

WITZKE, Ingo
Siegen

Beschreibung von Gelingensbedingungen für den Einsatz generativer KI-Sprachmodelle im Mathematikunterricht am Beispiel von ChatGPT – Erste Einblicke und Perspektiven

Einleitung und Motivation

Es ist kurz vor 8:00h an einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. Die Schüler:innen sitzen in Gruppen zu zweit oder zu dritt vor den Notebooks der Universität und tippen Prompts in die Textkonsolen von ChatGPT-3.5. Nach einer kurzen Einführung arbeiten die Schüler:innen selbstständig und augenscheinlich mit großer Motivation mit den zur Verfügung gestellten Chatbots. Ziel des im Rahmen des Forschungsverbundes bc:Olpe von Lehrkräften und einem Forschungsteam der Mathematikdidaktik der Universität Siegen entwickelten Settings ist es, Lehrkräfte dabei zu unterstützen, Schüler:innen im Mathematikunterricht durch KI-Einsatz zum Argumentieren anzuregen. Anlass ist der Satz über die *Innenwinkelsumme im Dreieck*, welcher eine Woche zuvor bereits auf klassische Art und Weise im Wechsel zwischen Gruppenarbeits- und Plenumsphasen bewiesen worden war. Letztlich entschied sich das Forschungsteam in Absprache mit der Lehrkraft für eine Folge(doppel)stunde mit dem für die Schüler:innen transparenten Unterrichtsthema: "Kann ChatGPT Mathe?". Als Sozialform wurde selbstständige Gruppenarbeit mit kurzer gemeinsamer Sammlungsphase gewählt. Die Lehrkraft sowie das Forschungsteam standen dabei für Rückfragen zur Verfügung. Für die Erarbeitungsphase erhielten die Schüler:innen ein Arbeitsblatt mit folgenden Arbeitsaufträgen: "1) Unterhaltet euch mit ChatGPT über die Innenwinkelsumme im Dreieck - insbesondere auch über den Beweis dazu. Notiert Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Vergleich zum Merksatz und dessen Beweis aus dem Unterricht. 2) Lasst euch von ChatGPT einen anschaulichen Beweis zur Innenwinkelsumme im Dreieck ausgeben und erklären. Gebt dafür bitte folgenden Prompt ein: "Erkläre mir die Innenwinkelsumme im Dreieck anschaulich!" Ihr dürft auch mehrere "Versuche" unternehmen und diese jeweils per Handy fotografieren und sichern. 3) Tauscht euch mit anderen Teams aus, indem ihr euch gegenseitig die Beweise von ChatGPT vorstellt und erklärt. 4) Begründet gemeinsam, welche der Erklärungen am besten und welche am schlechtesten ist." Dieses explorative Setting sollte möglichst verschiedene Beliefs- wie Kompetenzebenen für die Forschung zur Identifikation von Gelingensbedingungen für den Einsatz von KI im Mathematikunterricht ansprechen. Der Beweis zur Innenwinkelsumme wurde dafür bewusst ausgewählt, da es einen der wenigen Anlässe

im mathematischen Schulalltag für echtes mathematisches Begründen darstellt, ein Zusammenspiel von symbolischer und ikonischer Ebene anregt und (so zeigten unsere vorangegangenen Erprobungen Mitte 2023) ChatGPT-3.5 mit den angegebenen Prompts teilweise erhebliche Unschärfen produziert. Insbesondere Letzteres sollte inhaltliche Interaktions- und Argumentationsprozesse sowie Metareflexionen über die Verlässlichkeit von KI anregen. Die im Zusammenhang des Settings erhobenen Daten (u.a. Videomitschnitte, Schülerdokumente und Chatverläufe) werden zurzeit mithilfe qualitativer Inhaltsanalysen mit dem Fokus auf die Beschreibung von Gelingensbedingungen für den Einsatz von KI ausgewertet. Dabei zeigt sich eine Bandbreite in den Antworten von „Nein, das brauchen wir eh nicht für die Klassenarbeit, aber das ist krass, krass intelligent“, als die Lernenden mit dem Chatbot selbstständig entdecken konnten, dass in nicht-euklidischen Geometrien (beispielsweise auf der Kugel) die Innenwinkelsumme größer als 180° sein kann. Bis hin zur Antwort aller Schüler:innen im Chor auf die (suggestive) Frage der Lehrkraft nach der Belastbarkeit der Lösungen (in Bezug auf eine offensichtlich falsche Antwort durch den Chatbot): "ChatGPT ist dumm". Während die Schüler:innen die Situation mehrheitlich als anregend und spannend erlebten, stellte diese für die Lehrkraft durch die schwierig zu antizipierende Vielfalt der Impulse eine große Herausforderung dar.

Gelingensbedingungen: Potenziale und Herausforderungen

Begleitete Unterrichtsversuche, Erprobungen im Vorfeld und Reflexionen im Nachgang durch das Forschungsteam können *einerseits* sehr deutlich das Potenzial generativer KI für den Einsatz im Mathematikunterricht andeuten. Während erste mathematikdidaktische Auseinandersetzungen (Schorcht et al. 2023; Hischer 2023) die mathematischen Fähigkeiten der KI als gefährlich beschränkt einschätzen, zeigen unsere Erfahrungen im Umgang mit für den Zweck des Mathematiklernens angepassten Tools inzwischen (d.h. beispielsweise ChatGPT-4 unter Verwendung des Wolfram-Plugins und LaTeX-Umgebungen für Zeichnungen), dass eine *präzise* mathematische Nutzung von generativer KI in der Schule schon jetzt möglich erscheint (vgl. Dilling et al., 2023a). Gleichzeitig kann mit durch bewusstes Prompting herbeigeführten *Unschärfen* in den Antworten der KI (im oben skizzierten Setting beispielsweise durch das Adjektiv "anschaulich", oder bewusstes verwenden unpräziser Chatbots) eine für Schüler:innen unbekannt und spannende zu validierende Vielfalt erzeugt werden. Hier hallt für uns die Aussage eines Schülers nach, der mit Blick auf die Prüfung der teilweise nicht korrekten Beweisvorschläge durch ChatGPT im oben geschilderten Setting her-

ausstellte, dass das gemeinsame "echte Problemlösen mit dem Lehrer" (validieren der vorgeschlagenen Lösungen von ChatGPT) eine "großartige Erfahrung" darstellte. *Andererseits* stellt die Vielfalt an Tools und verfügbaren Lösungen, das Halluzinieren der KI, die "nicht-mathematische" assoziative Begründungsweise und insbesondere die erforderliche Anwendungskompetenz der Lehrkräfte und Schüler:innen die am Unterricht beteiligten Personen vor große neue Herausforderungen. Salopp gesprochen, ist der Geist nun aus der Flasche – das schon jetzt alltägliche Nutzungsverhalten von Schüler:innen zeigt, dass ein zurück in eine "KI-freie" Zeit, keine mögliche Option mehr darstellt. Vielmehr geht es wohl auch hier mit Hölzl (1994, S. 224 zit. nach Sträßer, 1997) gesprochen, um ein „[...] didaktisches Gleichgewicht: Mächtigere medientechnische Möglichkeiten auf der einen Seite verlangen mehr didaktische, gar ethische Anstrengungen auf der Lehrerseite. [...] Das vordringlichste Problem scheint [...], wie man zwischen intuitiver Schülervorstellung und mathematischer Perspektive vermitteln kann, und zwar so, daß anstelle des Scheingesprächs Aufklärung tritt“.

Erfahrungen und Ausblick

Mehrere durch das Siegener Team durchgeführte Fortbildungsveranstaltungen zum Einsatz generativer KI im Mathematikunterricht zeigen, dass ein großes Bedürfnis an Kenntnis über mögliche Einsatzszenarien und Anwendungsmöglichkeiten besteht. Dabei gilt es nach unserer Einschätzung – soll die digitale KI-Integration gelingen – für Möglichkeiten und Grenzen zu sensibilisieren, Berührungspunkte zu nehmen und eine realistische Einschätzung über (zukünftige) Anwendungen zu ermöglichen. Im Spektrum zwischen möglichst großer Kreativität für den Mathematikunterricht (z.B. durch das Generieren von Lösungsvielfalt) und möglichst großer Präzision (z.B. bei der Erstellung eines Abiturtrainers) gilt es fachspezifisch ausdifferenzierte Anwendungskompetenz zu vermitteln. Dies betrifft insbesondere das Prompting. Hier ist es von Bedeutung weiterzugeben, dass ein Chatbot nur dann präzise antworten kann, wenn er auch präzise Informationen erhält; d.h. Rolle des Fragenden, Vorwissen, Hintergrundinformationen, Beispiele, Ziele etc. sollten in sogenannten "Megaprompts" so präzise wie möglich eingegeben oder eingelesen werden. Hier ist insbesondere auch der Austausch mit der Sprachdidaktik (Steinhoff, 2023) fruchtbar, welche erwartungsgemäß durch Sprach-KIs besonders herausgefordert ist. Soll KI in Zukunft produktiv eingesetzt werden, bildet eine kontinuierliche Fortbildung von Lehrkräften, vor dem Hintergrund wissenschaftlicher Erkenntnisse, eine große Aufgabe und Verantwortung für die Mathematikdidaktik, insbesondere mit Blick auf zahlreiche kommerzielle Anbieter von KI-Tools, die Schulen als Kunden gewinnen wollen. Dazu kommen Problematiken um Urheberrecht

und Datenschutz, die es nicht zu vernachlässigen gilt. Es bedarf, auch in Hinblick auf die politische Handlungsebene, softwareunabhängiger Reflexionskompetenz durch Didaktiker:innen. Dies gilt insbesondere bezogen auf die Rasananz der Entwicklung der KI-Tools.

Ziel unserer Forschungsarbeit ist es, Gelingensbedingungen für den Einsatz von KI zum Mathematiklernen auf den Ebenen der Beliefs- und Kompetenzentwicklung zu beschreiben, um ein Fundament für gelingende Fortbildungen zu legen. Hierzu soll im Weiteren insbesondere das *MPC-Modell* (Dilling et al. 2023b), welches ein ganzheitliches Modell für fachbezogene professionelle (digitale) Medienkompetenzen von Mathematiklehrer:innen vorschlägt, zur Anwendung kommen. Dies geschieht (wie im oben geschilderten Setting) in enger Kooperation mit Lehrkräften und Schüler:innen in der Entwicklung von konkreten Einsatzszenarien und Anwendungskompetenzen für einen reflektierten produktiven Einsatz von generativer KI im Mathematikunterricht. Nur über die tatsächliche fachspezifische Konkretisierung des Einsatzes lassen sich nach unserer Auffassung auch valide Metadaten zu Gelingensbedingungen für eine sinnvolle KI-Integration in den Mathematikunterricht erheben. Um es mit Hölzl (1994, S. 238) zu sagen: „Vielleicht läßt sich ja beides verbinden: Mathematiklernen mit dem Computer und ein Unterrichtsdiskurs, der eine konstruktivistische Grundlage besitzt.“

Literatur

- Dilling, F., Herrmann, M., Holten, K., Pielsticker, F., Visarius, T., Witzke, I., Stolpmann, E. & Geier, C. (2023a). Handreichung *Verwendung von ChatGPT im Mathematikunterricht – Formeln in ChatGPT einfügen und aus ChatGPT exportieren*. https://www.bildungspakt-bayern.de/wordpress/wp-content/uploads/2023/12/Handreichung-Formeln-in-ChatGPT-importieren-und-extrahieren_final-1.pdf.
- Dilling, F., Schneider, R. & Hörnberger, K. (2023b). Das MPC-Modell: Fachbezogene (digitale) Medienkompetenz von Mathematiklehrerkräften – theoretische Grundlegung und empirische Implikationen. In F. Dilling, D. Thurm & I. Witzke (Hrsg.), *Digitaler Mathematikunterricht in Forschung und Praxis* (S. 31–40). WTM.
- Hischer, H. (2023). ChatGPT und Mathematikunterricht – eine didaktische Herausforderung? *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, (115), 6–11.
- Schorcht, S., Baumanns, L., Buchholtz, N., Huget, J., Peters, F. & Pohl, M. (2023). Ask to Get Smart: Mathematische Ausgaben generativer KI-Sprachmodelle verbessern durch gezieltes Prompt Engineering. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 115, 12–23.
- Steinhoff, T. (2023). Der Computer schreibt (mit). Digitales Schreiben mit Word, WhatsApp, ChatGPT & Co. Als Koaktivität von Mensch und Maschine. *Medien im Deutschunterricht Nr.1 2023: Lesen und Schreiben im digitalen Raum II*, 1-16.
- Sträßer, R. (1997). Book Review. Hölzl, R. (1994). Im Zugmodus der Cabri-Geometrie Interaktionsstudien und Analysen zum Mathematiklernen mit dem Computer. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, (97/1), 24–27.