

Die Verwendung von Eye Tracking zur Erhöhung der Qualität von Informationsvisualisierungen

Using eye tracking to enhance information visualization quality



Heimo Losbichler und Lisa Falschlunger, Steyr

Kurzfassung

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, Daten zu visualisieren, während es nur wenige Methoden gibt, die Auswirkungen unterschiedlicher Visualisierungen auf den Entscheidungsprozess zu messen. Am weitesten verbreitet ist dabei die Messung von Effizienz und Effektivität, allerdings lassen diese beiden Kennzahlen viel Erklärungsspielraum im Hinblick auf die bestmögliche Gestaltung und den optimalen Einsatz von Visualisierungen offen. Eine vielversprechende Methode, diesen Erklärungsspielraum deutlich zu verringern, stellt Eye Tracking dar. Eye Tracking ermöglicht es, Daten über Augenbewegungen während dem Lesen bzw. dem Verarbeiten der dargestellten Informationen zu sammeln und zeigt an, welche Informationen in welcher Reihenfolge als Input für Entscheidungsprozesse herangezogen werden. Die Technologie ermöglicht tiefe Einblicke sowie verbesserte Analysemöglichkeiten und kann dabei nicht nur in einer Laborumgebung, sondern auch in situ eingesetzt werden.

Schlüsselwörter: Eye Tracking, Informationsvisualisierung, kognitive Belastung

Abstract

There exists a bundle of visualization options for decision-making purposes, however, there is a lack of evaluation methods. Eye tracking is said to be a promising approach in this context, as it allows going beyond traditional task time and task accuracy measures. Eye tracking supports the data collection on the scanning behavior of the participant and therefore indicates which information is used as an input for decision-making processes. Understanding differences in sequential strategies between various design alternatives and users with different backgrounds is valuable for improving designs and at the same time helps in maximizing decision-making outcome. Testing can take place in a laboratory, however, it can also be used in close to normal decision-making situations (e.g. on the computer screen in the decision-makers office, or on the shop floor of a production site).

Keywords: eye tracking, information visualization, cognitive load

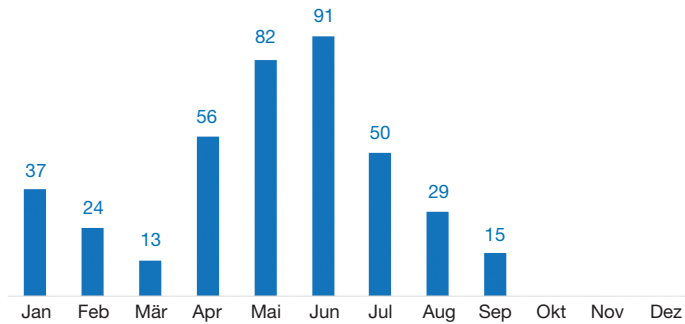
1. Bedeutung von Informationsvisualisierung

Rasant wachsende Datenmengen (Big Data), welche auf die fortschreitende Digitalisierung zurückzuführen sind, bringen neue Herausforderungen im Hinblick auf Datenqualität, zeitnahe und schnell verständliche Informationsversorgung sowie eine Reduktion der Information auf das Wesentliche mit sich (Dilla et al. 2010; Falschlunger et al. 2016). Vor diesem Hintergrund wird der Verwendung von Informationsvisualisierung (InfoVis) eine immer stärker wachsende Aufmerksamkeit zuteil. Gut aufbereitete Diagramme, Dashboards oder Schaubilder sollen dabei wesentliche Zusammenhänge, Trends und Ausreißer lokalisierbar machen und gleichzeitig die kognitive Belastung reduzieren (van Wijk 2005).

Diese Vorteile haben dazu geführt, dass eine Vielzahl an Visualisierungsmöglichkeiten für allgemeine, aber auch spezifische Themenfelder entwickelt wurde. Diese reichen von einfachen Balkendiagrammen bis hin zu hoch komplexen hierarchischen und interaktiven Visualisierungen, wie beispielsweise Sankey Diagrammen (Beispiel siehe Abbildung 1).

Empirische Ergebnisse für einen optimalen Einsatz der unterschiedlichen Optionen liefern allerdings immer wieder divergierende Ergebnisse. Dies kann auf einen Mangel an geeigneter Evaluationsmöglichkeiten zurückgeführt werden, welche über banale Effizienz und Effektivitätsuntersuchungen hinausgehen (Isenberg et al. 2013; Chen, Jänicke 2010; Chen 2005). Der Einsatz von Eye

Einfache Visualisierungsmöglichkeit: Säulendiagramm



Komplexe Visualisierungsform: Sankey Diagramm

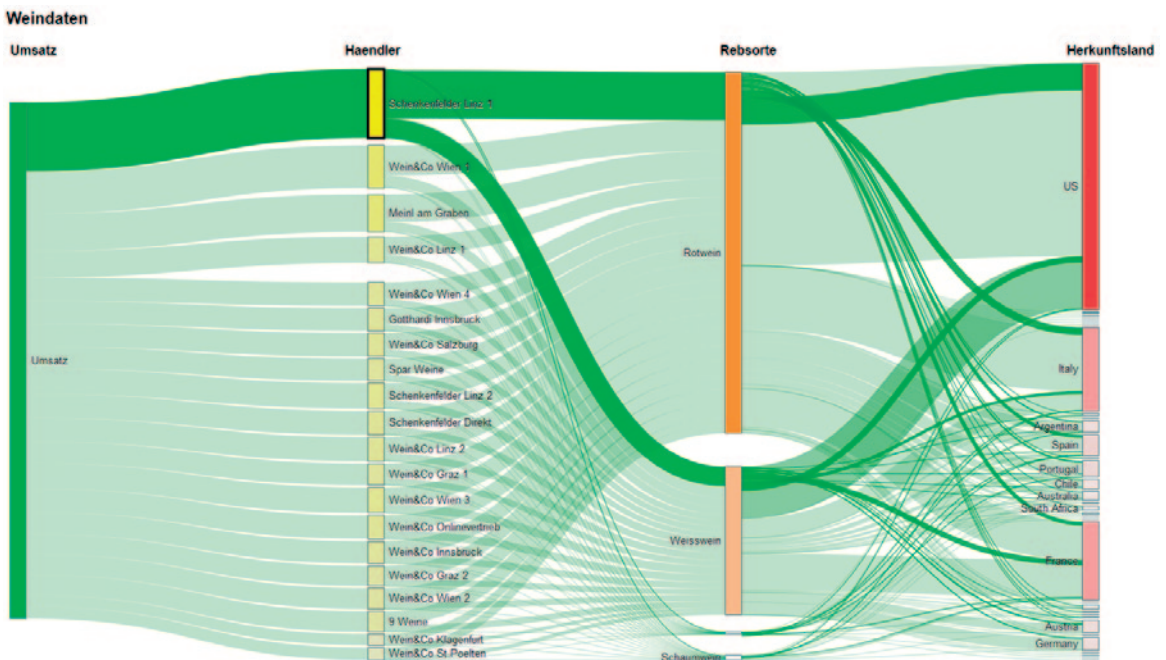


Abb. 1: Beispiel für einfache und komplexe Visualisierungsmöglichkeiten

Tracking zur Reduktion dieser Unsicherheiten stellt dabei eine vielversprechende Möglichkeit dar und der Nutzen konnte in zahlreichen Experimenten und Unternehmenskooperationsprojekten der FH OÖ Fakultät für Management bereits bestätigt werden.

2. Eye Tracking zur Messung der Qualität von Visualisierungen

Eye Tracking wird bereits in einer Vielzahl von anderen Forschungsbereichen, wie beispielsweise Marketing, Psychologie oder Mensch-Computer-Interaktion, eingesetzt, da es neue und tiefere

Einblicke in menschliche Handlungen ermöglicht (Wang et al. 2014; Siegle et al. 2008; Hossain, Yeasin 2014). Im Besonderen kann, ohne den Teilnehmer in seinem Entscheidungsprozess stark zu beeinträchtigen, herausgefunden werden, welche Informationen für Entscheidungs- und Denkprozesse wesentlich sind. Damit kann die „Black Box“ der Wahrnehmung ein Stück transparenter gemacht und für Interpretation und Optimierung unterschiedlichster Produkte und Prozesse herangezogen werden (Zagermann et al. 2016; Lallé et al. 2016).

In welchem Bundesland ist die negative Abweichung des operativen Ergebnisses gegenüber dem Budget absolut gesehen am größten?

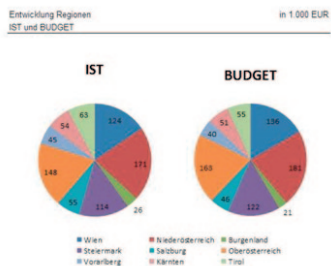


Abb. 2: Testscenario eines aufgabenorientierten Ansatzes

Im Zusammenhang mit Visualisierungen kann aus den Blickaufzeichnungen und mithilfe zusätzlicher Fragen zur Steuerung der Suchprozesse ermittelt werden, welche Darstellungsmöglichkeiten sich für bestimmte Aufgabenstellungen eignen bzw. welche sich als ungeeignet erweisen. In der Informationsvisualisierung können damit Rückschlüsse aber vor allem auch Erklärungen für die gemessene Effektivität und Effizienz geliefert werden. Der Prozess der Informationsverarbeitung beim Betrachten einer Visualisierung wird dabei genauestens dokumentiert und kann zur Analyse herangezogen werden. Zum besseren Verständnis wird der Einsatz dieses aufgabenorientierten Ansatzes anhand eines einfachen Beispiels erläutert: Der Proband versucht, die richtige Antwort auf die gestellte Frage in normaler Lesegeschwindigkeit ohne Wettbewerbsgedanken oder unter Zeitdruck zu geben. Die gestellten Fragen orientieren sich dabei beispielsweise an konkreten Aufgaben des Managements oder an vorgegebenen Informationsbedarfen eines Projektpartners (eine Frage

passend zur Visualisierung ist in Abbildung 2 dargestellt).

In der konkreten Testsituation sitzt der Proband vor einem Computer-Monitor, welcher mit einer Infrarotkamera ausgestattet ist, oder er trägt eine Brille mit Aufzeichnungsfunktion, um beispielsweise in einer Produktionsumgebung Informationsmonitore zu testen (diese beiden Hardwaremöglichkeiten sind in Abbildung 3 ersichtlich).

Bei der Analyse von Eye-Tracking-Daten sind Fixationen, Sakkaden und Scanpaths von besonderem Interesse:

- Fixationen sind kurze Stopps, in denen das Auge Informationen erfasst und das Gehirn diese verarbeiten kann. Längere Fixierungen und eine Erweiterung des Pupillendurchmessers sind dabei mit höheren visueller und/oder kognitiver Komplexität verbunden (Zagermann et al. 2016; Goldberg, Helfman 2010; Wang et al. 2014).
- Sakkaden sind schnelle Bewegungen von einer Fixierung zu einer anderen. Während den Sakkaden ist man blind und es findet keine aktive Informationsverarbeitung statt. Je schneller die Bewegungen durchgeführt werden, desto höher ist der Stressfaktor und die kognitive Belastung (Wang et al. 2014; Zagermann et al. 2016).
- Scanpaths stellen Fixierungen und Sakkaden in einer zeitlichen Reihenfolge dar. Für Analysen wird angenommen, dass ein übermäßig langer Scanpath eine nicht sinnvolle Darstellung oder ein schlechtes Layout anzeigt. Außerdem können Lesestrategien analysiert und „Blinde Flecken“ in einem Bericht oder einer Berichtseite identifiziert werden. Mittels Scanpath-Analysen werden die Blickverläufe einer einzelnen Person



Abb. 3: Stationäres und mobiles Eye Tracking Equipment (SMI RED250mobile und SMI Eye Tracking Glasses Wireless © smivision.com)

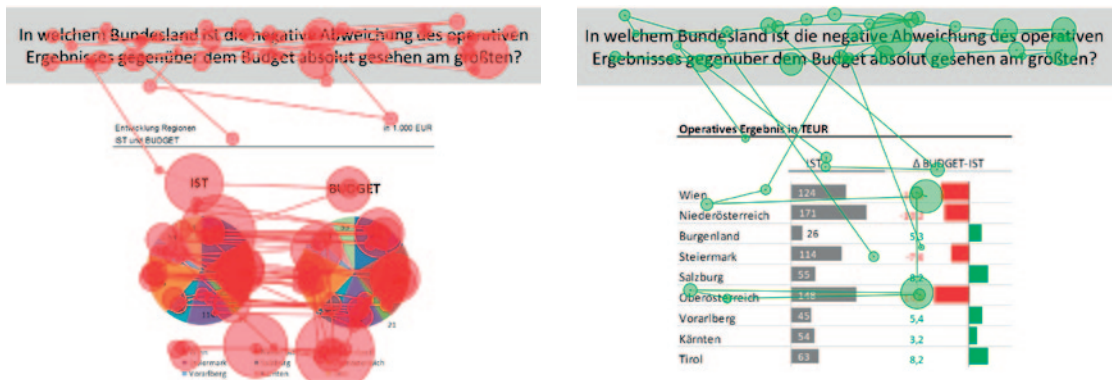


Abb. 4: Darstellung eines „schlechten“ und eines „guten“ Scanpaths

dargestellt und damit wird auch die Qualität der Darstellungen sichtbar gemacht (Zagermann et al. 2016; Goldberg, Helfman 2010).

In Abbildung 4 wird deutlich, dass bei der Visualisierung durch zwei Tortendiagramme sehr viele Fixationen und Sakkaden notwendig sind, um die Frage beantworten zu können. Zuerst müssen die Kreissegmente der Ist- und Budgetzahlen verglichen werden, um daraus das Farbsegment mit der größten Abweichung identifizieren zu können. Abschließend gilt es, in der Legende die passende Farbschattierung zu erkennen und die richtige Region abzulesen. Aus dem Scanpath kann abgeleitet werden, dass sowohl im Vergleich der Werte als auch bei der Farbgebung Optimierungspotenzial herrscht (sehr viele schnelle Blickbewegungen durch den Vergleich der Ist- und Budgetsegmente). Neben der Länge und der Dauer der Fixationen kann zusätzlich ausgewertet werden, ob die Berichtsempfänger die richtige Antwort im Schaubild identifizieren können bzw. wie lange es dauert, bis die relevante Information für den Berichtsempfänger sichtbar wird. Damit können beispielsweise zufällig richtig gegebene Antworten aufgezeigt und in der Berechnung der Effektivität berücksichtigt werden.

3. Erarbeitete Kriterien für eine optimale Visualisierung

Die Forschung der FH OÖ Fakultät für Management befasst sich im Konkreten mit vier aufeinander abgestimmte Themenfelder, die in der Praxis für die richtige Gestaltung von Visualisierungen wesentlich sind:

1. Auswahl des passenden Visualisierungstyps (Vessey 1991; Falschlunger et al. 2016)

2. Bestmögliche Gestaltung der jeweiligen Visualisierung (G_WORD: Grundsätze wahrnehmungsoptimierten Reporting Designs) (Ware 2012; Tuft 1983)

3. Optimale Positionierung bzw. Anordnung der Elemente in einem Dashboard (Yigitbasioglu, Velcu 2012)

4. Standardisierte Umsetzung der Punkte 1-3 mithilfe von Guidelines und/oder Templates

Für die Erstellung einer effektiven und effizienten Informationsvisualisierung sind sowohl der Visualisierungstyp als auch das Design von größter Bedeutung. Das Verständnis hinsichtlich der Unterschiede in den notwendigen Lesestrategien zwischen verschiedenen Alternativen ist wertvoll für den optimalen Einsatz von Visualisierungen und damit verantwortlich für die Maximierung der Entscheidungsqualität (Grammel et al. 2010). Dabei gilt es aufgaben-, daten- und personenspezifische Charakteristika zu berücksichtigen und auf eine wiederkehrende bzw. gleichbleibende Gestaltung von gleichen oder ähnlichen Inhalten zu achten. Dies ist auf die Funktionsweise der menschlichen Informationsverarbeitung zurückzuführen.

Ergebnisse zu den vier Themenfeldern werden laufend auf der gemeinsam geführten Homepage mit pmOne und KPMG unter www.top-reports.com veröffentlicht.

4. Ausblick

Insbesondere im Hinblick auf die ständig steigenden Datenmengen ist auf eine ausgewogene Belastung der Benutzer zu achten. Im Zusammenhang mit Big Data wurden und werden sehr viele neue Visualisierungsmöglichkeiten geschaffen,

welche es zu überprüfen gilt. Insbesondere auf Information Overload ist zu achten, da eine Überlastung nachweislich zu einer deutlichen Reduktion der Entscheidungsqualität sowie zu einer Reduktion des Wohlbefindens der einzelnen Nutzer führt. Speziell im Zusammenhang mit neuartigen und interaktiven Visualisierungsformen und in der Gestaltung von Information Dashboards werden im FFG geförderten Projekt „User Centered Interactive Visualization for Big Data“ laufend neue Ergebnisse erarbeitet und auf der Projekthomepage unter www.usivis.org veröffentlicht.

Referenzen

- Chen, Chaomei (2005):* Top 10 unsolved information visualization problems. In *IEEE Computer Graphics & Applications* 25 (4), pp. 12–16.
- Chen, M.; Jänicke, H. (2010):* An information-theoretic framework for flow visualization. In *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 16 (6), pp. 1216–1224.
- Dilla, William; Janvrin, Diane J.; Raschke, Robyn (2010):* Interactive Data Visualization. New Directions for Accounting Information Systems Research. In *Journal of Information Systems* 24 (2), pp. 1–37.
- Falschlunger, Lisa; Lehner, Othmar; Treiblmaier, Horst (2016):* InfoVis: The Impact of Information Overload on Decision Making Outcome in High Complexity Settings. In: *Proceedings of the 2016 SIG HCI. SIG HCI. Dublin, 11.12.2016: AIS Electronic Library (AISeL)*, pp. 1–5.
- Goldberg, Joseph H.; Helfman, Jonathan I. (2010):* Comparing information graphics. A critical look at eye tracking. In: *Proceedings of the 3rd BELIV'10 Workshop BEyond time and errors novel evaluation methods for Information Visualization. ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction. New York, NY: ACM*, pp. 71–79.
- Gammel, L.; Tory, M.; Storey, M. A. (2010):* How information visualization novices construct visualizations. In *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 16 (6), pp. 943–952.
- Hossain, Gahangir; Yeasin, Mohammed (2014):* Understanding Effects of Cognitive Load from Pupillary Responses Using Hilbert Analytic Phase. In: *2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). Columbus, OH, USA, 23.06.2014 - 28.06.2014*, pp. 381–386.
- Isenberg, T.; Isenberg, P.; Chen, J.; Sedlmair, M.; Möller, T. (2013):* A systematic review on the practice of evaluating visualization. In *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 19 (12), pp. 2818–2827.
- Lallé, Sébastien; Conati, Cristina; Carenini, Giuseppe (2016):* Prediction of individual learning curves across information visualizations. In *User Model User-Adap Inter* 26 (4), pp. 307–345.
- Siegle, Greg J.; Ichikawa, Naho; Steinhauer, Stuart (2008):* Blink before and after you think. Blinks occur prior to and following cognitive load indexed by pupillary responses. In *Psychophysiology* 45 (5), pp. 679–687.
- Tufte, E. R. (1983):* The visual display of quantitative information. 1st. Connecticut: Graphics Press.
- van Wijk, Jarke J. (2005):* The value of visualization. In: *Proceedings of the 2005 IEEE VIS. IEEE Visualization. Minneapolis, MN, USA, 23–28. Oct. 2005*, pp. 79–86.
- Vessey, Iris (1991):* Cognitive fit: a theory-based analysis of the graphs versus tables literature. In *Decision Sciences* 22 (2), pp. 219–240.
- Wang, Qiuzhen; Yang, Sa; Liu, Manlu; Cao, Zike; Ma, Qingguo (2014):* An eye-tracking study of website complexity from cognitive load perspective. In *Decision Support Systems* 62, pp. 1–10.
- Ware, Colin (2012):* Information Visualization. Perception for design. 3rd. Oxford: Elsevier Ltd.
- Yigitbasioglu, Ogan M.; Velcu, Oana (2012):* A review of dashboards in performance management: implications for design and research. In *International Journal of Accounting Information Systems* 13 (1), pp. 41–59.
- Zagermann, Johannes; Pfeil, Ulrike; Reiterer, Harald (2016):* Measuring Cognitive Load using Eye Tracking Technology in Visual Computing. In *Michael Sedlmair, Petra Isenberg, Tobias Isenberg, Narges Mahyar, Heidi Lam (Eds.): Proceedings of the Beyond Time and Errors on Novel Evaluation Methods for Visualization - BELIV '16. the Beyond Time and Errors. Baltimore, MD, USA, 24.10.2016 - 24.10.2016. New York, New York, USA: ACM Press*, pp. 78–85.

Anschrift der Autoren

FH-Prof. DI Dr. Heimo Losbichler, Studiengangsleiter und Professor für Finance & Controlling, FH OÖ Fakultät für Management, Wehrgrabengasse 1-3, 4400 Steyr.

E-Mail: heimo.losbichler@fh-steyr.at

Lisa Falschlunger MA, Research Projekt Manager im Studiengang CRF, FH OÖ Fakultät für Management, Wehrgrabengasse 1-3, 4400 Steyr.

E-Mail: lisa.falschlunger@fh-steyr.at