

Monique Meier, Christoph Thyssen, Sebastian Becker, Till Bruckermann, Alexander Finger,
Erik Kremser, Lars-Jochen Thoms, Lena von Kotzebue und Johannes Huwer

Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften

Beschreibung und Messung von Kompetenzziele der Studienphase im Bereich *Präsentation*

Zusammenfassung

Zur Planung und Durchführung von Unterricht mit digitalen Technologien ist eine technologiebezogene professionelle Kompetenz von Lehrkräften im Fach zentral. Bisher werden vorwiegend fachunspezifische Selbsteinschätzungsinstrumente genutzt, da Kompetenzmodellierungen für diesen Bereich noch nicht fachspezifisch differenziert vorliegen. Im Orientierungsrahmen zu digitalen Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften (*DiKoLAN*) werden fachspezifischere und allgemeinere Kompetenzbereiche berücksichtigt, die über den Einbezug der Facetten des *TPACK*-Modells und drei Anforderungsbereichen (*Nennen, Beschreiben, Anwenden*) strukturiert werden. Abgeleitet aus *DiKoLAN* wird ein umfassendes (Selbsteinschätzungs-)Instrument entwickelt und in Pilotierungsstudien an unterschiedlichen Hochschulstandorten empirisch geprüft. In diesem Beitrag werden erste empirische Befunde zu Kompetenzeinschätzungen im Bereich *Präsentation* von Lehramtsstudierenden ($N = 118$) gezeigt sowie Tendenzen hinsichtlich struktureller Zusammenhänge der Facetten *Spezielle Technik* (TK) und *Fachwissenschaftl. Kontext* (TCK) sowie *Methodik* (TPK) und *Unterrichten* (TPACK) vorgestellt.

1. Einführung

Was braucht eine Lehrkraft von morgen, um Akteur:in und Mitgestalter:in in einer digital geprägten Bildungswelt zu sein und/oder zu werden? Diese Frage zur Lehrkräftebildung erfordert eine vielschichtige Antwort, wenn unterschiedliche Perspektiven und mögliche Vernetzungen einbezogen werden. Kern einer Antwort ist meist die Erweiterung der Professionalisierung um Facetten der Digitalisierung und damit einhergehenden Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften. Modelle zur Medienkompetenz unterliegen einer langen Tradition mit vielen Kompetenzbeschreibungen und z. T. differenten empirischen Befunden (Herzig, 2020), ein Fokus auf Medienkompetenz greift jedoch zu kurz. Der digitale Transformationsprozess im Bildungssystem geht mit medien-spezifischen Veränderungen in Gesellschaft, Schule und Lehrer:innenbildung einher und umfasst damit neben eher medienunspezifischen Kompetenzanforderung in den Bereichen Mediendidaktik, -erziehung und Schulentwicklung (vgl. z. B. Modell nach Herzig et al., 2015) auch medien-spezifische Kompetenzanforderungen (Petko et al., 2018) bei Lehrenden zur Teilhabe in und an einer ‚digitalen Welt‘.

Kompetenzbeschreibungen in (inter)nationalen Modellen (z. B. Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern, 2017; *Technological Pedagogical Content Knowledge*, TPACK, Mishra & Koehler, 2006) können bzgl. der Berücksichtigung spezifischer Fachdisziplinen als noch deutlich defizitär angesehen werden. Mit der Spezifizierung für naturwissenschaftliche Fächer hat sich eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe das Ziel gesetzt, Digitalität über die Strukturierung und Formulierungen von fachspezifischen, digitalen Kompetenzanforderungen als integralen Bestandteil der Hochschulausbildung greifbar und damit in Lehrkonzepten adressierbar zu machen.

2. Der Orientierungsrahmen *Digitale Kompetenzen Lehramtsstudierender der Naturwissenschaften – DiKoLAN*

Anknüpfend an existierende Modelle (u. a. TPACK), die KMK-Strategie (2016) sowie den europäischen Referenzrahmen für digitale Kompetenzen Lehrender (Dig-CompEdu; Redecker, 2017) strukturiert der in drei Anforderungsbereiche *Nennen*, *Beschreiben* und *Anwenden* gestufte Orientierungsrahmen *DiKoLAN* (Becker et al., 2020) die digitale Perspektive unterrichtlicher Anforderungssituationen und für deren Bewerkstelligung notwendige Kompetenzen von Lehrkräften nach TPACK. *DiKoLAN* beschreibt die digitalen Kompetenzen Lehrender, die bei der Konzeption und Umsetzung von digital gestütztem Unterricht relevant sind. Diese umfassen digitalisierungsbezogenes Wissen ebenso wie methodische Fähigkeiten, die unabhängig von Zielsetzungen bspw. für digitale Kompetenzen bei Schüler:innen in der Schulpraxis von Bedeutung sind. *DiKoLAN* unterscheidet zwischen vier allgemeineren, fachunspezifischeren (z. B. Präsentation, Recherche und Bewertung) und drei fachspezifischeren Kompetenzbereichen (z. B. Messwert- und Datenerfassung, Datenverarbeitung). Die fachunspezifischeren Kompetenzbereiche umfassen wesentliche Kompetenzen für die Durchführung von digital gestütztem Unterricht in allen Fächern, die für die methodische Gestaltung mit digitalen Techniken in fachspezifischen Umsetzungen Anwendung finden (sollten). Die fachspezifischeren Kompetenzbereiche umfassen digitale Kompetenzen zur unterrichtlichen Umsetzung, die in einzelnen Fächern und korrespondierenden Fachwissenschaften domänenspezifisch ausdifferenziert oder in anderen Fächern nicht notwendig sind. *DiKoLAN* beschränkt sich auf einen für die Studienphase angestrebten Kompetenzstand im Sinne von Basiskompetenzen für weitere Lehrkräftebildungsphasen. Mit veränderten Anforderungen des zukünftigen Unterrichts und der Struktur der Lehrkräftebildung sind auch noch weitere Kompetenzbereiche für die erste Phase denkbar, wie z. B. Assessment und Feedback.

In *DiKoLAN* formulierte Kompetenzbeschreibungen zu den Facetten *Unterrichten* (U/TPACK), *Methodik* (M/TPK), *Fachwissenschaftlicher Kontext* (F/TCK) und *Spezielle Technik* (T/TK) können in der Hochschullehre sowohl Zieldimensionen einer kompetenzorientierten, digitalisierungsbezogenen Ausbildung als auch Referenz zur Selbsteinschätzung angehender Lehrkräfte sein. Für beides müssen die Kompetenzbeschreibungen operationalisiert sein. Eine mehrteilige Pilotierungsstudie prüft aus *DiKoLAN* abgeleitete Selbsteinschätzungs-Items hinsichtlich einer reliablen und vali-

den Erfassung. Fokus der Prä-Pilotierung war die sprachliche Prüfung der Items und Analyse erster Tendenzen zur internen Konsistenz der vier zu erfassenden Facetten und deren möglicher Trennung als Faktoren im Kompetenzbereich *Präsentation*.

3. (Erste) Pilotierung zur Erfassung digitaler Kompetenzen im DiKoLAN

3.1 Methodik

Zur Prä-Pilotierung wurden für den Kompetenzbereich *Präsentation* $N = 118$ Studierende ($\text{♀} = 75\%$, $\text{♂} = 25\%$, $M_{\text{Alter}} = 21.40$, $SD = 3.43$; $n = 88 / 75\%$: Univ. Kassel, $n = 30 / 25\%$: TU Kaiserslautern) im Zuge ihrer Lehramtsausbildung in der Fachdidaktik Biologie zu Beginn des WS 2020/21 befragt. Die Befragten waren im Mittel im 2. Fachsemester ($M = 2.28$) und absolvierten zu 79% das Lehramt für Gymnasien. Sie schätzten ihre Kompetenz über 20 Items auf einer Likert-Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 8 (stimme voll und ganz zu) ein. Das Erhebungsinstrument ist unter www.dikolan.de einsehbar. Die in *DiKoLAN* zugrunde gelegte inhaltliche Strukturierung wird für den Bereich *Präsentation* mittels explorativer Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse mit orthogonaler Varimax-Rotation) untersucht. Darüber hinaus wird mittels multipler Regressionsanalyse geprüft, ob sich die Einschätzung zu *Unterrichten* aus den drei anderen Kompetenzfacetten T/TK, F/TCK und M/TPK (unabhängige Variablen) vorhersagen lässt.

3.2 Ergebnisse

Nach dem Eigenwert-Kriterium und dem Scree-Plot ergeben sich in Übereinstimmung mit den in *DiKoLAN* zugrunde gelegten Facetten vier Faktoren, wobei sich unter Beachtung der Stichprobengröße nicht für alle Items eindeutige Faktorladungen zeigen. Tendenziell könnten die Skalen *Spezielle Technik* (T/TK) und *Fachwissenschaftlicher Kontext* (F/TCK) sowie *Methodik* (M/TPK) und *Unterrichten* (U/TPACK) zusammengefasst werden. Eine Analyse mit nur zwei zu extrahierenden Faktoren stützt diesen tendenziellen Befund (Varianzaufklärung 59%). Mit einer Ausnahme laden hierbei die Items zur *Speziellen Technik* und zum *Fachwissenschaftlichen Kontext* auf einen Faktor. Der zweite Faktor wird wesentlich durch *Methodik* und *Unterrichten* repräsentiert, wobei drei *Methodik*-Items und ein *Unterrichten*-Item ähnlich hohe Ladungen auch auf dem ersten Faktor zeigen. Insgesamt lässt sich die Struktur von *DiKoLAN* in vier Facetten abbilden.

Die Reliabilität der vier entsprechend des erstgenannten Modells gebildeten Skalen liegt im guten bis exzellenten Bereich ($.80 < \alpha < .92$, Tab. 1). Auf deren Basis schätzen Studierende ihre technischen Fähigkeiten als am besten ausgeprägt ein, alle anderen Facetten werden mit Mittelwerten unterhalb des Skalenmittels niedriger eingeschätzt

(Tab. 1). Hierbei zeigt sich in Mann-Whitney-U-Tests für alle Items der vier Facetten kein signifikanter Unterschied zwischen den Standorten ($0.85 < p < .965$).

Tabelle 1: Reliabilitätsanalyse der Skalen zum Kompetenzbereich *Präsentation*

Variable/Skala	<i>n</i>	Items	Trennschärfe	<i>M</i> (SD)	Mdn	α
Spezielle Technik (T/TK)	118	5	$.58 \leq r_{it} \leq .72$	5.42 (1.36)	5.60	.85
Fachwiss. Kontext (F/TCK)	116	4	$.55 \leq r_{it} \leq .69$	4.40 (1.42)	4.50	.81
Methodik (M/TPK)	117	5	$.64 \leq r_{it} \leq .71$	3.86 (1.34)	4.00	.85
Unterrichten (U/TPACK)	117	6	$.64 \leq r_{it} \leq .85$	4.05 (1.49)	4.00	.91

Die Modellierung der Facette *Unterrichten* (U/TPACK) als linear von T/TK, F/TCK und M/TPK abhängige Funktion erreicht mit einem $R^2 = .60$ (korrigiertes $R^2 = .59$) eine hohe Anpassungsgüte ($F(3, 114) = 57.852, p < .001$) mit einer hohen Effektstärke ($f^2 = 1.52$, Cohen, 1992). Für die Vorhersage der wahrgenommenen Kompetenz im *Unterrichten* sind mit einem ähnlich starken Einfluss (standard. Beta) jedoch nur F/TCK und M/TPK relevante, signifikante Prädiktoren ($p < .001$, Tab. 2).

Tabelle 2: Regression zum Einfluss von T/TK, F/TCK und M/TPK auf U/TPACK

	Regr. Koeff. B [95%-CI]	standard. Beta	<i>p</i> -Wert
Konstante	.21 [-.52, .94]		.572
Spezielle Technik (T/TK)	-.01 [-.18, .18]	-.004	.960
Fachwiss. Kontext (F/TCK)	.47 [.28, .65]	.445	< .001
Methodik (M/TPK)	.47 [.31, .64]	.427	< .001

4. Diskussion

Faktorenanalytisch zeigt sich, dass innerhalb des Kompetenzbereichs *Präsentation* stärkere Zusammenhänge zwischen den Teilkompetenzen der Facetten T/TK und F/TCK einerseits sowie U/TPACK und M/TPK andererseits bestehen. Darauf basierend könnte eine Brückenfunktion digitaler Kompetenzen mit stärkerem pädagogischem Bezug zur Erlangung von fachspezifischem TPACK diskutiert werden.

Der im Regressionsmodell fehlende Beitrag von TK zu TPACK deckt sich mit bisherigen Studien (z.B. Schmid et al., 2020), in denen sich nach Erhebungen mit fachspezifischen Skalen kein wesentlicher TK-Einfluss zeigt. Abgeleitet daraus wäre auch in der fachspezifischen Lehramtsausbildung davon abzugehen, sich auf vornehmlich technologie-orientierte Veranstaltungen zu fokussieren, da ein Kompetenzzuwachs in TK nicht automatisch mit einer Steigerung bei TPACK einhergeht (Angeli et al., 2016). Eine Klärung, ob abweichende relative Beiträge von TCK und TPK ggf. aus der Nutzung fachspezifischer Items oder aus der begrenzten Datengrundlage resultieren, wird in weiterführenden Studien erfolgen.

Bisherige Untersuchungen zu digitalen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden, die z. B. einen breiten Bereich digitaler Anwendungsszenarien mit Einzelitems erfassen, ohne einzelne Bereiche im Detail zu untersuchen, zeigten zwischen Studienstandorten keine signifikanten Unterschiede (Vogelsang et al., 2019). Die hier vorgestellte Prä-Pilotierung zu *DiKoLAN* konnte ebenso zeigen, dass sich digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Kompetenzbereich *Präsentation* in unterrichtsbezogenen sowie fachwissenschaftlich-technischen Aspekten an zwei Standorten nicht signifikant unterscheiden. Das Fehlen unterschiedlicher Kompetenzprofile an Studienstandorten erlaubt eine Entwicklung von einheitlichen, curricularen Konzepten und Lehrveranstaltungen zur Kompetenzentwicklung, da keine grundlegende Differenzierung notwendig erscheint.

Literatur

- Angeli, C., Valanides, C. & Christodoulou, A. (2016). Theoretical considerations of technological pedagogical content knowledge. In M. C. Herring, P. Mishra & M. J. Koehler (Hrsg.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge for educators* (S. 11–32). New York, NY: Routledge.
- Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M., Thoms, L.-J., Thyssen, C. & von Kotzebue, L. (2020). Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften – DiKoLAN. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt & C. Thyssen (Hrsg.), *Digitale Basiskompetenzen – Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 14–43). Joachim Herz Stiftung.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern (2017). Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt. *merz Medien+Erziehung: Zeitschrift für Medienpädagogik*, 4, 65–74.
- Herzig, B. (2020). Digitalisierung, Medienbildung und Medienkompetenz. In M. Rothland & S. Herrlinger (Hrsg.), *Digital?! Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung* (Band 5, S. 35–50). Münster: Waxmann.
- Herzig, B., Martin, A., Schaper, N. & Ossenschmidt, D. (2015). Modellierung und Messung medienpädagogischer Kompetenz – Grundlagen und erste Ergebnisse. In B. Koch-Priewe, A. Köker, J. Seifried & E. Wuttke (Hrsg.), *Kompetenzerwerb an Hochschulen: Modellierung und Messung* (S. 153–176). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- KMK (2016). *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. Berlin.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Petko, D., Döbeli Honegger, B. & Prasse, D. (2018). Digitale Transformation in Bildung und Schule: Facetten, Entwicklungslinien und Herausforderungen für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 157–174.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: Dig-CompEdu* (No. JRC107466). Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- Schmid, M., Brianza, E. & Petko, D. (2020). Developing a short assessment instrument for Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK.xs) and comparing the factor structure of an integrative and a transformative model. *Computers & Education*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103967>
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D. & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 115–129. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6>