

VOGEL, Markus; SCHREITER, Saskia; HEURSEN, Ayline; REINHOLD, Frank; ABT, Martin; BOELS, Loncke; SEKER, Vuslat & VAN DOOREN, Wim  
Heidelberg, Freiburg, Utrecht, Leuven

## **Interpretationen von Schüler\*innen beim Verteilungsvergleich diagnostizieren und fördern: Eye-Tracking Vignetten als neuer Ansatz für die Lehrkräfte(aus)bildung**

In unserer datengesteuerten und zunehmend digitalisierten Welt wird Datenkompetenz als eine Schlüsselkompetenz angesehen. Ein zentraler Aspekt der Datenkompetenz ist die Fähigkeit, grafische Darstellungen statistischer Daten zu interpretieren und zu vergleichen. Solche Darstellungen sind in verschiedenen Formen wie Boxplots, Histogrammen, Punktdiagrammen und Case-value plots weit verbreitet. Diese Inhalte sind ein Kernbestandteil des Mathematikunterrichts und wesentlich für das professionelle Wissen von Lehrkräften. Allerdings zeigen zwei kürzlich durchgeführte systematische Literaturstudien (Boels et al., 2019; Schreiter et al., 2023), dass es Mathematiklehrkräften in vielen europäischen Ländern nicht nur an tiefgehendem statistischem Fachwissen mangelt, sondern auch an Kenntnissen über die Vorstellungen und Schwierigkeiten, die Schüler\*innen typischerweise mitbringen und wie diese angemessen zu bewältigen sind. Das Projekt „Eye-teach-stats“ hat das Ziel, Mathematiklehrkräfte sowohl im fachlichen als auch im didaktischen Bereich zu unterstützen, um ihr statistisches Wissen (weiter) auszubauen. Im Rahmen des Projekts werden mehrere Module für die Lehrkräfteaus- und -fortbildung entwickelt, die eine innovative Lernpraxis mit Hilfe von Eye-Tracking-Vignetten einführen. Die Vignetten werden auf der Grundlage von Erkenntnissen aus schulbezogener Eye-Tracking-Forschung entwickelt und repräsentieren Problemlöseprozesse von Schüler\*innen beim Interpretieren und Vergleichen von Datenverteilungen. So werden Mathematiklehrkräfte unterstützt, gängige statistische Vorstellungen und Schwierigkeiten von Schüler\*innen in anwendungsorientierten Kontexten zu diagnostizieren und gezielte Fördermaßnahmen zu ergreifen.

### **Datenverteilungen und deren Interpretationen durch Schüler\*innen**

Ein Vergleich von Verteilungen beinhaltet verschiedene Prozesse der Informationsverarbeitung, darunter das Erkennen, Deuten und das Verknüpfen unterschiedlicher Merkmale dieser Verteilungen. Bakker & Gravemeijer (2004) unterscheiden zwischen globalen Eigenschaften, die sich auf die Gesamtverteilung beziehen (wie Zentrum, Streuung, Form), und lokalen Eigenschaften, die sich auf spezifische Datenpunkte beziehen (wie Maximum, Minimum, Ausreißer) und zeigen, dass Schüler\*innen oft Probleme haben, Verteilungen in ihrer Gesamtheit zu erfassen und dazu neigen, sich vorrangig

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),  
*Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.*

57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.  
<https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0>

auf lokale Merkmale von Datenverteilungen zu konzentrieren („local view“), wenn sie Entscheidungen beim Vergleich treffen, während sie globale Merkmale („global view“) oft übersehen. Zudem fokussieren Lernende häufig nur auf einzelne Merkmale, statt mehrere zu berücksichtigen und in Beziehung zu setzen (z. B. Eichler & Vogel, 2012).

Probleme beim Vergleich resultieren zudem aus den Spezifika der verwendeten Datenrepräsentationen, wie etwa der von Dotplots, von Histogrammen oder der von Boxplots. Konzeptionelle Schwierigkeiten bei Histogrammen liegen etwa darin, wenn Schüler\*innen Schwierigkeiten haben, die einzelnen Höhen der Balken in einem Histogramm als Zusammenfassungen von Daten zu verstehen oder die Balkenhöhe als Messwerte missinterpretieren (z.B. Whitaker & Jacobbe, 2017). Sogar Studierende im ersten Studienjahr zeigen noch Schwierigkeiten, den Mittelwert, den Median, die Variation und die Schiefe in Histogrammen zu finden oder zu interpretieren (Lem et al., 2013). Im Falle von Boxplots sind verschiedene Interpretationsprobleme von Schüler\*innen bekannt (z.B. Lem et al., 2013), wie etwa dass Boxplots keine Einzelfälle erkennen lassen, aber selbst Lehrkräfte zeigen noch Schwierigkeiten im Umgang mit Boxplots (Pierce & Chick, 2013). Und auch im Falle vermeintlich leichter zu erfassender Dotplots treten Schwierigkeiten auf: So zeigten etwa Schreiter & Vogel (2023), dass viele der untersuchten Schüler\*innen nicht in der Lage waren, globale Verteilungsmerkmale in den Blick zu nehmen und auf lokalen Strategien verharrend zu falschen Schlussfolgerungen kommen.

Studien der jüngeren Zeit nutzen das Potential von Eyetracking-Verfahren, um über die Verfolgung von Blickbewegungen und angeschlossene Befragungsformate detailliertere Informationen zu den zugrundeliegenden Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozessen beim Verarbeiten von Datenrepräsentationen zu erlangen. Schreiter & Vogel (2023) konnten globale und lokale Verarbeitungsstrategien (global vs. local view; s.o.) in korrespondierenden Blickbewegungen beim Dotplotvergleich nachzeichnen (z.B. Abb. 1)

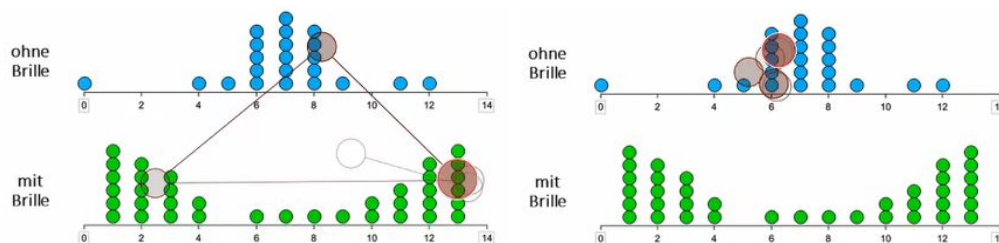


Abb. 1: global view (links) vs. local view (rechts)

Schüler\*innen mit einer globalen im Vergleich zu einer lokalen Sichtweise der Daten hatten im Durchschnitt signifikant weniger Fixationen, längere

Sakkadenamplituden und eine höhere relative Anzahl von horizontalen Sakkaden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Eye-Tracking dabei helfen kann, die Vorstellungen und Schwierigkeiten von Schüler\*innen in Bezug auf eine lokale gegenüber einer globalen Sicht von Daten zu identifizieren. Boels et al. (2023) konnten mittels Eyetracking-Daten kombiniert mit einem Algorithmus für maschinelles Lernen Veränderungen im Blickverhalten von Schüler\*innen beim Interpretieren von Histogrammen nach dem Lösen unterstützender Aufgaben nachweisen. Diese Veränderungen wurden als mit einem Strategiewechsel verbunden interpretiert. Abt et al. (2023) rekonstruierten kognitive Prozesse beim Boxplotvergleich über Eyetracking-Daten, indem sie verschiedene Strategien (z.B. die sog. Median- oder die Box-Strategie) mit Blickbewegungsmaßen und Antwortmustern in Beziehung setzten. In allen Studien ergaben sich übergreifend Einsichten, die für didaktische Zwecke in der Lehrkräfte(aus)bildung nutzbar gemacht werden können.

### **Eyetracking-Vignetten für die Lehrkräfte(aus)bildung**

In dem Projekt „Eye-teach-stats“ wird eine forschungsbasierte Lehrerfortbildung konzipiert und hinsichtlich ihrer Effektivität evaluiert. Dieser Kurs implementiert eine innovative Lernmethode mit sogenannten Eye-Tracking-Vignetten.

Vignetten zeigen authentische Szenen aus dem Lehralltag und bieten umfassende Lernchancen, diese Szenen ohne unmittelbaren Handlungsdruck zu analysieren (Rutsch et al., 2018). Eye-Tracking-Vignetten, als eine neue und innovative Form der Vignette, kombinieren visuelle und verbale Äußerungen von Schüler\*innen (z. B. Screenshots von Blickverlauf-Diagrammen/Heatmaps mit Kommentaren von Schüler\*innen) und beinhalten spezifische Fragen, die Lehrkräfte zur Reflexion über die in der Vignette dargestellten Lösungsprozesse von Schüler\*innen anregen. Sie werden auf Grundlage der Ergebnisse der jüngsten Forschungsarbeiten der Projektgruppe entwickelt (z. B. Boels et al., 2023; Schreiter & Vogel, 2023, Abt et al., 2023), die aufgezeigt haben, dass sich Konzeptionen und Schwierigkeiten von Schüler\*innen bei der Interpretation von Diagramm Daten in ihrem Blickverhalten widerspiegeln. Besonders im komplexen Bereich der Datenverteilungsinterpretation erscheinen Eye-Tracking-Vignetten vielversprechend, da sie durch die Kombination von visuellen und verbalen Äußerungen der Schüler\*innen die Natur ihrer mentalen Modelle enthüllen können (Dvir & Ben-Zvi, 2021). Eye-Tracking-Vignetten dienen als situierte Anregungen für Lehrkräfte, um (1) statistische (Fehl-)Interpretationen von Schüler\*innen zu erkennen und (2) sich damit auseinanderzusetzen. Außerdem soll die Arbeit mit diesen Vignetten Lehrkräften helfen, (3) ihre eigenen statistischen Konzeptionen

und Schwierigkeiten zu erkennen, was eine Grundlage für den Aufbau statistischen und pädagogischen Fachwissens darstellt. Diese Wissensfacetten ermöglichen Lehrkräften einen Mathematikunterricht zu gestalten, der es den Schüler\*innen ermöglicht verständig mit Daten umzugehen.

### Literaturverzeichnis

- Abt, M., Reinhold, F., & Van Dooren, W. (2023). Revealing Cognitive Processes when Comparing Box Plots using Eye-Tracking Data—A Pilot Study. In M. Ayalon, B. Koichu, R. Leikin, L. Rubel & M. Tabach (Hrsg.), *Proceedings of the 46th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, S. 11-18). PME.
- Bakker, A., Gravemeijer, K.P.E. (2004). Learning to Reason About Distribution. In: D. Ben-Zvi, J. Garfield, (Hrsg.) *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Springer. [https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6\\_7](https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_7)
- Boels, L., Bakker, A., Van Dooren, W., & Drijvers, P. (2019). Conceptual difficulties when interpreting histograms: A review. *Educational Research Review*, 28, Article 100291. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100291>
- Boels, L., Lyford, A., Bakker, A., & Drijvers, P. (2023). Assessing Students' Learning when Interpreting Histograms: A Gaze-Based Machine Learning Analysis. *Frontline Learning Research*, 11(2). <https://doi.org/10.14786/flr.v11i2.1139>
- Dvir, M., & Ben-Zvi, D. (2021). The double-edged sword of conjecturing. *Mathematical Thinking and Learning*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1940427>
- Eichler, A., Vogel, M. Basic modelling of uncertainty: young students' mental models. *ZDM Mathematics Education*, 44, 841–854 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0451-9>
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2013). On the misinterpretation of histograms and box plots. *Educational Psychology*, 33 (2), 155–174.
- Pierce, R., & Chick, H. (2013). Workplace statistical literacy for teachers: interpreting box plots. *Mathematics Education Research Journal*, 25(2), 189–205. <https://doi.org/10.1007/s13394-012-0046-3>
- Rutsch, J., Rehm, M., Vogel, M., Seidenfuß, M., & Dörfler, T. (Hrsg.) (2018). *Effektive Kompetenzdiagnose in der Lehrerbildung: Professionalisierungsprozesse angehender Lehrkräfte untersuchen*. Wiesbaden: Springer.
- Schreiter, S., Friedrich, A., Fuhr, H., Malone, S., Brünken, R., Kuhn, J., & Vogel, M. (2023). Teaching for statistical and data literacy in K-12 STEM education: a systematic review on teacher variables, teacher education, and impacts on classroom practice. *ZDM. Advance online publication*. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01531-1>
- Schreiter, S., & Vogel, M. (2023). Eye-tracking measures as indicators for a local vs. global view of data. *Frontiers in Education*, 7, Article 1058150. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1058150>
- Whitaker, D., & Jacobbe, T. (2017). Students' Understanding of Bar Graphs and Histograms: Results From the LOCUS Assessments. *Journal of Statistics Education*, 25(2), 90–102. <https://doi.org/10.1080/10691898.2017.1321974>