

Franziska Zimmermann<sup>1</sup>  
Insa Melle<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Dortmund

## **Entwicklung und Evaluation von TPACK-Kompetenzen in der Hochschullehre**

### **Theoretischer Hintergrund**

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung der Gesellschaft steht auch das deutsche Bildungssystem vor der Herausforderung, bisher praktizierte Lehr- und Lernmethoden umzustellen und digitale Werkzeuge gewinnbringend in den Unterricht zu integrieren (Redecker & Punie, 2017; KMK, 2016; Schmid, Goertz & Behrens, 2017). Jedoch fühlt sich die Mehrheit der Lehrkräfte nicht ausreichend qualifiziert, die an sie gestellten Anforderungen umzusetzen (Bos et al., 2016; Drossel & Eickelmann, 2017). Deshalb ist es entscheidend, die digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte umfassend zu stärken (Bastian & Riplinger, 2016). Um dieser Herausforderung begegnen zu können, wurde ein Universitätsseminar zur Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für den kompetenten Einsatz digitaler Werkzeuge konzipiert und evaluiert (Zimmermann & Melle, 2019). Zur Beschreibung und Analyse der Kompetenzen der angehenden Lehrkräfte wird das TPACK-Modell (*technological pedagogical content knowledge*) herangezogen, welches das professionelle Wissen von Lehrkräften im Kontext der Digitalisierung abbildet (Mishra & Koehler, 2006; Koehler, Mishra & Cain, 2013; Koehler & Mishra, 2008). Fokus dieser Arbeit liegt allerdings hauptsächlich auf den technologiebezogenen Wissensbereichen TK, TPK und TCK des Modells.

### **Forschungsdesign**

Das im Rahmen dieses Projekts entwickelte Seminar „Unterrichtsmethoden und Medien für die Digitalisierung im Chemieunterricht“ ist verpflichtend für Lehramtsstudierende der TU Dortmund mit dem Schulfach Chemie im Master. Dieses wird im Semester vor dem Praxissemester belegt. Somit kann zusätzlich die unterrichtspraktische Umsetzung der Seminarinhalte im jeweils nachfolgenden Praxissemester untersucht werden.

### *Inhalte des Seminars*

Ziel des Seminars ist es, die TPACK-Kompetenzen angehender Chemielehrerinnen und Chemielehrer zu entwickeln. Zu diesem Zweck wurden zwölf Seminarsitzungen konzipiert. Im Verlauf des Seminars setzen sich die Studierenden theoretisch und praktisch mit sehr vielseitigen Aspekten des digital gestützten Chemieunterrichts auseinander. Dementsprechend lernen sie eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen, Programme und Methoden zur Implementation digitaler Werkzeuge im Chemieunterricht kennen. Insgesamt adressiert das Seminar alle Kompetenzen, die in dem Orientierungsrahmen "Digitale Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht – DiKoLAN" präzisiert werden (Zimmermann & Melle, 2020; Becker et al., 2020).

### *Hauptforschungsfragen*

Im Rahmen der Untersuchung sollen folgende Hauptforschungsfragen beantwortet werden:

#### Attraktivität:

- (1) Empfinden die Studierenden das Seminar als attraktiv?

#### Kognitive Veränderungen:

- (2) Führt das Seminar zu einer Veränderung der TPACK-Selbstwirksamkeit und der Einstellung der Studierenden?

- (3) Führt die Seminarteilnahme zu einer Veränderung der Fähigkeiten der Studierenden, digitale Werkzeuge in die Unterrichtsplanung zu integrieren?

Unterrichtspraktische Umsetzung:

- (4) Setzen die Studierenden nach der Teilnahme an dem Seminar unterschiedliche digitale Werkzeuge für vielfältige Unterrichtsaktivitäten im Praxissemester ein?
- (5) Zeigen die Studierenden
- a. Technology Knowledge (TK)
  - b. Technological Pedagogical Knowledge (TPK) sowie
  - c. Technological Content Knowledge (TCK)
- beim Einsatz digitaler Werkzeuge im Praxissemester?
- (6) Zeigen die Studierenden
- a. Technology Knowledge (TK)
  - b. Technological Pedagogical Knowledge (TPK) sowie
  - c. Technological Content Knowledge (TCK)
- bei der Gestaltung multimedialer Materialien für den Chemieunterricht im Praxissemester?

Wirkung auf die Lernenden:

- (7) Welchen Effekt hat der von den Studierenden geplante und durchgeführte Unterricht auf die Lernenden?

*Untersuchungsdesign und Testinstrumente*

Zu Beginn der Untersuchung werden vor der ersten Seminarsitzung die TPACK-Selbstwirksamkeit (vgl. Schmidt et al., 2009; 5-stufige Likert-Skala, 31 Items,  $\alpha = .964$ ) sowie die Einstellung (vgl. Davis 1989, 5-stufige Likert-Skala, 34 Items,  $\alpha = .899$ ) der Studierenden mit Hilfe eines Online-Fragebogens erhoben. Diese selbstberichteten Angaben sollen zur Verifizierung zusätzlich trianguliert werden. Dazu werden im Rahmen der Pre-Tests ebenfalls die Fähigkeiten der Studierenden, digitale Werkzeuge in die Unterrichtsplanung zu integrieren, erhoben. Dies geschieht mit Hilfe einer schriftlichen Planungsaufgabe, in der die Studierenden digitale Werkzeuge bestmöglich einsetzen sollen. Im Anschluss an diesen schriftlichen Teil wird mit den Studierenden ein Interview geführt, in dem sie ihre Planungsentscheidungen ausführlich erläutern sollen (5-stufige Likert-Skala, 28 Items,  $ICC_{unjust.} = .991$ ). Zudem werden die Vorerfahrungen der Studierenden in Bezug auf digitale Medien ermittelt (4-stufige Likert-Skala, 3 Items,  $ICC_{unjust.} = .961$ ).

Darauf folgt die Intervention, welche aus zwölf Seminarsitzungen besteht, die in folgende vier thematische Blöcke eingeteilt sind: (I) Grundlagen des Einsatzes digitaler Werkzeuge, (II) Unterrichtspraktische Implementation digitaler Werkzeuge, (III) Digitale Werkzeuge und Experimentieren sowie (IV) Methodische Aspekte der Implementation digitaler Werkzeuge (Zimmermann & Melle, 2020). Nach jedem dieser thematischen Blöcke bearbeiten die Studierenden einen Online-Fragebogen, mit dem die Seminarqualität des jeweiligen thematischen Blocks eingeschätzt werden soll (5-stufige Likert-Skala, 10 Items,  $\alpha = .886$ ). Um den Einfluss des Seminars auf die Entwicklung der Studierenden zu erfassen, werden nach Abschluss des Seminars neben der TPACK-Selbstwirksamkeit und Einstellung der Studierenden auch ihre Fähigkeiten, digitale Werkzeuge in die Unterrichtsplanung zu integrieren, wiederholt ermittelt. Dazu werden die entsprechenden Testinstrumente der Pre-Tests als Post-Test erneut eingesetzt. Darüber hinaus bewerten die Seminarteilnehmer über einen zusätzlichen online-Fragebogen die Gesamtqualität des Seminars (offene Fragen).

Im darauffolgenden Schulhalbjahr werden die im Seminar gewonnenen Fähigkeiten der Studierenden im Praxissemester unterrichtspraktisch erprobt und analysiert. Dazu bekommen die Studierenden die Aufgabe, ein Unterrichtsprojekt zu planen und durchzuführen, in welchem digitale Werkzeuge eine bedeutende Rolle einnehmen sollen. Die unterrichtspraktische Umsetzung dieser Unterrichtsprojekte wird videografiert und schließlich mit Hilfe zwei

verschiedener Kodiermanuale ausgewertet (Yavuz, 2019): Einerseits werden die von den Studierenden eingesetzten Medien einschließlich ihrer Funktion bestimmt, andererseits wird mit einem weiteren Kodiermanual ermittelt, inwiefern die Studierenden hierbei über TK, TPK und TCK verfügen. Zusätzlich werden auch die von den Studierenden eingesetzten multimedialen Arbeitsmaterialien in Bezug auf die Wissensbereiche TK, TPK und TCK analysiert (5-stufige Likert-Skala, 15 Items,  $ICC_{unjust.} = .906$ ; Kartier, 2020). Im Rahmen des Praxissemesters wird neben den Kompetenzen der Studierenden auch die Wirkung auf die Lernenden mit Hilfe eines Schülerfragebogens (5-stufige Likert-Skala, 10 Items,  $\alpha = .864$ ; offenes Aufgabenformat) fokussiert.

Nach Abschluss des Praxissemesters wird außerdem die langfristige Wirkung des Seminars auf die TPACK-Selbstwirksamkeit und die Einstellung der Studierenden bestimmt, indem diese ein drittes Mal ermittelt werden (follow-up).

### **Ausgewählte Ergebnisse der Hauptuntersuchung**

Nachfolgend wird eine Auswahl der Ergebnisse der Hauptuntersuchung dargestellt. Da diese noch nicht vollständig ausgewertet ist, handelt es sich nur um vorläufige Befunde. Die analysierte Stichprobe umfasst dabei die Seminare durchgänge vom Wintersemester 2018/19 bis einschließlich des Wintersemesters 2019/20 und somit nicht das Sommersemester 2020, in welchem das Seminar als ein online-Seminar durchgeführt werden musste.

#### *Attraktivität (1)*

Mit Blick auf die Seminarqualität zeigen die gewonnenen Daten, dass die Studierenden alle vier thematischen Blöcke als sehr positiv einschätzen ( $M_{BlockI} = 4.44$ ;  $SD = 0.37$ ;  $M_{BlockII} = 4.55$ ;  $SD = 0.30$ ;  $M_{BlockIII} = 4.64$ ;  $SD = 0.32$ ;  $M_{BlockIV} = 4.67$ ;  $SD = 0.40$ ;  $n = 26$ ; Skala von 1 = niedrig bis 5 = hoch).

#### *Kognitive Veränderungen (2 & 3)*

Im Bereich der kognitiven Veränderungen können sowohl die TPACK-Selbstwirksamkeit ( $M_{Pre} = 3.24$ ,  $M_{Post} = 4.24$ , Skala von 1 = niedrig bis 5 = hoch,  $p < .001$ ,  $d = 1.73$ ,  $n = 26$ ) als auch die Einstellung ( $M_{Pre} = 3.89$ ,  $M_{Post} = 4.16$ , Skala von 1 = negativ bis 5 = positiv,  $p < .001$ ,  $d = 0.93$ ,  $n = 26$ ) vom Pre- zum Postzeitpunkt signifikant, mit jeweils großer Effektstärke gesteigert werden. Gleichzeitig zeigt auch die Evaluation der Fähigkeiten der Studierenden, digitale Werkzeuge in die Unterrichtsplanung zu integrieren, eine positive Veränderung in den Wissensbereichen TK ( $M_{Pre} = 2.68$ ,  $M_{Post} = 4.60$ , Skala von 1 = niedrig bis 5 = hoch,  $p < .001$ ,  $d = 4.00$ ,  $n = 26$ ), TPK ( $M_{Pre} = 2.51$ ,  $M_{Post} = 4.65$ ,  $p < .001$ ,  $d = 4.18$ ,  $n = 26$ ) und TCK ( $M_{Pre} = 2.65$ ,  $M_{Post} = 4.73$ ,  $p < .001$ ,  $d = 4.42$ ,  $n = 26$ ).

#### *Unterrichtspraktische Umsetzung (6)*

Bezüglich der unterrichtspraktischen Umsetzung wird aus der Analyse der von den Studierenden eingesetzten multimedialen Arbeitsmaterialien deutlich, dass die Studierenden bereits recht gut in der Lage sind, multimediale Unterrichtsmaterialien zu erstellen ( $M_{TK} = 3.27$ ;  $SD = 0.44$ ;  $M_{TPK} = 3.12$ ;  $SD = 0.40$ ;  $M_{TCK} = 3.03$ ;  $SD = 0.37$ ;  $n = 12$ ; Skala von 1 = niedrig bis 4 = hoch; Kartier, 2020).

### **Weitere Schritte**

Im weiteren Verlauf des Projekts sollen die noch ausstehenden Hauptforschungsfragen 4, 5 und 7 ausgewertet werden. Zusätzlich wird auch der online Seminare durchgang des Sommersemesters 2020 evaluiert werden. Darüber hinaus soll abschließend untersucht werden, inwiefern sich aus den gewonnenen Erkenntnissen zur allgemeinen Gestaltung von fachdidaktischen Universitätsseminaren zur Förderung von TPACK-Kompetenzen generieren lassen.

### Literatur

- Bastian, J. & Riplinger, T. (2016). Tablets for a redefinition of learning? An analysis of video observations to determine the integration of tablets in the classroom. In Proceedings of EdMedia 2016 – World Conference on Educational Media and Technology, 143-149
- Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M., Thoms, L.-J., Thyssen, C., & von Kotzebue, L. (2020). Orientierung-rahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften - DiKoLAN. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt, & C. Thyssen (Eds.), *Digitale Basiskompetenzen: Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften*. Joachim Herz Stiftung Verlag, 14-43
- Bos, W., Lorenz, R., Endberg, M., Eickelmann, B., Kammerl, R., & Welling, S. (2016). *Schule digital – der Länderindikator 2016. Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich*. Münster; New York: Waxmann
- Davis, F., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35 (8), 982-1003
- Drossel, K. & Eickelmann, B. (2017). Teachers' participation in professional development concerning the implementation of new technologies in class – Different types of teachers and their relationship with the use of computers, ICT self-efficacy and emphasis on teaching ICT. *Large-scale Assessments in Education*, 5 (19), 1-13
- Kartier, A. (2020). *Analyse von multimedialen Materialien für den Chemieunterricht – Entwicklung eines Auswertungssystems*. Unveröffentlichte Masterarbeit, Technische Universität Dortmund
- KMK (2016). *Strategie der Kultusministerkonferenz "Bildung in der digitalen Welt"*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. Routledge, 3-28
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193 (3), 13–19
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological, pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054
- Redecker C., & Punie, Y. (2017). *DigCompEdu: European Framework for the Digital Competence of Educators*
- Schmid, U., Goertz, L., & Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung: die Schulen im digitalen Zeitalter*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung
- 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
- Yavuz, M. (2019). *Analyse des Einsatzes digitaler Werkzeuge von Studierenden im Praxissemester – Entwicklung und Erprobung eines Kodiermanuals für den Chemieunterricht*. Unveröffentlichte Masterarbeit, Technische Universität
- Zimmermann, F. & Melle, I. (2019). Designing a University Seminar to Professionalize Prospective Teachers for Digitization in Chemistry Education. *Chemistry Teacher International*, 1-9
- Zimmermann, F. & Melle, I. (2020). *Digitale Werkzeuge für den Chemieunterricht – ein Hochschulseminar im Masterstudium*. In S: Becker, J. Meßinger-Koppelt & C. Thyssen (Eds.), *Digitale Basiskompetenzen – Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsbildung in den Naturwissenschaften*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag, 46-49