

BULTHAUP, Patrick
Bielefeld

Einsatz von GeoGebra-Applets beim selbstgesteuerten Lernen

Die zunehmende Wichtigkeit digitaler Technologien im Alltag, der Schule, der Ausbildung und dem Beruf rückte in den vergangenen Jahren das selbstgesteuerte Lernen weiter in den Fokus. Aufgrund der vermuteten Kurzlebigkeit von Wissen und Fakten wird dabei stets nicht nur die unterstützende Funktion digitaler Medien für das Lernen, sondern auch die Notwendigkeit einer kritischen Auseinandersetzung mit im Internet verfügbaren Medien und Werkzeugen hervorgehoben (Heintz et al., 2017). Auch für das selbstgesteuerte Lernen von Mathematik – z. B. bei Hausaufgaben oder zur Prüfungsvorbereitung – sind fächerübergreifende (z. B. ChatGPT) und fachspezifische digitale Werkzeuge (z. B. GeoGebra) sowie digitale Lernumgebungen bedeutsam. Der vorliegende Beitrag befasst sich deshalb damit, wie Lernende mit im Internet verfügbaren GeoGebra-Applets umgehen und ob bzw. wie sie diese für ihren eigenen Lernprozess nutzen.

GeoGebra-Applets beim selbstgesteuerten Lernen

Ogleich er in einer Vielzahl wissenschaftlicher Publikationen und bildungspolitischer Richtlinien Verwendung findet, ist der Begriff des sogenannten selbstgesteuerten Lernens keineswegs eindeutig definiert. Das spiegelt sich auch in verschiedenen genutzten Begriffen (wie z. B. selbstreguliert, eigenständig, autonom ...) für das „vom Lernenden aktiv initiierte Vorgehen, das eigene Lernverhalten (...) zu steuern und zu regulieren“ (Landmann et al., 2015, S. 46) wider. Allen Auffassungen gemein sind die Annahmen, dass Lernprozesse aktiv und konstruktiv stattfinden, Potentiale zur Regulation durch die Lernenden selbst aufweisen und sich an einem Ziel oder Standard orientieren, anhand dessen die Lernenden über die Fortsetzung des Prozesses entscheiden (Pintrich, 2000). Potentiale zur Regulation liegen für die Lernende dabei sowohl in der Wahl von Lernzeit, -ort, -partner und -inhalt als auch in der Wahl verwendeter Medien und Werkzeuge (Dyrna et al., 2018).

Während digitale Werkzeuge meist zum Problemlösen oder für Visualisierungen herangezogen und in verschiedenen Inhaltsbereichen eingesetzt werden können, kommt digitalen Lernumgebungen aufgrund ihrer Beschaffenheit häufig eine erklärende oder das Entdecken anregende Funktion zu (Roth, 2022). GeoGebra kann somit zu den digitalen Mathematikwerkzeugen gezählt werden; die zugehörige Materialplattform (*geogebra.org*) umfasst hingegen eine Reihe vorbereiteter digitaler Lernumgebungen oder GeoGebra-Applets, die in eigene Lernumgebungen eingebettet werden können. Die Applets bieten Lehrkräften wie auch Lernenden die Möglichkeit,

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

58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.

<https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0>

mathematische Inhalte durch multiple dynamische Repräsentationen zu erkunden und zu verstehen. Gerade beim Lernen für Klausuren und Abschlussarbeiten sowie bei den Hausaufgaben können GeoGebra-Applets daher auch von Schüler*innen selbst genutzt werden. Während sich einige Studien bereits damit auseinandergesetzt haben, welche Voraussetzungen (angehende) Lehrkräfte zur Untersuchung und Bewertung von Lernumgebungen und Applets besitzen (sollten) (z. B. Engelhardt et al., 2023), ist über die dafür notwendigen Kompetenzen von Lernenden bisweilen jedoch wenig bekannt. Im Hinblick auf die hohe Zahl an verfügbaren Applets auf der Plattform scheint dies jedoch äußerst relevant für ein gelingendes selbstgesteuertes Lernen.

Eine explorative Studie in der Sekundarstufe II

Im Folgenden wird daher der Frage nachgegangen, wie Schüler*innen mit GeoGebra-Applets umgehen, sie erkunden und bewerten. Dazu wurden 33 Schüler*innen aus dem 11. Schuljahr der gymnasialen Oberstufe von drei Schulen in NRW und Niedersachsen interviewt. Die leitfadengestützten Einzelinterviews, aus dem die hier vorgestellten Ausschnitte stammen, widmen sich dem *selbstständigen Einsatz von GeoGebra* und sind zweigeteilt: Nachdem im ersten Teil des Interviews die Lernenden selbst ein GeoGebra-Applet zur Erklärung der Ableitung erstellen sollten, wurden sie im zweiten Teil mit zwei Applets zur Ableitung konfrontiert und gebeten, diese zu beschreiben und zu erklären. Applet 1 zeigt einen veränderbaren Funktionsterm und den zugehörigen Funktionsgraphen sowie die Tangente an den Graphen im variablen Punkt A. Tangente und Steigungsdreieck lassen sich über Kontrollkästchen ein- und ausschalten. Applet 2 dagegen zeigt eine Variante der „Funktionslupe“ (Heintz et al., 2017; Kirsch, 1979). Als Grundlage für die Untersuchung der von Lernenden initiierten Tätigkeiten dient ein Modell, welches den selbstständigen DGS-Einsatz durch die Kombination kognitiver und metakognitiver Prozesse in fünf Tätigkeiten gliedert: *Zielsetzung, Auswahl, Nutzung, Evaluation, Monitoring* (s. Bulthaupt, 2024). Beim Einsatz von Applets aus dem Internet steht die *Evaluation* im Fokus: die Applets werden dabei auf die implementierten bzw. dargestellten mathematischen Inhalte untersucht und hinsichtlich der Eignung für den eigenen Lernprozess bewertet. Das Evaluieren von Applets gilt als zentrale Kompetenz für den sicheren Umgang mit dynamischen Repräsentationen bzw. digitalen Mathematikwerkzeugen im Allgemeinen (Heintz et al., 2016). Um die Tätigkeiten des Evaluierens zu analysieren, wurden in den Interviews sowohl der Bildschirm des genutzten Tablets als auch die Versuchspersonen aufgezeichnet, sodass sowohl die mündlichen Äußerungen, die Aktionen auf dem Tablet als auch etwaige Gesten und Notizen betrachtet werden konnten.

Erste Einblicke in die Ergebnisse

Die Evaluationsprozesse der Versuchspersonen variieren deutlich in ihrer Tiefe. Besonders eindrücklich wird dies in Bezug auf die Untersuchung der Auswirkungen von Veränderungen dynamischer Elemente im Applet. Im ersten Applet kann beispielsweise durch das Verschieben des Punktes A entlang des Graphen der Zusammenhang zwischen der Tangente und der Steigung erkundet werden. Einige der Schülerinnen und Schüler erkennen dies jedoch nicht und beschreiben das Applet lediglich als statisches Bild. Wenn gleich oberflächliche Evaluationsprozesse im Rahmen des Interviews kaum überraschen dürften, weisen einige dieser Prozesse doch auf größere, grundlegende Verständnisschwierigkeiten bzgl. DGS hin. Für *Maria* zum Beispiel scheint die den Repräsentationen inhärente Dynamik unbekannt und für ihren Lernprozess gar hinderlich zu sein:

I: Du kannst dir gerne nochmal das zweite [Applet] angucken.

M: (*schaut Applet 2 an*) Ja gut, ich denke mal, dass damit (*versucht, heranzuzoomen, verschiebt dabei Punkt P auf dem Graphen*) ... uaahh, jetzt ändere ich hier irgendwas. Das wollte ich nicht.

I: Du darfst gerne alles verändern.

M: Ne, ich will hier jetzt auch nicht alles verändern (*zieht Punkt P wieder zurück*).

I: Darfst du aber gerne, dafür ist es ja da.

M: Aber warum bewegt sich das? (*betrachtet Applet fortan, ohne etwas zu berühren*)

Selbst Hinweise der Interviewerin darauf, alles in den Applets auszuprobieren und Objekte zu verändern, scheinen Marias Sorge, „etwas kaputt zu machen“, nicht zu überwinden. Dadurch erkennt sie beispielsweise zunächst nicht, dass in Applet 1 eine Tangente an den Graphen und nicht etwa die Ableitung dargestellt ist, obwohl sie anhand charakteristischer Punkte den Zusammenhang zwischen Ableitung, Funktionsgraph und Steigung erklärt. Auch bei Applet 2 möchte Maria weder den Punkt P noch den Schieberegler bewegen, so dass es ihr nicht gelingt, die Sekanten als solche zu identifizieren und eine Verknüpfung zu ihrem Verständnis der Ableitung herzustellen. Die oberflächliche Evaluation des Applets, primär bedingt durch ihre Skepsis gegenüber der Nutzung dynamischer Elemente sowie fehlender Vorerfahrungen, führt bei Maria schließlich zu Irritationen. Dass die Ausnutzung der Dynamik in GeoGebra-Applets zu einer tieferen Evaluation führen kann und schließlich verhilft, die zugrundeliegenden mathematischen Ideen nachvollziehen zu können, zeigt das Beispiel von *Jana*. Auch sie ist zu Beginn noch skeptisch ob der Variation der dargestellten Objekte, wird jedoch nach einem Hinweis auf die Möglichkeit, Punkt A zu verschieben, aufmerksam. Anders als bei Maria führt sie dies zur Erkenntnis, dass im Applet nicht „zwei verschiedene Graphen“ angezeigt werden, sondern dass die Tangente,

der Punkt und die Steigung sogar direkt voneinander abhängig sind und sich dynamisch mitverändern.

Diskussion und Ausblick

Eine hinreichende Evaluation kann als Voraussetzung dafür angesehen werden, ein Applet sinnvoll im eigenen Lernprozess zu selbstgesteckten Zielen nutzbar zu machen. Die Interviewausschnitte zeigen, dass nicht alle Lernenden diese Fertigkeit besitzen. Ursächlich hierfür könnte mitunter der Mathematikunterricht sein: Im weiteren Verlauf der Interviews deutet sich an, dass Marias und Janas Lehrkräfte GeoGebra-Applets fast ausschließlich an der digitalen Tafel präsentieren und die Lernenden selbst nur selten mit dem Programm arbeiten. Zentrale Strukturen und Funktionen des Programms scheinen den Schülerinnen und Schülern daher unklar zu sein. Dass der Unterricht auch Phasen des selbstständigen DGS-Einsatzes beinhalten sollte, wird im Vortrag anhand weiterer Beispiele diskutiert.

Literatur

- Bulthaup, P. (2024). Selbstständiger Einsatz von DGS in der Differentialrechnung. In P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2024*. (S. 673–676). <https://doi.org/10.17877/DE290R-24711>
- Dyrna, J., Riedel, J., & Schulze-Achatz, S. (2018). Wann ist Lernen mit digitalen Medien (wirklich) selbstgesteuert? Ansätze zur Ermöglichung und Förderung von Selbststeuerung in technologieunterstützten Lernprozessen. In T. Köhler, E. Schoop & N. Kahnwald (Hrsg.), *Gemeinschaften in neuen Medien*. (S. 155–166). TUDpress.
- Engelhardt, A., Digel, S., & Roth, J. (2023). Fähigkeit zur Beurteilung dynamischer Arbeitsblätter – Wie lässt sie sich fördern? In J. Roth, M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung, & T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 1: Perspektiven auf (digitalen) MINT-Unterricht und Lehrkräftebildung* (S. 139–154). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66131-4_8
- Heintz, G., Elschenbroich, H.-J., Laakmann, H., Langlotz, H., Rüsing, M., Schacht, F., Schmidt, R., & Tietz, C. (2017). *Werkzeugkompetenzen*. medienstatt.
- Kirsch, A. (1979). Ein Vorschlag zur visuellen Vermittlung einer Grundvorstellung vom Ableitungsbegriff. *Der Mathematikunterricht*, 25(3), 25–41.
- Landmann, M., Perels, F., Otto, B., Schnick-Vollmer, K., & Schmitz, B. (2015). Selbstregulation und selbstreguliertes Lernen. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 45–65). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_3
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Hrsg.) *Handbook of self-regulation* (S. 451–502). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>
- Roth, J. (2022). Digitale Lernumgebungen – Konzepte, Forschungsergebnisse und Unterrichtspraxis. In G. Pinkernell, F. Reinhold, F. Schacht, & D. Walter (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule: Aktuelle Forschungsbefunde im Überblick* (S. 109–136). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65281-7_6