstudium genutzt werden. Erste Entwürfe des Tests wurden in Cognitive Labs sowohl mit aktiven Lehrkräften als auch Forschenden aus der Mathematikdidaktik diskutiert und daraufhin erneut überarbeitet.

### **Konzeption der Tests für TCK und TPCK**

Für den Test wurde auf Textvignetten und Bilder sowie Videovignetten von digitalen Tools zurückgegriffen. Die Anforderungen der Items werden so in konkrete Situationen eingebettet. Der fachliche Schwerpunkt liegt auf den Inhalten Lineare Funktionen, Wahrscheinlichkeit und Raumgeometrie. Um das Wissen in möglichst authentischen Situationen zu erfassen, enthalten die Vignetten zum TPCK Lernziele und eine Unterrichtssituation, in denen das Wissen angewendet werden muss. Die TCK-Items sind nicht in unterrichtliche Kontexte, sondern in rein fachliche Anforderungssituationen eingebettet. Die verwendeten Technologien sind jedoch alle im Schulkontext verbreitet. Der Fokus wurde auf *Tabellenkalkulation*, *Dynamische Geometrie-Software* (DGS) und *Computer-Algebra-Systeme* (CAS) gelegt. Als Teil des TCK ist die direkte Anwendung in Dynamischer Geometrie-Software vorgesehen.

Der TCK-Teil umfasst 14 Items in 13 Minuten Bearbeitungszeit, der TPCK-Teil 22 Items in 25 Minuten Bearbeitungszeit. Eine vollständige Bearbeitung aller Items innerhalb der Zeit wird jeweils nicht angestrebt. Der Test ist digital zu bearbeiten.

## **Ziele und Fragestellungen der Pilotstudie**

Im Rahmen der Pilotstudie sollte (1) die Bandbreite der der Studierendenpopulation bekannten fachbezogenen digitalen Medien erfasst werden, (2) ein Eindruck von dem Ausmaß der vorhandenen Handlungskompetenzen im Umgang mit Digitalen Medien gewonnen werden und (3) sollten Möglichkeit zur Erfassung von Handlungskompetenzen beim Umgang mit DGS auf ihre Nutzbarkeit exploriert werden.

Dazu wurde der Test zunächst mit einer Stichprobe von 61 Studierenden (Semester: 8,2 (1.65); 57,7% nicht vertieftes, 37,7% gymnasiales Lehramt) pilotiert. Daten von 27 Bearbeitungen eines überarbeiteten Instruments werden ergänzend herangezogen (19 Nachqualifikanten im ersten Halbjahr und 8 Studierende, größtenteils Mittel- und Realschul- sowie Gymnasiallehramt).

## **Ausgewählte qualitative Ergebnisse der Pilotstudie**

In Bezug auf das *Wissen über digitale Medien* (1) ergibt sich, dass die Teilnehmenden über eine geringe Bandbreite ihnen bekannter digitaler Medien verfügen. Bei der offenen Nennung dreier digitaler Medien für den Unterricht zu proportionalen Funktionen wurde mehrheitlich kein Medium genannt (137 von 240 Nennungen). Zumeist werden GeoGebra (41) und Excel (29) genannt, aber auch die wenigen anderen ließen sich fast vollständig in die Kategorien DGS (41 GeoGebra +1 anderes), CAS (8), und Funktionenplotter (4) einsortieren. Besonders CAS scheinen weniger bekannt, 38 von 72 Teilnehmenden können keinen mathematischen Einsatzzwecken nennen. Die Übrigen nennen durchschnittlich 2,8 zutreffende Zwecke (Spanne 0-6). Ebenso werden Einsatzmöglichkeiten von Tabellenkalkulationsprogrammen in einem CMC-Item nur von knapp 29% richtig eingeschätzt.

Für die *Handlungskompetenzen* (2) ergibt sich ein ähnliches Bild. Nur ungefähr ein Drittel löst Aufgaben zu absoluten und relativen Bezügen korrekt, unabhängig davon ob ein Fehler mit Bezügen erklärt (Lösungsrate 33,3%) oder eine eigene Formel angegeben werden muss (Lösungsrate 27,1%). Eine Formel zur Simulation eines Zufallsexperiments zu interpretieren gelingt etwa 23%, wobei nur 12,2% auch den mathematischen Inhalt erfassen.

Noch deutlicher zeigen sich Schwierigkeiten bei dem Umgang mit CAS. Weniger als 10% können einen Befehl für eine gegebene Aufgabe bis auf Formalia angeben. Die Interpretation gegebener Befehle gelingt etwa einem Drittel, wobei nur ein Teilnehmender Bezug zum mathematischen Hintergrund des Befehls nimmt.

Um die Handlungskompetenz in Bezug auf DGS zu erheben, wurden innerhalb der Pilotstudie zwei unterschiedliche Ansätze gewählt. Zu Beginn wurden Studierenden aufgefordert anhand eines Bildes der Benutzeroberfläche ihr Vorgehen zur Lösung eines Problems (z. B. Konstruktion einer linearen Funktion mit Schieberegler als Achsenabschnitt) zu beschreiben. Dabei wurde ein Item von

13% der Teilnehmenden gelöst, während ein weiteres von niemandem vollständig gelöst werden konnte. In der derzeit laufenden Pilotierung wird die DGS selbst in den Test eingebunden und die Probleme sollen innerhalb einer Zeitvorgabe gelöst werden. Der Anteil der Bearbeitungen ist leicht angestiegen (von 56,5% auf 61,1%, bzw. von 43,5% auf 60%), die Lösungsraten unterscheiden sich wenig (von 13% auf 16,6% bzw. gleichbleibend 0%), jedoch sind mehr partielle Lösungen erkennbar.

Erprobte Tests zu digitalen Kompetenzen in Mathematik sind bisher kaum verfügbar, obwohl diese zunehmend in den Fokus rücken. Es zeigt sich, dass die teilnehmenden Studierenden aus mehrheitlich höheren Semestern über geringes Wissen und Handlungskompetenzen im Bereich TCK verfügen. Die Bandbreite ihnen bekannter digitaler Tools ist gering, ihre Handlungskompetenzen in DGS, Tabellenkalkulation und CAS scheinen wenig ausgeprägt. Zur Erhebung der Handlungskompetenz scheint die direkte Arbeit mit der Software vorteilhaft im Vergleich zur Handlungsbeschreibung, ist jedoch keine Erklärung für die geringen Lösungsraten. Weitere Auswertungen werden zeigen, ob ein ähnliches Bild auch für den Bereich des TPACK vorliegt.

## Literatur

- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., ... & Tsai, Y. M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American educational research journal*, 47(1), 133-180.
- Harris, J., Grandgenett, N., & Hofer, M. (2010). Testing a TPACK-based technology integration assessment rubric. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3833–3840). AACE.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Petko, D. (2020). Quo vadis TPACK? Scouting the road ahead. *Proceedings of EdMedia + Innovate Learning* (pp. 1349-1358). AACE.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.