KATTER, Valentin & HUGET, Judith
Bielefeld, Hamburg

ChatGPT und quadratische Funktionen: Fachdidaktische Perspektiven und Anwendungen

Im Bereich der Mathematikdidaktik steht die Integration von künstlicher Intelligenz (KI) insbesondere die Anwendung von ChatGPT als Lern- und Lehrmittel schon aufgrund der Aktualität noch in den Anfängen. Die bisherige mathematikdidaktische Forschung in diesem Bereich weist Lücken auf, da es bisher kaum unterrichtliche Erfahrungen oder etablierte Best Practices gibt. Bisherige Forschungsbeiträge sind größtenteils darauf beschränkt Potentiale, Herausforderungen und Perspektiven aus normativer Perspektive herauszustellen (Hischer 2023; Lutz-Westphal 2023; BMBF 2023), während konkrete empirische Studien und praktische Anwendungen von KI in mathematischen Lehr-Lernkontexten selten sind. Auch die Entwicklung von effektiven Prompts, die Lernenden dabei helfen, mathematische Aufgaben angemessen zu lösen, stellt eine Herausforderung dar, für die es bisher nur begrenzte Leitlinien gibt (Schorcht et al. 2023). Die hier vorgestellte Studie liefert empirische Einblicke in den Umgang mit KI, indem die Kommunikation zwischen Studierenden und ChatGPT in mathematischen Lernumgebungen untersucht wird.

Theoretischer Rahmen

Ein Großteil der Studien die sich mit KI und Mathematik beschäftigen, untersuchen hauptsächlich das fachliche Potential von ChatGPT mit Blick auf korrekte und falsche Antworten (Brüggeman 2023; Spannagel 2023; Vogt et al. 2023). Die umfangreichste Studie dieser Art stammt von Frieder et al (2023), in der 733 mathematische Fragenstellungen an ChatGPT 3.5 und 170 Fragestellungen an ChatGPT 4.0 aus sechs verschiedenen Kategorien getestet und ausgewertet wurden. ChatGPT wird in diesen Forschungskontexten als Werkzeug verwendet, das Lösungen zu mathematischen Fragestellungen liefert. Die didaktische Dimension künstlicher Intelligenz wird kaum berücksichtigt.

In der vorliegenden Arbeit fungiert ChatGPT hingegen als digitaler Lernassistent, der, ähnlich wie eine Lehrkraft, den Arbeitsprozess durch das Hervorheben wesentlicher Elemente eines mathematischen Inhalts und das deutlich machen ihrer Verknüpfungen untereinander positiv oder - durch das Ausbleiben solcher Hervorhebungen - negativ beeinflussen kann. Die Fähigkeit in Lernsituationen als Lehrperson adäquat und zielgerichtet zu reagieren kann unter dem Begriff der "professionellen Handlungskompetenz" zusam-

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.
57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0

mengefasst werden (vgl. Weinert, 2001) und steht in Verbindung zum fachdidaktischen Wissen der Lehrperson (Kunter et al, 2011). Die Frage, inwieweit der Kompetenzbegriff im Zusammenhang mit KI genutzt werden kann und sollte, führt an dieser Stelle allerdings zu weit. Stattdessen wird in dieser Arbeit die fachdidaktische Qualität der von ChatGPT angeleiteten mathematischen Arbeitsprozesse bewertet. Diese Bewertung orientiert sich an Drollinger-Vetter (2011) und differenziert hinsichtlich drei Merkmalen:

- Vorkommen von Verstehenselementen: Elemente, die miteinander verknüpft das Verständnis des Konzepts ausmachen.
- Qualität der Repräsentation: Darstellung der Funktionsgraphen und Funktionsterme.
- Strukturelle Klarheit & Kohärenz: Die klare und einheitliche Verwendung von Fachbegriffen.

Fragestellung

Zur empirischen Auswertung der Arbeitsprozesse werden die Studierenden gefilmt und anschließend Transkripte erstellt, welche die Grundlage der Analyse bilden. Im Zentrum der Untersuchung stehen drei Forschungsfragen:

- Welche Lösungsstrategien für mathematische Problemstellungen lassen sich bei den Studierenden im Umgang mit ChatGPT identifizieren?
- Welche Qualität haben die von ChatGPT generierten Antworten aus fachdidaktischer Perspektive?
- Wie geht ChatGPT mit begrifflich bzw. inhaltlich unklar oder unkorrekt formulierten Prompts um?

Studiendesign und Methode

Teilnehmende der Studie sind 12 Lehramtsstudierende des Bachelorstudiengangs für Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschulen (HRSGe). In Zweierteams erhalten die Studierenden die Aufgabe, sich eine Sequenz von Funktionsgraphen quadratischer Funktionen anzuschauen, die Graphen jeweils zu beschreiben und einen Text zu verfassen, so dass ChatGPT 4.0, unterstützt durch das Wolfram Alpha Plugin, die entsprechenden Graphen zeichnet. Die Graphen in einer Sequenz gehen Schritt für Schritt durch eine Verschiebung, Stauchung, Streckung oder Spiegelung auseinander hervor. Nachdem ChatGPT die Graphen gezeichnet hat, sollen die Studierenden die von ChatGPT erzeugten Graphen mit den ursprünglichen Bildern vergleichen und Übereinstimmungen sowie Abweichungen zwischen den generierten und den ursprünglichen Graphen identifizieren.

Insgesamt findet die Analyse der Arbeitsprozesse auf drei Ebenen statt, wie sie in Abb. 1 dargestellt werden.

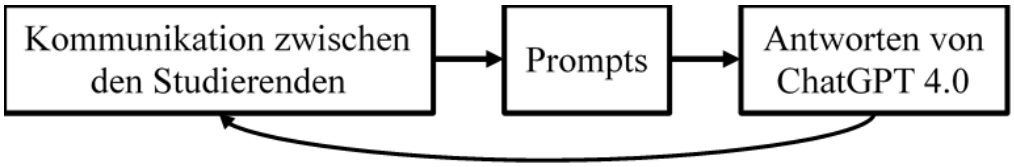

Abb. 1: Ebenen des Arbeitsprozesses mit ChatGPT

In der vorliegenden Studie sollen über die reine Beurteilung der mathematischen Leistungfähigkeit von ChatGPT hinaus auch fachdidaktische Aspekte in den Blick genommen werden. Dazu wird die Qualität der Interaktion zwischen den Studierenden und ChatGPT in Anlehnung an die Arbeit von Drollinger-Vetter (2011) hinsichtlich der drei Qualitätsmerkmalen (Vorkommen von Verstehenselementen, Qualität der Repräsentation , strukturelle Klarheit & Kohärenz) untersucht.

Ergebnisse

In der Studie konnten bei den Studierenden zwei unterschiedliche Lösungsstrategien der Aufgabe identifiziert werden: der textliche und der algebraische Lösungsweg. Fast alle Teilnehmenden begannen damit die Prompts ohne mathematische Symbole, wie z.B. x^2 zu schreiben. Im Laufe des Arbeitsprozesses gingen einige Paare dazu über die Transformationen nicht mehr textlich zu beschreiben, sondern den Graphen direkt mithilfe der Scheitelpunktsform zeichnen zu lassen. Es lässt sich vermuten, dass dieser Wechsel in einigen Fällen deshalb stattgefunden hat, weil die textliche Beschreibung der Transformation der Graphen den Studierenden nicht gut genug gelang und die algebraische Lösung für die Teilnehmenden somit einfacher war.

Die Qualität der von ChatGPT generierten Graphen entsprach häufig nicht den Anforderungen der Studierenden. Am problematischsten für die Teilnehmenden war die unterschiedliche Skalierung der x- und y- Achse, die Positionierung der x-Achse und der gewählte Ausschnitt des Koordinatensystems.

Positiv ist zu bewerten, dass ChatGPT auf unklar formulierte Prompts reagieren konnte, indem es begriffliche Unklarheiten durch Rückfragen zu beseitigen versucht oder auf die unklare Formulierung direkt selbst korrekt reagieren konnte. Derartige Unklarheiten waren z.B. die Verwechslung von Nullstellen und Extremstellen, begriffliche Unklarheiten beim Steigungsbegriff oder Formulierungen wie: "Ursprung der Parabel" und "Funktion mit Faktor x^2"

Fazit

Eine Stärke von ChatGPT als digitaler Lernassistent liegt darin, dass es Lernende durch geeignete Rückfragen auf eine unkorrekte Verwendungsweise von Fachbegriffen aufmerksam machen kann. Allerdings geschieht dies nicht immer. In einigen Fällen übergeht ChatGPT diese Inkohärenz, was die Gefahr birgt, dass sich eine falsche Verwendung mathematischer Begriffe manifestiert. Dies gilt insbesondere wenn ChatGPT sich an das Verhalten des Users anpasst. Eine Möglichkeit den Output von ChatGPT hisichtlich der fachdidaktischen Qualitätsmerkmale zu optimieren liegt perspektivisch darin, das neue Feature der individualisierten Gestaltung von GPT's zu nutzen. Erste Versuche mit dieser Erweiterung liefern vielversprechende Ergebnisse.

Literatur

BMBF (2023). *Chance Bildung*. https://www.empirische-bildungsforschung-bmbf.de/img/Forum_9_BMBF-BIFO_Panel_15-03-2023.pdf.

Brüggeman, J. (2023). ChatGPT kann Textaufgaben? *mathematik lehren, 237*, 46-47.

Drollinger-Vetter, B. (2011). *Verstehenselemente und strukturelle Klarheit. Fachdidaktische Qualität der Anleitung von mathematischen Verstehensprozessen im Unterricht*. Waxmann: Münster.

Frieder, S., Pinchetti, L., Chevalier, A., Griffiths, R.-R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P.C. & Berner, J. (2023). *Mathematical Capabilities of ChatGPT*: arXiv preprint http://arxiv.org/pdf/2301.13867v2.

Hischer, H. (2023). ChatGPT und Mathematikunterricht - eine didaktische Herausforderung. *GDM Mitteilungen, 115*, 6–11.

Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W. (Hrsg.) (2011) *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann Verlag.

Lutz-Westphal, B. (2023). ChatGPT und der „Faktor Mensch “im schulischen Mathematikunterricht. *Mitteilung der deutschen Mathematiker-Vereinigung, 31*(1), 19–21.

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 Egineering. *GDM Mitteilungen, (115)*.

Spannagel, C. (2023). Hat ChatGPT eine Zukunft in der Mathematik? *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, (3)*, 168–172.

Vogt, M., Lübke, K. & Bast, S. (2023). ChatGPT in der Statistiklehre: Mögliche Einsatzbereiche und offene Fragen. *Stochastik in der Schule, 43*(2).

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Saganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–65). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.