

Wahrnehmung von Datengrafiken

Ein verzerrter Eindruck?

Datengrafiken sind wissenschaftliches Alltagsgeschäft. Bei der Vermittlung von wissenschaftlichen Ergebnissen an die Öffentlichkeit und Prozessen der politischen Meinungsbildung spielen sie eine zunehmend große Rolle. Dass Datengrafiken verständlich sind und die Aussagen gut transportieren, ist daher ein zentrales Ziel. Ihre Gestaltung hat an Bedeutung gewonnen, denn sie beeinflusst die Erfassung der dargestellten Ergebnisse.¹ Selbst teils arbiträre perzeptuelle Eigenschaften bestimmen Aufmerksamkeit, Verständnis und Gedächtnis für Grafik und Inhalt mit. Daher bietet die psychologische Forschung zu den Stärken und Schwächen der visuellen Wahrnehmung hilfreiche Informationen zur Gestaltung. Der vorliegende Beitrag argumentiert, dass sich die Eigenschaften menschlicher (visueller) Wahrnehmung auf Erfolge, Wege und Umwege des wissenschaftlichen Arbeitens auswirken. Wir rufen dazu auf, Datengrafiken zum zentralen Gegenstand wahrnehmungspsychologischer Arbeiten in der empirischen Wissenschaftsforschung zu machen. Wir gehen auf drei Aspekte ein: 1) Die Bedeutung und Entwicklung von Datengrafiken in der Wissenschaft, 2) die Relevanz von Psychologie für ihre Gestaltung sowie 3) Beispiele für Wahrnehmungsverzerrungen, die der Konkretisierung der oben genannten Punkte dienen.

¹ Vgl. Fischer/Dewulf/Hill 2005; Huestegge/Philipp 2011.

Bedeutung und Entwicklung von Datengrafiken in der Wissenschaft

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts wird auch das Goldene Zeitalter der statistischen Datengrafiken genannt.² Die systematischen Datensammlungen durch den Staat und die Entwicklung statistischer Theorien zur Verarbeitung von Daten bildeten in dieser Zeit einen optimalen Nährboden zur Entwicklung innovativer Formate von Datengrafiken.³ Nicht nur im gesellschaftlichen Leben ist die Bedeutung von Datengrafiken gestiegen, auch in der Wissenschaft haben sie Spuren hinterlassen. Ihr Gebrauch in wissenschaftlichen Veröffentlichungen ist während des 20. Jahrhunderts gestiegen.⁴ Wissenschaftler_innen kommunizieren vermehrt über Datengrafiken, sowohl in Veröffentlichungen als auch bei Konferenzen.⁵ Die Verbindung zwischen Wissenschaft und Datengrafiken ist heute so stark, dass selbst Menschen mit hoher Expertise wissenschaftliche Ergebnisse in Artikeln mit Datengrafiken plausibler empfinden als ohne dieselben.⁶ Die Disziplinen unterscheiden sich jedoch stark im Ausmaß der Nutzung von Datengrafiken. Bei einer von Laurence D. Smith und Kolleg_innen durchgeführten Untersuchung von einschlägigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen unterschiedlicher Disziplinen konnte gezeigt werden, dass der Anteil der mit Datengrafiken bedruckten Fläche im Verhältnis zum Text über Disziplinen und Subdisziplinen hinweg stark variiert.⁷ Das Ergebnis zeigt, dass in den Naturwissenschaften mehr Grafiken verwendet werden als in den Geistes- und Sozialwissenschaften. Die Verwendung von Datengrafiken spiegelt sich auch in einer hohen Variabilität innerhalb der Brückendisziplin Psychologie wider, die je nach Spezialisierung eher den Geistes- bzw. Sozial- oder Naturwissenschaften zugeschrieben werden kann und dementsprechend wenige oder viele Grafiken verwendet. Werden wenige Datengrafiken genutzt, muss das nicht heißen, dass keine quantitativen Daten vorhanden sind. Am Beispiel der verschiedenen Spezialisierungen innerhalb der Psychologie zeigten Smith und Kolleg_innen in einer weiteren Untersuchung, dass nur eine andere Form der Darstellung gewählt wurde.⁸ Wurden weniger Datengrafiken verwendet, dann kamen entsprechend mehr Tabellen vor, in denen man Werte konkret ablesen kann. Statistische Kennwerte in Tabellen bieten die Möglichkeit einer auf expliziten, mathematisch formalisierten Annahmen beruhenden Gewichtung der Abweichung zwischen Modellvorhersagen und Messwerten. Bei Datengrafiken verlassen wir uns auf unseren visuellen Eindruck vom Ausmaß der Abweichung der Daten von den quantitativen Modellvorhersagen. Die Eigenschaften der mathematisch formalisierten Abweichungsmaße sind aus der Formalisierung heraus bekannt, die Eigenschaften davon, was bei visuellem Eindruck als (starke) Abweichung wahrgenommen wird, müssen wir empirisch herausarbeiten. Durch die Präsentation von Daten in Form von Grafiken sind somit andere Aspekte von Daten ausschlaggebend dafür, ob wir eine Annahme

2 Siehe Friendly 2008.

3 Siehe ebd.

4 Siehe Gross/Harmon/Reidy 2002.

5 Siehe Cleveland 1984.

6 Siehe Isberner et al. 2013.

7 Siehe Arsenaault/Smith/Beauchamp 2006; Kubina/Kostewicz/Datchuk 2010; Smith et al. 2000.

8 Siehe Smith et al. 2002.

für bestätigt oder widerlegt halten. Darum ist es wichtig zu erforschen, wovon dieser Eindruck abhängt bzw. wie sich die Gewichtung von Abweichungen a) in Verfahren der Inferenzstatistik und b) beim Betrachten von Daten in Streudiagrammen etc. unterscheiden.

Wahrnehmungspsychologische Grundlagen der Gestaltung von Datengrafiken

Der Psychologe William F. Brewer illustriert die Eigenschaften der menschlichen visuellen Wahrnehmung anhand von Beispielen der Wissenschaftsgeschichte⁹. Diese zeigen, dass Erwartungen bzw. Erfahrungen von Forscher_innen stark ins Gewicht fallen. Beispielsweise fällten Astronom_innen auch nach der Einführung des Fernrohres ihre Urteile auf Basis schwacher visueller Eindrücke an der Grenze des visuell Wahrnehmbaren; ein vermeintlicher Komet wurde im Beobachtungsprotokoll über die Nächte größer; ein Mond wurde nicht als solcher wahrgenommen, weil er unerwartet dicht den Planeten umkreiste. Schwache bzw. verschwommene Wahrnehmungsinhalte in der Astronomie haben die Entwicklung der Methodik und Fragestellungen der Psychophysik maßgeblich vorangetrieben – eines Feldes, in dem sich Forscher_innen mit Abhängigkeit zwischen der physikalischen Intensität und der Stärke der Empfindung eines Reizes bzw. seiner Detektierbarkeit beschäftigen.

Die durch Datengrafiken vermittelte Beobachtung nimmt gegenüber direkter Beobachtung eine zunehmend große Rolle ein. Von Erwartungen und Erfahrungen bestimmte Urteile am Rande der Wahrnehmungsschwelle sollten also nicht davon ablenken, dass das Tagesgeschäft heutiger Wissenschaftler_innen aus vermittelter Beobachtung besteht. Daher bedarf es einer genaueren Erforschung der Wahrnehmungsprozesse, die bei der Beobachtung mittels Datengrafiken relevant sind. Einerseits wirken hier die in der Gestaltpsychologie beschriebenen universellen Gruppierungsprinzipien. Beispielsweise werden Objekte als Gruppe bzw. zusammengehörig wahrgenommen, die nah beieinanderliegen oder einander ähnlich sind. Balken, die in Balkendiagrammen nebeneinanderstehen, können selbst dann als zusammengehörig wahrgenommen werden, wenn die Sortierung der Kategorien bzw. Balken weitgehend arbiträr ist. Zudem wirken Erfahrung bzw. Erwartung auf die Wahrnehmung ein. Die Wissenschaftspsychologie sollte also das Augenmerk darauf legen, wie Datengrafiken wahrgenommen werden. Gestaltung und Auswahl derselben zählen zur alltäglichen Praxis und Herausforderung vieler Wissenschaftler_innen.

Es existieren umfangreiche Untersuchungen zu einzelnen Eigenschaften unterschiedlicher Arten von Datengrafiken. Zum Beispiel zeigen Balken- Vorteile gegenüber Tortendiagrammen, da die Ergebnisse aus ihnen schneller und korrekter herausgelesen werden können. Einfache Balkendiagramme sind besser als geteilte¹⁰ und vertikale sind benutzerfreundlicher als horizontale.¹¹

⁹ Siehe Brewer 2012.

¹⁰ Siehe Simkin/Hastie 1987.

¹¹ Siehe Fischer/Dewulf/Hill 2005.

Während Balkendiagramme besser für diskrete Werte geeignet sind, kann man Trends sehr gut an Liniendiagrammen ablesen – dies bestätigen auch die Ergebnisse von Zacks und Tversky.¹² Sie fragen ferner, inwieweit es sich dabei um etwas kognitiv Natürliches handelt oder um das Ergebnis kommunikativer Konventionen.

Erste eigene Ergebnisse aus Experimenten zur Wahrnehmung von Datengrafiken

Balkendiagramme können leider nicht als *best practice* für alle Aussagen verwendet werden, zeigte sich doch eine Unterschätzung der Werte in dieser Darstellungsform.¹³ David Peebles verglich Linien-, Balken- und Netzdiagramme und ließ seine Versuchspersonen beurteilen, wie viel besser oder schlechter der Wert einer Dimension im Vergleich zum Mittelwert war. In Balkendiagrammen wurden die Werte systematisch unterschätzt. Eine Ursache könnte darin liegen, dass Menschen die Länge von vertikalen Balken überschätzen.¹⁴

Ziel unserer Studie ist zu prüfen, ob Balkendiagramme einen verzerrten Eindruck der zentralen Tendenz (Mittelwert) vermitteln. Hierzu entwickelten wir im Besonderen ein Experiment, bei dem wir die Länge der Balken variierten und die Wahrnehmung von Balken und Punkten verglichen. 53 Versuchspersonen nahmen an diesem Experiment teil. Ihnen wurden in vier Blöcken jeweils 80 Datengrafiken nacheinander sehr kurz präsentiert. Zum Beispiel wurden ihnen Balkendiagramme mit acht grauen Balken und einer rot eingezeichneten Linie vorgelegt, die den Mittelwert angibt (Abb. 1). Die Aufgabe bestand darin, den Mittelwert zu bestimmen und so schnell wie möglich zu entscheiden, ob die rote Linie eigentlich höher oder tiefer liegen müsse. Die gegebene Antwort und die Reaktionszeit wurden erfasst. In den vier Versuchsabschnitten wurden verschiedene Merkmale variiert. Zum Beispiel wurde die Wirkung hoher und niedriger Balken verglichen.

Die Ergebnisse zeigten, dass bei Balkendiagrammen im Vergleich zu Punktdiagrammen der Mittelwert systematisch tiefer gesehen wird, als er eigentlich ist.¹⁵ Das heißt, Balkendiagramme können einen verzerrten Eindruck der zentralen Tendenz vermitteln. Die Länge der Balken hatte keinen Einfluss auf die Unterschätzung und kann somit diese Verzerrung nicht erklären. Nach der Unterschätzung von Einzelwerten im Vergleich zum Mittelwert¹⁶ konnten wir nun eine Unterschätzung des Mittelwertes in Balkendiagrammen nachweisen. Trotz dieser Wahrnehmungsverzerrung, die sich speziell bei Balkendiagrammen zeigt, sollten diese weiter genutzt werden. Denn in anderen Settings, zum Beispiel um Beziehungen zwischen drei Variablen zu

¹² Siehe Zacks / Tversky 1999.

¹³ Siehe Peebles 2008.

¹⁴ Siehe Jarvenpaa / Dickson 1988; Kosslyn 2006.

¹⁵ Vgl. Gaschler / Vogelgesang / Godau 2014.

¹⁶ Vgl. Peebles 2008.

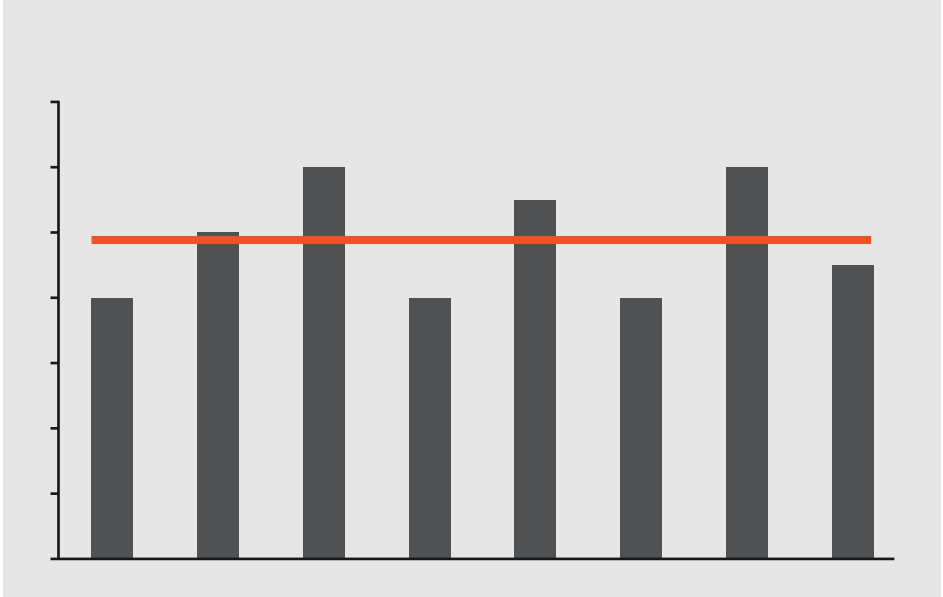


Abb. 1: Experiment zur Wahrnehmung von Balkendiagrammen, Beispiel aus dem Aufgabenmaterialset.

zeigen, sind Balkendiagramme zu bevorzugen, da es im Vergleich zu Liniendiagrammen zu weniger Fehlern bei der Interpretation kommt.¹⁷

Fazit

Zusammenfassend zeigt sich, dass 1) Datengrafiken eine Form der Visualisierungen von wissenschaftlichen Ergebnissen sind, die stetig zugenommen hat. Datengrafiken helfen, komplexe Zusammenhänge schneller und besser zu kommunizieren; 2) die Psychologie sich mit dem Thema Wahrnehmung von Datengrafiken beschäftigen sollte, da es 3) zu Wahrnehmungsverzerrungen beim Lesen von Datengrafiken kommen kann, wie am Beispiel von der Unterschätzung des Mittelwertes gezeigt werden konnte.

Untersuchungen zur Gestaltung von Datengrafiken sollten – so auch William Cleveland und Robert McGill – interdisziplinär umgesetzt werden.¹⁸ Durch die Kombination von Geistes-, Sozial-, Naturwissenschaften und Gestaltungsdisziplinen bietet der Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung* hierfür die optimale Grundlage. Die Ergebnisse unserer Experimente können in die Gestaltung von Datengrafiken einfließen. Datengrafiken ersetzen zunehmend Tabellen mit statistischen Kennwerten. Über deren statistische Grundlagen gibt es elaborierte Abhandlungen in Fachveröffentlichungen und Lehrbüchern. Wir müssen unseren Wissensstand zu Datengrafiken also dringend auf ein ähnliches Niveau bringen, damit unsere Schlüsse wieder auf bekannten Grundlagen basieren.

¹⁷ Siehe Peebles 2011; ders./Ali 2009.

¹⁸ Siehe Cleveland/McGill 1987.

Literatur

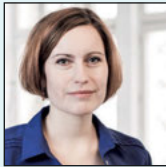
- Arsenault, Darin J. / Smith, Laurence D. / Beauchamp, Edith A. (2006): **Visual Inscriptions in the Scientific Hierarchy Mapping the »Treasures of Science«**. In: Science Communication, vol. 27, no. 3, pp. 376–428. Online: <http://scx.sagepub.com/content/27/3/376.full.pdf+html> (last access: 30 March 2015).
- Brewer, William F. (2012): **The Theory Ladenness of the Mental Processes Used in the Scientific Enterprise**. In: Proctor, Robert W. / Capaldi, E. John (eds.): Psychology of Science: Implicit and Explicit Processes. New York: Oxford University Press, pp. 290–233.
- Cleveland, William S. (1984): **Graphs in Scientific Publications**. In: The American Statistician, vol. 38, no. 4, pp. 261–269. Online: <http://amstat.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00031305.1984.10483223#> (last access: 30 March 2015).
- Cleveland, William S. / McGill, Robert (1987): **Graphical Perception: The Visual Decoding of Quantitative Information on Graphical Displays of Data**. In: Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), vol. 150, no. 3, pp. 192–229. Online: http://www.jstor.org/stable/2981473?seq=1#page_scan_tab_contents (last access: 30 March 2015).
- Fischer, Martin H. / Dewulf, Nele / Hill, Robin L. (2005): **Designing Bar Graphs: Orientation Matters**. In: Applied Cognitive Psychology, vol. 19, no. 7, pp. 953–962. Online: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/acp.1105/epdf> (last access: 30 March 2015).
- Friendly, Michael (2008): **The Golden Age of Statistical Graphics**. In: Statistical Science, vol. 23, no. 4, pp. 502–535. Online: <http://arxiv.org/pdf/0906.3979.pdf> (last access: 30 March 2015).
- Gaschler, Robert / Vogelgesang, Tom / Godau, Claudia (2014): **Der Durchschnitt sieht unterdurchschnittlich aus – Balkendiagramme können einen verzerrten Eindruck der zentrale Tendenz vermitteln**. In: Onur Güntürkün (Hg.): 49. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Abstracts. Bochum: Pabst Science Publisher, S. 64.
- Gross, Alan G. / Harmon, Joseph E. / Reidy, Michael S. (2002): **Communicating Science: The Scientific Article From the 17th Century to the Present**. Oxford: Oxford University Press.
- Huestegge, Lynn / Philipp, Andrea M. (2011): **Effects of Spatial Compatibility on Integration Processes in Graph Comprehension**. In: Attention, Perception, & Psychophysics, vol. 73, no. 6, pp. 1903–1915. Online: <http://link.springer.com/article/10.3758/s13414-011-0155-1/fulltext.html> (last access: 30 March 2015).
- Isberner, Maj-Britt et al. (2013): **Comprehending Conflict-Related Texts: Graphs as Plausibility Cues**. In: Instructional Science, vol. 41, no. 5, pp. 849–872. Online: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11251-012-9261-2> (last access: 30 March 2015).
- Jarvenpaa, Sirkka L. / Dickson, Gary W. (1988): **Graphics and Managerial Decision Making: Research-Based Guidelines**. In: Communications of the ACM, vol. 31, no. 6, pp. 764–774. Online: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=62971> (last access: 30 March 2015).
- Kosslyn, Stephen M. (2006): **Graph Design for Eye and Mind**. New York: Oxford University Press.
- Kubina, Richard M. / Kostewicz, Douglas E. / Datchuk, Shawn M. (2010): **Graph and Table Use in Special Education: A Review and Analysis of the Communication of Data**. In: Evaluation & Research in Education, vol. 23, no. 2, pp. 105–119. Online: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500791003734688#abstract> (last access: 30 March 2015).
- Peebles, David (2008): **The Effect of Emergent Features on Judgments of Quantity in Configural and Separable Displays**. In: Journal of Experimental Psychology: Applied, vol. 14, no. 2, pp. 85–100. Online: <http://psycnet.apa.org/journals/xap/14/2/85/> (last access: 30 March 2015).
- Peebles, David (2011): **The Effect of Graphical Format and Instruction on the Interpretation of Three-Variable Bar and Line Graphs**. In: Carlson, L. / Hoelscher, C. / Shipley, T. F. (eds.): Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society. Austin, TX: Cognitive Science Society, pp. 3143–3154. Online: <http://cognitivesciencesociety.org/conference2011/index.html> (last access: 2 March 2015).
- Peebles, David / Ali, Nadia (2009): **Differences in Comprehensibility Between Three-Variable Bar and Line Graphs**. In: Taatgen, Niels A. / Rijn, Hedderik van (eds.): Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society. Amsterdam: Cognitive Science Society, pp. 2938–2943. Online: <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/Proceedings/2009/index.html> (last access: 2 March 2015).

Simkin, David / Hastie, Reid (1987): **An Information-Processing Analysis of Graph Perception**. In: Journal of the American Statistical Association, vol. 82, no. 398, pp. 454–465. Online: http://www.jstor.org/stable/2289447?seq=2#page_scan_tab_contents (last access: 30 March 2015).

Smith, Laurence D. et al. (2000): **Scientific Graphs and the Hierarchy of the Sciences: A Latourian Survey of Inscription Practices**. In: Social Studies of Science, no. 30, pp. 73–94. Online: <http://www.jstor.org/stable/pdf/285770.pdf?acceptTC=true> (last access: 30 March 2015).

Smith, Laurence D. et al. (2002): **Constructing Knowledge. The Role of Graphs and Tables in Hard and Soft Psychology**. In: American Psychologist, no. 57, pp. 749–761.

Zacks, J./Tversky, B. (1999): **Bars and Lines: A Study of Graphic Communication**. In: Memory & Cognition, vol. 27, no. 6, pp. 1073–1079. Online: <http://aaapress.org/Papers/Symposia/Fall/1997/FS-97-03/FS97-03-018.pdf> (last access: 30 March 2015).



claudia.godau@hu-berlin.de

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Basisprojekt: **Experiment & Beobachtung**

Disziplin: **Psychologie**

Claudia Godau hat ihren Abschluss als Diplom-Psychologin an der Universität Leipzig gemacht. Seit Mai 2012 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Humboldt-Universität zu Berlin. Ihre Promotion untersucht die Entwicklung mathematischer Konzepte bei Grundschulkindern. Im Cluster *Bild Wissen Gestaltung* erforscht sie, wie sich Wissensstrukturen zu wissenschaftstheoretischen Sachverhalten durch den Kontakt mit verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen im Rahmen der interdisziplinären Zusammenarbeit über die Zeit verändern. Ihr zweiter Forschungsschwerpunkt liegt auf der Wahrnehmung von Datengrafiken.



gaschler@uni-landau.de

Associated Member

Basisprojekte: **Attention & Form, Experiment & Beobachtung, Modelle in der Gestaltung**

Disziplin: **Psychologie**

Robert Gaschler, seit April 2015 Professor für Allgemeine Psychologie (Lernen, Motivation, Emotion) an der FernUniversität in Hagen, widmet sich als assoziiertes Mitglied des Exzellenzclusters *Bild Wissen Gestaltung* empirischer Wissenschaftsforschung zur Gestaltung interdisziplinärer Forschungsverbünde und zu wahrnehmungspsychologischen Fragen. Vor seiner Zeit als Juniorprofessor der Universität Koblenz-Landau (2012–2015) hat er an der Humboldt-Universität Berlin Psychologie studiert (Promotion 2009), als PostDoc gelehrt und Forschungen zu willkürlichen und unwillkürlichen Lernprozessen betrieben.