

NGUYEN, Hoang & GREEFRATH, Gilbert
Münster

Steigerung der Einstellungen gegenüber GeoGebra durch den Einsatz dynamischer Visualisierungen

Studien zu Einstellungen Lernender gegenüber GeoGebra

Heutzutage wird dem Einsatz digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht eine große Bedeutung beigemessen. Mithilfe von dynamischer Geometriesoftware, wie z.B. GeoGebra, kann Lernenden ein interaktiver Zugang zu Teilbereichen der Mathematik ermöglicht werden (Hillmayr et al., 2020). Eine konkrete Umsetzung besteht darin, dynamische Visualisierungen einzusetzen, innerhalb derer eine Animation genutzt oder das Bild durch Nutzendes - beispielsweise mithilfe des Zugmodus - aktiv verändert werden kann.

Affektive Merkmale von Lernenden, wie z.B. ihre Einstellungen gegenüber Technologien im Allgemeinen oder speziell gegenüber GeoGebra können positiv mit der Mathematikleistung korrelieren. In einer Studie von Yimer & Feza (2020) wurde festgestellt, dass sich die Einstellungen von Studierenden des ersten Studienjahres gegenüber Analysis und GeoGebra sowie ihre Leistungen durch eine Intervention signifikant steigern ließen. Diese Intervention bestand aus einer Einheit, die durch den Einsatz von GeoGebra unterstützt wurde und sich mit Grenzwerten, Ableitungen und Integralen unter Verwendung der Methode des kooperativen Lernens befasste. Auch im schulischen Kontext konnte im Rahmen einer Untersuchung ein signifikant positiver Effekt auf Einstellungen Lernender gegenüber Technologien durch das Arbeiten mit GeoGebra im Geometrieunterricht der 8. Klasse festgestellt werden (Turk & Akyuz, 2016). Im Rahmen einer Interventionsstudie zum Einfluss digitaler Werkzeuge auf Modellierungskompetenzen von Lernenden der 9. Klasse untersuchte Hankeln (2019) ebenfalls die Einstellungen zum Lernen mit der dynamischen Geometriesoftware GeoGebra. Im Gegensatz zu den anderen beiden Studien konnte hier nach der Unterrichtseinheit keine signifikante Änderung bezogen auf die Einstellungen festgestellt werden. Aufgrund der Tatsache, dass positive Einstellungen gegenüber Technologien auch mit einem höheren Leistungszuwachs einhergehen können (vgl. Turk & Akyuz, 2016) sowie der uneindeutigen Studienlage zu Veränderungen von Einstellungen, bedarf es weiterer Forschung. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie werden dynamische Visualisierungen über GeoGebra intensiv genutzt. Es wird daher folgende Forschungsfrage untersucht: Wie verändern sich die Einstellungen Lernender gegenüber der Software GeoGebra durch eine Einführung in den Ableitungsbegriff mithilfe von GeoGebra erzeugten dynamischen Visualisierungen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe?

Methode

Das Design der vorliegenden Studie basiert auf Brnic & Greefrath (2022). Demzufolge wurde jeder Kurs in eine Experimental- und eine Kontrollgruppe aufgeteilt, wobei erstere mit über GeoGebra erzeugten dynamischen Visualisierungen während der Intervention arbeitete. Diese zeichnen sich unter anderem durch die Möglichkeit der Verwendung des Zugmodus, einer Animation mit Kontrolle der Wiedergabegeschwindigkeit durch den Nutzen sowie die Verknüpfung von algebraischen und grafischen Darstellungsformen aus (vgl. Abb. 1). Im Gegensatz dazu erhielt die Kontrollgruppe Screenshots aus den dynamischen Visualisierungen, mit denen sie inhaltlich gleiche Aufgaben ohne Verwendung von GeoGebra bearbeiten konnte.

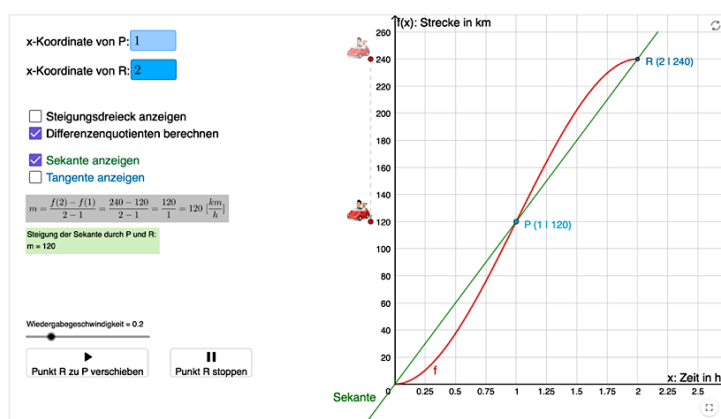


Abb. 1: Screenshot einer über GeoGebra erzeugten dynamischen Visualisierung

Bei der Gruppeneinteilung wurden sowohl das Geschlecht als auch die Ergebnisse des Vortests der Lernenden berücksichtigt, um zwei vergleichbare Gruppen zu bilden. Um Lehrkräfteeffekte zu kontrollieren, unterrichtete jede Lehrkraft beide Gruppen abwechselnd; die Stunden ohne Lehrer*in wurden als Übungseinheiten geplant und vonseiten der Universität durch jeweils die gleiche Person betreut. Die Datenerhebung fand im Schuljahr 2023/24 statt und wurde von sechs Masterarbeiten begleitet. Insgesamt konnten die Ergebnisse von 178 Schüler*innen aus elf verschiedenen Kursen der Einführungsphase aus Gymnasien und Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen verarbeitet werden. Den inhaltlichen Rahmen der Intervention bildete eine sechsstündige Unterrichtssequenz zur Einführung in den Ableitungsbegriff. Dafür wurde der Fokus auf die beiden zentrale Grundvorstellungen Lokale Änderungsrate und Tangentensteigung sowie deren Zusammenhang gelegt. Die grafische Bestimmung der Ableitungsfunktion auf Grundlage der beiden inhaltlichen Deutungen bildete den Abschluss der Intervention.

Zur Erhebung der Einstellungen von Schülerinnen und Schülern gegenüber GeoGebra wurde das Messinstrument nach Hankeln (2019) verwendet. Dieses basiert auf dem CUSE-D Fragebogen von Spannagel & Bescherer (2009)

und beinhaltet fünf Items (z.B. 'Das Verwenden von GeoGebra macht Lernen interessanter.'). Auf einer sechsstufigen Likert-Skala sollten Lernende angeben, inwieweit sie den Aussagen zustimmen. Für jeden Lernenden konnte pro Messzeitpunkt somit ein Score zwischen 1 und 6 als Mittelwert über alle Antworten gebildet werden. Der eingesetzte Fragebogen zeigt zu beiden Messzeitpunkten eine gute interne Konsistenz; die berechneten Werte für Cronbach's Alpha lagen bei .81 für den ersten Messzeitpunkt sowie .85 für den zweiten nach der Intervention zur Einführung der Ableitung.

Ergebnisse

Deskriptiv zeigt sich eine eher positive Einstellung der Lernenden gegenüber der Software GeoGebra über die Messzeitpunkte MZP 1 und 2 hinweg, da sich die Mittelwerte zwischen 4 und 5 bewegen (vgl. Tab. 1). Lernende der Experimentalgruppe steigern ihre Einstellungen nach der Intervention im Durchschnitt um $M = .25$, wobei die Kontrollgruppe einen durchschnittlichen Rückgang von $M = .10$ verzeichnet.

MZP	Gruppe	N	M	σ
1	Experimental	85	4.30	1.00
	Kontrolle	93	4.45	0.95
2	Experimental	85	4.55	1.04
	Kontrolle	93	4.35	0.96

Tab. 1: Deskriptive Statistiken der Experimental- und Kontrollgruppe zu beiden MZP

Zur Untersuchung der Frage, ob sich die Einstellungen der Lernenden der Experimental- bzw. Kontrollgruppe gegenüber GeoGebra nach der Intervention verändern, wurden zwei t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. In der Gruppe, die während der Intervention mit dynamischen Visualisierungen gearbeitet hat, konnte eine signifikante Steigerung vom 1. zum 2. Messzeitpunkt mit $t(84) = -2.939$, $p = .004$ und einer Effektstärke von $|d| = .319$ festgestellt werden. In der Kontrollgruppe hingegen ergab der t-Test keine signifikante Veränderung ($t(92) = 1.348$, $p = .181$). Eine anschließende zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung ergab einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Messzeitpunkt mit $F(1,176) = 9.77$, $p = .002$ und einer Effektstärke von $|d| = .469$.

Diskussion

Ähnlich zu Yimer & Feza (2020) sowie Turk & Akyuz (2016) lässt sich insgesamt festhalten, dass die Einstellungen Lernender gegenüber GeoGebra in der Experimental- im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant (mit kleiner

Effektstärke) durch die Intervention gesteigert werden konnte. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Befunden aus Hankeln (2019), welche die Autorin folgendermaßen begründet: Die in ihrer Studie eingesetzten Aufgaben hätten auch ohne die Hilfe der dynamischen Geometriesoftware bearbeitet werden können; außerdem war der Einsatz von GeoGebra den Lernenden bereits vor der Intervention in vollem Umfang bekannt. Ein möglicher Erklärungsansatz für die positive Veränderung der Einstellungen der Lernenden der Experimentalgruppe im Rahmen der hier vorgestellten Studie liegt in der neuartigen Nutzung der Software GeoGebra: Die in der Unterrichtssequenz eingesetzten dynamischen Visualisierungen unterscheiden sich vom üblichen GeoGebra-Einsatz dahingehend, dass sie bereits vorprogrammiert sind: Funktionen wie der Zugmodus, Animationen mit Kontrolle der Wiedergabegeschwindigkeit durch den Nutzenden sowie die vereinfachte und einheitliche Bedienung der dynamischen Geometriesoftware könnten neu entdeckte Möglichkeiten des Programms sein, welche die positive Änderung erklären. Als mögliche Limitation der Studie lässt sich anführen, dass die soziale Erwünschtheit das Antwortverhalten der Schüler*innen der Experimentalgruppe beeinflusst haben könnte, da über sechs Unterrichtsstunden in großem Umfang mit GeoGebra gearbeitet wurde.

Literatur

- Brnic, M., Greefrath, G. (2022). Does the gender matter? The use of a digital textbook compared to printed materials. In U.T. Jankvist, R. Elicer, A. Clark-Wilson, H.-G. Weigand, M. Thomsen (Eds.): *Proceedings of the 15th international conference on technology in mathematics teaching (ICTMT 15)*, 128–136. Aarhus University: Danish School of Education. <https://doi.org/10.7146/aul.452>
- Hankeln, C. (2019). *Mathematisches Modellieren mit dynamischer Geometrie-Software: Ergebnisse einer Interventionsstudie*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-23339-6>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Spannagel, C. & Bescherer, C. (2009). Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung. *Notes on Educational Informatics- Section A: Concepts and Techniques*, 5(1), 23–43.
- Turk, H. S., & Akyuz, D. (2016). The effects of using dynamic geometry on eighth grade students' achievement and attitude towards triangles. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 23(3), 95–102.
- Yimer, S. T., & Feza, N. N. (2019). Learners' conceptual knowledge development and attitudinal change towards calculus using Jigsaw co-operative learning strategy integrated with GeoGebra. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1). <https://doi.org/10.29333/iejme/5936>