

KRIEGEL, Julian & BAUMANN, Lukas
Dresden, Dortmund

KI-Chatbots als Werkzeug beim Problemlösen? Eine explorative Untersuchung zur KI-Nutzung beim Problemlösen mit mathematisch interessierten Kindern

Die zunehmende Verfügbarkeit generativer Künstlicher Intelligenzen (KI) erfordert eine konstruktive Auseinandersetzung im Zusammenhang mit schulischen Lehr-Lern-Prozessen (Buchholtz et al., 2024; KMK, 2024). Während digitale Medien wie Erklärvideos oder technische Hilfsmittel intensiv erforscht werden, ist die Nutzung generativer KI durch Lernende bislang kaum untersucht (Buchholtz et al., 2024). Zum breiten Feld generativer KI zählen große Sprachmodelle (Large Language Models, LLM) wie ChatGPT. Diese können einen dialogischen Austausch ermöglichen, der Lernende bei der Bewältigung individueller Hürden unterstützen kann. Solche Hürden treten vor allem beim Problemlösen als zentraler Gegenstand des Mathematikunterrichts (Rott, 2014) auf.

Problemlösen erfordert von Schüler*innen, Strategien zu nutzen, um Aufgaben ohne bekannte Lösungsverfahren zu bewältigen (Schoenfeld, 1985). Die vielfältigen und individuellen Ideen und Schwierigkeiten der Lernenden stellen für Lehrkräfte oft eine Herausforderung beim Unterrichten des Problemlösens dar (Herold-Blasius et al., 2019). Hier bietet der Einsatz von LLM das Potenzial, durch gezielte Hilfestellungen den Problemlöseprozess zu unterstützen, etwa bei der Entwicklung von Heuristiken.

Erste Erkenntnisse beim Problemlösen durch KI-Chatbots zeigen, dass gezielte Eingabestrategien (Prompts) die didaktische Qualität des Outputs verbessern können (Schorcht et al., 2024). Forschung zur konkreten Nutzung von KI-Chatbots durch Schüler*innen im Kontext des mathematischen Problemlösens fehlt jedoch. Die vorliegende explorative Studie untersucht daher, *welche Nutzungsweisen eines KI-Chatbots bei mathematisch interessierten Kindern während des Problemlösens beobachtet werden können.*

Methodisches Vorgehen

Insgesamt wurden Daten von 27 mathematisch interessierten Kindern der Klassenstufen drei bis fünf beim Lösen mathematischer Probleme erhoben und ausgewertet. Dabei wurde der DSGVO-konforme KI-Chatbot von fobizz optional zur Verfügung gestellt. Bei der Datenerhebung wurde das LLM GPT-4 Turbo und GPT-4o verwendet. Es kamen drei Problemlöseaufgaben zum Einsatz, darunter die Sieben-Tore-Aufgabe. In dieser geht ein Mann in einem Obstgarten Äpfel pflücken. Beim Durchlaufen von sieben

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>

Toren gibt er jeweils die Hälfte seiner Äpfel und einen mehr an den Wächter ab. Gesucht ist die Gesamtzahl an Äpfeln zu Beginn, wenn am Ende nur ein Apfel übrigbleibt (Bruder et al., 2005). Die beiden anderen ausgewählten Aufgaben verfügen über einen ähnlichen Problemlösecharakter. Durch die Arbeit in teils unterschiedlich zusammengesetzten Tandems wurden 21 Problemlöseprozesse videografiert. Zusätzlich wurden Bildschirmaufnahmen der Tablets sowie die Produkte der Kinder (Notizen, KI-Chatverläufe) in die Auswertung einbezogen.

Zu allen Problemlöseprozessen wurde eine Prozessbeschreibung angelegt. Bezüglich der KI-Nutzung fand eine induktive Kategorienbildung (Mayring, 2022) aus dem Datenmaterial statt. Anhand der Bildschirmaufnahmen und KI-Chatverläufe wurden alle Prompts der Kinder im Hinblick auf ihre intendierte Funktion (z. B. Berechnung einer Aufgabe, Vereinfachung der LLM-Ausgabe) beschrieben. Ähnliche KI-Nutzungsweisen wurden zu Kategorien zusammengefasst. Schließlich wurde das schrittweise erweiterte Kategoriensystem mehrmals auf die Daten angewandt, bis keine neuen Kategorien mehr ableitbar waren.

Ausgewählte Ergebnisse und Analysen

Die Datenauswertung ergab sieben verschiedene Nutzungsweisen eines KI-Chatbots durch mathematisch interessierte Kinder beim Problemlösen (siehe Abb. 1). Die Nutzungsweisen werden nachfolgend beschrieben. Eine ausführliche Darstellung ist in Kriegel und Baumanns (in Vorb.) zu lesen.

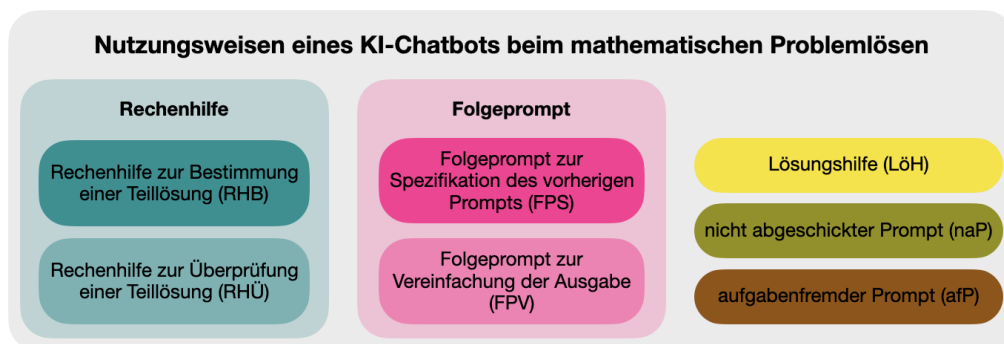


Abb. 1: Nutzungsweisen eines KI-Chatbots beim mathematischen Problemlösen

Rechenhilfe zur Bestimmung einer Teillösung (RHB): Diese KI-Nutzungsweise tritt auf, wenn die Kinder eine Lösungsidee oder einen Plan zur Lösung des mathematischen Problems entwickelt haben. Der KI-Chatbot dient dann zur (vermeintlichen) Unterstützung des Kopfrechnens. Schüler*innen geben dafür etwa mehrere Additionsaufgaben ein (z. B. „Was ist $78+78$ “), um Teilergebnisse zu berechnen. Fehlerhafte Ausgaben des KI-Chatbots sind jedoch nicht ausschließbar und führen zu teils falschen Ergebnissen. Die Nutzungsweise *RHB* wurde bei 13 von 21 Problemlöseprozessen beobachtet.

Rechenhilfe zur Überprüfung einer Teillösung (RHÜ): Analog zur Berechnung von Teilergebnissen nutzen Schüler*innen den KI-Chatbot auch zum Überprüfen von Teillösungen. Ein Tandem ermittelt bei der Sieben-Tore-Aufgabe das Ergebnis von 315 Äpfeln. Sie überprüfen die Teillösungen ihres Ergebnisses unter Verwendung des KI-Chatbots (z. B. „314:2“, wobei vorab im Kopf ein Apfel subtrahiert wurde). Die Nutzungsweise *RHÜ* wurde nur bei einem Problemlöseprozess beobachtet.

Lösungshilfe (LöH): Unter dieser Kategorie werden alle Versuche zusammengefasst, die gesamte Problemlöseaufgabe oder einen Teil dieser als Prompt in den KI-Chatbot einzugeben. Die Lösungshilfe unterscheidet sich demnach von der Rechenhilfe, weil die Kinder durch die Eingabe der Aufgabenstellung keine eigenen Heuristiken entwickeln. Sie verlassen sich stattdessen auf die Korrektheit der LLM-Ausgabe. Die Nutzungsweise *LöH* wurde bei 14 von 21 Problemlöseprozessen beobachtet.

Folgeprompt zur Spezifikation des vorherigen Prompts (FPS): Folgeprompts umfassen alle zusätzlichen neuen Eingaben in den KI-Chatbot, welche direkt auf einen Prompt folgen und sich auf diesen beziehen. In der Untersuchung nutzen die Kinder Folgeprompts **häufig** infolge einer Lösungshilfe, weil z. B. nicht alle Möglichkeiten vom KI-Chatbot ausgegeben wurden. Eine Spezifikation äußert sich im Umformulieren des vorherigen Prompts oder durch Hinzufügen von Informationen zur Steigerung der Lösungsqualität. Die Nutzungsweise *FPS* wurde bei fünf von 21 Problemlöseprozessen beobachtet.

Folgeprompt zur Vereinfachung der Ausgabe (FPV): Neben der Spezifikation des vorherigen Prompts zählt auch der Anstoß zur Vereinfachung der LLM-Ausgabe zu Folgeprompts. Die Kinder verwenden jene Prompts, um das Darstellungsregister im LLM-Output zu ändern, indem etwa auf lange Erklärungen und Gleichungen verzichtet wird. Allen Folgeprompts ist gemein, dass keine eigenen Heuristiken umgesetzt werden. Die Nutzungsweise *FPV* wurde bei zwei von 21 Problemlöseprozessen beobachtet.

Aufgabenfremder Prompt (afP): Zu dieser Kategorie zählen Eingaben, die entweder nicht den inhaltlichen Kern des mathematischen Problems ansprechen oder sich mit außermathematischen Themen beschäftigen. Die Nutzungsweise *afP* wurde bei 12 von 21 Problemlöseprozessen beobachtet.

Nicht abgeschickter Prompt (naP): Es kommt vor, dass Kinder beginnen, einen Prompt in den KI-Chatbot einzugeben, diesen jedoch nicht abschicken. Ein nicht abgeschickter Prompt kann aufgabenbezogener (*Rechenhilfe*, *Lösungshilfe*, *Folgeprompt*) oder aufgabenfremder Natur sein. Die Nutzungsweise *naP* wurde bei 16 von 21 Problemlöseprozessen beobachtet.

Fazit

Die Ergebnisse dieser explorativen Studie liefern wertvolle Einblicke in die unterschiedlichen Nutzungsweisen eines KI-Chatbots durch mathematisch interessierte Kinder beim Problemlösen. Die identifizierten Nutzungsweisen verdeutlichen, dass KI-Chatbots unterschiedliche Funktionen im Problemlöseprozess einnehmen können. Gerade die Verwendung als Rechenhilfe und Lösungshilfe sollte im Hinblick auf die fehlerhaften Ausgaben von LLM kritisch betrachtet werden. Prompt-Techniken, die das Entwickeln geeigneter Heuristiken unterstützen oder zur Änderung des Darstellungsregisters anregen, sollten stattdessen verstärkt in den Blick genommen werden.

Ein zentrales Forschungsdesiderat betrifft daher den Zusammenhang zwischen KI-Nutzung und Heuristikeinsatz. Während Rechenhilfen häufig auf bestehenden heuristischen Strategien aufbauen, scheint die KI-Nutzung als Lösungshilfe oder Folgeprompt oft ohne sichtbare Heuristiken zu erfolgen. Fachdidaktische Forschung sollte daran anknüpfend untersuchen, welche KI-Nutzungsweisen den Problemlöseprozess unterstützen können.

Literatur

- Bruder, R., Büchter, A. & Leuders, T. (2005). Die „gute“ Mathematikaufgabe – ein Thema für die Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. In G. Graumann (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2005* (S. 139–146). WTM.
- Buchholtz, N., Schorcht, S., Baumanns, L., Huget, J., Peters, F., Noster, N., Rott, B., Siller, H.-S. & Sommerhoff, D. (2024). Damit rechnet niemand! Sechs Leitgedanken zu Implikationen und Forschungsbedarfen zu KI-Technologien im Mathematikunterricht. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 117, 15–29.
- Herold-Blasius, R., Holzäpfel, L. & Rott, B. (2019). Problemlösestrategien lehren lernen – Wo die Praxis Probleme beim Problemlösen sieht. In A. Büchter, M. Glade, R. Herold-Blasius, M. Klinger, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.), *Vielfältige Zugänge zum Mathematikunterricht. Konzepte und Beispiele aus Forschung und Praxis* (S. 295–310). Springer.
- [KMK] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2024). *Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen*.
- Kriegel, J. & Baumanns, L. (in Vorb.). Wie nutzen mathematisch interessierte Kinder KI beim Problemlösen? Eine explorative Untersuchung. *Mathematica didactica*.
- Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz.
- Rott, B. (2014). Mathematische Problembearbeitungsprozesse von Fünftklässlern – Entwicklung eines deskriptiven Phasenmodells. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35, 251–282.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- 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.