

Armin FABIAN, Tübingen & Andreas LACHNER, Tübingen &  
Walther PARAVICINI, Tübingen

## **Wie fördert man digitalisierungsbezogenes, fachdidaktisches Wissen angehender Mathematiklehrkräfte? Vorstellung einer empirisch untersuchten Kurzintervention**

### **Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht**

Dem schulischen Einsatz digitaler Medien wird im Mathematikunterricht großes Potenzial zugesprochen. Auch neueste Forschungsbefunde belegen, dass Schüler:innen Mathematik besser lernen können, wenn Unterrichtsszenarien durch digitale Medien angereichert werden (Hillmayr, Ziernwald, Reinhold, Hofer, & Reiss, 2020). Gleichzeitig gilt aber, dass der Einsatz digitaler Medien nicht per se zu besserem Lernen führt (Clark-Wilson, Robutti, & Thomas, 2020). Stattdessen kommt es darauf an, wie digitale Medien in den Unterricht integriert werden, wenn ihre Potenziale – im Hinblick auf eine erhöhte Unterrichtsqualität – entfaltet werden sollen.

### **Professionswissen Lehrender für wirksamen Medieneinsatz**

Mit Bezug auf die Potenziale erscheint es verwunderlich, dass Lehrpersonen digitale Medien im Mathematikunterricht insgesamt noch sehr selten einsetzen; und wenn doch, dann hauptsächlich als Ersatz entsprechender analoger Zugänge. Neben motivationalen und infrastrukturellen Gründen wird insbesondere die geringe Professionalisierung von Lehrpersonen als zentrale Barriere erfolgreicher Digitalisierung an Schulen diskutiert (Petko, 2012).

Ein tragfähiges konzeptuelles Rahmenmodell, um Professionalisierungsprozesse zu beschreiben, ist das TPACK-Modell (**t**echnological **p**edagogical and **c**ontent **k**nowledge, siehe Mishra & Koehler, 2006), welches das Zusammenspiel von technologiebezogenem, (fach-)didaktischem und inhaltsbezogenem Wissen als Voraussetzung erfolgreicher Medienintegration postuliert. Auf Professionalisierungsebene liegen bislang jedoch nur wenige forschungsbasierte Ansätze vor, wie TPACK bereits in der ersten Phase der Lehrer:innenbildung gefördert werden kann. Das liegt einerseits an dem fachunspezifischen Charakter vergleichbarer Ansätze (siehe z. B. Kramarski & Michalsky, 2010) und andererseits an den verwendeten Messinstrumenten, die oft auf Selbsteinschätzungen basieren und daher nur bedingt Rückschlüsse auf die Effektivität dieser Ansätze erlauben.

### **Förderung von TPACK in der ersten Phase der Lehrer:innenbildung**

Vor diesem Hintergrund wurden innerhalb des Projekts TPACK 4.0 dreiwöchige fachspezifische Interventionen, welche in reguläre Fachdidaktikveranstaltungen (insgesamt fünf Fachdidaktiken) eingebettet werden konnten, entwickelt und in einem clusterrandomisierten Kontrollgruppendesign evaluiert. Ziel des Projekts war es, Lehramtsstudierende den fachspezifischen Einsatz digitaler Medien

praxisrelevant näherzubringen und damit digitale Medien in der Breite der Lehramtsausbildung (d. h. in den verschiedenen Fächern) zu etablieren. Der Ablauf der Interventionen, sowie deren empirische Überprüfung war über die Fächer hinweg identisch. Im Sinne des fachspezifischen Charakters von TPACK waren die adressierten Inhalte innerhalb der Interventionen aber fachabhängig unterschiedlich, genau wie die in der Evaluation verwendeten Testinstrumente zur Messung von TPACK. Bei der nachfolgenden Beschreibung der Intervention und der Messinstrumente wird der Fokus auf das Fach Mathematik gelegt.

### **Vorstellung der mathematikspezifischen TPACK-Intervention**

Um mathematisches TPACK zu fördern, wurde die TPACK-Intervention innerhalb bestehender mathematischer Fachdidaktikveranstaltungen an der Universität Tübingen implementiert. Bei der Konzeption der TPACK-Intervention haben wir uns an etablierten Strategien zur Vermittlung von TPACK orientiert (Tondeur et al., 2011). Im Sinne der „Approximation an die Praxis“ (Grossmann, Hammerness, & McDonald, 2009) war der Aufbau der TPACK-Intervention dreigeteilt.

In einem ersten Schritt wurden zunächst theoretische Grundlagen zum Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht mit Hilfe eines Onlinemoduls im Sinne von Flipped Classroom vermittelt. Neben allgemeinen Aspekten der Unterrichtsqualität wurden fachspezifische Beispiele gegeben, die aufzeigten, wie digitale Medien im Mathematikunterricht eingesetzt werden können, beispielsweise zur Integration multipler, dynamischer Repräsentationsformen durch Programme wie GeoGebra. Die Arbeit mit digitalen Werkzeugen zur Darstellung multipler, dynamischer Repräsentationen ist besonders nützlich dabei, konzeptuelles Verständnis mathematischer Zusammenhänge bei Schüler:innen zu fördern (O’Callaghan, 1998). Bei den diskutierten Beispielen wurde zudem ein hoher Fokus auf Lernendenzentrierung gelegt, um die potentielle kognitive Aktivierung der Schüler:innen zu erhöhen.

Basierend auf diesen Beispielen und den zuvor erarbeiteten theoretischen Grundlagen haben die Studierenden im zweiten Schritt einen Unterrichtsentswurf in Kleingruppen erarbeitet, der eine prototypische, durch digitale Medien angereicherte Unterrichtsstunde in Mathematik skizzierte. Dabei waren die Studierenden zwar in ihrer Auswahl des Lernziels der Unterrichtsstunde frei, mussten aber digitalisierungsunterstützte Phasen in ihren Entwurf mit aufnehmen.

Im dritten und letzten Schritt wurden kurze Unterrichtssequenzen aus den Entwürfen selektiert und in videografierten Microteachings durchgeführt, was einen entscheidenden Beitrag zur Förderung von TPACK leisten kann (Cavin, 2007). Um ferner Reflexionsprozesse anzustoßen, mussten die Studierenden nach Ende der letzten Sitzung Rückmeldungen zu den videografierten Microteachings geben.

## **TPACK-Messinstrument**

Um die Effektivität der TPACK-Intervention hinsichtlich des Erwerbs von TPACK zu überprüfen, wurde seminarbegleitend eine quasi-experimentelle Prä-Poststudie durchgeführt. Neben weiteren abhängigen Variablen wurde insbesondere auf mathematisches TPACK fokussiert. Da bisherige Instrumente zur Messung von TPACK lediglich auf Selbsteinschätzungen beruhten, welche oft eine geringe Validität zeigen, wurde ein testbasiertes Instrument entwickelt und eingesetzt, das in Anlehnung an Krauss et al. (2018) textbasierte und offene Vignetten als Testitems beinhaltet. Die Studierenden wurden in dem TPACK-Test gebeten, ausgehend von prototypischen mathematikspezifischen Unterrichtsproblemen (z. B. Fehlvorstellungen von Schüler:innen erkennen und beseitigen), den möglichen Einsatz digitaler Medien zu beschreiben und zu begründen. Die Studierenden mussten also ihr fachdidaktisches Wissen (PCK) in digitalisierungsbezogenen Kontexten anwenden und es mit ihrem technologischen Wissen (TK) in Beziehung setzen. Das nachfolgende Beispielitem illustriert die Anforderungen des Tests:

Der Satz des Pythagoras wird in Anwendungsaufgaben von Schülerinnen und Schülern häufig falsch verwendet, was auf möglichen Fehlvorstellungen des Satzes basiert. So wird der Satz häufig bei Dreiecken ohne rechten Winkel angewandt oder die Formel  $a^2 + b^2 = c^2$  auswendig gelernt, ohne deren geometrischen Bezug zu verstehen.

*Wie könnten Sie als Lehrperson digitale Medien einsetzen, damit Schülerinnen und Schüler ein besseres Verständnis des Satzes des Pythagoras entwickeln und ihn als Folge korrekt anwenden? Begründen Sie bitte Ihre Antwort.*

Der TPACK-Test beinhaltet insgesamt acht Items. Für jedes Item konnten drei Punkte erzielt werden, wobei es 0, 0.5 oder 1 Punkt in jeder der drei zuvor festgelegten Kodierungskategorien gab [(1) Förderung der Unterrichtsqualität; (2) Mehrwert des beschriebenen Medieneinsatzes, (3) Qualität der Begründung].

## **Vorgehen**

Bisher wurden zwei Kohorten mit insgesamt 57 Lehramtsstudierenden der Mathematik erhoben. Dabei haben 22 Studierende die TPACK-Intervention besucht und 35 Studierende ein reguläres Fachdidaktikseminar (Kontrollbedingung). Zu Beginn des Semesters wurden die Teilnehmer:innen der Seminare gebeten, den online-basierten Prätest durchzuführen, bei dem ihr technologiebezogenes pädagogisches Vorwissen (TPK) überprüft wurde. Nach Ende der TPACK-Intervention haben die Studierenden im Posttest den TPACK-Test beantwortet.

## **Ergebnisse**

Erste, vorläufige Ergebnisse weisen auf eine gute interne Konsistenz des TPACK-Tests hin (Cronbach's  $\alpha = .73$ ). Auf deskriptiver Ebene schnitten die Teilnehmer:innen der mathematikspezifischen TPACK-Intervention im TPACK-

Test besser ab als jene der Kontrollbedingung. Weitere Erhebungen werden aktuell durchgeführt, um die Befunde inferenzstatistisch abzusichern und die Teststärke zu erhöhen.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Die Befunde sprechen für die Praktikabilität der Intervention sowie die Testgüte unseres Messinstruments, da dieses zumindest auf deskriptiver Ebene in der Lage ist, Veränderungen im Professionswissen von Lehramtsstudierenden abzubilden. In Zukunft ist eine Ausweitung der TPACK-Intervention zu einem vollständigen, curricular-verankerten Seminar in Kooperation mit dem Forschungs- und Transferzentrum Digitalisierung in der Lehrerbildung (TüDiLB) angestrebt. Damit ist die begründete Hoffnung verbunden, die digitalisierungsbezogene Professionalisierung von Lehramtsstudierenden weiter voranzutreiben.

### **Literatur**

- Cavin, R. M. (2007). Developing technological pedagogical content knowledge in preservice teachers through microteaching lesson study. *Electronic Theses, Treatises and Dissertations. Paper 4017*.
- Clark-Wilson, A., Robutti, O., & Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education, 52*(3), 1223–1242.
- Grossman, P., Hammerness, K., & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: theory and practice, 15*(2), 273–289.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S., & Reiss, K. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education, 153*, 103897.
- Kramarski, B. & Michalsky, T. (2010). Preparing preservice teachers for self-regulated learning in the context of technological pedagogical content knowledge. *Learning and Instruction, 20*(5), 434–447.
- Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Neubrand, M., Blum, W., & Jordan, A. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology, 100*(3), 716–725.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.
- O’Callaghan, B. R. (1998). Computer-intensive algebra and students’ conceptual knowledge of functions. *Journal for Research in Mathematics Education, 29*(1), 21–40.
- 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*, 1351–1359.
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education, 59*(1), 134–144.