

Visuelle Aufmerksamkeit und Statistisches Denken beim Verteilungsvergleich: Eine Eye-Tracking Studie

Aufgaben, die einen Vergleich von Datenverteilungen beinhalten, stellen in der Schule eine motivierende Lerngelegenheit dar, um statistisches Denken anzubahnen bevor formale Verfahren der Inferenzstatistik bekannt sind (Konold & Higgins, 2003). Zahlreiche Forschungsarbeiten untersuchten, welche Vorstellungen Schüler*innen von Datenverteilungen haben und welche Merkmale von Verteilungen (z. B. Zentrum, Streuung, Form) sie anführen, um eine getroffene Entscheidung in Bezug auf den Verteilungsvergleich zu begründen (z. B. Bakker & Gravemeijer, 2004; Ben-Zvi, 2004). Wenig bekannt ist hingegen über zugrundeliegende Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsprozesse, die stattgefunden haben, bevor eine Entscheidung zum Verteilungsvergleich getroffen wurde. Diese werden in der hier vorgestellten Studie adressiert und potenzielle Zusammenhänge zum statistischen Denken von Lernenden untersucht.

Perspektiven auf Datenverteilungen: Lokale vs. globale Sicht

Bei einem Verteilungsvergleich sind mehrere Prozesse der Informationsverarbeitung beteiligt, wie die Wahrnehmung und Interpretation von Merkmalen innerhalb der Verteilungen und das In-Beziehung setzen dieser Merkmale zwischen den Verteilungen. Hierbei kann zwischen *globalen Merkmalen* (d. h. Merkmale, die sich auf die Verteilung als Ganzes beziehen; z. B. Zentrum, Streuung, Form) und *lokalen Merkmalen* (d. h. einzelne oder mehrere Datenpunkte; z. B. Extremwerte, Ausreißer, absolute Häufigkeiten von Punkten in bestimmten Intervallen) unterschieden werden (Bakker & Gravemeijer, 2004; Ben-Zvi, 2004). Studien zeigen, dass Schüler*innen häufig Schwierigkeiten haben, eine Verteilung als Ganzes zu verstehen (Konold & Higgins, 2003). Diese Schwierigkeiten spiegeln sich in der Tendenz der Schüler*innen wider, sich überwiegend auf lokale Merkmale von Datenverteilungen zu beziehen, während globale Merkmale häufig vernachlässigt werden (*lokale vs. globale Sicht auf Datenverteilungen*; Bakker & Gravemeijer, 2004; Ben-Zvi, 2004). Während zahlreiche Studien die Vorstellungen und Schwierigkeiten von Schüler*innen im Zusammenhang mit einer lokalen vs. globalen Sicht auf Datenverteilungen untersuchten, gibt es bislang noch keine empirischen Belege für Zusammenhänge zwischen bestimmten Blickmustern und der Wahrnehmung und Verarbeitung von lokalen vs. globalen Merkmalen.

Eye-Tracking Maße als Indikatoren für einen lokale vs. globale Sicht

In der Mathematikdidaktik hat sich Eye-Tracking als effektive Methode erwiesen, um Einblicke in mentale Prozesse von Schüler*innen zu erhalten (z. B. Schindler & Lilienthal, 2019). Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über spezifische Eye-Tracking Maße, deren Definition und Interpretation (nach Holmqvist & Andersson, 2017), sowie die potenzielle Bedeutung für den hier vorgestellten Untersuchungsgegenstand.

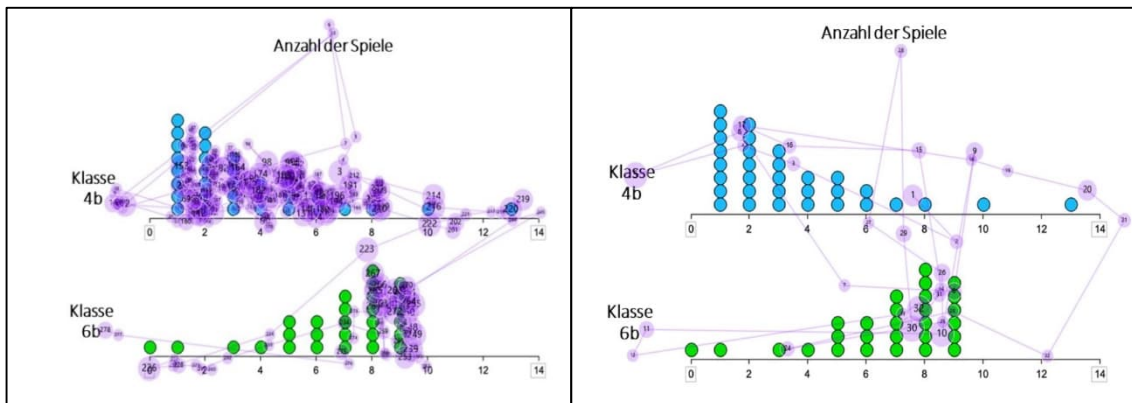
ET Maß	Definition	Interpretation	Potenzielle Bedeutung für den Verteilungsvergleich
Anzahl Fixationen	Häufigkeit, wie oft ein Objekt fixiert wird	Indikator für Aufmerksamkeit	Höhere/niedrigere Anzahl von Fixationen als Indikator für eine lokale/globale Sicht, bei der sich die Aufmerksamkeit auf viele einzelne Datenpunkte/die Verteilung als Ganzes richtet
Sakkadenamplitude	Länge eines Blicksprungs in Grad	Indikator für lokale (kurze Sakkaden) im Vergleich zu globalen (lange Sakkaden) Strategien beim Abrufen und Integrieren von Informationen	Indikator für lokale (kurze Sakkaden) im Vergleich zu globalen (lange Sakkaden) Strategien beim Vergleich von Verteilungen
Sakkadenrichtung	Absoluter Winkel einer Sakkade gemessen zur Horizontalen	Leseart eines Diagramms	Horizontale/Vertikale Sakkadenrichtungen als Indikator für die Wahrnehmung und Verarbeitung globaler/lokaler Merkmale der Verteilung

Tab. 1: Übersicht Eye-Tracking Maße

In Abb. 1 sind zwei beispielhafte Blickverläufe von Schüler*innen dargestellt. Der Blickverlauf auf der linken Seite weist eine hohe Anzahl an Fixationen, und viele Sakkaden in vertikaler Richtung mit kurzen Amplituden innerhalb der Datenverteilungen auf. Der Tab. 1 folgend sind dies Indikatoren für einen lokale Sicht auf die Datenverteilung, bei der lokale Merkmale (d.h. individuelle Datenpunkte) wahrgenommen und verarbeitet werden. Der Blickverlauf auf der rechten Seite weist im Vergleich eine geringere Anzahl an Fixationen auf, und mehr Sakkaden in horizontaler Richtung mit längeren Amplituden innerhalb der Datenverteilungen. Dies sind Indikatoren für eine

globale Sicht auf die Datenverteilungen, bei der globale Merkmale wahrgenommen und verarbeitet werden (vgl. Tab. 1).

Abb. 1: Beispielhafte Blickverläufe von zwei Schüler*innen beim Verteilungsvergleich



Methode und Design der Studie

Das Forschungsinteresse der hier vorgestellten Studie liegt auf der visuellen Aufmerksamkeit und den statistischen Denkprozessen beim Vergleich von Datenverteilungen. Die Forschungsfragen lauten:

Welche Merkmale der Datenverteilungen werden von Schüler*innen wahrgenommen und interpretiert?

- Globale vs. lokale Merkmale
- Einzelne vs. mehrere Merkmale (isoliert vs. miteinander verbunden)?

Zeigen sich Zusammenhänge zwischen der visuellen Aufmerksamkeit (z. B. Anzahl Fixationen, Sakkadenamplitude, relative Anzahl von Sakkaden in horizontaler Richtung) und dem Leistungsniveau der Schüler*innen beim Statistischen Denken?

Stichprobe: An dieser aktuell laufenden Studie nehmen insgesamt ca. 75 Schüler*innen der Klassenstufen 4, 6 und 8 teil.

Studienablauf: Den teilnehmenden Schüler*innen werden nacheinander vier Aufgaben auf einem Computerbildschirm präsentiert, die einen Verteilungsvergleich beinhalten und eine datenbasierte Entscheidung erfordern. Während die Schüler*innen die Aufgaben bearbeiten, werden ihre Augenbewegungen mit einem bildschirmbasierten Eye-Tracker (Tobii Pro Fusion, 120 Hz) aufgezeichnet. Im Anschluss an jede Aufgabe wird ein Eye-Tracking Stimulated-Recall-Interview durchgeführt, bei dem die Schüler*innen die eigenen Gedanken retrospektiv anhand einer Videosequenz ihrer Blickverläufe beschreiben. Indem eigene Blickbewegungen, die bewusst oder möglicherweise auch unbewusst abgelaufen sind, sichtbar gemacht werden, kann eine tiefere Reflexionsebene der eigenen internen Prozesse angeregt

werden (Schindler & Lilienthal, 2019). Für die Aufzeichnung der Interviews wird die Software OBS verwendet, die Bildschirminhalte inklusive Ton aufzeichnet, sodass die Videos der Blickbewegungen mit den dazugehörigen Kommentaren für die Datenanalyse zur Verfügung stehen.

Datenauswertung: Die Leistungsniveaus beim statistischen Denken basieren auf der Grundlage einer adaptierten Version des SOLO-Modells (Structure of Observed Learning Outcome) von Biggs und Collis (1991). Diese Niveaus unterscheiden sich einerseits in Bezug auf die Anzahl der berücksichtigten Merkmale der Datenverteilungen (isoliert oder miteinander verbunden). Andererseits unterscheiden sie sich auch hinsichtlich der statistischen Natur dieser Merkmale: Globale Merkmale, die sich auf die Verteilung als Ganzes beziehen (z. B. Zentrum, Streuung, Form) vs. lokale Merkmale (z. B. einzelne/mehrere Datenpunkte). Ein weiteres Forschungsinteresse zielt auf eine Untersuchung möglicher Zusammenhänge zwischen der visuellen Aufmerksamkeit der Schüler*innen und ihrem Leistungsniveau beim statistischen Denken ab. Hierzu werden verschiedene Eye-Tracking Maße (Anzahl der Fixationen, Sakkadenamplitude, relative Anzahl von Sakkaden in horizontaler Richtung) ermittelt und potenzielle Zusammenhänge zu dem ermittelten Leistungsniveau der Schüler*innen untersucht.

Ergebnisse und Diskussion: Die Datenerhebungen werden im Juni abgeschlossen und die Ergebnisse auf der Konferenz präsentiert.

Förderhinweis: Die Studie ist Teil eines größeren Forschungsprojektes und wird im Rahmen des Forschungskollegs „DiaKom“ vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg gefördert.

Literatur

- Bakker, A. & Gravemeijer, K. P. E. (2004). Learning to Reason About Distribution. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp. 147–168). Springer.
- Ben-Zvi, D. (2004). Reasoning about variability in comparing distributions. *Statistics Education Research Journal*, 3(2), 42–63.
- Biggs, J. B. & Collis, K. F. (1989). Towards a model of school-based curriculum development and assessment using the SOLO Taxonomy. *Australian Journal of Education*, 33, 151–163.
- Holmqvist, K. & Andersson, R. (2017). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods, paradigms, and measures*. CreateSpace.
- Konold, C. & Higgins, T. L. (2003). Reasoning about data. In J. Kilpatrick, W. G. Martin & D. Schifter (Eds.), *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics* (pp. 193–215). The national council of teachers of mathematics.
- 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.