

ECKHARDT, Marie Sophie; SCHLECHTINGEN, Lina-Marie & WITZKE, Ingo
Siegen

Eine explorative Fallstudie zum Argumentieren mit KI im Mathematikunterricht der 8. Klasse in der Geometrie

1. Einleitung und Motivation

Von Chatbots und Sprachassistenten bis hin zu generativen Modellen, die Bilder oder Texte erstellen – KI prägt unseren Alltag und bietet auch im Bildungsbereich vielfältige Potenziale und Herausforderungen. Die vorliegende Studie baut auf früherer Forschung auf, in der Schüler*innen mithilfe von KI die Innenwinkelsumme im Dreieck untersuchten (Dilling et al., 2024). Diese explorative Untersuchung beschreibt, wie Lernende durch Interaktionen mit der KI neue Zugänge zu mathematischen Konzepten finden konnten. Dabei stand die direkte Kommunikation mit der KI und die daraus entstehende Dynamik zwischen Lernenden und Lehrenden im Mittelpunkt. Die Ergebnisse lieferten wertvolle Erkenntnisse, betonten aber zugleich die Notwendigkeit einer strukturierteren Herangehensweise der Schüler*innen an das Prompting, um die KI gezielt und effektiv nutzen zu können.

Aus der Kooperation mit der Sprachdidaktik in Siegen ist die vorliegende Forschungsidee erwachsen. Die Didaktik der deutschen Sprache der Universität Siegen unter der Leitung von T. Steinhoff entwickelte ein Prompt-scaffolding-Modell, das sogenannte ZAK-Modell (für Ziel, Antwort und Korrektur). Dieses Modell unterstützt Lernende im Deutschunterricht dabei, Argumentationen mit KI zu erstellen. Auch im Mathematikunterricht spielen Argumentieren und Erklären eine besondere Rolle. So ist etwa das Argumentieren in den Bildungsstandards für alle Jahrgangsbereiche im Mathematikunterricht eine zentrale prozessbezogene Kompetenz (KMK, 2022). Das mathematische Erklären ist eng mit dem Argumentieren verknüpft. Nach Oldenburg (2023) geht es beim Erklären und Argumentieren gleichermaßen um die Vermittlung von Verstehen. Müller-Hill (2012) unterscheidet verschiedene Funktionen des mathematischen Erklärens: das Erklären-was, -wie und -warum. Letzteres steht im Fokus der vorliegenden Studie, da es auf die dialogische Kommunikation mathematischer Begründungen abzielt, um bei Adressaten Verständnis zu fördern.

Im Zentrum dieser Forschung steht die Entwicklung eines spezifischen Promptingschemas, das Lernende dabei unterstützt, KI reflektiert und effektiv für das mathematische Erklären zu nutzen. Prompting dient als Schlüsselkompetenz für die Interaktion mit einer KI und ist entscheidend für eine erfolgreiche Nutzung. Nach Ouyang & Jiao (2021) ist es das Ziel, die

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>

Lernenden dazu zu befähigen „AI-empowered“ als „Leader“, die die Möglichkeiten der KI eigenständig und kritisch ausschöpfen können, zu agieren.

2. Methodik und Forschungsfragen

Die vorliegende Studie adressiert mehrere Forschungsfragen: Sie untersucht, inwiefern Schüler*innen Strategien entwickeln, um KI gezielt für mathematische Erklärungen einzusetzen, und wie sie ihren Prozess der KI-Nutzung reflektieren. Gleichzeitig wird analysiert, welche typischen Herausforderungen und Schwierigkeiten bei der Nutzung von KI auftreten und wie Lernende diese bewältigen. Darüber hinaus wird die Frage behandelt, wie ein geeignetes Promptingschema für mathematische Erklärungen aussehen könnte und auf welche Weise das ZAK-Modell der Sprachdidaktik die Entwicklung von Promptingstrategien beeinflusst.

Das Studiendesign folgt einem qualitativ-empirischen Ansatz und wurde in jener achten Klasse eines Gymnasiums in Nordrhein-Westfalen durchgeführt, die bereits im Deutschunterricht mit dem ZAK-Modell gearbeitet hat und daher Vorerfahrung im Umgang mit KI gesammelt hatte. Zum ersten Erhebungszeitpunkt arbeiteten die Schüler*innen in Dreiergruppen. Jede Gruppe erhielt eine von vier geometrischen Behauptungen, die entweder wahr oder falsch sein konnten. Die Aufgabe bestand darin, mithilfe der fobizz-KI eine Erklärung zu entwickeln, die für Mitschüler*innen verständlich ist. Zusätzlich sollten die Lernenden ihren Umgang mit der KI reflektieren und Empfehlungen für zielführendes Prompting abgeben. Zwei Tage später wurden die ursprünglichen Gruppen neu aufgeteilt, sodass in den neuen Vierergruppen jeweils eine Person aus einer der ursprünglichen Gruppen vertreten war. In diesem zweiten Erhebungsteil präsentierten die Schüler*innen ihre Ergebnisse, insbesondere ihre Promptingempfehlungen. Dabei wurde besonderer Wert darauf gelegt, über das ZAK-Modell hinauszugehen und spezifische Strategien für das Prompting zum mathematischen Erklären zu entwickeln.

Die Erhebung umfasste verschiedene Datenquellen, darunter Bildschirmaufnahmen und Chatverläufe während der Nutzung der fobizz-KI, die schriftlichen Erarbeitungen der Lernenden sowie Videoaufnahmen der Gruppenarbeit. Die Auswertung der Daten erfolgt durch eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2022). Ziel ist es, induktiv Kategorien für ein Promptingschema zu entwickeln, das durch deduktive Ergänzungen – wie das Prüfen der mathematischen Korrektheit – erweitert werden kann.

3. Erste Ergebnisse und Diskussion

Die ersten Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Schüler*innen motiviert und reflektiert an die Aufgaben herangingen. Exemplarisch seien hier die Erkenntnisse einer Gruppe genannt, die mit der Behauptung „Die Verbindung der Mittelpunkte der Seiten eines gleichschenkligen Dreiecks bildet ein weiteres gleichschenkliges Dreieck“ arbeitete. Die Schüler*innen gaben der fobizz-KI zunächst die Aufgabe, die Behauptung zu überprüfen und zu erklären, ob diese wahr oder falsch sei. Die erste KI-Antwort wurde kritisch aufgenommen, da eine Schülerin anmerkte: „Also, ich habe schon die Behauptung nicht verstanden.“ Nach einer kurzen Diskussion innerhalb der Gruppe versuchte ein Schüler, die Behauptung in eigenen Worten zu erklären, was jedoch von den anderen Gruppenmitgliedern kommentiert wurde: „Zu viele Fachbegriffe, das versteht doch niemand.“ In einem nächsten Schritt passte die Gruppe ihren Prompt an und forderte die KI auf, die Erklärung „für jemanden, der sich noch nicht mit der Thematik auseinandergesetzt hat“ zu formulieren. Diese Anpassung führte zu einer gegliederten Antwort der KI, die von der Gruppe teilweise akzeptiert wurde. Doch erneut äußerte eine Schülerin Kritik: „Das ist immer noch zu kompliziert. Das versteht doch kein Achtklässler.“ Daraufhin wurde ein weiterer Prompt formuliert, mit der Aufforderung, „mit Grundlagen zu arbeiten.“ Die Gruppe zeigte durch diesen Prozess eine zunehmende Reflexion ihrer Promptingstrategie und dokumentierte ihre Ergebnisse im Anschluss. Die Promptingempfehlung, die die Gruppe aussprach, orientierte sich zunächst stark an ZAK, wurde aber dann weiter spezifiziert. Ein zentraler Tipp lautete: „Hab eine Theorie und frag die KI, ob sie richtig ist mit einer Ja/Nein-Antwort. Wenn sie falsch ist, lass es dir nochmal erklären, ohne die Lösung zu verraten, und mach das so lange, bis du es verstanden hast.“ Die Ergebnisse zeigen, dass die Gruppe nicht nur technische Strategien, sondern auch didaktische Überlegungen einbezogen hat. Gleichzeitig wird deutlich, dass iterative Anpassungen der Prompts eine Schlüsselrolle spielen und dass die Qualität der Eingaben entscheidend für den Erfolg der KI-Nutzung ist. Auch der zweite Erhebungsteil bot spannende Einblicke. Der Schüler aus der genannten Gruppe entwickelte mit seiner neuen Gruppe drei von ZAK weitgehend unabhängige Promptinghinweise. Diese sind 1) Grundlagen: Grundlagen des Themas kennen, 2) Klarheit: Klarheit im Prompten und 3) Verstehen: Inhalte verstehen. Im zweiten Erhebungsteil kam somit auch erstmals das Verstehen der KI-Antworten zu Sprache, wobei für uns etwas überraschend - auf Grund des Erfahrungshorizontes der Schüler*innen - das Prüfen der fachlichen Korrektheit der KI-Ausgaben nicht thematisiert wurde.

4. Fazit und Ausblick

Die ersten Ergebnisse der Studie zeigen, dass Lernende durch gezielte Reflexion und iterative Anpassung ihrer Prompts Strategien entwickeln können, um KI effektiv für das mathematische Erklären zu nutzen. Gleichzeitig wurde deutlich, dass die Überprüfung der fachlichen Richtigkeit der KI-Antworten eine Herausforderung bleibt und gezielter geschult werden muss. Die weitere Auswertung der Daten wird auf Grundlage einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2022) erfolgen. Ziel ist es, ein Promptingschema für den Mathematikunterricht zu entwickeln, das induktiv die Strategien der Lernenden aufgreift und durch deduktive Ergänzungen, wie das systematische Hinterfragen der mathematischen Korrektheit, erweitert wird. Dabei wird das Promptingschema von dem ZAK-Modell abweichen müssen, da das Argumentationsverständnis in Mathematik und Deutsch unterschiedliche Anforderungen stellt. Langfristig sollen die Ergebnisse mit weiteren Klassen unterschiedlicher Schulformen validiert werden, um die Übertragbarkeit des entwickelten Promptingschemas zu prüfen. Zudem ist geplant, das Schema im Unterricht zu erproben und durch Lehrkräfte evaluieren zu lassen, um seine Praktikabilität und Wirksamkeit für den Mathematikunterricht zu sichern.

Literatur

- Dilling, F., Holten, K., Pielsticker, F., Schlechtingen, L.-M. & Witzke, I. (2024). Aushandlungs- und Argumentationsprozesse fördern durch den Einsatz generativer KI-Sprachmodelle beim schulischen Mathematiklernen? Erste Einsichten und Perspektiven aus der Empirie. (Stand 11/2024). *Aktualisierte Version eines Beitrags in GDM-Mitteilungen*, 116, 14–22. https://www.uni-siegen.de/fb6/didaktik/personen/felicitas-pielsticker/mgdm_ki_v2.pdf
- KMK (2022). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik - Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf
- Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Müller-Hill, E. (2012). Ein handlungsbasiertes Konzept mathematischer Erklärung. *BzMU*, 617-620. <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-1145>
- Oldenburg, R. (2023). Erklären in der Mathematik. In von Dall'Armi, J. (Hrsg.) *Erklären als zentrales Vermittlungskonzept der Bildungswissenschaften und Fachdidaktiken*. (1, 138-152). Beltz Juventa.
- Ouyang, F. & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>