DILLING, Frederik & WITZKE, Ingo
Siegen

Professionalisierung von Mathematiklehrkräften im Kontext generativer KI – Vorstellung von zwei Pilotprojekten

Generative KI im Mathematikunterricht

Mit der Veröffentlichung von ChatGPT 3.5 im November 2022 gewann das Thema Künstliche Intelligenz (KI) erheblich an Bedeutung und brachte neue Impulse für die Bildungslandschaft. Schnell wurde klar, dass diese neue Technologie das Potenzial hat, das Lehren und Lernen an Schulen und Universitäten zu verändern. Die gesellschaftlichen Diskussionen reichten von euphorischen Erwartungen über realistische Darstellungen bis hin zu dystopischen Szenarien. Auch in der Bildungsforschung und speziell der Mathematikdidaktik entwickelte sich das Thema von einem Randphänomen zu einem intensiv beforschten Sachverhalt, was sich in den Publikationen und den Vorträgen auf Konferenzen der letzten zwei Jahre zeigt (z.B. Pepin et al., 2024).

Im Fokus der Diskussionen steht generative KI wie beispielsweise das oben genannte ChatGPT. Diese Form der KI zeichnet sich dadurch aus, dass passend zu einer Nutzeranfrage (Prompt), eine Antwort in Form von Text, Bildern oder anderen Darstellungen erzeugt wird (Response). Hierfür nutzen generative KI-Systeme auf der Basis von Trainingsdaten erstellte Wahrscheinlichkeitsmodelle, welche die Kombination von Elementen wie beispielsweise Satzteilen oder Bildausschnitten bestimmt. Generative KI-Modelle lassen sich auch zur Bearbeitung mathematischer Aufgaben bzw. zur Unterstützung mathematischer Tätigkeiten verwenden, z. B. für das Problemlösen oder das Beweisen (Schorcht et al., 2024; Dilling & Herrmann, 2024). Durch die Verknüpfung mit deterministischen Mathematiksystemen wie dem Computer-Algebra-System Wolfram lassen sich zudem mathematische Operationen zuverlässig ausführen, sodass beispielsweise die Aufgabenlösung eines/einer Schüler:in automatisch ausgewertet und ein passendes Feedback formuliert werden kann (Dilling, 2024). Ein wesentliches Merkmal generativer KI als probabilistisches System ist es hingegen, dass die generierten Antworten gelegentlich unpassend oder sogar mathematisch fehlerhaft sein können – eine Herausforderung, die bei traditionellen Mathematikwerkzeugen bisher kaum und keinesfalls systematisch auftrat.

Professionelle Medienkompetenzen im Bereich KI

Für die Forschung und die Unterrichtspraxis stellt sich die grundlegende Frage, wie sich der sinnvolle Einsatz generativer KI für das

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.
58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0

Mathematiklehren und -lernen gestalten lässt. Mathematiklehrer:innen gelten als ein wesentlicher Faktor für die erfolgreiche Implementation digitaler Technologien in den Unterricht (Clark-Wilson et al., 2020). Dies lässt sich insbesondere darauf zurückführen, dass sie für die Unterrichtsgestaltung verantwortlich sind und in diesem Zusammenhang die Medien und Werkzeuge des Unterrichts auswählen und aufbereiten. Um diese Aufgabe adäquat durchführen zu können, sollten Lehrkräfte professionelle Medienkompetenzen entwickeln bzw. weiterentwickeln. Die Grundlage für entsprechende Kompetenzen bilden konkrete eigene Erfahrungen mit dem fachspezifischen Medieneinsatz und die vergleichende Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen einzelner Medien und Werkzeuge (Dilling et al., 2024). Spezifisch für den Bereich der Künstlichen Intelligenz fällt diesbezüglich auch häufig der Begriff der AI Literacy, worunter der reflektierte und auf Verständnis basierte Umgang mit Künstlicher Intelligenz verstanden wird (Casal-Ortero et al., 2023). Dieser eher technologischen Komponente kommt in Bezug auf Lehrkräfte eine didaktische Komponente hinzu, um fachliche Kompetenzen wie auch Medienkompetenzen der Schüler:innen im Kontext KI fördern zu können.

Die Forschungs- und Entwicklungsprojekte *KIMADU* und *KI@school*

Mit den professionellen Kompetenzen von Mathematiklehrkräften im Kontext generativer KI beschäftigen sich die beiden Pilotprojekte KI@school und KIMADU. Das Projekt KI@school stellt einen Schulversuch der Stiftung Bildungspakt Bayern dar (https://www.bildungspakt-bayern.de/projekte-ki-at-school/), in welchem 19 allgemeinbildende und berufsbildende Schulen seit 2022 bis 2027 den Einsatz von KI-Tools im Unterricht testen, gestalten und evaluieren. Die wissenschaftliche Fundierung und die inhaltliche Gestaltung des Projektes im Bereich der Mathematik wird seit Beginn 2024 von der Mathematikdidaktik der Universität Siegen begleitet und fokussiert auf den Einsatz generativer KI. Im Projekt KIMADU (https://kimadu.de/) werden gefördert durch das Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW im Zeitraum von September 2024 bis Dezember 2027 insgesamt 25 weiterführende Schulen bei der Nutzung generativer KI im Mathematik- und Deutschunterricht durch die Universität Siegen unterstützt.

Es handelt sich bei beiden Vorhaben um Professionalisierungsprojekte an der Schnittstelle von Schulentwicklung und Bildungsforschung. Aus Entwicklungsperspektive ist ein wesentliches Ziel der Aufbau professioneller Medienkompetenzen im Kontext generativer KI bei den Projektlehrkräften sowie die Generierung von Best-Practice Beispielen und Materialien für die KI-Integration in den Mathematikunterricht. Hierzu nehmen

Koordinator:innen der Schulen regelmäßig an Fachtagungen teil, deren Fokus auf technischen und fachdidaktischen Kompetenzen zum Einsatz von KI im Unterricht sowie der Planung und Entwicklung von Unterricht mit KI als Lehr- und Lernwerkzeug liegt. Dieser Unterricht wird dann erprobt und in Follow-Up Veranstaltungen gemeinsam mit anderen Lehrkräften und den Projektteams reflektiert. Während der Erprobungsphase haben die Lehrkräfte außerdem die Möglichkeit, sich für wöchentliche Online-Sprechstunden beim Projektteam anzumelden, um konkrete technische oder fachdidaktische Unterstützung bei der Unterrichtsplanung zu erhalten. In dieser Konzeption zeigt sich das wesentliche Designprinzip der Professionalisierungsmaßnahmen in den Projekten, nämlich dass professionelle Medienkompetenzen insbesondere durch konkrete Erfahrungen in der Planung und Durchführung von Unterricht aufgebaut werden (Dilling et al., 2024a) und hierfür eine niederschwellige und konkrete Unterstützung förderlich ist (Dilling et al., 2024b).

Die Koordinator:innen fungieren in den Projektschulen außerdem als Multiplikator:innen, um den anderen Lehrkräften den KI-Einsatz näher zu bringen. Hierzu spielen die erprobten Unterrichtskonzepte und Materialien eine wesentliche Rolle, welche unter wissenschaftlichen Kriterien auch die Ableitung von Design-Prinzipien für die Gestaltung von Unterricht mit generativer KI ermöglichen. Diese sollen im Anschluss der Projekte veröffentlicht werden, um eine Dissemination der Ergebnisse in der Bildungslandschaft zu ermöglichen.

Die Forschungsperspektive fokussiert darauf, zu beschreiben, welche Komponenten professionelle Medienkompetenz von Mathematiklehrer:innen im Bereich generativer KI umfasst, wie sich diese konkret in den Projektaktivitäten der Lehrer:innen zeigt und wie sie sich im Laufe des Projekts verändert. Hierzu werden aufgrund der begrenzten Anzahl an Teilnehmer:innen insbesondere qualitative Forschungsmethoden genutzt. Das Kernelement bilden diesbezüglich regelmäßige Experteninterviews mit den Koordinator:innen an den Schulen. Bezogen auf die weiteren Mathematiklehrer:innen der Projektschulen wird auf offene, geschlossene und halb-offene Fragebogeninstrumente zu Beginn und am Ende der Projekte gesetzt. Die fachübergreifende Projektkonzeption, in KIMADU beispielsweise gemeinsam mit dem Fach Deutsch, ermöglicht des Weiteren interdisziplinäre Forschungsvorhaben und den systematischen Vergleich verschiedener Fächer.

Da es sich bei dem Einsatz von generativer KI um ein neues Feld handelt, zu dem bisher nur wenige Forschungsergebnisse vorliegen und welches stetigem Wandel unterworfen ist, werden in den Projekten auch systematisch und grundlegend mathematische Lernprozesse von Schüler:innen bei der

Nutzung der verfügbaren und für Schulen tatsächlich (hinsichtlich Datenschutz und Urheberrecht) verwendbaren KI-Werkzeuge untersucht, beispielsweise bezogen auf mathematische Tätigkeiten wie dem Kommunizieren, Argumentieren, Problemlösen oder Modellieren. Zudem bietet sich die Projektanlage für Feldforschung an, um unterrichtliche Interaktionsprozesse zwischen Lehrkräften und Schüler:innen in Schulen zu begleiten und zu untersuchen. Die Ergebnisse können dann unmittelbar in die Fachtagungen als Impulse für die Arbeit der Lehrer:innen im Projekt eingebracht werden.

Literatur

Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B. & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, *10*(29). https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7

Clark-Wilson, A., Robutti, O. & Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM – Mathematics Education, 52*, 1223–1242. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0

Dilling, F. (2024, im Druck). Large language models as formative assessment and feedback tools? – A systematic report. *FAME 2024-Proceedings.* Utrecht University.

Dilling, F. & Herrmann, M. (2024). Using large language models to support pre-service teachers mathematical reasoning—an exploratory study on ChatGPT as an instrument for creating mathematical proofs in geometry. *Frontiers in Artificial Intelligence, 7*, 1460337. https://doi.org/10.3389/frai.2024.1460337

Dilling, F., Schneider, R., Weigand, H.-G. & Witzke, I. (2024a). Describing the digital competencies of mathematics teachers: theoretical and empirical considerations on the importance of experience and reflection. *ZDM – Mathematics Education, 56*, 639–650. https://doi.org/10.1007/s11858-024-01560-4

Dilling, F., Witzke, I., Hörnberger, K. & Trgalová, J. (2024b). Gemeinsame Unterrichtsgestaltung mit digitalen Technologien: eine Fallstudie zu gemischten angehenden und praktizierenden Mathematiklehrer-Designteams. *ZDM – Mathematics Education, 56*, 667–680. https://doi.org/10.1007/s11858-024-01623-6

Pepin, B., Buchholtz, N. & Salinas-Hernández, U. (2024) (Hrsg.). *Mathematics education in the era of ChatGPT: investigating its meaning and use for school and university education. Special Issue of Digital Experiences in Mathematics Education.* Springer.

Schorcht, S., Buchholtz, N. & Baumanns, L. (2024). Prompt the problem – investigating the mathematics educational quality of AI-supported problem solving by comparing prompt techniques. *Frontiers in Education, 9*, 1386075. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1386075