

Im thermodynamischen Kontext dominiert der Blick auf die Achsenbeschriftungen!

Blickbewegungen beim Identifizieren von Graphen in p - V -Diagrammen

Paula Fehlinger¹, Yultuz Omarbakiyeva¹,
Ingrid Krumphals², Bianca Watzka¹

¹Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, ²Pädagogische Hochschule Steiermark

Einleitung

Der funktionale Zusammenhang ist ein zentrales Konzept der Mathematik und findet in der Physik breite Anwendung. Um thermodynamische Zustandsänderungen identifizieren zu können, müssen Lernende in der Lage sein, das zugehörige innermathematische Wissen über Funktionsgraphen auf den thermodynamischen Kontext zu übertragen und anzuwenden.

Eyetracking ermöglicht es, die visuelle Aufmerksamkeit bei der Interpretation von Funktionsgraphen zu untersuchen, um mögliche Schwächen im Umgang mit Funktionsgraphen aufzudecken [1].

Bisherige Eyetracking-Studien beziehen sich jedoch hauptsächlich auf lineare Funktionsgraphen in unterschiedlichen Kontexten [2, 3].

Um diese Lücke zu schließen, wurde die visuelle Aufmerksamkeit von SchülerInnen beim Identifizieren von konstanten Geraden, Graphen von Potenzfunktionen, indirekt proportionalen und konstanten Funktionen in einem mathematischen und einem thermodynamischen Kontext mittels Eye-Tracking untersucht.

Methodik

An der Studie nahmen 20 SchülerInnen der 8. Klasse teil.

Für den thermodynamischen Kontext wurden Zustandsänderungen in p - V -Diagrammen verwendet. Der mathematische Kontext thematisierte abstrakte mathematische Objekte. Zusätzlich wurden Interviewdaten erhoben, um einen tieferen Einblick in die Lösungsstrategien zu erhalten.

Das Testinstrument bestand aus 24 Items, die das Funktionsgraphenverständnis in beiden Kontexten erfassen. Die Aufgabe bestand jeweils darin, zum jeweiligen Fachbegriff den zugehörigen Funktionsgraphen bzw. die thermodynamische Zustandsänderung zuzuordnen. Als Antwortoptionen wurden den Teilnehmenden vier verschiedene kartesische Koordinatensysteme bzw. p - V -Diagramme angeboten, die unterschiedliche Funktionsgraphen bzw. Geraden oder thermodynamische Zustandsänderungen zeigten.

Für die empirische Untersuchung wurde ein eingebettetes Design gewählt. Die dominierende Methode war die Erfassung von Blickdaten mittels Eyetracking. Die Daten zur Gesamtfixationsdauer in den jeweiligen AOIs (Achsen, Achsenbeschriftungen und Funktionsgraphen) wurden mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test ausgewertet [3].

Außerdem wurden diese Daten mit qualitativen Daten aus Interviews kombiniert. Die Auswertung der Interviews erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse [4].

Ergebnisse

Die jeweiligen Mittelwerte der Gesamtfixationsdauern waren für die dargestellten Funktionsgraphen im mathematischen Kontext beim Identifizieren eines konstanten Funktionsgraphen in beiden Kontexten höher (siehe Abb. 1). Die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests zeigen, dass die konstante Gerade im mathematischen Kontext signifikant länger fixiert wurde als die zugehörige isochore Zustandsänderung im thermodynamischen Kontext.

Mit Ausnahme der Beschriftung der Ordinate des p - V -Diagramms, das die isotherme Zustandsänderung zeigt, wurden die Beschriftungen der Ordinaten im thermodynamischen Kontext im Mittel länger fixiert (siehe Abb. 1). Die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests zeigen, dass die Ordinaten der p - V -Diagramme, die die isochore und adiabatische Zustandsänderung zeigen, signifikant länger fixiert wurden als die Ordinaten der kartesischen Koordinatensysteme, die die konstante Funktion und die Potenzfunktion zeigen. Aus den Interviewdaten geht hervor, dass dies auf die Charakteristik der isobaren Zustandsänderung zurückzuführen ist.

Abbildung 2 zeigt, dass beim Identifizieren eines Graphen einer Potenzfunktion im mathematischen Kontext der Graph der Potenzfunktion im Mittel länger fixiert wurde. Dagegen wurden die anderen Funktionsgraphen im thermodynamischen Kontext im Mittel länger fixiert.

Weiterhin zeigt Abbildung 2, dass die jeweiligen Achsen im thermodynamischen Kontext im Mittel länger fixiert wurden. Anhand des Wilcoxon-Tests konnte festgestellt werden, dass im thermodynamischen Kontext die jeweiligen Achsen und ihre Beschriftungen signifikant länger fixiert wurden.

Aus den Interviewdaten wurde deutlich, dass es den SchülerInnen in beiden Kontexten schwer fiel, den Graphen der Potenzfunktion korrekt zu identifizieren.

Zusammenfassung & Ausblick

Anhand ähnlicher Aufgaben zum Identifizieren von konstanten Geraden, Graphen von Potenzfunktionen, indirekt proportionalen und konstanten Funktionen im mathematischen und thermodynamischen Kontext konnte gezeigt werden, dass sich die visuelle Aufmerksamkeit in beiden Kontexten unterscheidet.

Die Ergebnisse bilden eine erste Grundlage für die Entwicklung adaptiver Lernsysteme zum Thema thermodynamische Zustandsänderungen. Sie dienen auch als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen zur visuellen Aufmerksamkeit beim Identifizieren thermodynamischer Zustandsänderungen.



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG



Pädagogische
Hochschule
Steiermark

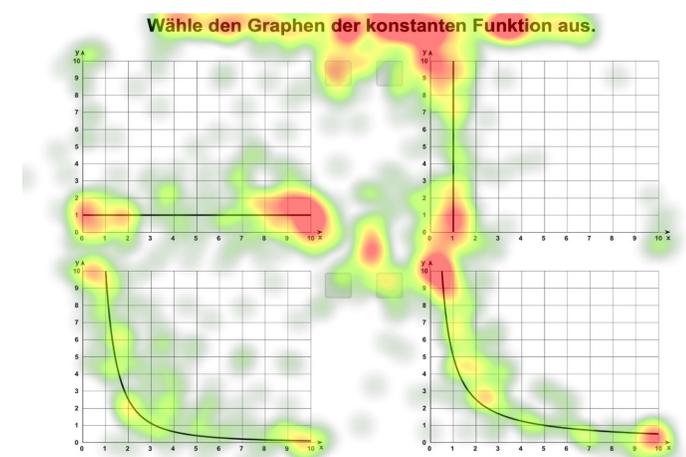
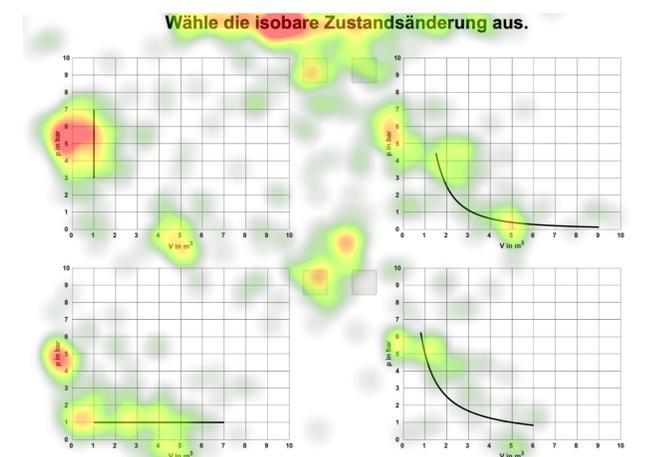


Abb. 1: Darstellung der Heatmaps als Dichteverteilung der Fixationsdauer kumuliert über die jeweiligen Bearbeitungszeiträume beim Identifizieren einer isobaren Zustandsänderung (oben) und des Graphen einer konstanten Funktion (unten) (n=20)

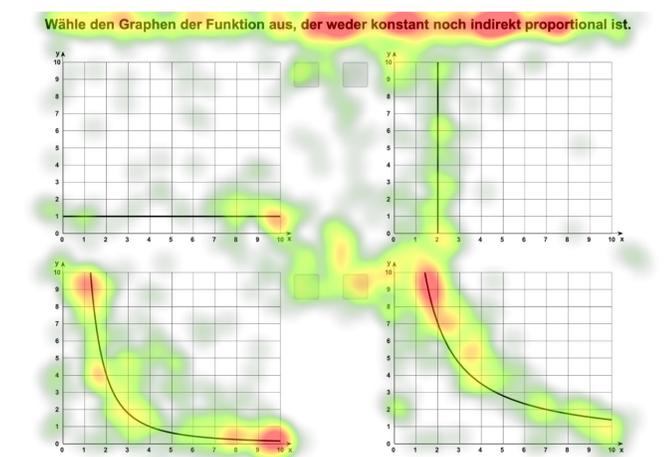
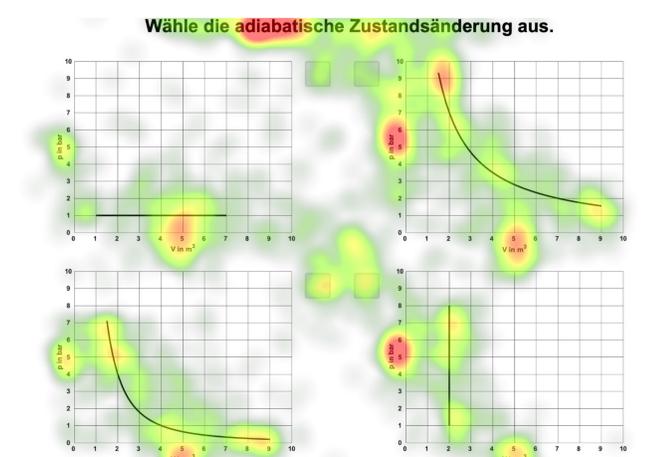


Abb. 2: Darstellung der Heatmaps als Dichteverteilung der Fixationsdauer kumuliert über die jeweiligen Bearbeitungszeiträume beim Identifizieren einer adiabatischen Zustandsänderung (oben) und des Graphen einer Potenzfunktion (unten) (n=20)

Literatur

[1] Kennel, K., Becker, S., Klein, P., Küchemann, S., Kuhn, J. & Ruzika, S. (2022). Blickbewegungen beim grafischen Ableiten – Lassen sich Fehler durch Eye-Tracking-Daten vorhersagen und elaborieren? In P. Klein, N. Graulich, J. Kuhn & M. Schindler (Hrsg.), *Eye-Tracking in der Mathematik- und Naturwissenschaftsdidaktik* (S. 125-141). Springer.

[2] Susac, A., Bubic, A., Kazotti, E., Planinic, M., & Palmovic, M. (2018). Student understanding of graph slope and area under a graph: A comparison of physics

and nonphysics students. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 020109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020109>

[3] Becker, S., Knippertz, L., Kuhn, J., Kuntz, L., & Ruzika, S. (2022). Blickdatenanalyse bei der Interpretation linearer Graphen im mathematischen und physikalischen Kontext. 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 Lehr-kräftebildung* (S. 181-192). Springer.

[4] Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3. Aufl.). Beltz Juventa.

Kontakt

Paula Fehlinger ✉ paula.fehlinger@ovgu.de
Yultuz Omarbakiyeva ✉ yultuz.omarbakiyeva@ovgu.de
Ingrid Krumphals ✉ ingrid.krumphals@phst.at
Bianca Watzka ✉ bianca.watzka@ovgu.de