

GRÜNIG, Fabian & VOGEL, Markus
St.Gallen (Schweiz), Heidelberg

Lerngelegenheiten und Entwicklung technologiebezogenen mathematikdidaktischen Wissens (TPACK) von angehenden Lehrpersonen während des Vorbereitungsdiensts

In der hier berichteten Studie wurde der selbsteingeschätzte TPACK-Wissenszuwachs von 81 angehenden Lehrpersonen während des Vorbereitungsdiensts 2017-2018 in Baden-Württemberg erhoben und förderliche Einflussfaktoren regressionsanalytisch untersucht. Über den Studienzeitraum zeigte sich ein kleiner bis mittlerer Effekt für den Wissenszuwachs. Als signifikante Einflussfaktoren wurden die Lerngelegenheiten in den Seminarveranstaltungen während des Vorbereitungsdiensts und der Einsatz digitaler Medien im eigenen Unterricht identifiziert.

Theoretischer Hintergrund und Forschungsfrage

Die Integration von digitalen Medien in den Mathematikunterricht stellt eine zentrale Herausforderung für angehende Lehrpersonen dar, wobei das technologiebezogene mathematikdidaktische Wissen (TPACK) als relevanter Gelingensfaktor gilt.

Zhang & Tang (2021) identifizieren in einem Review zu TPACK-Entwicklungskonzepten die kollaborative Zusammenarbeit bei der Entwicklung von technologieunterstütztem Unterricht sowie die Reflexion und Diskussion als relevante Entwicklungsfaktoren für TPACK. Das technologiebezogene Grundlagenwissen (TK) wird als weiterer potenziell relevanter Entwicklungsfaktor identifiziert – unter der Annahme, dass auf dieser Grundlage eine Integration mit fachdidaktischem Wissen erfolgen kann (Jiménez Sierra et al., 2023).

Der Vorbereitungsdienst als begleitete Berufseinstiegsphase gilt als zentrale Komponente der Lehrpersonenbildung und zielt auf die Integration des theoretisch erworbenen professionellen Wissens und reflektierter Unterrichtspraxis ab (KM Ba-Wü, 2014). Der Berufseinstieg wird an den Ausbildungsschulen durch Mentor:innen in direkter Betreuung sowie an einem Staatlichen Seminar für Didaktik und Lehrerbildung durch Ausbilder:innen in Seminargruppen begleitet.

Für die Entwicklung des TPACK in dieser Phase können mit Blick auf die oben genannten Entwicklungsannahmen die Thematisierung von mathematikspezifischen Medien und Werkzeugen in Seminarsitzungen, der Einsatz von Medien und Werkzeugen im eigenen Unterricht und diesbezüglicher

Austausch mit den Mentor:innen als relevante Lerngelegenheiten identifiziert werden. Zusätzlich kann das TK zum Einstieg in den Vorbereitungsdienst als relevante Entwicklungsgrundlage angesehen werden.

Für die vorliegende Studie wurden die folgenden Forschungsfragen formuliert: (1) Führte der Vorbereitungsdienst zu einem TPACK-Wissenszuwachs? (2) Welche Einflussfaktoren beeinflussten signifikant die interindividuellen Unterschiede beim Wissenserwerb?

Methoden

Die Datenerhebung erfolgte mittels standardisierter Fragebogen. Es wurden $N = 131$ Anwärter:innen im Laufe ihres Vorbereitungsdiensts für das Lehramt an Werkreal-, Hauptschulen und Realschulen im Land Baden-Württemberg an mehreren Seminaren zu zwei Messzeitpunkten befragt. Der gesamte Studienzeitraum erstreckte sich vom 03. Februar 2017 bis zum 20. Februar 2018. Die Teilnehmer:innen waren zum ersten Messzeitpunkt zwischen 22 und 42 Jahre alt ($M = 26.36$ Jahre, $SD = 3.26$ Jahre) und zu 66.10% weiblich. Für die längsschnittliche Auswertung konnten die Datensätze von $n = 81$ Anwärter:innen zusammengeführt werden.

Zur Erhebung von TPACK wurden zu beiden Messzeitpunkten sieben übersetzte Items aus den Selbsteinschätzungsskalen von Handal et al. (2012) verwendet; TK wurde am ersten Messzeitpunkt mit sieben übersetzten Items aus Schmidt et al. (2009) erhoben. Die Antworten erfolgten jeweils auf einer sechsstufigen Skala vom Likert-Type.

Mit Blick auf die Lerngelegenheiten während des Vorbereitungsdiensts wurde zu (grafikfähigen) Taschenrechnern, Computeralgebrasystemen, Dynamische-Geometrie-Systemen, Tabellenkalkulationsprogrammen und sonstigen Computeranwendungen jeweils erhoben, (1) wie häufig diese in Seminarsitzungen behandelt wurden, (2) wie lange diese in einer typischen Unterrichtseinheit eingesetzt wurden und (3) wie häufig intensiver Austausch mit der Mentor:in diesbezüglich stattgefunden hat. Pro Lerngelegenheit wurde über die verschiedenen Technologien hinweg ein Score aggregiert.

Es wurden lineare Regressionsanalysen mit dem TPACK-Score zum zweiten Messzeitpunkt als abhängige Variable durchgeführt. Zur Modellierung der Veränderung wurde der TPACK-Score zum erstem Messzeitpunkt als Prädiktor modelliert. Ausgehend von diesem Basismodell wurden der TK-Score zum ersten Messzeitpunkt und die Scores der Lerngelegenheiten als unabhängige Variablen in das Modell aufgenommen. Da keine theoretischen Annahmen über die Gewichtung der Entwicklungsfaktoren vorlagen, wurde eine schrittweise Analyse mit Rückwärtsselektion durchgeführt.

Ergebnisse

Mit Blick auf die Wissensentwicklung ergab sich für die TPACK-Skala vom ersten ($M = 3.7$, $SD = 0.94$, $\alpha_{\text{Cronbach}} = 0.89$) zum zweiten Messzeitpunkt ($M = 4.13$, $SD = 0.93$, $\alpha_{\text{Cronbach}} = 0.88$) ein kleiner bis mittlerer Effekt für den Vorbereitungsdienst, $t(80) = -4.06$, $p < 0.001$, $d_{\text{Cohen}} = 0.45$.

Im Median wurde der Einsatz verschiedener digitalen Medien und Werkzeug zwei Mal in den Seminarsitzungen behandelt ($MD = 2$, $M = 2.49$, $SD = 2.86$). Ebenso wurden die verschiedenen Medien und Werkzeuge im Mittel zwei Mal mit den Mentor:innen diskutiert ($MD = 2$, $M = 3.27$, $SD = 4.13$). Für eine typische Unterrichtseinheit von 180 Minuten (vier Schulstunden) gaben die Anwärter:innen an, ein digitales Medien oder Werkzeug für $M = 37.45$ Minuten einzusetzen ($SD = 39.24$), wobei jeweils die am meisten eingesetzte Technologie berücksichtigt wurde.

Von den vier betrachteten Prädiktoren blieben nach der Rückwärtsselektion die Lerngelegenheiten in den Seminarveranstaltungen und der Einsatz digitaler Medien im eigenen Unterricht als signifikante Einflussfaktoren übrig. Die Ergebnisse des resultierenden Modells sind in Tabelle 1 dargestellt.

Koeffizienten	β	SE	T	p
(Konstante)	-0.571	0.166	-3.442	0.001
TPACK zum ersten Messzeitpunkt [†]	0.467	0.106	4.392	< 0.001
Anzahl Lerngelegenheiten im Seminar	0.102	0.035	2.926	0.005
Anteil Mediennutzung eig. Unterricht [‡]	0.013	0.005	2.664	0.010

Tabelle 1: Ergebnisse des resultierenden Regressionsmodells nach Rückwärtsselektion. Abhängige Variable: TPACK zum zweiten Messzeitpunkt [†]. Anmerkungen: $N = 59$; $R^2 = 0.454$; $\text{korr. } R^2 = 0.424$; $F(3,55) = 15.25$; $p < 0,001$. Es wurden 22 Fälle aufgrund fehlender Werte ausgeschlossen. [†]Variable wurde z-standardisiert. [‡]Kodiert als prozentualer Anteil der Mediennutzung in Minuten innerhalb einer typischen Unterrichtseinheit von 180 Minuten.

Diskussion

Die vorliegende Studie liefert erste Erkenntnisse zum Wissenszuwachs von Lehramtsanwärter:innen bezüglich ihres technologiebezogenen mathematikdidaktischen Wissens während des begleiteten Berufseinstiegs. Die identifizierten Einflussfaktoren (Lerngelegenheiten in den Seminarveranstaltungen während des Vorbereitungsdiensts und der Einsatz digitaler Medien im eigenen Unterricht) sind anschlussfähig an etablierte theoretische Annahmen

aus TPACK-Entwicklungsmodellen sowie gängige Konzepte zum Aufbau professioneller Handlungskompetenz. So kann etwa der signifikante Einfluss der Mediennutzung als Bestätigung der Wirksamkeit reflektierter Unterrichtspraxis (*deliberate practice*) für den Wissenserwerb interpretiert werden. Entgegen der Erwartung zeigt sich das techn. Grundlagenwissen nicht prädiktiv für den Erwerb von TPACK. Die integrative Perspektive auf die TPACK-Wissenskomponenten kann in dieser Studie nicht gestützt werden. Ebenso wider den Erwartungen zeigt sich der Austausch mit den Mentor:innen an den Ausbildungsschulen nicht als prädiktiv für den Wissenserwerb.

Zentrale Limitation der vorliegenden Studie ist die geringe Stichprobengröße. Dadurch ist die Berechnung komplexer Modelle nicht möglich, sodass etwa die Mehrebenenstruktur, die sich durch die Seminarzugehörigkeit ergibt, nicht berücksichtigt werden kann. Eine weitere Limitation ergibt sich aus der Verwendung von Selbsteinschätzungsskalen, deren prädiktive Validität für professionelle Handlungskompetenz in Performanzsituationen intensiv diskutiert wird.

Vertiefende Studien über Gelingensbedingungen für die Integration reflektierter Unterrichtspraxis mit digitalen Medien im Berufseinstieg sind nötig.

Literatur

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Jiménez Sierra, Á. A., Ortega Iglesias, J. M., Cabero-Almenara, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2023). Development of the teacher's technological pedagogical content knowledge (TPACK) from the Lesson Study: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8.
- Zhang, W., & Tang, J. (2021). Teachers' TPACK Development: A Review of Literature. *Open Journal of Social Sciences*, 09(07), 367–380.
- Kultusministerium Baden-Württemberg. (2014). *Verordnung des Kultusministeriums über den Vorbereitungsdienst und die Zweite Staatsprüfung für das Lehramt Werkrealschule, Hauptschule und Realschule: Werkreal-, Haupt- und Realschullehramtsprüfungsordnung II - WHRPO II*.
- Handal, B., Campbell, C., Cavanagh, M., Petocz, P., & Kelly, N. (2012). Integrating Technology, Pedagogy and Content in Mathematics Education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 31(4), 387–413.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149.