

Aylin THOMANECK, Bremen, Maike VOLLSTEDT, Bremen & Maike SCHINDLER, Köln

Eye-Tracking und Stimulated Recall Interviews zur Strategieforschung bei der Erfassung der Änderung von Graphen

Eye-Tracking (ET), die Erfassung und Aufzeichnung von Blickbewegungen, gewinnt in der mathematikdidaktischen Forschung zunehmend an Bedeutung (Schindler, 2021). Die Nutzung von ET zielt häufig darauf ab, Rückschlüsse auf Erfassungs- und Verarbeitungsprozesse von Lernenden zu ziehen. Dahinter steht die aus der Leseforschung stammende Eye-Mind-Hypothese (Just & Carpenter, 1976). Mittlerweile ist jedoch bekannt, dass Blickmuster nicht immer eindeutig auf einen kognitiven Prozess zurückgeführt werden können (Schindler, 2021). Um dieser Herausforderung Rechnung zu tragen, werden ET Daten häufig mit anderen Daten, z. B. Stimulated Recall Interviews (SRIs) trianguliert. Dazu werden Schüler*innen im Anschluss an eine Aufgabenbearbeitung ihre Blickbewegungen in Form eines Videos als Stimulus für ein Interview gezeigt, in dem sie diese mit Bezug dazu, was sie in den jeweiligen Momenten gedacht oder gemacht haben, erläutern und reflektieren. Mithilfe dieser Informationen können die Blickmuster im Anschluss interpretiert und für die Analyse, von z. B. Bearbeitungsstrategien genutzt werden.

Ein Inhaltsbereich, in dem die Nutzung von ET großes Potential verspricht, sind Funktionen. Für den Umgang mit Funktionen bzw. deren Repräsentationen ist funktionales Denken erforderlich (Vollrath, 1989), das „lernbare kognitive Prozesse für die Interpretation und Konstruktion von externen Repräsentationen funktionaler Zusammenhänge“ bezeichnet (Rolfes, 2018, S. 12). Ein zentraler Aspekt funktionalen Denkens ist das Änderungsverhalten (Kovariation) (Rolfes, 2018; Vollrath, 1989). Thompson und Carlson (2017) führen sechs Level (von *no covariation* bis *smooth continuous covariation*) dazu auf, wie Lernende die Kovariation von Funktionen erfassen.

Vor allem im täglichen Leben aber auch im Schulunterricht spielen Funktionen eine zentrale Rolle, deren Daten aus realen Zusammenhängen stammen. Diese werden häufig in Form von Graphen dargestellt, z. B. Temperaturkurven, Aktienkursentwicklungen oder Infektionsgeschehen. Wir nennen diese Graphen *empirische Graphen*. Für die Interpretation und die Erfassung des Änderungsverhaltens dieser Graphen stellt eine besondere Herausforderung dar, dass das Änderungsverhalten oftmals nicht regelmäßig ist und keinem klar zu erkennenden Trend folgt und dass die Graphen immer eng mit realen situativen Kontexten verknüpft sind. Bislang gibt es unseres Wissens

nach kaum Erkenntnisse darüber, welche Strategien und Vorgehensweisen Schüler*innen bei der Erfassung der Änderung empirischer Graphen zeigen. Eine vielversprechende Methode, dies zu untersuchen, sind ET und SRIs. Das Ziel dieses Beitrags ist daher, zu untersuchen, welches Potential ET und anschließende SRIs haben, um die Vorgehensweisen von Schüler*innen bei der Erfassung des Änderungsverhaltens empirischer Graphen zu analysieren. Hierbei wählen wir eine induktive Vorgehensweise, da noch unklar ist, inwieweit sich die von Thompson und Carlson (2017) gefundenen Level auch auf empirische Graphen übertragen lassen. Eine Offenheit bezüglich weiterer oder abweichender Vorgehensweisen ist daher zentral. Vor diesem Hintergrund gehen wir der folgenden Forschungsfrage nach: Inwieweit können ET und SRIs dazu beitragen, die Vorgehensweisen von Schüler*innen bei der Erfassung der Änderung empirischer Graphen zu analysieren?

Methoden

Die Studie wurde mit 19 Schüler*innen des neunten Jahrgangs durchgeführt und nutzt ET und SRIs zur Untersuchung der Interpretation empirischer Graphen der Lernenden. Dabei wurden den Schüler*innen Aufgaben zu zwei verschiedenen situativen Kontexten (Fahrt eines Rennwagens; Befüllung eines Gefäßes) an einem 24" Bildschirm präsentiert. Dieser Beitrag beschränkt sich auf die erste Aufgabe, in der die Schüler*innen die Änderung des Graphen verbal beschreiben sollen. Währenddessen trugen sie eine ET-Brille (Tobii Glasses 2; 50 Hz). Diese nimmt nicht nur die Blickbewegungen auf, sondern durch die integrierte Frontkamera sowie das eingebaute Mikrofon auch Gesten und Geräusche. Direkt im Anschluss wurde mit den Schüler*innen jeweils ein SRI durchgeführt. Hierbei diente ein Video, das die Blickbewegungen der Schüler*innen in Form eines roten Kreises zeigt, als Stimulus. Die Erinnerung ihrer ursprünglichen Gedanken wird so erleichtert, wodurch diese Methode besonders gut geeignet ist, um kognitive Prozesse zu untersuchen (Schindler & Lilienthal, 2019). Während des SRIs konnten die Lernenden und die Interviewerin das Video jederzeit stoppen, um ihre Gedanken und Vorgehensweisen zu erläutern bzw. um ebendiese gezielt zu hinterfragen.

Für die Datenanalyse wurden aus den Äußerungen der ET-Videos und SRIs sowie den Blickbewegungen mittels qualitativer Inhaltsanalyse Kategorien entwickelt, Blickmuster identifiziert und einander zugeordnet. Auf diese Weise konnte analysiert werden, welche Blickbewegungen welche kognitiven Prozesse indizieren. In einem zweiten Schritt wurden von allen Lernenden aus den ET-Daten die entsprechenden Heat Maps und Gaze Plots erzeugt. Diese wurden dann gemeinsam mit den Äußerungen während der

Aufgabenbearbeitung genutzt, um Vorgehensweisen zu identifizieren. Mithilfe der aus den SRIs entwickelten Kategorien wurden diese Vorgehensweisen verifiziert und spezifiziert.

Ergebnisse

Es konnten verschiedene Vorgehensweisen zur Erfassung der Änderung empirischer Graphen rekonstruiert werden. Auszugsweise werden hier zwei unterschiedliche Vorgehensweisen dargestellt. Die Vorgehensweise A (Abb. 1, links) lässt sich als *ganzheitlich* beschreiben. Die Person schaut den Verlauf des Graphen an, fokussiert dabei verschiedene Punkte des Verlaufs und fasst dann zusammen: „Der Wagen fährt immer schneller und dann wieder langsamer (lacht) und dann wieder schneller.“ Im Gegensatz dazu ist in Vorgehensweise B (Abb. 1, rechts) eine *abschnittsweise Erfassung mit Konkretisierung durch Wertepaare* erkennbar. Die Person betrachtet vor allem jene Punkte, an denen sich das Verhalten des Graphen ändert. Außerdem sind an diesen Stellen Blickbewegungen zu den jeweiligen entsprechenden Punkten beider Achsen erkennbar. In einer Vorstudie (Thomaneck et al., eingereicht) konnten wir dieses Blickmuster als *Ablesen von Punkten des Graphen* interpretieren, was die Äußerungen während der Bearbeitung stützen: „Danach fällt es wieder bis zu 1,4 und ist dann bei 60 km/h. Dann geht es wieder hoch über 2 km und dann bleibt es erstmal konstant.“ Im SRI werden die Blicke und Vorgehensweisen ausführlich erläutert, z. B. erklärte der Schüler mit Vorgehensweise B, dass er sich vor allem auf die Schwünge nach oben und unten konzentriert habe. Der Schüler mit Vorgehensweise A äußerte in seinem SRI hingegen, dass er während der Bearbeitung überlegt habe, „woran’s liegen könnte“, dass sich der Graph auf diese Weise verändert. Die Überlegungen der Schüler beziehen sich hier also nicht ausschließlich auf die Änderung des Graphen, sondern auch auf den situativen Kontext.

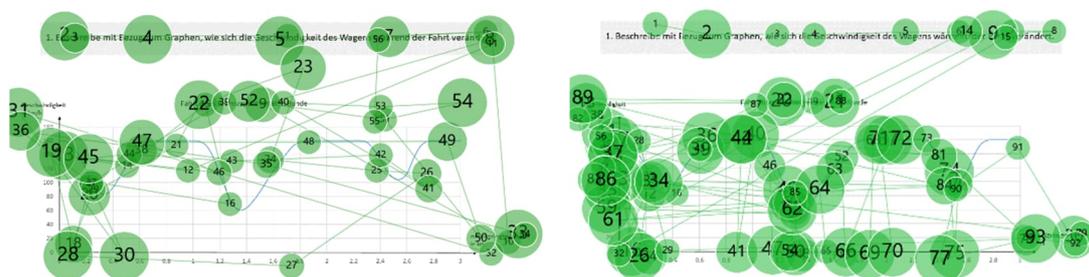


Abb. 1: Gazeplots zu den Vorgehensweisen *ganzheitlich* (A) vs. *abschnittsweise + Erfassung von Wertepaaren* (B)

Diskussion und Fazit

Es konnte aufgezeigt werden, dass mithilfe von ET und SRIs verschiedene Vorgehensweisen auf mathematischer Ebene identifiziert werden können.

Hierzu sind insbesondere die ET-Daten wesentlich, da bestimmte Blickmuster typisch für unterschiedliche Vorgehensweisen zu sein scheinen, die in Gaze Plots (und Heat Maps) sichtbar werden. Die SRIs dienen hier vorwiegend dazu, die Vorgehensweisen zu verifizieren und näher zu spezifizieren. Was hingegen in den ET-Daten nicht sichtbar wurde, ist die Rolle des situativen Kontextes, also inwiefern dieser in die Überlegungen (und Äußerungen) einbezogen wurde. Thomanek et al. (eingereicht) haben aufgezeigt, dass es Blickmuster bei der Interpretation von empirischen Graphen gibt, die auf mehrere Arten (Änderung des Graphen vs. Kontext) interpretiert werden können. Um die Rolle des situativen Kontextes bei der Aufgabenbearbeitung zu untersuchen und auch um Gründe für die Verwendung von Vorgehensweisen zu untersuchen, ist das SRI als Ergänzung zum ET essentiell. Diese Erkenntnisse sprechen dafür, bei der Analyse von Vorgehensweisen bei Aufgaben zu empirischen Graphen die ET-Daten mit SRIs zu triangulieren.

Literatur

- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Psychological Review*, 87(4), 329–354. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(76\)90015-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(76)90015-3)
- Rolfes, T. (2018). *Funktionales Denken*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22536-0>
- Schindler, M. (2021). Eye-Tracking in der mathematikdidaktischen Forschung: Chancen und Herausforderungen. *Vorträge auf der 55. Tagung für Didaktik der Mathematik - Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik vom 01. März 2021 bis 25. März 2021*. <https://doi.org/10.17877/DE290R-22326>
- Schindler, M. & Lilienthal, A. J. (2019). Domain-specific interpretation of eye tracking data: Towards a refined use of the eye-mind hypothesis for the field of geometry. *Educational Studies in Mathematics*, 101(1), 123–139. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-9878-z>
- Thomanek, A., Vollstedt, M. & Schindler, M. (eingereicht). How can eye-tracking data be interpreted in the domain of functions? An exploratory study on students' interpretation of empirical graphs.
- Thompson, P. W. & Carlson, M. P. (2017). Variation, covariation, and functions: Foundational ways of thinking mathematically. In J. Cai (Hrsg.), *Compendium for Research in Mathematics Education* (S. 421–456). National Council of Teachers of Mathematics.
- Vollrath, H.-J. (1989). Funktionales Denken. *Journal Für Mathematikdidaktik*, 10, 3–37. <https://doi.org/10.1007/BF03338719>