

mathematica didactica – Themenschwerpunkt

Künstliche Intelligenz in der Mathematikdidaktik – KI-gestütztes Forschen, Lehren und Lernen

Herausgeber des Themenschwerpunkts

Sebastian Schorcht, Technische Universität Dresden
sebastian.schorcht@tu-dresden.de

Nils Buchholtz, Universität Hamburg
Nils.buchholtz@uni-hamburg.de

Franziska Peters, Universität Hamburg
franziska.peters-2@uni-hamburg.de

Call for Papers

In den letzten eineinhalb Jahren beschäftigt sich die wissenschaftliche Gemeinschaft der Mathematikdidaktik intensiv mit den Chancen und Auswirkungen der rasanten technologischen Entwicklungen im Bereich künstlicher Intelligenz (KI) sowie der breiten Zugänglichkeit von Tools im Bereich generativer KI. Verschiedene Veröffentlichungen aus der deutschsprachigen mathematikdidaktischen Community, wie z.B. Buchholtz et al. (2023), Dauscher (2019), Dilling et al. (2024), Hischer (2023), Lutz-Westphal (2023), Oldenburg (2023), Schindler et al. (2022), Schorcht et al. (2023, 2024) oder Spannagel (2023) haben sich bereits auf den Einsatz von KI in der Wissenschaft, Hochschullehre und Schulpraxis konzentriert und die Entwicklungen verfolgt. Diese fachspezifischen Ansätze und Perspektiven werden zum einen durch aktuelle Diskussionen im Bildungsbereich ergänzt (Kasneji et al., 2023; Weißels, 2023), bilden sich vor allem aber auch in aktuellen bildungspolitischen Papieren ab, wie den Leitlinien für die Integration von Large Language Modellen in den Unterricht (SWK, 2024) oder in digitalen, in Bezug auf KI erweiterten Kompetenzrahmen (European Commission et al., 2022; Miao, Holmes & UNESCO, 2023).

Der neue Diskurs bezieht sich auf einerseits auf Probleme und Herausforderungen im Bereich generativer KI. In Bezug zum Fach Mathematik, kann beispielsweise die probabilistische Modellierung von Sprache in generativen KI-Systemen zu ungenauen Darstellungen mathematischer Konzepte führen. Weil nahezu alle Modelle des maschinellen Lernens auf riesigen Trainingsdatensätzen basieren, können sie zudem systematischem Bias gegenüber marginalisierten Gruppen von Lernenden unterliegen, was insbesondere Probleme verursacht, wenn pädagogische Entscheidungen auf KI-basierten Befunden beruhen. Dementsprechend wird die Frage nach mathematikdidaktischen Qualitätskriterien (inhalts- und prozessbezogen) des Outputs generativer KI und einer grundlegenden, empirischen, wissenschaftlichen Erforschung des Nutzens von und der Gefahren durch den Einsatz von KI immer wichtiger.

Nichtsdestotrotz werden in diesem Diskurs andererseits auch positive Aspekte hervorgehoben, wie die Chance zur empirischen Erforschung der technischen Fortschritte von KI, einschließlich des Vergleichs verschiedener Versionen im Hinblick auf mathematische Leistungen (Chen et al., 2023; Frieder et al., 2023; Lightman et al., 2023; Open AI, 2023; Sánchez-Ruiz et al., 2023). Ebenso nimmt die Erforschung von Anwendungspotenzialen für den Mathematikunterricht in Schulen einen wachsenden Stellenwert ein. Hier wurden bereits mögliche

Anwendungen generativer KI in Bereichen wie Unterrichtsplanung, Differenzierung, Feedback und Bewertung identifiziert sowie die verschiedenen Rollen von Lehrkräften bei der Entwicklung von KI-Technologie analysiert (Celik et al., 2022; Dong-Jo, 2020). Es existieren somit vereinzelt Bemühungen zum Einsatz künstlicher Intelligenz in der Schule. Durch Schorcht et al. (2023; 2024) wurden beispielsweise empirisch KI-gestütztes Problemlösen mit verschiedenen GPT-Versionen und verschiedenen Prompt-Techniken in Modellvalidierungen untersucht und die Notwendigkeit von Optimierung des generierten Outputs durch erfolgreiche Prompt-Techniken betont, um generative KI im Unterricht nutzbar zu machen.

Forschungsstudien mit Schwerpunkt Mathematiklernen, bei denen allgemeine KI-Algorithmen wie maschinelles Lernen oder Data-Mining-Verfahren eingesetzt werden, sind allerdings kein neues Phänomen, sondern werden schon seit mehreren Jahren im Rahmen internationaler Großstudien wie TIMSS oder PISA durchgeführt (Shin & Shim, 2020) oder im Bereich unterschiedlicher interaktiv gestalteter digitaler Lernumgebungen (Richard et al., 2022). Von den drei Hauptarten des maschinellen Lernens, dem supervised learning, dem unsupervised learning und dem reinforcement learning, wurden in der mathematikdidaktischen Forschung bisher vor allem das supervised und das unsupervised learning im Mathematikunterricht eingesetzt (Schindler et al., 2022). Darüber hinaus wurden auf dem Gebiet der Mathematikdidaktik umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt, die auf Modellen der künstlichen Intelligenz für personalisiertes Lernen basieren, insbesondere bei der Entwicklung adaptiver intelligenter Tutorensysteme (ITS) (Bywater et al., 2019; Shin & Shim, 2020). Diese KI-Unterstützungswerkzeuge sollen Lehrkräfte entlasten und die Bewältigung des Praxisalltags vereinfachen. Bisher wurden allerdings selten Studien durchgeführt, die die beruflichen Aktivitäten und Einstellungen von Mathematiklehrkräften im Kontext künstlicher Intelligenz in den Blick nehmen.

Im Themenheft sollen daher drei Perspektiven aufgegriffen werden, die als Grundlage für eine Zielorientierung der Forschungsbemühungen dienen können:

1. **KI als Forschungsinstrument in der Mathematikdidaktik** beleuchtet die bisherige Entwicklung im Bereich des Einsatzes künstlicher Intelligenz in der Mathematikdidaktik als Wissenschaftsdisziplin. Hier sollen überblicksartige und methodisch orientierte Beiträge fokussiert werden.
2. **KI in der Hochschullehre** greift die KI-basierten digitalen Kompetenzen von (angehenden) Mathematiklehrkräften auf, um die Entwicklungen und Ausgestaltungen von intelligenten KI-Systemen, die die Lehrvorbereitung und -praxis unterstützen, anwenden zu können. Hier werden Beiträge mit empirischer Begleitforschung von Prototypen und Lernumgebungen in der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung erwartet.
3. **KI im Mathematikunterricht** soll zudem einen Einblick in erste Umsetzungen von konkreten Lern- und Lehrmethoden liefern und die Ausgestaltung von Lernsettings thematisieren. Auch hier werden empirische Beiträge erwartet.

Alle drei Perspektiven stellen wissenschaftliche Bemühungen im Bereich KI-gestützter Forschung und Lehre in der Mathematikdidaktik dar. Der vorliegende Themenschwerpunkt zielt darauf ab, einerseits einen Überblick über die aktuelle Forschung zu geben und andererseits verschiedene, sich bereits entwickelnde Forschungsansätze vorzustellen, um KI für die professionelle Arbeit von Mathematiklehrkräften und ihre Integration in die mathematikdidaktische Forschung besser nutzbar zu machen.

Literatur

- Buchholtz, N., Baumanns, L., Huget, J., Peters, F., Schorcht, S. & Pohl, M. (2023). Herausforderungen und Entwicklungsmöglichkeiten für die Mathematikdidaktik durch generative KI-Sprachmodelle. *Mitteilungen der GDM*, 114, 19–26.
- Bywater, J.P., Chiu, J.L., Hong, J. & Sankaranarayanan, V. (2019). The Teacher Responding Tool: Scaffolding the teacher practice of responding to student ideas in mathematics classrooms. *Computers & Education*, 139(1), 16-30. <https://www.learntechlib.org/p/209941/>.
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H. & Järvelä S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends* 66, 616–630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Chen, Y., Wong, C., Yang, H., Aguenza, J., Bhujangari, S., Vu, B., Lei, X., Prasad, A., Fluss, M., Phuong, E., Liu, M., Kumar, R., Vats, V., & Davis, J. (2023). Assessing the Impact of Prompting Methods on ChatGPT's Mathematical Capabilities. *arXiv preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.15006>
- Dauscher, P. (2019). Künstliche Intelligenz selbst programmiert. *MNU Journal*, 6, 472–477.
- Dilling, F., Holten, K., Pielsticker, F. & Witzke, I. (2024). Aushandlungs- und Argumentationsprozesse fördern durch den Einsatz generativer KI-Sprachmodelle beim schulischen Mathematiklernen? Erste Einsichten und Perspektiven aus der Empirie. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 116, 14–22.
- Dong-Jo, S. (2020). An Analysis Prospective Mathematics Teachers' Perception on the Use of Artificial Intelligence (AI) in Mathematics Education. *Communications of Mathematical Education*, 34 (3), 215-234. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2020.34.3.215>
- European Commission, Joint Research Centre, Vuorikari, R., Kluzer, S., Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence framework for citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/115376>
- Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P., Chevalier, A., & Berner, J. (2023). Mathematical capabilities of ChatGPT. *arXiv preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13867>
- Hischer, H. (2023). ChatGPT und Mathematikunterricht – eine didaktische Herausforderung? *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 115, 6–11.
- Hoch, S., Reinhold, F., Werner, B., Reiss, K. & Richter-Gebert, J. (2018). *Bruchrechnen – Bruchzahlen & Bruchteile greifen & begreifen*. Interaktives Lehr- und Lernbuch zum Thema Bruchrechnen. München, Technische Universität München. <https://www.alice.edu.tum.de/bruchrechnen.html#/>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J. & Kasneci, G. (2023). *ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/5er8f>
- Lutz-Westphal, B. (2023). ChatGPT und der „Faktor Mensch“ im schulischen Mathematikunterricht. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 31(1), 19–21.
- Lightman, H., Kosaraju, V., Burda, Y., Edwards, H., Baker, B., Lee, T., Leike, J., Schulman, J., Sutskever, I., & Cobbe, K. (2023). Let's Verify Step by Step. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2305.20050>
- Miao, F., Holmes, W. & UNESCO (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>

- Murphy, K. P. (2012). *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Oldenburg, R. (2023). Künstliche und natürliche Intelligenz: Zur Gestaltung einer zukünftigen Bildung. *Forschung & Lehre*, 23(5), S. 346–347.
- OpenAI (2023). *GPT-4 Technical Report*. <https://arxiv.org/pdf/2303.08774.pdf>
- Richard, P.R., Vélez, M.P., & Van Vaerenbergh, S. (2022). *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence: How Artificial Intelligence can Serve Mathematical Human Learning*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0>
- Sánchez-Ruiz, L. M., Moll-López, S., Nuñez-Pérez, A., Moraño-Fernández, J. A., & Vega-Fleitas, E. (2023). ChatGPT Challenges Blended Learning Methodologies in Engineering Education: A Case Study in Mathematics. *Applied Sciences*, 13(10), 6039.
- Schindler, M., Doderer, J. H., Simon, A. L., Schaffernicht, E., Lilienthal, A. J., & Schäfer, K. (2022). Small number enumeration processes of deaf or hard-of-hearing students: A study using eye tracking and Artificial Intelligence. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.909775>
- Schorcht, S., Baumanns, L., Buchholtz, N., Huget, J., Peters, F. & Pohl, M. (2023). Ask Smart to Get Smart: Mathematische Ausgaben generativer KI-Sprachmodelle verbessern durch gezieltes Prompt Engineering. *Mitteilungen der GDM*, 115, 12–24.
- Schorcht, S., Baumanns, L., Buchholtz, N., Huget, J., Peters, F. & Pohl, M. (2024). Lernt die KI nun Sehen und Zeichnen? Herausforderungen der Bildgenerierung und Bildinterpretation mit ChatGPT in der Mathematikdidaktik. *Mitteilungen der GDM*, 116, 22–29.
- Schorcht, S., Buchholtz, N. & Baumanns, L. (2024). Prompt the problem – investigating the mathematics educational quality of AI-supported problem solving by comparing prompt techniques. *Front. Educ.*, 9, 1386075. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1386075>
- Shin, D., & Shim, J. (2020). A systematic review on data mining for mathematics and science education. *International Journal of Science And Mathematics Education*, 19, 639–659. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10085-7>
- Spannagel, C. (2023). Hat ChatGPT eine Zukunft in der Mathematik? *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 31(3), 168–172. <https://doi.org/10.1515/dmvm-2023-0055>
- [SWK] Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (2024). *Large Language Models und ihre Potenziale im Bildungssystem: Impulspapier der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz*.
- Weßels, D. (2023). ChatGPT – ein Meilenstein der KI-Entwicklung. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 31(1), 17–19.

Informationen für die Einreichung von Beiträgen

Es handelt sich bei der Beitragseinreichung um ein zweistufiges Verfahren. Zunächst werden Abstracts zu den geplanten Beiträgen (s. u.) eingereicht. Auf Basis der Abstracts wird entschieden, welche Autor:innen zu einer vollen Beitragseinreichung eingeladen werden. Alle eingeladenen Beiträge gehen nach Eingang in ein „Single Blind Review“. Interessierte Autor:innen bekunden ihr Interesse, indem sie bis zum 30.06.2024 die folgenden Informationen an die Herausgeber des Themenschwerpunkts (Sebastian Schorcht, Nils Buchholtz & Franziska Peters) schicken:

- (1) Arbeitstitel für das Manuskript
- (2) Namen, Institutszugehörigkeiten und Kontaktinformationen aller Autor:innen sowie
- (3) Abstract von nicht mehr als 500 Wörtern (zuzüglich Literaturverweisen), das den Inhalt des geplanten Manuskripts zusammenfasst.

Zeitplan für Einreichungen und Überarbeitung eingeladener Beiträge

	Deadline
Einreichung von Abstracts	30.06.2024
Einladung zur Anfertigung vollständiger Manuskripte	15.07.2024
Einreichung der ersten Fassung der Autor:innen	30.11.2024
Erste Rückmeldung durch die Gutachter:innen	28.02.2025
Einreichung der zweiten Fassung der Autor:innen	31.05.2025
Zweite Rückmeldung durch die Gutachter:innen	30.06.2025
Einreichung der Endfassung eingeladener Autor:innen	30.09.2025
Freigabe der Finalfassung durch die Autor:innen	30.11.2025
Veröffentlichung des Themenschwerpunkts	30.01.2026

Formale Anforderungen an die einzureichenden Beiträge

Bei der Gestaltung Ihres Manuskripts orientieren Sie sich bitte, insbesondere auch für die Zitierweise, an den Vorgaben, die sich in der Internetpräsenz der Zeitschrift finden (<https://uni-koeln.de/math-did>). Verwenden Sie die entsprechende Formatvorlage.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autor:innen verantwortlich. Insbesondere müssen die Autor:innen selbst die Abdruckrechte urheberrechtlich geschützter Texte, Zeichnungen, Tabellen usw. einholen.

Generelle Informationen zur Zeitschrift

mathematica didactica ist eine wissenschaftliche und referierte Open-Access-Zeitschrift für Didaktik der Mathematik. Sie enthält Originalbeiträge zum Lehren und Lernen von Mathematik, die den wissenschaftlichen Diskurs bereichern. Veröffentlicht werden sowohl empirische Studien, als auch theoretische Konzeptualisierungen. Beiträge aus der gesamten Breite der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit diesem Forschungsfeld sind willkommen.

Pro Jahr erscheinen sowohl freie Beiträge als auch unter einem Themenschwerpunkt gebündelte Beiträge; Vorschläge für Themenschwerpunkte von Gastherausgeber:innen können bei den ständigen Herausgebenden eingereicht werden.

Bis 2020 erschien *mathematica didactica* beim Verlag Franzbecker sowohl online first als auch in zwei gedruckten Ausgaben pro Jahr. Seit 2021 werden die Beiträge in *mathematica didactica* im open access ausschließlich online veröffentlicht.

mathematica didactica wurde 1978 von Manfred Klika, Uwe-Peter Tietze und Hans Wolpers begründet und erscheint 2022 bereits im 45. Jahrgang. Herausgeber:innen sind derzeit Ralf Benölken, Andreas Büchter, Katja Lengnink, Benjamin Rott, Silke Ruwisch und Markus Vogel.