

PETERS, Franziska
Hamburg

Human-AI-Interaction zwischen Lehrkräften und generativer KI beim kollaborativen mathematischen Task Design

Die Interaktion zwischen Mensch und Künstlicher Intelligenz (KI) hat sowohl in der Wissenschaft als auch in der Schulpraxis großes Interesse geweckt und wurde in unterschiedlichen Anwendungsbereichen beforscht (Zhang et al., 2021). Allerdings ist das Potenzial der Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften und KI noch kaum untersucht. Die hier vorgestellte Studie analysiert die Nutzung spezialisierter KI-Agenten im mathematischen Task Design sowie die Gestaltung der Interaktion in diesem Prozess.

1. Mathematisches Task Design

Im Kontext mathematischen Task Designs, insbesondere in heterogenen Lerngruppen, wird zunehmend die zentrale Rolle der Lehrkraft bei der Anpassung und Weiterentwicklung von Aufgaben hervorgehoben. Sie ist entscheidend, um den vielfältigen Bedürfnissen der Lernenden gerecht zu werden und das Verständnis mathematischer Konzepte nachhaltig zu fördern (z.B. Maier et al., 2014). Dafür sind flexible und anpassungsfähige Herangehensweisen erforderlich (Sherin, 2002) sowie individuelle Kompetenzen zur strategischen Nutzung von Ressourcen (Choppin, 2011). Gleichzeitig fördert die Anpassung von Aufgaben die Weiterentwicklung des mathematischen und didaktischen Wissens (Pepin, 2015). Zum anderen wird die Bedeutung der Zusammenarbeit mit Kolleg*innen und der Einbindung verschiedener Perspektiven betont (Sensevy et al., 2013). Eine bereichernde Kollaboration ermöglicht nicht nur einen vertieften Umgang mit dem Inhalt, sondern fördert auch reflektierende Praktiken im Unterricht (Choppin, 2011).

2. Human-AI-Interaction im Multi-Professionellen Team

Die Handlungsempfehlungen der Kultusministerkonferenz (KMK, 2024) betonen die Rolle von KI bei der Schaffung personalisierter Lernumgebungen, während gleichzeitig auf die Notwendigkeit der Professionalisierung von Lehrkräften hingewiesen wird. In der dieser Arbeit vorangestellten Studie (Schorcht et al., 2024) wurden vier spezialisierte KI-Agenten entwickelt, die gemeinsam als multi-professionelles Team mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und Expertisen (Widmer-Wolf, 2018) zur kollaborativen Entwicklung mathematischer Aufgaben eingesetzt wurden. Dieses Modell ermöglicht flexible Entwicklung von Aufgaben, erfordert jedoch, dass Lehrkräfte die von der KI generierten Outputs kritisch reflektieren und bei Bedarf anpassen können. Daher ist es entscheidend, die Lehrkraft als

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

gleichberechtigten Partner in diesem multi-professionellen Team zu betrachten. In der hier beschriebenen Studie gilt es deshalb, ihre Rolle und ihr Verhalten im Prozess des kollaborativen und KI-gestützten Task Designs genauer zu analysieren. Die KI-Agenten werden als Kooperationspartner verstanden, die vier unterschiedliche Perspektiven (mathematischer Inhalt, Differenzierung, Sprachsensibilität und Kompetenzorientierung) einbringen. Dieser innovative Ansatz stützt sich auf Konzepte des kooperativen Aufgabendesigns, wie das 'cooperative engineering' (Sensevy et al., 2013). Im Prozess der Aufgabenentwicklung legt die Lehrkraft den vier KI-Agenten eine Aufgabe vor, die analysiert und ggf. modifiziert wird. Die generierten Outputs werden anschließend von der Lehrkraft geprüft, angepasst und weiterentwickelt, um eine optimale Passung an spezifische Lernziele zu gewährleisten. Um die Kollaboration besonders ertragreich zu gestalten, wurde der Ansatz der erklärbaren KI (Explainable AI) integriert, um die Intransparenz von KI-Systemen zu verringern (z.B. Gunning et al., 2019). Die KI-Agenten wurden deshalb instruiert, in ihren Outputs auch Beschreibungen und Erklärungen zu ergänzen, die ihren Entscheidungsweg nachvollziehbar machen.

3. Anlage der Studie

In der bisherigen Forschung gibt es bereits Erkenntnisse zu Stärken und Schwächen der Nutzung von gKI im mathematischen Task Design (Küchemann et al., 2023). Allerdings fehlen spezifische Analysen der Kompetenzen, die Lehrkräfte im Umgang entwickeln oder benötigen, und wie dieser Prozess ihre Reflexionsfähigkeit beeinflusst. Vor diesem Hintergrund widmet sich die hier vorgestellte Studie den folgenden Forschungsfragen:

- F1: Welche Kompetenzen zeigen und/oder benötigen Lehrkräfte, um generierte Outputs gewinnbringend zur Aufgabenentwicklung zu nutzen?
- Welche Prompt-Typen und Eingabe-Varianten verwenden Lehrkräfte in ihrer Interaktion mit gKI bei der Aufgabenentwicklung?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurde eine Interviewstudie mit Lehrkräften durchgeführt, die die bereits genannten vier KI-Agenten zur Aufgabenentwicklung einsetzten. Es wurden drei einfache, Grundkompetenzen fordernde Aufgaben berücksichtigt sowie drei Problemlöseaufgaben (Peters & Schorcht, in Vorb.). Die Lehrkräfte wurden angewiesen, die generierten Outputs im Sinne der introspektiven Erhebungsmethode des Think-Aloud-Protocol (Konrad, 2010) laut zu reflektieren, bei Bedarf anzupassen oder weiterzuentwickeln und auch dies zu kommentieren. Die erhobenen Daten umfassen Bildschirmaufnahmen des gesamten Arbeitsprozesses sowie Tonaufnahmen der begleitenden Äußerungen. Für eine umfassende Analyse wurden die Daten in Form erweiterter Transkripte fixiert (Äußerungen der

Lehrkräfte, angereichert mit Auszügen aus den Chatverläufen). Die Auswertung erfolgte mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015). Aufgrund des explorativen Charakters der Studie wurden induktiv Kategorien gebildet, um zentrale Muster aus dem Material heraus zu identifizieren.

4. Ergebnisse

Insgesamt wurden im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse 21 Kategorien entwickelt und zu fünf Hauptkategorien zusammengefasst, sodass ein strukturiertes und umfängliches Kategoriensystem entstand. Dieses Ergebnis bietet eine Übersicht über die Kompetenzen, die Lehrkräfte im Umgang mit den KI-Agenten in der Aufgabenentwicklung zeigen und benötigen. Identifiziert wurden analytische, technische, adaptive, didaktische und selbstreflexive Kompetenzen. Außerdem konnten zwei Arten von Prompt- und Eingabetypen identifiziert werden: interaktionsleitende Prompts (z.B. Konkretisierung eines vorherigen Prompts oder Verweis auf vorherige Inhalte oder Beispiele) und didaktische Prompts, die eine klare fachdidaktische Zielrichtung verfolgen (z.B. Ergänzen oder Abfragen von Lernzielen, Anforderung sprachlicher Unterstützung oder eines Darstellungswechsels, Nachfragen zu prozessbezogenen Kompetenzen etc.) Eine ausführliche Beschreibung aller Kompetenzen und Prompt-Typen sowie quantitative Analyseschritte werden in Peters & Schorcht (in Vorb.) nachzulesen sein.

Die hohe Anzahl an Konkretisierungen in den Prompts unterstreicht beispielsweise, dass die Lehrkräfte iterativ arbeiten, indem sie ihre Eingaben verfeinern, um kontinuierlich relevantere und präzisere Ergebnisse zu erzielen. Dieser iterative Prozess ist fundamental für die Optimierung der Outputs und spiegelt ein hohes Maß an Reflexionsfähigkeit wider (Choppin, 2011). Darüber hinaus zeigt die häufige Verwendung weiterführender Prompts, dass die Lehrkräfte auf früheren Outputs aufbauen und zusätzliche Ideen generieren. Diese Arbeitsweisen verdeutlichen das Potential der KI-Agenten als kollaborative Werkzeuge zur Aufgabenentwicklung. Die Stärke der kollaborativen Entwicklung von Aufgaben durch den Einsatz KI-gestützter Tools liegt dabei auch in der Integration und Berücksichtigung verschiedener Perspektiven (Choppin, 2011). Dies ermöglicht nicht nur einen vertieften Umgang mit den Inhalten, sondern unterstützt auch die Entwicklung reflektierender Praktiken bei den Lehrkräften, wodurch die Qualität der Aufgaben und der Unterrichtsgestaltung insgesamt verbessert werden kann. Diese Kompetenzen tragen wesentlich zur professionellen Weiterentwicklung der Lehrkräfte bei (Sherin, 2002). Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass

auf individueller Ebene strategische Fähigkeiten zur effektiven Nutzung von Ressourcen unerlässlich sind (Choppin, 2011).

Literatur

- Choppin, J. Learned adaptations: Teachers' understanding and use of curriculum resources. *J Math Teacher Educ* 14, 331–353 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10857-011-9170-3>.
- Gunning, D., Stefik, M., Choi, J., Miller, T., Stumpf, S., & Yang, G. Z., (2019). XAI-Explainable artificial intelligence. *Science robotics*, 4(37), eaay7120. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aay7120>
- Konrad, K. (2010): Lautes Denken. In: May, Günter; Mruck, Katja (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Springer Verlag: 476-490.
- Küchemann, S., Steinert, S., Revenga, N., Schweinberger, M., Dinc, Y., Avila, K. E., & Kuhn, J. (2023). Can ChatGPT support prospective teachers in physics tasks development? *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 1–14. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020128>
- Maier, U., Bohl, T., Drüke-Noe, C., Hoppe, H., Kleinknecht, M., & Metz, K. (2014). Das kognitive Anforderungsniveau von Aufgaben analysieren und modifizieren können: Eine wichtige Fähigkeit von Lehrkräften bei der Planung eines kompetenzorientierten Unterrichts. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. 32(3), 340–358.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12th ed.). Beltz Verlag.
- Pepin, B. (2015). Enhancing mathematics/STEM education: A 'resourceful' approach. *Technische Universiteit Eindhoven*.
- Peters, F. & Schorcht, S. (in Vorb). KI-Agenten als Partner im mathematischen Task Design: Eine Interviewstudie zur Interaktion zwischen Lehrkräften und künstlicher Intelligenz. In S. Schorcht, N. Buchholtz, F. Peters (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz in der Mathematikdidaktik – KI-gestütztes Forschen, Lehren und Lernen. Mathematica didactica*, 48.
- Schorcht, S., Peters, F. & Kriegel, J. (2024). Communicative AI Agents in Mathematical Task Design: A Qualitative Study of GPT Network Acting as a Multi-professional Team. *Digit Exp Math Educ*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00161-w>
- Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., & Morales, G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM: International Journal on Mathematics Education*, 45(7), 1031–1043.
- Sherin, M. G. (2002). When Teaching Becomes Learning. *Cognition and Instruction*, 20(2), 119–150. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2002_1.
- Widmer-Wolf, P. (2018). Kooperation in multiprofessionellen Teams an inklusiven Schulen. In T. Sturm & M. Wagner-Willi (Eds.): *Handbuch schulische Inklusion* (pp. 298 – 313). Verlag Barbara Budrich.
- Zhang & Lu (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects, *Journal of Industrial Information Integration*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>.