

MÜLLER, Jasmin; DILLING, Frederik & WITZKE, Ingo  
Siegen

## **KI-gestützte Argumentationsprozesse im Mathematik-unterricht der Grundschule – Eine Fallstudie**

### **Generative KI in der Grundschule**

Die Diskussion um den Einsatz generativer Künstlicher Intelligenz (KI) in der Bildung wird kontrovers diskutiert, besonders im Bereich der Grundschule. Während die Kultusministerkonferenz (KMK, 2024) den Einsatz von KI zur Förderung von Basiskompetenzen in der Grundschule als vielversprechend einstuft, lehnt die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK, 2024) dies weitgehend ab. Es wird argumentiert, dass Lernende der Primarstufe noch zu geringe Lese- und Schreibkompetenzen aufweisen, um einen sinnstiftenden Einsatz von KI zu ermöglichen. Der Mathematikunterricht ist davon nur am Rande betroffen, da diese Kompetenzen vorrangig in anderen Fächern gefördert werden, wird aber dennoch nicht als angemessener Rahmen für die Arbeit mit einem Large Language Model (LLM) angesehen.

Auch in der Mathematikdidaktik wird der Einsatz von KI im Bildungsbereich vielseitig beforscht, wobei sich hier der Forschungsfokus in drei Bereiche unterteilen lässt: 1) die Mathematikfähigkeit von LLMs (z.B. Wei, 2024), 2) die Einsatzmöglichkeiten von LLMs für Lehrende (z.B. Buchholz & Huget, 2024) und 3) die Einsatzmöglichkeiten von LLMs für Lernende (z.B. Dilling et al., 2024). Besonders der letzte Punkt ist noch wenig beforscht und weist vorrangig Forschung im Bereich der Universität auf. Schulische Lehr-Lernsituationen sind bisher wenig repräsentiert und besonders zum Einsatz von KI mit Lernenden im Primarbereich wurde wenig geforscht. Mit der vorliegenden Fallstudie soll an dieser Stelle angesetzt werden, indem mathematische Argumentationsprozesse mit Unterstützung von ChatGPT bei Lernenden einer vierten Klasse untersucht werden.

### **Argumentieren im Mathematikunterricht**

Das Argumentieren stellt eine zentrale mathematische Tätigkeit dar und ist in den Bildungsstandards für Mathematik als grundlegende Kompetenz verankert. Lernende entwickeln dabei ein Bewusstsein für mathematische Fragestellungen und lernen, Aussagen zu hinterfragen, Vermutungen zu formulieren und Begründungen zu finden. Besonders das Verbalisieren von Überlegungen sowie das Hinterfragen von Behauptungen trägt wesentlich zur Entwicklung dieser Kompetenz bei. Im Mathematikunterricht geht es nicht

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),  
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

nur um Beweise, sondern auch um Hypothesenbildung und beispielhaftes Prüfen, was Parallelen zu naturwissenschaftlichen Theorieprozessen aufweist. Besonders in der Grundschule werden Begriffe im Mathematikunterricht häufig empirisch definiert. Dies kann ostensiv, also durch Beispiele (z. B. Spielwürfel für den Begriff "Würfel") oder operational, also durch eine Konstruktionsbeschreibungen (z. B. zum Zeichnen eines Dreiecks) erfolgen (Struve, 1990).

Die Mathematik in der Schule ähnelt aus epistemologischer Perspektive somit den Naturwissenschaften. Theorie- bzw. Wissensentwicklung findet statt, indem zuerst *eine explorative Hypothesenbildung* vorgenommen wird, also eine potenziell gültige Aussage aufgestellt wird (Frage: „Was könnte gelten?“). Diese wird mittels eines Experiments in der Phase der *Wissenssicherung* empirisch überprüft („Gilt das tatsächlich?“), um die Hypothese anschließend in der *Wissenserklärung* in eine mathematische Theorie einzubinden. Das meint, dass die Aussage auf Grundlage der Theorie, bzw. dem Vorwissen aus dem Unterricht begründet wird (Frage: „Warum gilt das?“) (Dilling, 2022). Dieser Beitrag untersucht basierend auf diesen Phasen, wie Grundschüler\*innen ChatGPT für mathematische Argumentationen nutzen.

### **Methodik und Rahmenbedingung**

Die Fallstudie wurde in einer vierten Klasse durchgeführt, wobei allen Lernenden zuerst die Funktionsweise einer KI erklärt und Regeln für den verantwortungsvollen Umgang festgelegt wurden. Die Schüler\*innen wurden anschließend in sieben Gruppen, bestehend aus jeweils zwei bis drei Lernenden aufgeteilt. Jeder Gruppe stand ein Mitarbeitender der Universität Siegen zur Seite, um die Interaktion der Lernenden zu begleiten und ein klinisches Interview durchzuführen. Dieser Prozess beinhaltete die Bearbeitung von Fragestellungen aus dem Bereich der Arithmetik (Summen gerader und ungerader Zahlen) und der Geometrie (Würfelnetze), wobei sie ChatGPT 4.0 als Unterstützung nutzen konnten. Im Vorfeld wurde ein Prompt hinterlegt, welcher die KI dazu aufforderte, eine für 8-jährige Schüler\*innen verständliche Sprache mit kurzen Sätzen sowie möglichst anschauliche Beispiele und selbstständige Nachfragen zu verwenden. Zusätzlich zu dem iPad mit ChatGPT standen den Lernenden verschiedene Arbeitsmaterialien wie Stifte, Papier, Steckwürfel und Wendeplättchen zur Bearbeitung der Aufgaben zur Verfügung. Die Aufgaben zielten darauf ab, Argumentationsprozesse anzuregen, welche als Unterstützung entweder schriftlich oder mündlich mit der KI durchgeführt werden konnten (Arbeitsblätter: <https://uni-siegen.sciebo.de/s/aq3boZgsh2lyeGi>). Die Interaktionen mit ChatGPT wurden vollständig durch Bildschirmaufnahmen und Videoaufnahmen der Lernenden

aufgezeichnet und anschließend transkribiert, um eine detaillierte Analyse zu ermöglichen. Mittels der qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2023) wurden deduktiv Kategorien aus der Theorie abgeleitet und anschließend induktiv aus dem Material verfeinert.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Ergebnisse zeigen, dass ChatGPT die Lernenden in verschiedenen Phasen des Argumentationsprozesses unterstützen konnte. Deduktiv aus der Theorie abgeleitet wurden die Kategorien 1) ChatGPT liefert empiriebezogene (ostensive oder operationale) Definition, 2) ChatGPT gibt Hypothese (ohne Erklärung), 3) ChatGPT gibt Wissenssicherung und 4) ChatGPT gibt Wissensklärung, welche sich alle auch empirisch bestätigt haben. Zusätzlich wurden noch Situationen beobachtet, in denen Argumentationsprozesse ganz ohne die KI aufgetreten sind.

In der ersten Kategorie wurde beispielsweise bei den Würfelnetzen fast immer eine operationale Definition gegeben, die sich auf das lückenlose Falten des Würfels bezog und eine ostensive bei den geraden und ungeraden Zahlen, durch Zahlenbeispiele. In beiden Situationen haben die KI-Antworten bei mehreren Gruppen dazu geführt, dass die Definitionen der KI oder die eigenen Definitionen hinterfragt und zum Teil überarbeitet wurden. Davon ausgehend fingen die Gruppen besonders bei den Würfelnetzen an, weitere Aussagen empirisch durch das Zeichnen und Falten von verschiedenen Würfelnetzen zu überprüfen. Ein besonderer Fokus soll durch die Diskussion eines Ankerbeispiels an dieser Stelle auf die dritte Kategorie gelegt werden. In einer Gruppe hat die KI von einem durch Mathematiker\*innen durchgeführten Experiment zu Würfelnetzen berichtet, also einer Wissenssicherung zur Aussage, dass es genau 11 verschiedene Würfelnetze gibt. Die Schüler\*innen wollten aber eigentlich wissen, warum es genau 11 Netze sind (Wissensklärung) und waren folglich mit der Antwort nicht zufrieden. Auch durch weitere Nachfragen ließ sich dies nicht ändern, sodass die Gruppe beschlossen hat, eigene Nachforschungen anzustellen und Würfelnetze zu erzeugen.

### **Fazit und Ausblick**

Die Studie macht deutlich, dass der Einsatz von ChatGPT nicht nur dazu beitragen kann, Argumentationsprozesse zu fördern, sondern auch Lernende dazu anregt, ihre eigenen Überlegungen zu hinterfragen und zu präzisieren. Gleichzeitig zeigt sie auf, dass eine erfolgreiche Integration von KI in den Mathematikunterricht auch bereits in der Grundschule möglich ist. Durch ein solches Setting können durch die KI schon früh mathematische

Kompetenzen im Bereich der Argumentation und Kommunikation gefördert werden. Gerade durch die Möglichkeit mit der KI zu sprechen, fallen die Hürden bezüglich der Lese- und Schreibkompetenz weg. Allerdings bedarf es einer sehr detaillierten Beschreibung der Lernumgebung im KI-Prompt, um das volle Potenzial ausschöpfen zu können. Da in der vorliegenden Erhebung die zusätzlichen Materialien und Arbeitsblätter nicht zuvor in die KI eingelesen worden sind, haben sich teilweise Missverständnisse ergeben, beziehungsweise die zusätzlichen Materialien passten nicht zu den Erklärungen der KI. Diese Studie ist keineswegs als repräsentativ, sondern vielmehr als explorativ anzusehen, zeigt jedoch gut, dass ein Einsatz von generativer KI im Mathematikunterricht bereits in der Grundschule sinnstiftend sein kann. Ein weiterer interessanter Aspekt, der untersucht werden sollte, ist der intermodale Darstellungstransfer. Es wurden Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsebenen (enaktiv, ikonisch, symbolisch) sowie Sprachformen und -modi identifiziert, die eine vertiefende Analyse nahelegen. Ziel weiterer Studien ist die Entwicklung von Designprinzipien für eine erfolgreiche KI-Integration in mathematische Lernprozesse der Grundschule.

## Literatur

- Buchholtz, N. & Huget, J. (2024). ChatGPT as a reflection tool to promote the lesson planning competencies of pre-service teachers. In E. Faggiano, A. Clark-Wilson, M. Tabach & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Proceedings of the 17th ERME Topic Conference MEDA 4* (S. 129–136). University of Bari Aldo Moro.
- Dilling, F. (2022). *Begründungsprozesse im Kontext von (digitalen) Medien im Mathematikunterricht*. Springer Spektrum.
- Dilling, F., Herrmann, M., Müller, J., Pielsticker, F. & Witzke, I. (2024). Initiating interaction with and about ChatGPT – an exploratory study on the angle sum in triangles. In E. Faggiano, A. Clark-Wilson, M. Tabach & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Proceedings of the 17th ERME Topic Conference MEDA 4* (S. 145–152). University of Bari Aldo Moro.
- KMK – Kultusministerkonferenz der Länder (2024). *Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen*. KMK. [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2024/2024\\_10\\_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf)
- Mayring, P. (2023). *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. Beltz.
- Struve, H. (1990). *Grundlagen einer Geometriedidaktik*. Bibliographisches Institut.
- SWK – Ständige Wissenschaftliche Kommission (2024). *Large Language Models und ihre Potenziale im Bildungssystem. Impulspapier der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz*. <http://dx.doi.org/10.25656/01:28303>
- Wei, X. (2024). *Evaluating chatGPT-4 and chatGPT-4o: performance insights from NAEP mathematics problem solving*. *Frontiers in Education*, 9, 1452570. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1452570>