

WULFF, Mira H.; RADKOWITSCH, Anika & HEINZE, Aiso
Kiel

Der 3D-Druck im regulären Mathematikunterricht: Kann eine kurze Fortbildung interne Barrieren bei Lehrkräften abbauen?

Problemlage und Zielstellung

Lehrkräften kommt im Fachunterricht an allgemeinbildenden Schulen eine zentrale Rolle zu: Sie planen den Unterricht, führen diesen durch und bereiten ihn nach. Im Rahmen der voranschreitenden Digitalisierung der Schule machen Lehrkräfte folglich einen essentiellen Faktor aus. Um sie auf ihre Tätigkeiten vorzubereiten und zu unterstützen bilden neben den zwei Phasen der Lehrkräfteausbildung auch Fortbildungsmöglichkeiten eine wichtige Grundlage.

Die berichtete Studie ist Teil eines Design-Forschungsprojekts zur Frage, inwiefern die 3D-Druck-Technologie in den regulären Mathematikunterricht integriert werden kann. Damit soll neben der Förderung mathematischer Kompetenzen auch die Förderung digitaler Kompetenzen für eine Berufsorientierung und -vorbereitung der Lernenden erreicht werden. Gleichzeitig wird eine größere Akzeptanz bei den Lehrkräften erwartet, da die mathematischen Lernziele nicht reduziert werden. In vorangegangenen Studien des Projekts konnten neben Gelingensbedingungen (externe Barrieren: z. B. Ausstattung; interne Barrieren: z. B. positiver Zusammenhang zwischen Nutzungsintention und den Selbstwirksamkeitserwartungen bzgl. TPK und TPACK) ein Fortbildungsbedarf festgestellt werden (Wulff et al., 2023a). Innerhalb des Forschungsprojekts wurden entsprechend mittels des Education Design Research Ansatzes und mehrerer Evaluationszyklen (vgl. Plomp & Nieveen, 2013) Unterrichtsmaterialien (Sachanalysen, didaktische Analysen, Beispiele für Stundenraster und Arbeitsblätter) sowie Erklär- und Aufgabenvideos erstellt.

Theoretischer Hintergrund

Die 3D-Druck-Technologie gewinnt im Schulkontext an Bedeutung (vgl. u. a. Eickelmann et al., 2019). So kann diese zur Lernunterstützung (z. B. anhand des Drucks von manipulierten Würfeln), als Lerninhalt (z. B. anhand der Thematisierung von Code-Strukturen) oder als Lernkontext genutzt werden (vgl. u. a. Figueiredo & Alfonso, 2005). Einen Einfluss auf die Einbindung digitaler Technologien im Fachunterricht haben Bedingungsfaktoren, die in externe und interne Kategorien kategorisiert werden können (Ertmer, 1999). Da Schulen durch den steigenden Digitalisierungsgrad zunehmend

besser digital ausgestattet sein werden, ist bei der Untersuchung von Bedingungsfaktoren ein Fokus auf interne Barrieren (z. B. *Selbstwirksamkeitserwartungen* und *task value beliefs*, vgl. Wulff et al., 2023a) notwendig.

Forschungsfragen

Basierend auf der dargestellten Problemlage und dem theoretischen Hintergrund ergeben sich folgende Forschungsfragen: Inwiefern fördert eine (Kurz-)Fortbildung den Einsatz der 3D-Druck-Technologie im regulären Mathematikunterricht und inwiefern lassen sich die Ausprägungen relevanter interner Barrieren mittels (Kurz-)Fortbildungen angleichen?

Methode und Stichprobe

Im Rahmen von dreistündigen Fortbildungen im Februar und März 2023 wurden Mathematiklehrkräften u. a. Möglichkeiten und ausgearbeitete Materialien zur Nutzung des 3D-Drucks im regulären Mathematikunterricht (vgl. Wulff et al., 2023b) vorgestellt (ca. 60 Minuten). Mittels eines Aufgabenbeispiels wurde durch die Fortbildung geführt, in dem die Lehrkräfte Einblicke in die verschiedenen Prozesse des 3D-Drucks und deren Verknüpfungsmöglichkeiten zu curricularen Inhalten erhielten. Im Anschluss an die Fortbildung erhielten die Lehrkräfte Zugriff zu allen im Forschungsprojekt erstellten Materialien (s. o.). Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde die Fortbildung von einer Online-Prä-Post-Befragung begleitet. Die Prä-Befragung wurde vor der Kurz-Fortbildung und die Post-Befragung vor den Sommerferien 2023 per Mail versendet, sodass seit der Kurz-Fortbildung beinahe ein Halbjahr vergangen war. Hierzu wurde der in Wulff et al. (2023a) vorgestellte Fragebogen zur Erhebung demographischer Daten, psychologischer Konstrukte (*Verhältnis zu digitalen Medien*, *task value beliefs*, *Selbstwirksamkeitserwartungen* in den Kompetenzbereichen *TK*, *TPK* und *TPACK*) sowie Chancen und Herausforderungen der Integration der 3D-Druck-Technologie im Mathematikunterricht verwendet, um $n = 18$ (7 W, 11 M) Lehrkräfte verschiedener Schulformen (je 4 Gemeinschaftsschule mit bzw. ohne gymnasiale Oberstufe, 10 Gymnasium) zu befragen. Von den befragten Lehrkräften gaben 15 an, dass sie Zugang zu einem 3D-Drucker haben (11 an der Schule, 1 privat, 3 privat und an der Schule).

Ergebnisse

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurde die Integration der 3D-Druck-Technologie im regulären Mathematikunterricht abgefragt: Vor der Durchführung der Kurz-Fortbildung gaben zwei Lehrkräfte an, dass sie den 3D-Druck gelegentlich in ihrem Mathematikunterricht nutzen. Diese Anzahl erhöhte sich in der Post-Befragung auf 7 Lehrkräfte (2 oft, 4 gelegentlich, 1 selten). Weitere sieben Lehrkräfte gaben an, dass sie die Technologie gerne

eingesetzt hätten, aber die aktuellen Unterrichtsinhalte nicht passend waren. Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurden Cluster mittels der Prätest-Werte des Konstrukts *SWE TPACK* ($MW = 3,06$, $SD = 0,48$) gebildet, da dieses nach Wozney et al. (2006) Einfluss auf die Nutzung digitaler Technologien im Fachunterricht hat. Zur Clusterbildung wurden drei Teilstichproben aus der Gesamtstichprobe gebildet (unterdurchschnittlich: $[0; MW - SD[$, durchschnittlich: $[MW - SD; MW + SD]$, überdurchschnittlich: $]MW + SD; 4]$, vgl. Tab. 1).

<i>SWE TPACK</i>	unterdurchschnittlich ($n = 4$)		durchschnittlich ($n = 11$)		überdurchschnittlich ($n = 3$)	
	Prä	Post	Prä	Post	Prä	Post
<i>SWE TPACK</i>	2,38 (0,14)	3,13 (0,43)	3,11 (0,23)	2,80 (0,60)	3,75 (0,00)	3,58 (0,38)
<i>Verhältnis zu dig. Medien</i>	3,63 (0,48)	3,63 (0,48)	3,45 (0,42)	3,41 (0,66)	4,00 (0,00)	3,83 (0,29)
<i>tvb Interesse</i>	3,67 (0,38)	3,42 (0,57)	3,52 (0,46)	3,48 (0,43)	3,67 (0,58)	3,67 (0,58)
<i>tvb Wichtigkeit</i>	2,13 (0,85)	2,88 (0,85)	3,55 (0,69)	3,41 (0,66)	3,33 (0,58)	3,00 (0,00)
<i>tvb Nutzen</i>	2,88 (0,25)	3,25 (0,5)	3,50 (0,45)	3,41 (0,54)	3,17 (0,29)	3,17 (0,29)
<i>SWE TK</i>	2,56 (0,80)	3,38 (0,25)	3,05 (0,46)	3,02 (0,85)	3,83 (0,29)	3,58 (0,72)
<i>SWE TPK</i>	2,33 (0,58)	3,06 (0,52)	3,14 (0,29)	3,02 (0,60)	3,83 (0,29)	3,92 (0,14)

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Prä- und Post-Befragung nach Aufteilung der Stichprobe mittels des Konstrukts *SWE TPACK* um Gruppenvergleiche zu ermöglichen. (tvb = task value beliefs, SWE = Selbstwirksamkeitserwartung)

Mittels eines Kruskal-Wallis-Tests konnten im Prä-Test Gruppenunterschiede bezüglich vier Konstrukten (*tvb Wichtigkeit**, *tvb Nutzen[#]*, *SWE TK**, *SWE TPK***) und im Post-Test bezüglich eines Konstrukts (*SWE TPK**) festgestellt werden (** $p < .01$, * $p < .05$, # $p < .10$).

Diskussion und Ausblick

Die Daten weisen darauf hin, dass für Lehrkräfte mit einer ungünstigeren *Selbstwirksamkeitserwartung* bzgl. *TPACK* bereits eine kurze Fortbildung zum 3D-Druck mit der Weitergabe von Material zu einer positiven Entwick-

lung bei wichtigen Bedingungsfaktoren führt. Dies kann die zukünftige Entwicklung von (Kurz-)Fortbildungen unterstützen. Im Rahmen des Education Design Projekts lassen die Resultate darauf schließen, dass die im Forschungsprojekt entwickelten Materialien auf Zustimmung bei den befragten Lehrkräften stoßen. Um weitere Daten zu erheben, läuft seit Ende des ersten Halbjahres des Schuljahres 2023/24 eine Follow-up-Erhebung. Diese ist dadurch begründet, dass für eine Nutzung des 3D-Drucks als Lernkontext eine Passung zum unterrichteten curricularen Lerninhalt notwendig ist. Hier wird zudem erfragt, ob die Lehrkräfte in zukünftigen Unterrichtskontexten die Technologie als Lernkontext einsetzen würden.

Literatur

- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M., & Vahrenhold, J. (Eds.) (2019). *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Waxmann.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47, 47-61.
- Figueiredo, A. D. & Afonso, A. P. (2005). Context and Learning: A Philosophical Framework. In A. D. Figueiredo & A. P. Afonso (Hrsg.). *Managing Learning in Virtual Settings: The Role of Context* (S. 1-22). Information Science Publishing. doi: 10.4018/978-1-59140-488-0.ch001
- Plomp, T. & Nieveen, N. (Hrsg.) (2013). *Educational Design Research – Part A: An introduction*. Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO)
- Wozney, Lori & Venkatesh, Vivek & Abrami, Philip. (2006). Implementing Computer Technologies: Teachers' Perceptions and Practices. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 14, 173-207.
- Wulff, M. H., Radkowitz, A., Wilken, M., & Heinze, A. (2023a). Wie sehen Lehrkräfte die Nutzung des 3D-Drucks als Lernkontext im Mathematikunterricht der Sekundarstufe?. In F. Dilling, D. Thurm, & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis: Tagungsband zur Vernetzungstagung 2022 in Siegen* (S. 263-273). WTM. doi: 10.37626/GA9783959872041.0.26
- Wulff, M. H., Wilken, M., & Heinze, A. (2023b). Increasing the skills on occupationally relevant digital technologies among students in Southern Denmark and Northern Germany: 3D printing as a learning context in regular mathematics class. In F. Dilling, F. Pielsticker, & I. Witzke (Hrsg.), *Learning mathematics in the context of 3D printing: Proceedings of the International Symposium on 3D Printing in Mathematics Education* (S. 51-72). Springer Spektrum. doi:1007/978-3-658-38867-6_3