

VOLBERS, Gudula; SCHUKAJLOW, Stanislaw; GREEFRATH, Gilbert & KRAWITZ, Janina
Münster, Münster, Münster, Köln

Skizzenbezogene Blickmuster bei der Lösung nicht linearer Geometrie Probleme

Obwohl das Anfertigen einer Skizze als leistungsfördernde Strategie beim mathematischen Problemlösen gilt, haben Studien einen negativen Effekt dieser Strategie auf die Leistung bei der Lösung nicht linearer Geometrie Probleme belegt. In diesem Beitrag wird über die Blickmuster bei erfolgreicher bzw. nicht erfolgreicher Skizzennutzung während der Planung der Lösung berichtet. Die Daten stammen aus einer qualitativen Eyetracking-Studie, die zum Ziel hat, den negativen Effekt der Skizzennutzung zu erklären.

Skizzen im Lösungsprozess nicht linearer Geometrie Probleme

Die Lösung sogenannter nicht linearer Geometrie Probleme, bei denen der Flächeninhalt einer ähnlichen Figur durch einen gegebenen Skalierungsfaktor bestimmt werden muss (Abb. 1), fällt vielen Lernenden schwer. Die Tendenz, solche Probleme durch lineare Übergeneralisierungen, also die Anwendung eines linearen Modells in einem unangemessenen Kontext, zu lösen, hat sich als resistent gegenüber einer Vielzahl von Interventionen erwiesen (De Bock et al., 2007; Krawitz & Schukajlow, 2020). Vermutete Gründe sind erstens Defizite in der notwendigen mathematischen Wissensbasis in Form konzeptionellen Wissens über Flächen (De Bock et al., 2007). Darüber hinaus werden zweitens die Anwendung linearer Übergeneralisierungen als Oberflächenstrategie und drittens Defizite in der Fähigkeit, geeignete Strategien wie das Anfertigen einer Skizze auszuwählen und zu nutzen, genannt (De Bock et al., 2007). Im Falle nicht linearer Geometrie Probleme kann eine maßstabstgetreue Skizze der beiden Flächen das Größenverhältnis der Flächen verdeutlichen und so beim Verstehen des Problems und Validieren von Ergebnissen helfen; bei gradlinig begrenzten Figuren kann die Lösung mit Hilfe einer geeigneten Rasterstrategie ermittelt werden (De Bock et al., 2007). Trotz dieser Potentiale wurde von De Bock et al. (2007) und Krawitz und Schukajlow (2020) überraschenderweise ein stark negativer Effekt auf die Leistung beim Lösen nicht linearer Geometrie Probleme gefunden, wenn Lernende aufgefordert wurden, vor Lösung des Problems eine Skizze anzufertigen (siehe Abb. 1, links). Der negative Effekt blieb auch nach der Aufforderung, die Fläche als gesuchte Größe zu markieren, bestehen (siehe Abb. 1, rechts). Neben einer signifikanten Zunahme linearer Übergeneralisierungen wurde die Berechnung des Flächeninhalts der gezeichneten Figur als

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

weiterer wichtiger Faktor zur Erklärung dieses negativen Effekts festgestellt (Volbers et al., 2023).

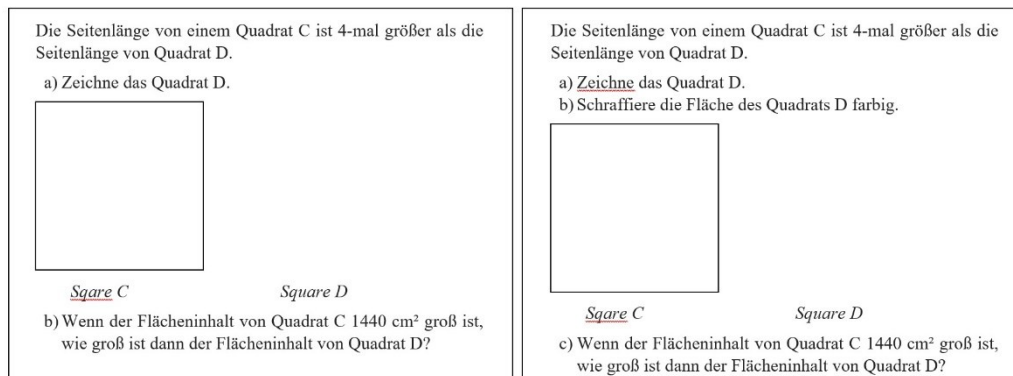


Abb. 1

Eine qualitative Eyetrackingstudie mit anschließendem Stimulated-Recall-Interview (SRI) zur Untersuchung der Skizzennutzung im Lösungsprozess nicht linearer Geometrie Probleme hat zur Erklärung dieses negativen Effekts beigetragen, wobei sich das erfolglose Bemühen um eine Integration von Text- und Bildinformationen während der Planungsphase als bedeutsames Problem erwies (Volbers et al., 2024). Allerdings zeigte die Studie auch Beispiele erfolgreicher Skizzennutzung. In diesem Beitrag soll vertiefend untersucht werden, wie die bildlichen Informationen für eine erfolgreiche bzw. nicht erfolgreiche Planung des Lösungsweges im Sinne der Theorie des multimedialen Lernens von Mayer (2021) organisiert und integriert werden. Die Fragestellung lautet: Welche skizzenbezogenen Blickmuster sind bei erfolgreicher bzw. nicht erfolgreicher Skizzennutzung bei der Planung des Lösungsweges zu erkennen?

Methoden

Die Blickbewegungen von 18 Lernenden der Sekundarstufe II bei der Bearbeitung des Quadratproblems (Abb. 1) wurden aufgezeichnet (vgl. Volbers et al. 2024). In einem anschließenden Stimulated-Recall-Interview erklärten die Lernenden ihren Lösungsweg mit Fokus auf Blickbewegungen zu den Skizzen. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden die Blickmuster erfolgreicher und nicht erfolgreicher Skizzennutzungen in der Planungsphase unter Nutzung der Gazeplots und Berücksichtigung der folgenden für Organisations- und Integrationsprozesse erprobten Blickdatenmetriken verglichen (siehe Alemdag & Cagiltay, 2018): 1. Zahl und Gesamtdauer der Fixationen auf einem Skizzenbereich als Menge der Aufmerksamkeit beim Organisieren der bildlichen Informationen zu einem kohärenten bildlichen Modell. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Längen der Planungsphasen wurde die Zahl der Fixationen hierbei zusätzlich in Relation zur Gesamtdauer der Phase betrachtet. 2. Die Zahl der Transitionen zwischen den beiden Skizzen

als Versuch der Integration der Informationen der beiden Skizzen zu einem kohärenten bildlichen Modell. 3. Die Zahl der Transitionen zwischen Text und einem Skizzensbereich als Versuche der Integration der Text- und Bildinformationen zu einem kohärenten Modell. Erfolg bzw. Misserfolg der Skizzennutzung wurde anhand des jeweils gewählten Lösungsansatzes (Rasterung für eine erfolgreiche bzw. lineare Übergeneralisierung für eine nicht erfolgreiche Skizzennutzung) beurteilt.

Ergebnisse und Diskussion

Ein Beispiel für eine erfolgreiche Skizzennutzung in der Planungsphase ist die von Elisa, die die Idee der Rasterung entwickelte. Die Blickbewegung ist in Abbildung 2 (links) dargestellt.

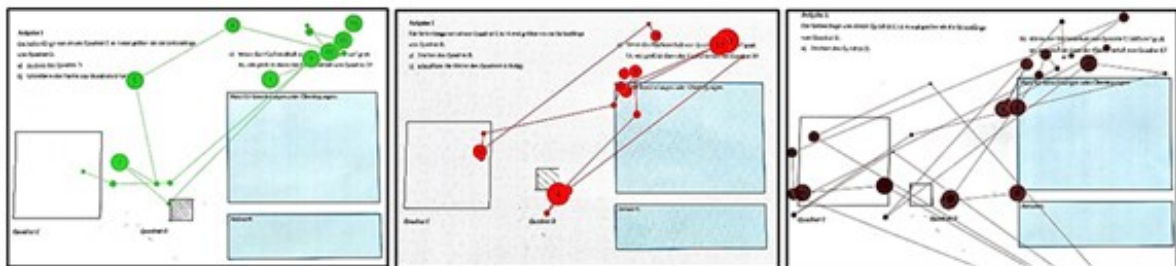


Abb. 2

Die Gesamtdauer der Fixationen betrug 1,04 Sekunden und hatte einen Anteil von 10,1% bezogen auf die Gesamtlänge der Planungsphase. Es gab zwei Transitionen zwischen Text und Bildbereich und nur eine Transition zwischen den Bereichen der beiden Skizzen. Der Größenvergleich der Skizzen erfolgte wahrscheinlich durch diese Transition und die mit einer fast einer halben Sekunde recht langen Fixation im Skizzensbereich eher zwischen den beiden Skizzen vermutlich mit peripherem Sehen (siehe Thomanek et al., 2022). Im Falle einer nicht erfolgreichen Skizzennutzung in der Planungsphase ließen sich zwei verschiedene Blickmuster beobachten. Beiden gemeinsam sind wenig zielgerichtete Transitionen zwischen Text und jeweils einem der beiden Skizzensbereiche, also ohne Integration der Informationen beider Skizzen zu einem kohärenten bildlichen Modell. Charakteristisch für das erste Muster sind wenige Fixationen und Transitionen wie bei Ben (Abb. 2, Mitte). Die Gesamtdauer der Fixationen und die Zahl der Transitionen war ähnlich wie bei Elisa, der Anteil der Gesamtfixationsdauer an der Planungsphase jedoch nur etwa halb so groß. Ein anderes Blickmuster zeigte sich bei Theresa: Auch in ihrem Fall waren die Transitionen (Abb. 2, rechts) nicht zielgerichtet, sowohl die Gesamtfixationsdauer (4,4 Sekunden), die Zahl der Transitionen zwischen Text- und Bildbereich (6) und der Fixationsanteil an der Planungsphase (14%) deutlich höher als bei Elisa. Insgesamt scheinen für eine erfolgreiche Organisation der bildlichen Informationen zu einem

kohärenten bildlichen Modell wenige zielgerichtete Fixationen mit kurzer Gesamtdauer zu genügen, insbesondere war für einen Größenvergleich eine Transition zwischen den Skizzen ausreichend. Ein Grund könnte die einfache und bekannte Form der Figuren sein. Anders als beispielsweise von Mason et al. (2013) festgestellt, scheint eine höhere Zahl von Transitionen nicht den Lernerfolg im Sinne der Aufstellung eines korrekten Lösungsansatzes vorherzusagen. In Übereinstimmung mit anderen Studien scheinen eine hohe Fixationsdauer und viele Transitionen eher auf Schwierigkeiten bei der Organisation und Integration der multimedialen Inhalte hinzudeuten (Alemdag & Calgiltay, 2018). Betrachtet man die Fixationsdauer relativ zur Planungsphase, scheint eine für eine erfolgreiche Nutzung günstige Dauer im mittleren Bereich zu liegen, während eine geringe Dauer für eine oberflächliche Nutzung wie bei Ben, eine höhere für Schwierigkeiten in der Nutzung wie bei Theresa spricht. Diese Hypothesen könnten durch eine geeignete quantitative Studie überprüft werden, so dass auf Basis des Blickverhaltens Rückschlüsse auf Schwierigkeiten im Umgang mit Skizzen im Kontext nicht linearer Geometrie Probleme möglich sind.

Literatur

- Alemdag, E., & Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers & Education*, *125*, 413–428. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.023>
- De Bock, D., Van Dooren, W., Janssens, D., & Verschaffel, L. (2007). *The illusion of linearity: From analysis to improvement*. NY: Springer.
- Krawitz, J., & Schukajlow, S. (2020). When can making a drawing hinder problem solving? Effect of the drawing strategy on linear overgeneralizations and problem solving. *Frontiers in Psychology*, *11*, Article 506. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00506>
- Mason, L., Tornatora, M. C., & Pluchino, P. (2013). Do fourth graders integrate text and picture in processing and learning from an illustrated science text? Evidence from eye-movement patterns. *Computers & Education*, *60*, 95–109.
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Thomaneck, A., Vollstedt, M., & Schindler, M. (2022). What can eye movements tell about students' interpretations of contextual graphs? A methodological study on the use of the eye-mind hypothesis in the domain of functions. *Frontiers in Education*, *7*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1003740>
- Volbers, G., Schukajlow, S., Greefrath, G., & Krawitz, J. (2023). Zeichnen einer Skizze - (K)eine geeignete heuristische Strategie zur Lösung nicht-linearer Geometrie Probleme? *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022*, 231-234. WTM <https://doi.org/10.17877/DE290R-23438>
- Volbers, G., Schukajlow, S., Greefrath, G., & Krawitz, J. (2024). Skizzennutzung im Lösungsprozess nicht linearer Geometrie Probleme. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2023*, 1469-1472. WTM <https://doi.org/10.17877/DE290R-24967>