

Professionalisierung für einen digital gestützten Chemieunterricht

Theoretischer Hintergrund

Mit Blick auf die Herausforderungen der zunehmenden Digitalisierung der Gesellschaft ist auch das deutsche Schulsystem gefordert, innovative Informations- und Kommunikationstechnologien in die Lehr- und Lernprozesse zu integrieren (KMK, 2016; Schmid, Goertz & Behrens, 2017). Allerdings fühlt sich die Mehrheit der Lehrkräfte nicht ausreichend qualifiziert und überfordert, die an sie gestellten Anforderungen der digitalen Welt umzusetzen (Bos et al., 2016). Es ist daher von zentraler Bedeutung, die digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte über entsprechende Qualifizierungsprogramme umfassend zu stärken. Entsprechend besteht ein hoher Fort- und Ausbildungsbedarf (Schmid et al., 2017; Mahler & Arnold, 2017; Bastian, 2017; Becker & Nerdel, 2017). Vor diesem Hintergrund wurde ein Hochschulseminar entwickelt und evaluiert, welches das Ziel hat, angehende Chemielehrkräfte für den kompetenten Einsatz digitaler Werkzeuge zu professionalisieren (Zimmermann & Melle, 2019).

Zur Analyse der Kompetenzen für die Digitalisierung wird das TPACK-Modell (*technological pedagogical content knowledge*) herangezogen, welches die verschiedenen Wissensbereiche abbildet, in denen Lehrpersonen im Zuge der Digitalisierung geschult werden müssen (Mishra & Koehler, 2006). Grundlage des TPACK Modells bildet das *pedagogical content knowledge* nach Shulman (1986), welches sich aus dem pädagogischen Wissen (PK), dem Fachwissen (CK) sowie ihrer Schnittmenge, dem fachdidaktischen Wissen (PCK), zusammensetzt. Um die Kompetenzen für die Digitalisierung zu beschreiben, wird dieses Modell um das Technologiewissen (TK) erweitert, wobei gleichzeitig weitere Wissensbereiche entstehen: das technologisch pädagogische Wissen (TPK), das technologiespezifische Inhaltswissen (TCK) und das technologisch pädagogische Inhaltswissen (TPACK), welches die Schnittmenge aller Wissensbereiche darstellt (vgl. Cetin-Dindar, Boz, Sonmez, & Celep, 2018; Mahler & Arnold, 2017; Mishra & Koehler, 2006). In diesem Projekt wird der Fokus auf die technologiebezogenen Wissensbereiche gelegt.

Forschungsdesign

Das entwickelte Seminar „Unterrichtsmethoden und Medien für die Digitalisierung im Chemieunterricht“ ist ein obligatorisches Seminar für Lehramtsstudierende der TU Dortmund mit dem Schulfach Chemie im Masterstudiengang. Dieses wird von ihnen in dem Praxissemester vorangehenden Semester besucht, um auf diese Weise die unterrichtspraktische Umsetzung der Seminarinhalte im jeweils nachfolgenden Praxissemester evaluieren zu können.

Inhalte des Seminars

Insgesamt setzen sich die Studierenden theoretisch, aber insbesondere praktisch mit sehr vielfältigen Aspekten des digital gestützten Chemieunterrichts auseinander und lernen so eine Vielzahl an verschiedenen Apps, Programmen und Methoden für den Einsatz digitaler Werkzeuge im Chemieunterricht kennen. Dabei ist das Seminar in die vier thematischen Schwerpunktböcke „Grundlagen des Einsatzes digitaler Werkzeuge“, „Unterrichtspraktische Implementation digitaler Werkzeuge“, „Experimente mit digitalen Werkzeugen“ sowie „Methodische Aspekte der Implementation digitaler Werkzeuge“ unterteilt.

Forschungsfragen

Angelehnt an die Evaluationsschritte nach Kirkpatrick und Kirkpatrick (2006) wird das Seminar auf den vier Ebenen *Attraktivität, kognitive Veränderungen, unterrichtspraktische Umsetzung und Wirkungen auf die Lernenden* mit Fokus auf die nachfolgenden Hauptforschungsfragen evaluiert (vgl. Schmitt, 2016; Schlüter, 2018).

Attraktivität: Empfinden die Studierenden das Seminar als attraktiv?

Kognitive Veränderungen: Führt das Seminar zu einer Veränderung der TPACK-Selbstwirksamkeit und der Einstellung der Studierenden? Führt die Seminarteilnahme zu einer Veränderung der Fähigkeiten der Studierenden, digitale Werkzeuge in die Unterrichtsplanung zu integrieren?

Unterrichtspraktische Umsetzung: Setzen die Studierenden nach der Teilnahme an dem Seminar die Inhalte im Rahmen des Praxissemesters adäquat um?

Wirkung auf die Lernenden: Welchen Effekt hat der von den Studierenden geplante und durchgeführte Unterricht auf die Lernenden?

Untersuchungsaufbau und Testinstrumente

In der ersten Seminarsitzung wird erhoben, inwiefern die Studierenden bereits in der Lage sind, Chemieunterricht unter Verwendung digitaler Medien zu planen (hoch-inferentes Kodiermanual für die Analyse der Wissensbereiche TK, TCK, TPK des TPACK-Modells in den Unterrichtsplanungsergebnissen; ICC_{unjust.} = .991). Dazu bekommen die Studierenden die Aufgabe, eine Unterrichtsstunde zu planen, in welcher digitale Werkzeuge bestmöglich eingesetzt werden sollten. Anschließend wird ein Interview mit den Studierenden geführt, in welchem sie ihre Planungen im Detail vorstellen, erläutern und begründen sollen. Zudem werden die Einstellung (5-stufige Likert-Skala, 34 Items, $\alpha = .899$; in Anlehnung an das *technology acceptance model* nach Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989), die Selbstwirksamkeit (5-stufige Likert-Skala, 31 Items, $\alpha = .964$; fokussierte Bereiche des TPACK-Modells: TK, TCK, TPK, TPACK; in Anlehnung an Schmidt et al., 2009) sowie die Vorerfahrungen (Kodiermanual, in Arbeit) der Studierenden im Umgang mit digitalen Medien ermittelt. Anschließend erfolgt die Intervention, welche aus zwölf Seminarsitzungen besteht. In der letzten Seminarsitzung wird für einen Pre-Post-Vergleich erneut die Fähigkeit der Studierenden erhoben, inwiefern sie in der Lage sind, Unterricht zum Einsatz digitaler Medien zu planen. Darüber hinaus wird auch die Wirkung des Seminars auf die TPACK-Selbstwirksamkeit und Einstellung der Studierenden über den Pre-Post Vergleich ermittelt. Zusätzlich schätzen die Studierenden über einen Attraktivitätstest die Seminarqualität nach den einzelnen thematischen Blöcken ein (5-stufige Likert-Skala, 24 Items, $\alpha = .850$).

Im anschließenden Schulhalbjahr wird die Umsetzung der im Seminar erlernten Inhalte im Praxissemester untersucht, indem der von den Studierenden geplante und durchgeführte Unterricht videografiert wird. Für die Analyse dieser Videos wurden im Rahmen der Voruntersuchung bereits zwei verschiedene Kodiermanuale erprobt (Yavuz, 2019). Bei dem einem handelt es sich um ein hoch-inferentes Verfahren, mithilfe dessen die Kompetenzen der Studierenden in den Bereichen TK, TPK und TCK des TPACK-Modells evaluiert werden (VU: ICC_{unjust.} = .907). Zudem werden auch die von den Studierenden eingesetzten Medien analysiert (niedrig-inferentes Kodiermanual, VU: κ zwischen .665 und 1.000). Neben der Videografie des Unterrichts wird im Rahmen der unterrichtspraktischen Erprobung die Wirkung auf die Lernenden mithilfe eines Schülerfragebogens ermittelt (5-stufige Likert-Skala, 10 Items, $\alpha = .872$; offenes Aufgabenformat).

Zum Abschluss werden nach dem Praxissemester die langfristige Wirkung des Seminars auf die TPACK-Selbstwirksamkeit und die Einstellung der Studierenden erhoben, indem diese in Form eines Follow-up-Tests am Ende des Praxissemesters ein drittes Mal erfasst werden.

Erste Ergebnisse

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse stammen aus der Hauptuntersuchung. Da diese noch nicht vollständig abgeschlossen ist, handelt es sich derzeit nur um vorläufige Befunde.

Attraktivität

Zur Erfassung der Seminarqualität wurde das Seminar von den Studierenden insgesamt vier Mal zu den einzelnen thematischen Blöcken eingeschätzt. Es wird deutlich, dass die Studierenden das Seminar sehr positiv einschätzen ($M_{BlockI} = 4.47$; $SD = 0.33$; $M_{BlockII} = 4.58$; $SD = 0.31$; $M_{BlockIII} = 4.69$; $SD = 0.26$; $M_{BlockIV} = 4.69$; $SD = 0.31$; $n = 14$; Skala von 1 = negativ bis 5 = positiv).

Kognitive Veränderungen

Bezogen auf die Ebene der kognitiven Veränderungen konnte über einen Pre-Post-Vergleich ermittelt werden, dass durch die Seminarteilnahme sowohl die TPACK-Selbstwirksamkeit ($M_{Pre} = 3.50$, $M_{Post} = 4.38$, Skala von 1 = negativ bis 5 = positiv, $p < .001$, $\delta = 1.46$, $n = 14$) als auch die Einstellung ($M_{Pre} = 3.85$, $M_{Post} = 4.29$, Skala von 1 = negativ bis 5 = positiv, $p < .001$, $\delta = 1.81$, $n = 14$) der Studierenden im Umgang mit digitalen Werkzeugen signifikant und mit jeweils großer Effektstärke gesteigert werden können.

Beide Fragebögen wurden auch in einer Vergleichsgruppe eingesetzt, um Effekte ausschließen zu können, die beispielsweise auf eine Testwiederholung zurückzuführen sind. Die Studierenden der Vergleichsgruppe besuchten ein Vorbereitungsseminar zum Praxissemester an einer anderen Universität im gleichen Semester mit einem anderen inhaltlichen Schwerpunkt. Dabei zeigt die Überprüfung der Mittelwertunterschiede der Vergleichsgruppe bei fehlender Signifikanz nur schwache Effekte hinsichtlich der TPACK-Selbstwirksamkeit ($M_{PreVG} = 3.24$, $M_{PostVG} = 3.34$, $p = .846$, $\delta = 0.44$, $n = 18$) und der Einstellung ($M_{PreVG} = 3.68$, $M_{PostVG} = 3.73$, $p = .181$, $\delta = 0.52$, $n = 18$). Zusätzlich belegt der Residualvergleich, dass die TPACK-Selbstwirksamkeit ($p < .001$, $\delta = 2.35$) und die Einstellung ($p < .001$, $\delta = 1.60$) in der Interventionsgruppe signifikant mehr wachsen als in der Vergleichsgruppe.

Die Auswertung der Planungsergebnisse der Studierenden zum Einsatz digitaler Medien zeigt eine signifikante Verbesserung in den Wissensbereichen TK ($M_{Pre} = 2.77$, $M_{Post} = 4.75$, $p = .001$, $\phi = 0.88$, $n = 14$), TPK ($M_{Pre} = 2.55$, $M_{Post} = 4.78$, $p < .001$, $\delta = 3.42$, $n = 14$) und TCK ($M_{Pre} = 2.79$, $M_{Post} = 4.84$, $p = .001$, $\phi = 0.88$, $n = 14$).

Unterrichtspraktische Umsetzung

Erste Eindrücke deuten darauf hin, dass die Bereiche TK und TCK bei den Studierenden bereits recht stark ausgeprägt sind, während das TPK noch Entwicklungsbedarf aufweist.

Wirkung auf die Lernenden

Bezüglich der Ebene der Wirkung auf die Lernenden gaben diese im Schülerfragebogen an, dass sie die von den Studierenden verwendeten digitalen Lernmaterialien insbesondere als motivierend empfunden haben ($M = 4.41$, $SD = 0.69$, $n = 110$, Skala von 1 = negativ bis 5 = positiv) und zudem aufmerksam waren ($M = 4.21$, $SD = 0.70$, $n = 110$, Skala von 1 = negativ bis 5 = positiv).

Weitere Schritte

Im weiteren Verlauf wird auf der Ebene der *unterrichtspraktischen Umsetzung* analysiert, inwiefern die Studierenden die Seminarinhalte in den Videos des von ihnen durchgeführten Unterrichts im Praxissemesters adäquat umsetzen. Darüber hinaus werden die Vorerfahrungen ausgewertet und die langfristige Wirkung des Seminars auf die Einstellung und TPACK-Selbstwirksamkeit der Studierenden über einen Follow-up-Test ermittelt. Zudem wird das Seminar erneut durchgeführt und die Stichprobe somit erweitert.

Literatur

- Bastian, J. (2017). Tablets zur Neubestimmung des Lernens? Befragung und Unterrichtsbeobachtung zur Bestimmung der Integration von Tablets in den Unterricht. In: J. Bastian & S. Aufenanger (Eds.), *Tablets in Schule und Unterricht. Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien*. Wiesbaden: Springer VS, 139–173
- Becker, S. & Nerdel, C. (2017) Gelingensbedingungen für die Implementation digitaler Werkzeuge im Unterricht. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze & J. Groß (Eds.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen – Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung, 36-55
- 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
- Cetin-Dindar, A., Boz, Y., Sonmez, D. Y., & Celep, N. D. (2018). Development of pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge. *Chemistry Education Research and Practice*, 19 (1), 167-183
- 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
- D. L. Kirkpatrick, J. D. Kirkpatrick, (2006). *Evaluating Training Programs*. Berrett-Koehler: San Francisco
- KMK (2016). Strategie der Kultusministerkonferenz "Bildung in der digitalen Welt". Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016
- Mahler, D. & Arnold, J. (2017) Wissen und Motivation von Lehrkräften in Umgang mit digitalen Technologien. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze & J. Groß (Eds.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen – Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung, 264-277
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological, pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054
- Schlüter, A.-K. (2018). *Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen Gemeinsamen Unterricht: Studien zum Physik- und Chemieunterricht: Vol. 257*. Berlin: Logos
- 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
- Schmitt, A.-K (2016). *Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung*. Berlin: logos
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14
- Yavuz, M. (2019). *Analyse des Einsatzes digitaler Werkzeuge von Studierenden im Praxissemester – Entwicklung und Erprobung eines Kodiermanuals für den Chemieunterricht*. Unveröffentlichte Masterarbeit, Technische Universität, Dortmund
- Zimmermann, F. & Melle, I. (in print). Designing a University Seminar to Professionalize Prospective Teachers for Digitization in Chemistry Education. *Chemistry Teacher International*