

Zusammenfassung der Beiträge

Arbeitskreis Mathematik mit digitalen Werkzeugen · Online-Herbsttagung 2024 · „KI und Mathematikunterricht“

Frank Reinhold, Sara Becker & Florian Schacht

20. September 2024
Pädagogische Hochschule Freiburg (Online)

| Freitag, 20.09.2024 (Online) | | |
|------------------------------|---|---|
| Zoom-Link: | https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369 | https://zoom.us/j/95779031243 |
| 11:00-11:15 | Begrüßung und Eröffnung | — |
| 11:15-12:15 | Session 1A: KI und Mathematikunterricht | Session 1B: KI und Mathematikunterricht |
| 12:15-13:15 | Mittagspause | — |
| 13:15-14:15 | Session 2A: Lehrkräfte | Session 2B: Lehrkräfte |
| 14:15-14:45 | Kaffeepause | — |
| 14:45-15:45 | Session 3: Maschinelles Lernen und Computational Thinking | Session 4: Visualisierungen und Animationen |
| 15:45-16:00 | Verabschiedung | — |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----------|
| Tagungsprogramm | 3 |
| Freitag · 20.09.2024 | 4 |
| Begrüßung und Eröffnung | 4 |
| Session 1A: KI und Mathematikunterricht | 4 |
| Frederik Dilling: Welche Auffassung von Mathematik hat eigentlich ChatGPT? Und welchen Einfluss hat der Prompt? | 4 |
| Marc Herrmann: Große Sprachmodelle als Unterstützung mathematischer Argumentationen von Lehramtsstudierenden – Eine explorative Studie zu ChatGPT als Instrument zur Beweisentwicklung in der Geometrie | 4 |
| Session 1B: KI und Mathematikunterricht | 4 |
| Peter Gonscherowski, Edith Lindenbauer & Benjamin Rott: Antwortverhalten von ChatGPT 4.0 und MS Copilot auf Items zur Bewertung der Auswahlkompetenz von digitalem Lernmaterial | 4 |
| Hanna Eckhardt & Daniel Thurm: Erklär mir das! – Neue Aufgabenformate zum Erklären mithilfe von KI im Kontext digitaler mathematischer Escape-Games | 4 |
| Mittagspause mit Gelegenheit zum Austausch | 5 |
| Session 2A: Lehrkräfte | 5 |
| Fabian Grünig & Markus Vogel: Rahmenbedingungen für die Entwicklung von technologiebezogener mathematikdidaktischer Handlungskompetenz im Vorbereitungsdienst vor der Corona-Pandemie | 5 |
| Michael Nickl, Daniel Sommerhoff, Anika Radkowitz, Sina Huber, Elisabeth Bauer, Stefan Ufer, Jan Plass & Tina Seidel: Adaptive Echtzeitanpassung von Scaffolding für Lehramtsstudierende in einer videobasierten Simulation | 5 |
| Session 2B: Lehrkräfte | 5 |
| Carina Büscher & Katja Lengnink: Reflexionen von angehenden Mathematiklehrkräften zum Einsatz von algorithmischen Entscheidungssystemen | 5 |
| Kaffeepause mit Gelegenheit zum Austausch | 5 |
| Session 3: Maschinelles Lernen und Computational Thinking | 6 |
| David Bednorz, Daniel Sommerhoff & Aiso Heinze: Analyse individueller Lerntrajektorien durch Methoden des maschinellen Lernens | 6 |
| Frank Reinhold, Priska Sprenger & Gunnar Staniczek: Einführung in 'Computational Thinking' für Zweit- und Drittklässler. Programmieren ganzer Pfade ist zielführender als verbale Schritt-für-Schritt-Navigation in Labyrinth | 6 |
| Session 4: Visualisierungen und Animationen | 6 |
| Dörte Haftendorn: NURBS für Animationen und Metamorphosen | 6 |
| Hannes Seifert & Anke Lindmeier: Dare to move it – Wie nutzen angehende Mathematiklehrkräfte dynamische Eigenschaften beim Einsatz von DGS? | 6 |
| Verabschiedung | 6 |

Tagungsprogramm

| Freitag, 20.09.2024 (Online) | | |
|------------------------------|---|---|
| Zoom-Link: | https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369 | https://zoom.us/j/95779031243 |
| 11:00-11:15 | Begrüßung und Eröffnung | — |
| 11:15-12:15 | Session 1A: KI und Mathematikunterricht <i>Dilling: Welche Auffassung von Mathematik hat eigentlich ChatGPT?</i> <i>Herrmann: Große Sprachmodelle als Unterstützung math. Argumentationen ...</i> | Session 1B: KI und Mathematikunterricht <i>Gonscherowski et al.: Antwortverhalten von ChatGPT 4.0 und MS Copilot ...</i> <i>Eckhardt et al.: Erklär mir das! – Neue Aufgabenformate zum Erklären mit KI ...</i> |
| 12:15-13:15 | Mittagspause | — |
| 13:15-14:15 | Session 2A: Lehrkräfte <i>Grünig: Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Handlungskompetenz ...</i> <i>Nickl et al.: Adaptive Echtzeitanpassung von Scaffolding für Lehramtsstudierende...</i> | Session 2B: Lehrkräfte <i>Büscher et al.: Reflexionen von Mathematiklehrkräften zum Einsatz von ...</i> — |
| 14:15-14:45 | Kaffeepause | — |
| 14:45-15:45 | Session 3: Maschinelles Lernen und Computational Thinking <i>Bednorz: Analyse von Lerntrajektorien durch maschinelles Lernen ...</i> <i>Reinhold et al.: Einführung in 'CT' für 2.- und 3.-Klässler ...</i> | Session 4: Visualisierungen und Animationen <i>Haftendorn: NURBS für Animationen und Metamorphosen</i> <i>Seifert et al.: Dare to move it – Wie nutzen Mathematiklehrkräfte DGS ...</i> |
| | Verabschiedung | — |

Freitag · 20.09.2024

Begrüßung und Eröffnung

Zeit: 11:00 – 11:15 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>

Session 1A: KI und Mathematikunterricht

Zeit: 11:15 – 12:15 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>

★ **Frederik Dilling:** Welche Auffassung von Mathematik hat eigentlich ChatGPT? Und welchen Einfluss hat der Prompt?

Zusammenfassung. Die Auffassung einer Person von Mathematik, auch Belief-System genannt, bestimmt wesentlich, wie diese Person in mathematischen Situationen handelt, z.B. argumentiert, Probleme löst oder kommuniziert. Findet generative künstliche Intelligenz wie ChatGPT zunehmend Platz im Mathematikunterricht, so stellt sich aufgrund des möglichen Einflusses auf Schüler:innen unweigerlich die Frage, welche Auffassungen von Mathematik in den Antworten (Responses) präsent sind. Hierzu wurden in einer qualitativen empirischen Studie Antworten auf Fragen wie „Was ist eine Ableitung in der Mathematik?“ oder „Was ist eine Wahrscheinlichkeit in der Mathematik?“ hinsichtlich der Charakteristika gängiger Einteilungen von Auffassungstypen analysiert. In einem weiteren Schritt wurde statistisch untersucht, wie sich das Auftreten der Auffassungen durch passendes Prompting gezielt steuern lässt.

★ **Marc Herrmann:** Große Sprachmodelle als Unterstützung mathematischer Argumentationen von Lehramtsstudierenden – Eine explorative Studie zu ChatGPT als Instrument zur Beweisentwicklung in der Geometrie

Zusammenfassung. Die in diesem Beitrag vorgestellte Studie untersucht das Potenzial großer Sprachmodelle (LLMs) zur Unterstützung von angehenden Mathematiklehrkräften bei der Konstruktion von Beweisen in der Geometrie. Unter Verwendung des theoretischen Rahmens der instrumentellen Genese werden die Vorerfahrungen der Studierenden, ihre Beliefs zur Funktionsweise der Sprachmodelle und die Interaktionen mit dem Chatbot ChatGPT untersucht. Mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse werden induktive Kategorien für diese Aspekte gebildet. Erste Ergebnisse zeigen ein oberflächliches Verständnis und Fehlvorstellungen zur Funktionsweise, während innerhalb der Chats verschiedene Arten und Muster von Prompts identifiziert werden konnten.

Session 1B: KI und Mathematikunterricht

Zeit: 11:15 – 12:15 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>

★ **Peter Gonscherowski, Edith Lindenbauer & Benjamin Rott:** Antwortverhalten von ChatGPT 4.0 und MS Copilot auf Items zur Bewertung der Auswahlkompetenz von digitalem Lernmaterial

Zusammenfassung. Die Entwicklung und somit auch die objektive und valide Bewertung der Fähigkeit zur Auswahl von digitalem Lernmaterial (dLM) ist für angehende Lehrkräfte von wesentlicher Bedeutung. In diesem Beitrag vergleichen wir die Antworten von ChatGPT 4.0 und von MS Copilot mit den Antworten von angehenden Lehrkräften auf Items zur Bewertung der Auswahlfähigkeit. Mit dem Ziel, Einblicke in die Wirksamkeit der KI-Modelle und der Differenzierbarkeit von Antworten letzterer und angehenden Lehrkräften zu gewinnen. Die Ergebnisse zeigen, dass (i) mit den Items die Leistungsfähigkeit von KI-Modelle verglichen werden kann. (ii) Antworten von KI-Modellen und angehenden Lehrkräften lassen sich differenzieren. (iii) Unsinnige und fehlende Arbeitsanweisung im dLM bleiben bei der Bewertung der dLM von beiden KI-Modellen unbe-

rücksichtigt. Zusammengefasst bestätigen die Ergebnisse die längerfristige Nutzbarkeit der Items zur Bewertung der Auswahlfähigkeit von Lehrkräften, auch in unbeaufsichtigte Prüfungen.

★ **Hanna Eckhardt & Daniel Thurm:** Erklär mir das! – Neue Aufgabenformate zum Erklären mithilfe von KI im Kontext digitaler mathematischer Escape-Games

Zusammenfassung. Das Erklären durch Lernende selbst wird mit der Entwicklung eines vertieften Verständnisses in Verbindung gebracht. Im Rahmen des Dissertationsprojektes werden KI-gestützte Aufgabenformate entwickelt, bei denen Schüler:innen selbst zu Erklärenden werden, indem sie einem Custom-GPT in Form eines Spielcharakters im Escape-Game mathematische Zusammenhänge erläutern. Das Custom-GPT ist dabei so konfiguriert, dass es selbst keine Erklärungen gibt, aber durch verstehensorientierte Rückfragen auf eine hohe Erklärtiefe abzielt. Die Einbettung in das digitale Escape-Game hat zum Ziel, die

Erklärsituation immersiv, lebensweltbezogen und zielorientiert zu situieren. Im Forschungsprojekt wird untersucht, welche mathematischen Diskursprozesse im Wechselspiel

zwischen den Lernenden und dem Custom-GPT angeregt werden und inwiefern hierdurch mathematische Verstehensprozesse initiiert werden können.

Mittagspause mit Gelegenheit zum Austausch

Zeit: 12:15 – 13:15 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>

Session 2A: Lehrkräfte

Zeit: 13:15 – 14:15 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>

★ **Fabian Grünig & Markus Vogel:** Rahmenbedingungen für die Entwicklung von technologiebezogener mathematikdidaktischer Handlungskompetenz im Vorbereitungsdienst vor der Corona-Pandemie

Zusammenfassung. Die Corona-Pandemie stellte die technologiebezogenen mathematikdidaktischen Kompetenzen junger Lehrpersonen durch Schulschließungen auf die Probe. Denn laut berufsbiografischer Forschung festigen Lehrpersonen erst nach etwa drei Berufsjahren ihre Rolle und automatisieren ihre Unterrichtstechniken. Diese Studie untersucht, wie angehende Lehrpersonen 2017-2018 während dem Vorbereitungsdienst in Baden-Württemberg auf den Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht vorbereitet wurden. Die Befragung von 99 Anwärter:innen zeigte ungünstige Rahmenbedingungen an den Ausbildungsschulen für den Erwerb technologiebezogener Kompetenzen. Auch bezogen auf die Unterrichtserfahrung mit digitalen Medien blieb die Stichprobe hinter den Erwartungen aus nationalen Vergleichsstudien zurück. Die Ergebnisse liefern Kontextinformationen zur Interpretation verschiedener Studien über die Performanz von Lehrpersonen während der Pandemie und bieten Einblicke in die Herausforderungen der Lehrpersonenausbildung.

★ **Michael Nickl, Daniel Sommerhoff, Anika Radkowitzsch, Sina Huber, Elisabeth Bauer, Stefan Ufer, Jan Plass & Tina Seidel:** Adaptive Echtzeitanpassung von Scaffolding für Lehramtsstudierende in einer videobasierten Simulation

Zusammenfassung. Um Schüler*innen beim mathematischen Argumentieren möglichst gut unterstützen zu können, müssen Lehrkräfte den aktuellen Wissensstand der Schüler*innen möglichst akkurat einschätzen können. Zur Förderung der dafür notwendigen Diagnosekompetenzen hat sich der Einsatz computerbasierter Simulationen in der universitären Lehre vielversprechend gezeigt. Die Integration von Scaffolding in diese Simulationen kann Lernzuwächse weiter steigern. In diesem Beitrag untersuchen wir das Potential einer auf Echtzeitauswertung von Textprozessdaten basierenden Adaptivität von Scaffolding, um die Lernzuwächse von Lehramtsstudierenden in einer Simulation zur Förderung der Diagnosekompetenzen im Bereich des mathematischen Argumentierens zu verbessern. Die Ergebnisse deuten keine höheren Lernzuwächse durch die Adaptivität von Scaffolding für die Diagnoseakkuratheit an. Ein Schema zur Analyse von Gelingensbedingungen von adaptivem Scaffolding wird vorgestellt und diskutiert.

Session 2B: Lehrkräfte

Zeit: 13:15 – 14:15 · **Raum:** <https://zoom.us/j/95779031243>

★ **Carina Büscher & Katja Lengnink:** Reflexionen von angehenden Mathematiklehrkräften zum Einsatz von algorithmischen Entscheidungssystemen

Zusammenfassung. Der zunehmende Einsatz algorithmischer Entscheidungssysteme hat weitreichende gesellschaftliche Auswirkungen, die von mündigen Bürger:innen verstanden werden sollten. Insbesondere Mathematik spielt eine wichtige Rolle, um die Funktionsweise algorithmischer

Entscheidungssysteme zu verstehen. Der Mathematikunterricht könnte daher eine Möglichkeit für die frühe Förderung einer solchen Mündigkeit bieten. In diesem Vortrag wird die Fähigkeit zur Reflexion als wesentliche Grundlage dafür betrachtet. In einer qualitativen Untersuchung wurden daher die Reflexionen von Studierenden charakterisiert, um den Professionalisierungsgegenstand für zukünftige Mathematiklehrkräfte präziser zu definieren.

Kaffeepause mit Gelegenheit zum Austausch

Zeit: 14:15 – 14:45 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>

Session 3: Maschinelles Lernen und Computational Thinking

Zeit: 14:45 – 15:45 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>

★ **David Bednorz, Daniel Sommerhoff & Aiso Heinze:** Analyse individueller Lerntrajektorien durch Methoden des maschinellen Lernens

Zusammenfassung. Digitale Lernumgebungen bieten erhebliche Potenziale für die individualisierte Förderung von Lernenden. So bieten digitale Lernumgebungen die Möglichkeit der automatisierten Erfassung und Analyse von Lernaktivitäten auf Basis der in der Lernumgebung generierten Prozess- und Produktdaten. Auf diese Weise können individuelle Lerntrajektorien der Lernenden identifiziert und darauf aufbauend Erkenntnisse über die Bedeutung verschiedener Lernaktivitäten und deren Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Erwerbsphasen im Lernprozess (z.B. in Anlehnung an Sfard) für die Lerntrajektorien abgeleitet werden. Aufgrund der großen Menge an zum Teil sehr unterschiedlichen Daten aus der digitalen Lernumgebung bietet sich der Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens (ML) als innovativer Analyseansatz an. Im Vortrag wird die Leistungsfähigkeit verschiedener Klassifikationsmodelle zur Vorhersage von Lerntrajektorien anhand des Leistungszuwachses von Lernenden vor und nach einer Unterrichtseinheit zum Ableitungsbegriff bestimmt und die Bedeutung verschiedener Phasen für den Leistungszuwachs mit verschiedenen ML-Methoden demonstriert. Aus den Ergebnissen zur Bedeutung unterschiedlicher Phasen können Rückschlüsse auf mögliche Lernaktivitäten gezogen werden, bei denen eine gezielte Anpassung und Personalisierung

an die Bedürfnisse der Lernenden besonders effektiv sein könnte, um produktives Lernen zu ermöglichen.

★ **Frank Reinhold, Priska Sprenger & Gunnar Staniczek:** Einführung in 'Computational Thinking' für Zweit- und Drittklässler. Programmieren ganzer Pfade ist zielführender als verbale Schritt-für-Schritt-Navigation in Labyrinth

Zusammenfassung. Diese Studie untersucht die Effektivität des Programmierens ganzer Pfade im Vergleich zur verbalen Schritt-für-Schritt-Navigation beim Unterrichten von Zweit- und Drittklässlern in grundlegenden Kompetenzen wie Richtungen und Sequenzen. Basierend auf dem CoDiL-Framework (Reinhold et al., 2024) navigierten die Schüler der Experimentalgruppe mithilfe von LEGO® Education SPIKE™ Essential-Set und Scratch-basierten Icon-Blöcken durch ein Labyrinth, während die Kontrollgruppe reguläre LEGO®-Sets und verbale Anweisungen verwendete. Die Ergebnisse bestätigten unsere Hypothesen: Schüler der Experimentalgruppe erzielten bessere Leistungen, produzierten längere Sequenzen und mehr Sequenzbefehle, und es zeigte sich eine positive Beziehung zwischen Sequenzlänge und Testergebnissen. Darüber hinaus zeigte die Mediationsanalyse, dass der Effekt der Intervention auf die Testergebnisse durch die Verwendung längerer Sequenzen und einer höheren Anzahl von Sequenzbefehlen beeinflusst wurde.

Session 4: Visualisierungen und Animationen

Zeit: 14:45 – 15:45 · **Raum:** <https://zoom.us/j/95779031243>

★ **Dörte Haftendorn:** NURBS für Animationen und Metamorphosen

Zusammenfassung. Eine Zusammenfassung ist zu lesen in 978-3-662-67393-5 Filler et al.: Freude an Geometrie, Springer, 2023 Kapitel 7

★ **Hannes Seifert & Anke Lindmeier:** Dare to move it – Wie nutzen angehende Mathematiklehrkräfte dynamische Eigenschaften beim Einsatz von DGS?

Zusammenfassung. Die Nutzung Dynamischer Geometrie-Software (DGS) im Mathematikunterricht ist seit zwanzig Jahren in den Bildungsstandards fest verankert. Charakteristika wie Zugmodus, Module und Ortslinienfunktion bieten

Vorteile gegenüber klassischen Papierkonstruktionen, erfordern jedoch auch spezifische Kompetenzen. Bereits in den 1990er Jahren wurden Herausforderungen bei der Arbeit mit DGS im Rahmen dieses Arbeitskreises diskutiert. Auch heute lassen sich solche Probleme weiterhin beobachten. Im Rahmen einer Studie an fünf Universitäten mit N=146 angehenden Mathematiklehrkräften zeigt sich, dass den Studierenden erforderliches Wissen über dynamische Eigenschaften von DGS fehlt, um diese sinnstiftend im Unterricht einzusetzen. Beispielsweise haben viele Studierende Schwierigkeiten, Konstruktionen anzufertigen oder auf Korrektheit zu überprüfen, da sie den Zugmodus nicht nutzen. Im Vortrag werden die Studienergebnisse vorgestellt und Implikationen für die universitäre Lehrkräftebildung diskutiert.

Verabschiedung

Zeit: 15:45 – 16:00 · **Raum:** <https://ph-freiburg-de.zoom-x.de/j/66448953369>