

Studie: Flexibilität versus Qualität – Eyetracking mit Webcam oder mit Eyetracker?

Mit Hilfe von Eyetracking wird im Usability- und Marketingbereich untersucht, wie potenzielle Kunden Webseiten wahrnehmen und mit diesen interagieren. Ziel ist es die Informationsvermittlung und die Möglichkeiten zur Benutzerinteraktion zu optimieren, so dass Besucher möglichst gut damit zurechtkommen. Eyetrackingdaten können unter Verwendung von Spezialhardware (Eyetrackern) oder durch gewöhnliche Webcams erhoben werden. In dieser Studie wird die Qualität beider Ansätze anhand visueller und quantitativer Analysen verglichen.

Erhebung von Eyetrackingdaten

Eyetrackingdaten zeigen, wohin eine Person zu einem bestimmten Zeitpunkt auf dem Computerbildschirm schaut. Die Erhebung der Blickdaten findet üblicherweise mit Hilfe eines Eyetrackers statt. Diese Spezialhardware wird unterhalb des Computerbildschirms befestigt und identifiziert mit mehreren Infrarotlichtquellen und -kameras die Augenposition der Person vor dem Bildschirm. Anhand der Reflektionen auf den Augen und der Position der Pupillen wird die Blickrichtung und damit der fixierte Punkt auf dem Bildschirm berechnet. Dieses Verfahren ist aufgrund des Einsatzes von Infrarotlicht robust gegen Umgebungslicht und kann auch mit Brillen und Kontaktlinsen genutzt werden. Die Genauigkeit moderner Geräte wird mit $0,4^\circ$ angegeben. Das entspricht einem durchschnittlichen Fehler von etwa 0,5 cm auf dem Bildschirm. Die Nachteile des Verfahrens sind neben den Gerätekosten von ca. 500 Euro die Systemvoraussetzungen wie ein freier USB-Stecker und die Nutzung von Windows als Betriebssystem.

Dem gegenüber steht der Webcam-Ansatz. Bei diesem Ansatz werden die Blickdaten mit handelsüblichen Webcams, die oftmals bereits im Bildschirm verbaut sind, aufgezeichnet. Im Kamerabild werden dazu die Positionen der Augen und der Pupillen identifiziert und die Blickrichtung berechnet. Die Flexibilität der Erfassung macht diesen Ansatz sehr attraktiv. Es muss keine, zum Teil teure, Spezialhardware angeschafft werden und Probanden können mit praktisch jedem Gerät, das über eine Webcam verfügt, an Studien teilnehmen. Für dieses Verfahren ist es jedoch ungleich schwieriger, die hohe Qualität der Infrarot-Systeme zu erreichen. Ohne kontrolliertes Infrarotlicht kann eine Vielzahl von Reflektionen die Berechnung der Blickrichtung stören. Trägt die Testperson eine Brille, erzeugen die Gläser zusätzliche Reflektionen. So fordern einige Anbieter von Webcam-Lösungen ihre Probanden auf, während des Tests ihre Brillen abzulegen. Diese Einschränkung schließt stark kurzsichtige Probanden aus und ist manchen Brillenträgern unangenehm.

Studie Webcam versus Eyetracker

In einer Studie mit 20 Personen haben wir untersucht, wie stark sich die Qualität der Daten tatsächlich unterscheidet. Dazu wurden beide Verfahren in die Software *EYEVIDO Lab* integriert und die Daten gleichzeitig per Eyetracker und Webcam aufgezeichnet. Wir haben zum einen den Low-Budget-Eyetracker myGaze n (Preis 500 Euro) von Visual Interaction genutzt. Gleichzeitig wurden die Daten mit dem Webcam-Eyetracking-System des Anbieters RealEye¹ aufgezeichnet. RealEye wiederum basiert auf dem Open-Source-Projekt WebGazer.js², welches den aktuellen Stand der Technik

¹ <https://www.realeye.io>

² <https://webgazer.cs.brown.edu>

widerspiegelt. Bei der eingesetzten Webcam handelt es sich um eine im Notebookbildschirm verbaute HD-Webcam (720p). In Abbildung 1 ist ein Proband zu sehen, der an der Studie teilnimmt. Sowohl das Webcam-Eyetracking als auch der Eyetracker zeichnen gleichzeitig Daten auf. Die Systeme werden in der abgebildeten Szene gerade kalibriert, indem der Proband einen vorgegebenen Punkt auf dem Bildschirm verfolgt.

Die Teilnehmer der Studie waren zwischen 20 und 58 Jahren alt (\bar{x} 30,5). Sieben von Ihnen waren männlich. Die Probanden haben je zwei Screenshots von Webseiten für 20 Sekunden und eine Testseite für 25 Sekunden betrachtet. Teilnehmer mit Brille haben diese abgenommen. Auf allen Seiten konnte gescrollt werden.

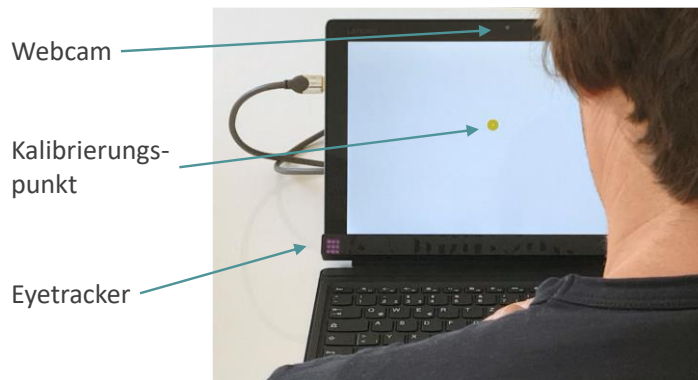


Abbildung 1: Gleichzeitige Aufzeichnung von Blickdaten per Webcam und Eyetracker. Die Eyetrackingsysteme werden kalibriert, indem der Proband einen vorgegebenen Punkt auf dem Bildschirm verfolgt.

Visuelle Auswertung der Ergebnisse

Die Eyetrackingdaten der 20 Probanden werden zunächst als Heatmaps visualisiert. Hier werden die intensiv betrachteten Bereiche rot markiert, kühlere Farben markieren weniger intensiv betrachtete Bereiche und nicht betrachtete Bereiche sind nicht eingefärbt. In der Studie wurden die Probanden unter anderem aufgefordert, auf einer Testseite eine Reihe von Punkten nacheinander zu fixieren. Die Ergebnisse für diese Testpunkte sind in Abbildung 2 zu sehen.

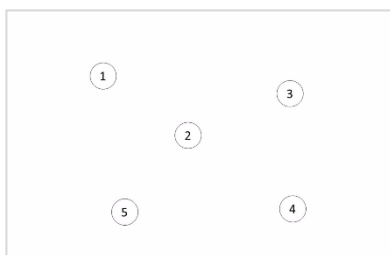


Abbildung 2.1. Detail einer Testseite der Studie. Die Probanden wurden aufgefordert, die durchnummerierten Punkte nacheinander zu betrachten. Die Kreise wurden auf dem Bildschirm in einer Größe von etwa 2 cm dargestellt.

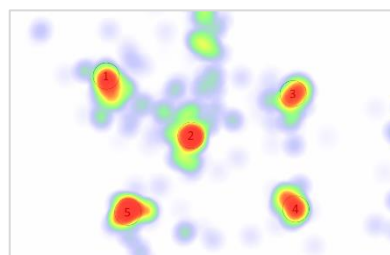


Abbildung 2.2. Heatmap der Eyetracking-Ergebnisse, aufgezeichnet mit einem myGaze n Eyetracker. Die intensiv betrachteten Bereiche liegen deutlich auf den zu betrachtenden Punkten.

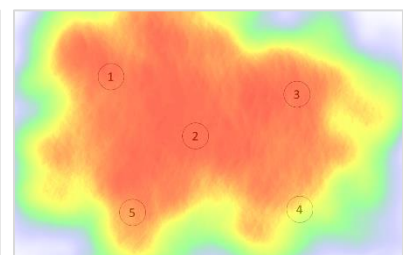


Abbildung 2.3. Eyetracking-Ergebnisse, aufgezeichnet mit einer HD-Webcam. Die Ungenauigkeit des Ansatzes ist deutlich zu erkennen. Nur in den Randbereichen wurden weniger Blicke registriert.

In den Heatmaps auf dieser Testseite wird auf den ersten Blick der Qualitätsunterschied der Daten deutlich. Der große Unterschied in der Genauigkeit und die scheinbar zufällige Streuung der Webcam-Daten ist im direkten Vergleich sofort zu erkennen. In der Eyetracker-Aufzeichnung liegen die intensiv betrachteten Bereiche auf den vorgegebenen Punkten. Beim Webcam-Eyetracking ist nahezu der gesamte betrachtete Bereich rot eingefärbt. Nur im Randbereich wurden weniger Blickdaten ermittelt.

Neben der Genauigkeitsmessung mittels künstlichen Punktmustern, haben wir die beiden Verfahren auch unter realen Bedingungen verglichen. Dazu haben wir die Testteilnehmer die Startseite eines Online-Shops für Sonnenbrillen betrachten lassen. Wie zuvor auf der Testseite wird auch hier die Ungenauigkeit des Webcam-Ansatzes deutlich. In Abbildung 3.2. sind die Eyetracker-Ergebnisse abgebildet. Sie zeigen detaillierte Fokussierungen, wie etwa auf dem Gesicht der dargestellten Person, auf bestimmten Textstellen und Produkten. Insgesamt sind die Daten präziser und konzentrierter auf einzelnen betrachteten Bereichen. Einige Details, wie die erhöhte Betrachtung des Logos oben links, können in den Daten des Webcam-Eyetrackings in Abbildung 3.3. nicht erkannt werden. Gewisse Fokussierungen können zwar auch in diesen Daten erkannt werden, etwa auf dem Gesicht der abgebildeten Person. An verschiedenen Stellen sind allerdings auch Bereiche rot markiert, in denen gar kein zugrundeliegender visueller Stimulus erkennbar ist, etwa links der Brille im unteren rechten Bereich.

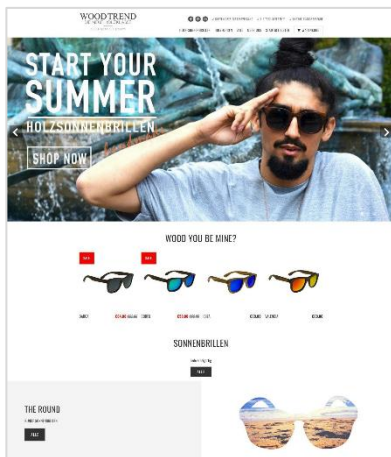


Abbildung 3.1. Ausschnitt einer getesteten Webseite. Die Probanden betrachteten die Startseite für 20 Sekunden.



Abbildung 3.2. Heatmap der Eyetracking-Ergebnisse aufgezeichnet mit einem Eyetracker.



Abbildung 3.3. Heatmap der Eyetracking-Ergebnisse aufgezeichnet mit einer HD-Webcam.

Quantitative Auswertung der Ergebnisse

Wir haben für alle Probanden die durchschnittliche Abweichung zwischen den Eyetracker- und den Webcam-Daten berechnet. Im Mittel haben die Fixationen des Webcam-Ansatzes einen Abstand von 352 Pixeln (ca. 6 cm) zu den Fixationen, die zum gleichen Zeitpunkt mit dem Eyetracker aufgezeichnet wurden.

Die Daten wurden außerdem anhand von Areas of Interest (AOI) analysiert. Diese Form der Auswertung wird auch im Rahmen von Usability-Studien eingesetzt. In den aufgezeichneten Screenshots werden Bereiche markiert, für die dann der durchschnittliche Prozentsatz aller Fixationen in diesem Bereich berechnet wurde. Damit kann die visuelle Aufmerksamkeit der Probanden quantitativ ausgewertet werden. Insgesamt wurden 51 AOIs in die drei Screenshots der Studie eingezeichnet und ausgewertet. In Abbildung 4.2. wird ein Beispiel für einige AOIs und die berechneten Durchschnittswerte gezeigt.



Abbildung 4.1. Original Webseite aus der Studie.

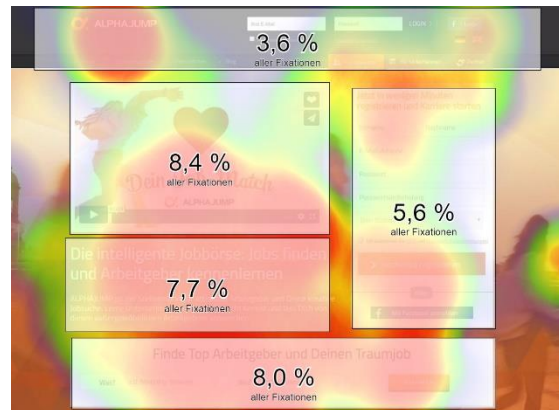


Abbildung 4.2. Webseite mit eingezeichneten AOIs und Prozentsatz der Fixationen innerhalb der AOIs. Im Hintergrund Eyetracker-Daten als Heatmap.

Die Analyse der Daten verdeutlicht die Ungenauigkeit der Webcam-Aufzeichnungen. Die Daten, die mit dem Eyetracker aufgezeichnet wurden, betrachten wir wegen ihrer hohen Genauigkeit als Referenzwerte. Das Diagramm in Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse für alle AOIs. Dargestellt ist die Stärke der Abweichung der Ergebnisse in Prozent mit der jeweiligen Anzahl der AOIs. Für 11 der 51 AOIs sind die berechneten Ergebnisse für beide Verfahren sehr ähnlich (im Diagramm: 0 bis 9 % Abweichung). 12 der AOIs haben eine Abweichung von 10 bis 29 % und 13 eine Abweichung von 30 bis 49 %. 15 der 51 AOIs weisen eine Abweichung von mehr als 50 % auf. Um die Ungenauigkeit zu verdeutlichen: Für eine beispielhaft ausgewählte AOI bedeutet eine Abweichung von 59 %, dass auf Basis der Eyetracker-Daten 7,1 % aller Fixationen innerhalb der AOI lagen, aber nur 2,9 % der Fixationen im Webcam-Datensatz.

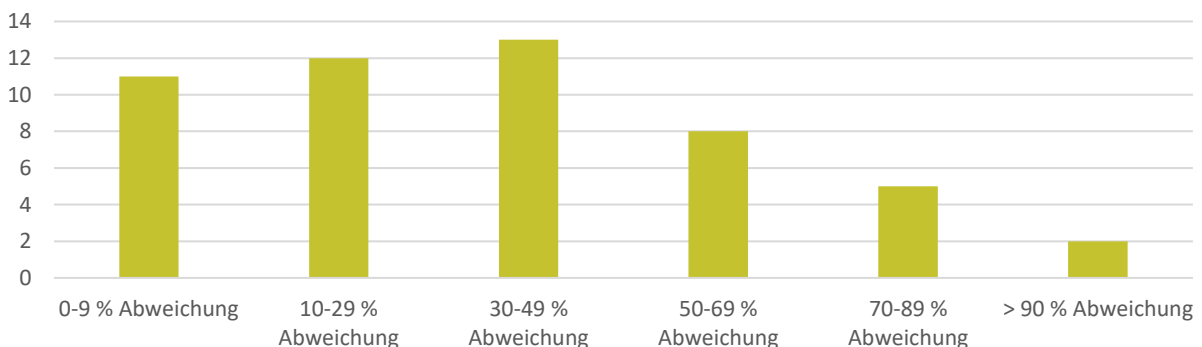


Abbildung 5: Ergebnisse für 51 AOIs auf 3 Testseiten. Dargestellt ist die relative Abweichung zwischen den AOI-Werten der Webcam-Daten zu den AOI-Werten der Eyetracker-Daten.

Abbildung 6 zeigt einige Ergebnisse für die Testseite. Die AOIs markieren hier die Bereiche der zu betrachtenden Testpunkte. Auch hier werden die großen Unterschiede zwischen den Ergebnissen des Eyetrackers und des Webcam-Eyetrackings deutlich.

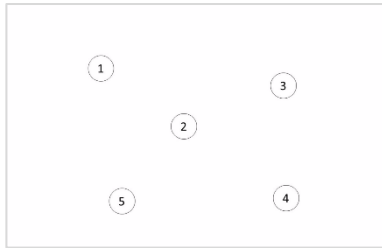


Abbildung 6.1. Seite mit Testpunkten.

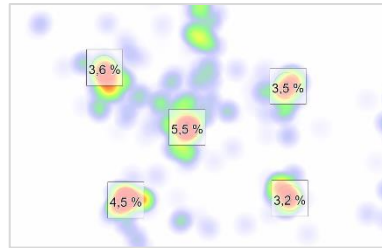


Abbildung 6.2. AOIs mit Prozentsatz der Fixationen für den Eyetracker-Ansatz.

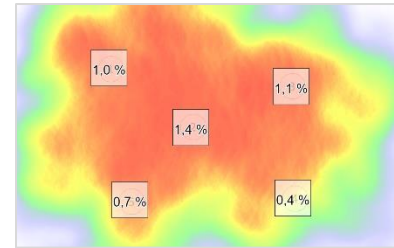


Abbildung 6.3. AOIs mit Prozentsatz der Fixationen für den Webcam-Ansatz.

Die bisherigen Ergebnisse für AOIs zeigen, dass die Webcam-Daten in der Auswertung von niedriger Qualität sind und deutlich von den Eyetracker-Daten abweichen. Eine Interpretation der Webcam-Daten auf Basis von AOIs gestaltet sich schwierig, da die Ergebnisse zum Teil sehr stark von den Referenzdaten abweichen. In einer letzten Untersuchung haben wir betrachtet, wie hoch die Ungenauigkeit ist, also wie viele Fixationen in Bereichen gemessen werden, in denen Sie höchstwahrscheinlich nicht lagen. Hierzu wurden auf der Testseite 5 AOIs in Bereiche zwischen den Testpunkten eingezeichnet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 zu sehen, die AOIs in Bereichen ohne visuellen Inhalt sind blau markiert. Der hohe Prozentsatz von Fixationen, die beim Webcam-Eyetracking außerhalb von Stimuli lagen, wird hier deutlich. Zum Teil werden mehr Fixationen in Bereichen gemessen, in denen es nichts zu betrachten gab, als direkt auf den Messpunkten.

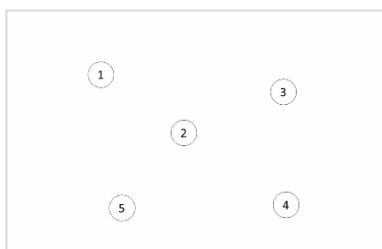


Abbildung 7.1. Seite mit Testpunkten.

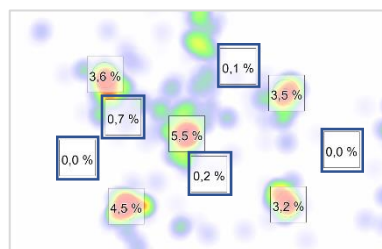


Abbildung 7.2. AOIs mit Prozentsatz der Fixationen für den Eyetracker-Ansatz. Blau: AOIs ohne visuellen Stimulus.

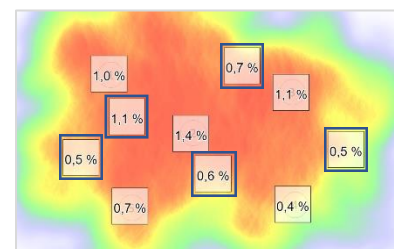


Abbildung 7.3. AOIs mit Prozentsatz der Fixationen für den Webcam-Ansatz. Blau: AOIs ohne visuellen Stimulus.

Fazit

EYEVIDO bietet ein cloudbasiertes Eyetracking-System, mit dem Usability-Studien mit Eyetracking dezentral durchgeführt werden können. Dabei werden zur Datenerhebung Eyetracker verschiedener Hersteller eingesetzt. Ein Tausch der Spezialhardware gegen Webcams würde Vorteile wie geringere Kosten und eine höhere Flexibilität bei der Datenerhebung mit sich bringen. Im Rahmen dieser Studie wurde daher untersucht, ob Webcam-Eyetracking eine brauchbare Alternative zur Nutzung von Eyetrackern darstellt.

Leider zeigt unsere Studie, dass die Qualität der Webcam-Daten für Usability-Studien nicht ausreicht. Bereits die Visualisierung der Daten verdeutlicht die große Streuung und Ungenauigkeit. Die quantitative Analyse mit Hilfe von Areas of Interest belegt die großen Abweichungen. Die Interpretation der Webcam-Daten würde sich für Usability- und Marketingexperten als extrem schwierig darstellen, da sie nur in wenigen Bereichen korrekt sind und in vielen Bereichen im Vergleich

zu den Referenzdaten des Eyetrackers stark nach oben oder unten abweichen. Gerade in der Usability-Analyse sind ungewöhnliche Aufmerksamkeitsverteilungen von größtem Interesse. Scheinbare Ausreißer können auf Irritationen eines Benutzers und damit auf Usability-Probleme hindeuten. Die Gefahr von Fehlinterpretationen bei schwankender Datenqualität ist also sehr groß. Für eine verlässliche Auswertung muss immer klar sein, ob eine Auffälligkeit auf ungenauen Daten oder der tatsächlichen Benutzerinteraktion beruht. Auch die Schwierigkeit des Webcam-Eyetrackings mit Sehhilfen stellt ein Problem dar, etwa bei der Auswahl von Probanden.

Günstige Eyetracker für unter 500 Euro bieten ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und liefern qualitativ hochwertige Blickdaten. Sie ermöglichen die Analyse des Benutzerverhaltens einzelner Probanden und erlauben es mit relativ kleinen Stichproben ab zehn Teilnehmern zu arbeiten. Die Qualität der Webcam-Daten reicht beim derzeitigen Stand der Technik leider noch nicht aus, um das Benutzerverhalten im Rahmen von Usability-Studien belastbar zu interpretieren.



Über die Autorin

Dr. Tina Walber beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Eyetracking. Sie hat in diesem Bereich promoviert und eine Reihe an wissenschaftlichen Arbeiten auf internationalen Konferenzen veröffentlicht. Frau Walber ist außerdem zertifizierte Usability-Ingenieurin. Seit 2015 ist sie Gründerin und Geschäftsführerin der EYEVIDO GmbH.



EYEVIDO GmbH
Crowd Eyetracking

Münzplatz 10
56068 Koblenz

E-Mail: info@eyevido.de
Web: www.eyevido.de