

Christian LINDERMAYER, München, Timo KOSIOL, München & Stefan UFER, München

Nutzung digitaler und nicht-digitaler Materialien im Mathematikunterricht

Im Zuge der digitalen Transformation sehen sich Lehrkräfte zunehmend mit der bildungspolitischen Forderung konfrontiert, digitale Materialien in ihrem Unterricht professionell und didaktisch sinnvoll zu nutzen (KMK, 2016). Dass digitale Materialien positive Effekte auf die Lernergebnisse von Schüler*innen in Mathematik und Naturwissenschaften haben können, zeigt sich u. a. in einer Meta-Analyse von Hillmayr et. al. (2020). Für die Lehrkräfte bringt die Integration digitaler Materialien in den Fachunterricht neue Herausforderungen mit sich, und sich dieser zu stellen ist eine individuelle Entscheidung. Vor diesem Hintergrund gilt es zu untersuchen, inwiefern sich Lehrkräfte zum einen systematisch darin unterscheiden, ob und wie häufig sie Materialien *überhaupt* einsetzen und zum anderen, ob es dabei Unterschiede gibt, wenn man zwischen *digitalen* und *nicht-digitalen* Materialien differenziert. Von Interesse ist ferner, inwieweit sich der jeweilige Einsatz durch personenbezogene Merkmale der jeweiligen Lehrkräfte oder auch durch die Schulart, an der die Lehrkräfte tätig sind, erklären lassen. Die internationale Schulleistungsstudie ICILS 2018 zeigt z. B. in fachübergreifenden Analysen, dass ein leicht höherer Anteil der Lehrkräfte an gymnasialen Schulformen digitale Materialien seit mehr als fünf Jahren im Unterricht einsetzte als an nicht-gymnasialen Schulformen (Eickelmann et. al., 2019).

Aus theoretischer Sicht sind hinsichtlich der medienbezogenen professionellen Kompetenz von Lehrkräften vor allem zwei Perspektiven von Bedeutung. Die erste beinhaltet kognitive Aspekte wie Wissen und Fertigkeiten (TPACK-Modell von Mishra & Koehler, 2006), die in der Vergangenheit häufig mit Unterrichtsqualität in Verbindung gebracht wurden (Baumert et al., 2010; Blömeke et al., 2022). Die zweite Perspektive, die im vorliegenden Beitrag näher untersucht wird, betrifft motivationale Aspekte wie Einstellungen und Überzeugungen. In diesem Zusammenhang wird häufig das Will-Skill-Tool-Modell von Petko (2012) bzw. Knezek und Christensen (2016) genannt, welches dazu dient, den Umfang der Integration digitaler Materialien in den Unterricht durch Merkmale der Lehrkraft zu erklären. Begünstigende Faktoren sind demnach die positive Einstellung der Lehrkräfte zum Einsatz von Technologie im Unterricht (Will) wie z. B. Wertüberzeugungen und die dazu notwendigen Fertigkeiten bzw. die Überzeugung über diese zu verfügen (Skill). Neben diesen motivationalen Merkmalen werden auch ausreichend günstige Rahmenbedingungen, wie z. B. der Zugang zu digitalen Materialien (Tool) als Voraussetzung für deren Nutzung vermutet.

Fragestellungen

Folgende Fragen zu Einflussfaktoren auf die Nutzung digitaler Materialien im Mathematikunterricht wurden in diesem Beitrag empirisch bearbeitet:

- Inwiefern unterscheidet sich die Häufigkeit des Materialeinsatzes von Lehrkräften, wenn man nach den Schularten Mittelschule (MS), Realschule (RS) und Gymnasium (GY) bzw. nach dem Materialtyp (digital bzw. nicht-digital) differenziert?
- Inwiefern lassen sich affektiv-motivationale Aspekte als Prädiktoren für den Einsatz von Materialien insgesamt bzw. speziell von digitalen bzw. nicht-digitalen Materialien nachweisen?

Methodisches Vorgehen

Es wurden Daten einer Stichprobe von $n = 55$ Lehrkräften ($n_{MS}=16$, $n_{RS}=15$, $n_{GY}=24$) aus dem interdisziplinären Forschungsprojekts „Digitalisierung von Unterricht und Schule“ (DigitUS) ausgewertet (siehe z. B. <https://www.digitus.uni-muenchen.de/index.html>). Eines der Ziele dieses Projekts ist es, Bedingungsfaktoren für die erfolgreiche Nutzung digitaler Materialien im Fachunterricht zu untersuchen. Die Lehrkräfte aus der Stichprobe unterrichteten Mathematikklassen der 8. Jahrgangsstufe an insgesamt 27 Schulen (9 MS, 8 RS, 10 GY). 17 dieser Schulen wurden randomisiert ausgewählt, weitere 10 haben sich freiwillig für die Teilnahme am DigitUS-Projekt gemeldet. Im Herbst 2021 wurden die Nutzungshäufigkeiten von digitalen bzw. nicht-digitalen Materialien auf einer jeweils fünfstufigen Likert-Skala (von „nie“ bis „an jedem oder fast jedem Tag, an dem Mathematikunterricht stattfindet“) erfasst. Dabei wurden je drei Items in parallelisierter Form verwendet für selbst erstellte Unterrichtsmaterialien (digital bzw. nicht-digital), von Kolleg*innen erstellte Unterrichtsmaterialien (digital bzw. nicht-digital) und Materialien von Internetseiten (in digitaler Form wie z. B. Lern-Apps oder Übungstools mit Feedbackfunktion bzw. in nicht-digitaler Form wie z. B. ausgedruckte Aufgabensammlungen). Darüber hinaus wurden folgende motivationale Skalen erhoben (allesamt angelehnt an z. B. Eccles & Wigfield, 2002): Selbstkonzept (vier Items), (wahrgenommene) Kosten (acht Items), utility value (fünf Items), intrinsic value (vier Items) und attainment value (sechs items) in Bezug auf den Einsatz digitaler Materialien im Fachunterricht Mathematik. Alle Erhebungsinstrumente erwiesen sich als ausreichend reliabel.

Ergebnisse

Zu Frage 1: Es wurde eine zweifaktorielle ANOVA mit den Faktoren Schulart (MS, RS, GY) und Materialtyp (digital, nicht-digital) durchgeführt.

Als abhängige Variable wurde die Nutzungshäufigkeit des jeweiligen Materialtyps betrachtet. Sowohl die Haupteffekte der beiden Faktoren als auch der Interaktionseffekt sind statistisch signifikant. Schulartübergreifend wurden nicht-digitale Materialien signifikant häufiger eingesetzt als digitale. An Mittelschulen (MS) und Gymnasien (GY) wurden (digitale und nicht-digitale) Materialien signifikant häufiger eingesetzt als an Realschulen (RS). Zwischen MS und GY gibt es diesbezüglich keinen signifikanten Unterschied. Der Unterschied der Nutzungshäufigkeit zwischen den beiden Materialtypen war an MS größer als an RS und größer als an GY. Zwischen RS und GY bestand diesbezüglich kein signifikanter Unterschied.

Zu Frage 2: Es wurden einfaktorielle ANOVAs mit dem Faktor Materialtyp (digital, nicht-digital) und jeweils einem motivationalen Merkmal als Kovariate durchgeführt. Es zeigt sich, dass ein höheres Selbstkonzept für den Einsatz digitaler Materialien signifikant mit einem häufigeren Einsatz digitaler Materialien und signifikant mit einem selteneren Einsatz nicht-digitaler Materialien einherging. Höhere (wahrgenommene) Kosten des Einsatzes digitaler Materialien gingen signifikant mit einem selteneren Einsatz digitaler Materialien einher, und in der Tendenz mit einem häufigeren Einsatz nicht-digitaler Materialien. Hinsichtlich der beobachteten Wertkomponenten für den Einsatz digitaler Materialien (utility value, intrinsic value, attainment value) konnten keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Einsatz digitaler oder nicht-digitaler Materialien nachgewiesen werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass Lehrkräfte durch hohe (wahrgenommene) Kosten tatsächlich davon abgehalten werden, digitale Materialien einzusetzen. Auch das Selbstkonzept der Lehrkräfte erweist sich als bedeutend für die Nutzungshäufigkeit digitaler Materialien. Insofern gilt es Lehrkräften im Rahmen von Fortbildungen nicht nur Wissen und Fähigkeiten zu vermitteln, sondern auch authentisches Kompetenzerleben – als wesentlicher Vorläufer eines steigenden Selbstkonzepts – zu ermöglichen. Letztlich erscheint es notwendig, praktikable Strategien zu thematisieren um den Aufwand des Einsatzes digitaler Materialien wenigstens beherrschbarer wirken zu lassen.

Hinsichtlich der Annahme des Will-Skill-Tool-Modells, dass auch eine positive Einstellung der Lehrkräfte zum Einsatz von Technologie ein begünstigender Faktor (Will) für den Einsatz digitaler Materialien sein kann, zeigte sich in unseren Analysen keine Evidenz – unabhängig von den betrachteten Wertkomponenten. Die Wertkomponenten wurden durchgehend mit Bezug zum Unterricht erhoben (z. B. intrinsischer Wert: Es macht mir Freude, Mathematikunterricht mit digitalen Medien durchzuführen). Ggf. könnten eher

personenbezogene Wertfacetten (z. B. Es macht mir Freude, mich mit digitalen Medien/Unterrichtsmaterialien zu beschäftigen) prädiktiver für die persönliche Entscheidung zur Nutzung digitaler Unterrichtsmaterialien sein.

Als Einschränkung ist zu beachten, dass die Häufigkeit des Materialeinsatzes zunächst nur ein Merkmal der Sichtstruktur ist und für sich genommen noch keine Rückschlüsse zulässt, ob Lern- bzw. Lehrprozesse passgenau unterstützt werden. Die Qualität des Einsatzes digitaler Materialien und dabei insbesondere die Frage, inwieweit mit einem solchen Einsatz ein Mehrwert gegenüber herkömmlichem Unterricht einhergeht, wurde hier nicht untersucht. Hier wäre etwa das SAMR-Modell nach Puentedura (2006) zu nennen. Im weiteren Verlauf des DigitUS-Projekts werden Auswertungen zur medienbezogenen professionellen Kompetenz von Lehrkräften ergänzt.

Literatur

- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180.
- Blömeke, S., Jentsch, A., Ross, N., Kaiser, G. & König, J. (2022). Opening up the black box: Teacher competence, instructional quality, and students' learning progress. *Learning and Instruction*, 79, Artikel 101600.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (2019). *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Waxmann Verlag.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I. & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, Artikel 103897.
- KMK. (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016*. KMK.
- Knezek, G. & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(3), 307–325.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351–1359.
- Puentedura, R. (2006). *Transformation, technology, and education*. <http://hippasus.com/resources/tte/>