

Eyetracking

Ziele des Eyetracking

Aufzeichnung von Augen- bzw. die Blickbewegungen einer Testperson und Auswertung hinsichtlich verschiedener Fragestellungen.

Was ist Eyetracking?

Unter Eyetracking versteht man Verfahren, die den Blickverlauf einer Person beim Betrachten eines Bildes registrieren und aufzeichnen.

Die **Bewegung des Auges** über eine Bildfläche wird ebenso aufgezeichnet wie die **Fixationsdauer** bestimmter Punkte. Es wird also gemessen, in welcher Reihenfolge, wann und wie lange Bereiche des Bildes betrachtet werden.

14.05.2009

Eyetracking

1

Aufzeichnungsverfahren

- **Retinal-Nachbilder** - Durch eine Folge starker Lichtreize werden Nachbilder auf der Retina erzeugt, durch deren Position die Augenbewegungen (Okulomotorik) erschlossen werden kann
- **Elektrookulogramme**. Messung der elektrischen Spannung zwischen Netzhaut (negativer Pol) und Hornhaut (positiver Pol)
- **Kontaktlinsenmethode**. Reflexion von verspiegelten Kontaktlinsen wird per Kamera aufgezeichnet
- **Search coil**. Mit Spulen versehene Kontaktlinsen werden magnetischem Feld ausgesetzt. Aus induzierter Spannung kann Augenbewegung berechnet werden
- **Cornea Reflex Methode**

14.05.2009

Eyetracking

2

Videobasierter ET mit Infrarot-Technologie

Kann direkt am Beobachtungsmonitor installiert werden und arbeitet berührungslos.

Vorteil: Die Probanden werden somit nicht in ihren natürlichen Bewegungsabläufen beeinträchtigt und die Versuchsreihen nicht durch eine allzu künstliche Versuchsumgebung in ihren Ergebnissen verfälscht.

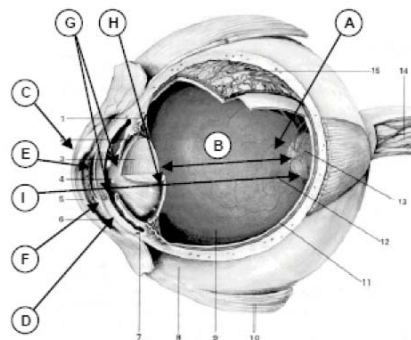
Technik. Ein Infrarot-Lichtstrahl wird auf die Augen gerichtet. Eine Videokamera zeichnet ein **Bild der Augen** auf. Es werden sowohl die **Pupillen**, als auch ein **Reflexpunkt** des infraroten Lichtes auf der Hornhaut – der so genannte Corneale Reflex – aufgezeichnet. Die Software errechnet aus dem relativen Abstand von Pupillen und Hornhautreflex die Augenbewegung.

14.05.2009

Eyetracking

3

Das Auge



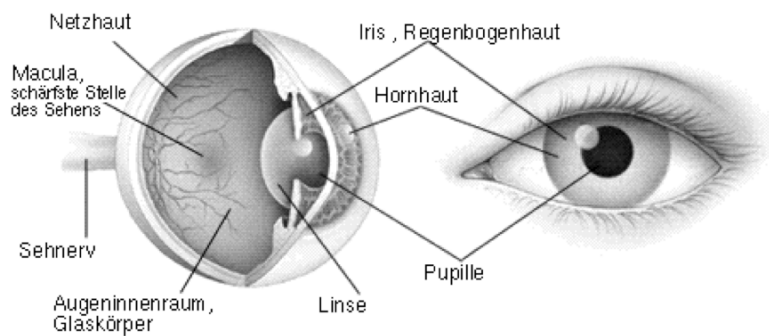
1	Ziliarmuskel	10	Augenmuskulatur	(C)	Krümmung der Cornea
2	Iris	11	Retina	(D)	Limbus
3	Linse	12	Fovea	(E)	Pupille
4	Pupille	13	blinder Fleck	(F)	Corneareflex /
5	Hornhaut	14	Sehnerv		1. Purkinje Bild
6	vordere Augenkammer	15	Aderhaut	(G)	2. und 3. Purkinje Bild
7	hintere Augenkammer	(A)	Retinales Nachbild und Blutgefäße auf der Retina	(H)	4. Purkinje Bild
8	Sklera	(B)	corneo-retinale Potential	(I)	Reflexion von der Retina (bright pupil)
9	Glaskörper				

14.05.2009

Eyetracking

4

Cornea-Reflex



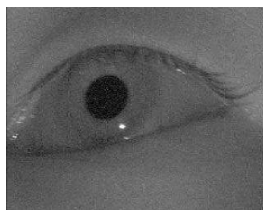
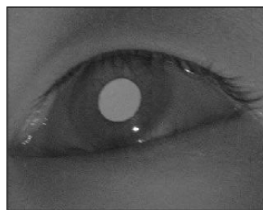
14.05.2009

Eyetracking

5

Funktionsweise

- Infrarot-Beleuchtung des Auges.
 - Lichtquelle nahe optischer Achse: helle Pupille, Rote-Augen-Effekt
 - Lichtquelle von optischer Achse entfernt: dunkle Pupille
- Heller Punkt durch Reflexion an Hornhaut (Cornea)



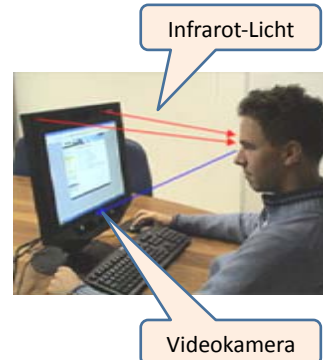
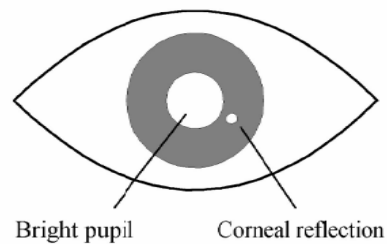
14.05.2009

Eyetracking

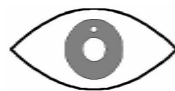
6

Cornealer Reflex

Infrarot-Beleuchtung des Auges



Blick auf Kamera



Blick unter Kamera



Blick unter und rechts
der Kamera

14.05.2009

Eyetracking

7

Augenbewegungen

Drei Fälle von Bewegungen zur Ausrichtung des Auges auf ein Objekt werden unterschieden:

- Es findet ein **Blickwechsel** von einem Objekt zu einem anderen statt.
- Das betrachtete Objekt bewegt sich, und die **Augen** versuchen dieser **Bewegung** zu **folgen**.
- Der Körper bzw. der **Kopf bewegt sich**, und die Augen gleichen diese Bewegungen aus.

14.05.2009

Eyetracking

8

Typen von Blickbewegungen

- **Stabilisierung** des Netzhautbildes
 - z.B. vestibulo-okulärer Reflex
- **Verschiebung** der Blickrichtung
 - schnelle (ruckartige) Blickbewegungen: **Sakkaden**
 - langsame (glatte) Folgebewegungen
 - Vergenzbewegungen (*disjunktive Augenbewegungen*).
Aufgabe: Objekte auf beide Augen abbilden.
- **Fixation**
 - **Tremor** (Zittern). Kleinste Augenbewegung. Aufgabe: neue Reize für die Nervenzellen.
 - **Mikrosakkaden**. Aufgabe: Refixierung nach einer Drift.
 - **Driftbewegungen**. Aufgabe: Netzhautschoner

14.05.2009

Eyetracking

9

Fixation

- Ein bestimmter Punkt im Raum – der so genannte **Fixationspunkt** – wird fokussiert, also mit dem Blick erfasst wird, um diese Stelle visuell zu fixieren.
- Eine **absolute Ruheposition** der Augen ist bei der Fixation **nicht möglich**. Es treten unablässig leichte Zitterbewegungen des Augapfels auf, die zu kleinen Veränderungen in der Positionierung des Auges führen.
- Das eintreffende Bild fällt also nicht ständig auf dieselben visuellen Rezeptoren auf der **Netzhaut**, die dadurch **entlastet** werden.

14.05.2009

Eyetracking

10

Sakkade

- **Sprung** von einer Fixation zur nächsten, also beispielsweise beim Wechsel vom Blick auf die Tastatur zum Blick auf den Monitor.
- Eine **Sakkade** ist **ruckartige** und sehr schnelle **Augenbewegung**, während derer man keinerlei optische Informationen wahrnimmt und somit tatsächlich blind ist.
- Der Großteil der bewussten Augenbewegungen besteht aus **Fixationen** und **Saccaden**, eine **abwechselnde Reihe** davon machen eine Verfolgungsbewegung aus, mit der sich bewegende Objekte fixiert werden. Während der **Fixationsphasen** werden Informationen an das Gehirn geleitet werden, die auch während der **Saccadenphase** weiter ausgewertet werden können.

14.05.2009

Eyetracking

11

Sakkadische Blickbewegungen u. Fixationen

- Sakkaden
 - ballistisch (ohne visuelle Kontrolle) gesteuerte Veränderungen des Fixationspunktes
 - Dauer einer Sakkade: 30 ms
 - hohe Winkelgeschwindigkeit, bis zu 700°/sec
 - Unterdrückung der Wahrnehmung visueller Reize während sakkadischer Bewegung
 - sakkadische Suppression
 - Eigenversuch: keine Bewegung der eigenen Augen im Spiegel wahrnehmbar
- Fixationen
 - Verweilen auf einem Punkt
 - Dauer einer Fixation: 230 [70, 700] ms
 - Wahrnehmung des fixierten Objekts

14.05.2009

Eyetracking

12

Sakkadische Blickbewegungen

- **Eigenschaften**

- einzige unwillkürliche Art der Blickbewegung
- quasi-ballistisch: Bewegung ohne visuelle Kontrolle
- ruckartig: hohe Winkelgeschwindigkeit (bis 700°/sec)
- kurz: 50 msec bei 10° Sakkade
- präzise: Fehler <10%

- **Visuelle Aufmerksamkeit**

- offene vs. verdeckte Aufmerksamkeitszuwendung
- enge Kopplung mit visueller Aufmerksamkeit
- jeder sakkadischen Blickbewegung geht eine Verschiebung der Aufmerksamkeit voraus

14.05.2009

Eyetracking

13

Einflussfaktoren auf Fixationen und Sakkaden

Dauer von Fixationen – die Länge von Saccaden

- **biologischen Faktoren** wie Müdigkeit, Drogenkonsum, Koffeinpegel, Geschlecht und Alter
- **individuellen Faktoren** wie Gewohnheiten, Fähigkeiten, Intention der Beobachtung und Interesse am beobachteten Gegenstand
- **Qualität des visuellen Gegenstandes**. Z. B. die Komplexität einer grafischen Darstellung oder der Schwierigkeitsgrad eines Textes

Gerade diese Wechselwirkungen zwischen Objekt und Betrachter, bei der sich das Gesehene und dessen kognitive Verarbeitung gegenseitig beeinflussen, machen die Blickbewegungsforschung und damit die Methode des Eyetracking aus wissenschaftlicher und ökonomischer Perspektive interessant.

14.05.2009

Eyetracking

14

Blickbewegungen beim Lesen

DANS, KÖN OCH JAGPROJEKT

På jakt efter ungdomars kroppsspråk och den "synkretiska dansen", en sammansmältning av olika kulturers dans, har jag i mitt fältarbete under hösten rört mig på olika arenor inom skolans värld. Nordiska, afrikanska, syd- och östeuropeiska ungdomar gör sina röster hörda genom sång, musik, skrik, skraff och gestaltar känslor och uttryck med hjälp av kroppsspråk och dans.

Den individuella estetiken framträder i kläder, frisyrer och symboliska tecken som förstärker ungdomarnas "jagprojekt" där också den egna stilen i kroppsrörelserna spelar en betydande roll i identitetsprövningen. Upphållsrummet fungerar som offentlig arena där ungdomarna spelar upp sina performanceliknande kroppsshower

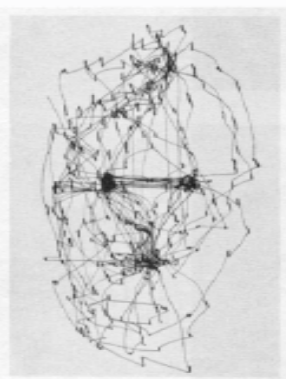
14.05.2009

Eyetracking

15

Blickbewegungen bei Bildern

- Fixierung „informationstragender“ Strukturen
– Augen, Mund bei Gesichtern



Quelle: http://www.paed.uni-muenchen.de/~deubel/Motorik/Integrat_web/ppframe.htm

14.05.2009

Eyetracking

16

Blickbewegungen sind kontextabhängig

Blickbewegungen abhängig von

- Vorwissen
- Einstellung
- Aufgabe

Prime:



Test:



14.05.2009

Eyetracking

17

Welche Vorteile hat Eyetracking?

- Im Gegensatz zu vielen anderen Verfahren, die etwa auf Heuristiken beruhen, können durch Eyetracking "harte Daten" gewonnen werden.
- Es erlaubt Rückschlüsse über die kognitiven Vorgänge bei der Versuchsperson, die noch unmittelbarer sind als etwa bei der Methode des "lauten Denkens".
- Effekte wie etwa soziale Erwünschtheit oder der Versuchsleitereffekt, die bei Nutzerbefragungen und Fragebögen auftreten können, dürfen beim Aufzeichnen der Blickrichtung ausgeschlossen, bzw. minimiert werden.
- Es ist möglich festzustellen, ob eine Versuchsperson liest, oder Text nur nach bestimmten Wörtern *scannt*
- Es kann ermittelt werden, auf welche Bereiche des Bildschirms (Navigationsleisten, Werbebanner, etc.) sich die Aufmerksamkeit der Versuchsperson konzentriert.
- Das Suchverhalten des Nutzers wird nachvollziehbar.

14.05.2009

Eyetracking

18

Welche Nachteile hat Eyetracking? (1)

- Es ist nicht messbar, ob und was eine Versuchsperson tatsächlich "gesehen" bzw. *wahrgenommen* hat. Hier ist der **Unterschied zwischen Sinnesreiz und Wahrnehmung** zu beachten. Wahrnehmung ist ein kognitiver Prozess, über den Fixationsdauer und -ort des Auges allein keinen Aufschluss geben
- Es ist auch nicht möglich, mit völliger Sicherheit festzustellen, dass ein Nutzer **etwas nicht gesehen** hat. Eyetracker zeichnen den Blickfokus auf, das menschliche Auge verwertet jedoch auch **Informationen** aus dem **peripheren Blickfeld**.
- Eyetracking alleine erlaubt keine Rückschlüsse darauf, **warum** eine Versuchsperson ein Bildelement fixiert hat oder nicht.

14.05.2009

Eyetracking

19

Welche Nachteile hat Eyetracking? (2)

- Nicht alle Nutzergruppen können ohne weiteres untersucht werden, da einige Verfahren Brillenträger ausschließen oder den Einsatz von Kontaktlinsen erfordern.
- Einige, vor allem ältere, Verfahren arbeiten mit am Kopf des Nutzers befestigten Kameras, verlangen eine Fixation der Versuchsperson, oder das Einsetzen von Kontaktlinsen. Ein verstärkter **Laboreffekt** ist hier nicht auszuschließen.

14.05.2009

Eyetracking

20

Einsatzmöglichkeiten von Eyetrackern

Zur Analyse des Benutzerverhaltens lassen sich typischerweise folgende Aspekte und Fragen näher beleuchten:

- Was wird auf einer Bildschirmseite wahrgenommen?
- Welche Betrachtungsdauer haben einzelne Seiten und einzelne Bereiche (z.B. Menüs, Headlines, Werbebanner, grafische Elemente) innerhalb einer Seite?
- Wie oft und wie lange werden bestimmte Inhaltsbereiche vom Blick erfasst?
- Welche Bereiche werden intensiv gelesen oder betrachtet, welche werden nur überflogen?
- Lesen die User nur Überschriften bzw. Teaser oder auch ganze Artikel?
- Wie ist das Aufmerksamkeitsverhältnis zwischen Grafik- und Textelementen?

14.05.2009

Eyetracking

21

Hintergrund

Ziel der Blickbewegungsforschung

- **Zusammenhänge** zwischen **Augenbewegungen** und kognitiven Verarbeitungsprozessen im Gehirn aus kognitionspsychologischer Perspektive erkennen
- Durch geeignete Analyse- und Interpretationsschemata den von außen **beobachtbaren Blickbewegungen** entsprechende **interne, subjektive Vorgänge und Ergebnisse** zuordnen.

14.05.2009

Eyetracking

22

Methoden

- Erst wenn Ziel und Zweck der Untersuchung klar sind, stellt sich die Frage der sinnvollen Operationalisierung.
- Vielseitige Menge an Analysewerkzeugen, Instrumenten und Methoden
- Beurteilung in Hinblick auf Art und Umfang der Durchführung und Auswertung
- Aufbereitung der Daten

14.05.2009

Eyetracking

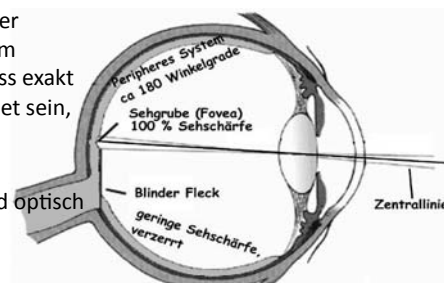
23

Differenziertes Vorgehen

- Untersuchungsinstrumente und Untersuchungsanordnungen müssen an die Evaluationsziele angepasst werden; es gibt keinen "Königsweg".
- Durch Kombinieren von Eye- und Mousetracking können die Phänomene *Foveales Sehen* und *Peripheres Sehen* erfasst werden.

Foveales Sehen. Die Zentrallinie entspricht der optischen Achse in der Fovea (Sehgrube), dem Bereich des schärfsten Sehens. Das Auge muss exakt auf einen bestimmten Fixationspunkt gerichtet sein, um die maximale Sehschärfe auszunützen.
(Abtastsequenz 3-4 Hz)

Peripheres Sehen liefert grobe unscharfe und optisch verzerrte Seheindrücke außerhalb des Fixationspunktes. (Abtastsequenz 100 Hz)

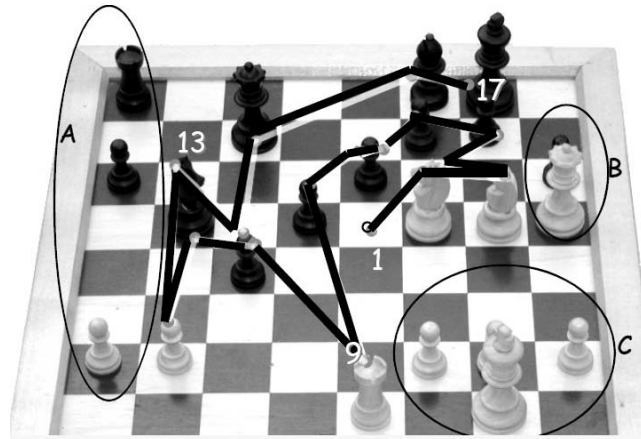


14.05.2009

Eyetracking

24

Beispiel: Blickbewegungen beim Schach



Blickbewegung und 17 Fixationspunkte eines Schachmeisters bei der Aufgabe, sich in 5 Sekunden die Positionen möglichst vieler Schachfiguren zu merken

14.05.2009

Eyetracking

25

Homo Sapiens 1.0, Peripheres Sehen und UI-Design

Das Verständnis des peripheren Sehens ist von grundlegender Bedeutung für die grafische Gestaltung von Bildschirmseiten. Warum?

Das menschliche "Betriebssystem" trat erstmals vor 140.000 Jahren auf den Plan, ohne dass bisher eine Aktualisierung in Sicht wäre. Homo Sapiens 1.0 ist das wichtigste Betriebssystem, für das Sie jemals ein Programm schreiben werden.

Sie würden doch im Traum nicht daran denken, für Windows® ein Programm zu entwickeln, ohne das Ereignisbehandlungsmodell oder APIs von Windows zu verstehen. Wenn Sie ein Programm entwickeln möchten, das Menschen benutzen können, so müssen Sie deren **Ereignisbehandlungsmodell** verstehen.

14.05.2009

Eyetracking

26

Peripheres Sehen und UI-Design (1)

Wenn wir vor unserem Computerbildschirm ein Gefühl von Informationsüberfrachtung haben, dann heißt dies, dass der Informationsfluss nicht richtig an unser Wahrnehmungssystem angepasst ist.

Unsere erste Informationsaufnahme erfolgt über das Sehen. Wir verfügen über ein peripheres Sehen von etwa 207°. Hochauflösend sehen wir nur im fovealen Bereich, und das sind nur etwa 0,2 mm im Durchmesser.

Da wir Jäger und Sammler sind, entwickelt unser Gehirn die Fähigkeit, Informationen nach Priorität zu ordnen. So bedeutet ein unerwartetes Geräusch im Rücken beispielsweise oft Gefahr. Wir reagieren unglaublich empfindlich auf eine plötzliche Bewegung im Randbereich unseres Sichtfelds; sie ist "Priorität 0 Unterbrechung", da sie für einen Jäger und Sammler entweder Bedrohung oder Nahrung bedeutet.

14.05.2009

Eyetracking

27

Peripheres Sehen und UI-Design (2)

Mithilfe des peripheren Sehens sortieren wir Informationen, und unser Gehirn kann riesige Datenmengen vergleichen und sichten und dann nur wirklich Wichtigem Aufmerksamkeit widmen. Sobald wir beschließen, den Blick auf etwas zu konzentrieren, nehmen wir es in die Hand oder nähern uns ihm ausreichend, um den Hochauflösungsbereich unseres fovealen Sehens zu nutzen.

Das ist der Schlüssel zur Informationsüberfrachtung. Unser Computerbildschirm befindet sich im Allgemeinen genau im Bereich unseres fovealen Sichtfelds. Es gibt einen gewissen Randbereich, aber nicht viel. Es ist, als würden wir einen 64-Bit-Kanal nehmen, eine 8-Bit-Düse darauf setzen – und uns dann wundern, weshalb wir einen erhöhten Druck spüren. Wenn wir immer mehr Information durch diese Düse schicken, wird der Kanal überlastet. Da der Computer unser Fenster zur Welt wird, beginnt hier ein Problem. Wenn die Welt so groß ist, warum ist dann mein Fenster so klein?

14.05.2009

Eyetracking

28

Peripheres Sehen und UI-Design (3)

Die Lehren daraus sind ziemlich direkt. Benutzen Sie größere Bildschirme oder Mehrfachbildschirme. Doch halten Sie unabhängig von der Bildschirmgröße das, was im fovealen Bereich abläuft, so stabil wie möglich, sofern Sie nicht WIRKLICH die Aufmerksamkeit des Benutzers erregen müssen. Es liegt in der Natur der „Priorität 0 Unterbrechung“ der Bewegung, dass Popups oder plötzlich aufblitzende Werbebotschaften auf einer Webseite so irritierend wirken; diese lenken Sie zwangsläufig vom Lesen oder jeder anderen Arbeit ab. Werbefachleute wissen das – es ist genau das, was sie erreichen wollen.

Für das einfache Überleben ist unser Wahrnehmungssystem sehr anspruchsvoll und hoch entwickelt. Bei der Nutzung von Computern als Informationsschnittstellen jedoch stehen wir noch ganz am Anfang. Wir haben noch viel zu lernen und einen weiten Weg vor uns, bis uns diese Art der Informationsbeschaffung natürlich erscheinen wird. Wir können helfen, indem wir versuchen, den Informationsfluss besser an die menschliche Wahrnehmung anzupassen.

14.05.2009

Eyetracking

29

Mouse- und Eyetracking (1)

- Mit der Verschränkung von **Eye- und Mastracking** kommt die Usability-Analyse auch dem Phänomen des peripheren Sehens näher.
 - Was sehen Benutzer?
 - Was nehmen Benutzer wahr
 - Worauf klicken sie und worauf nicht – und warum.
- Auch qualitative Merkmale z.B. durch
 - **Think-Aloud**-Protokolle und
 - subjektive Daten aus **Befragungen** erfassen.

14.05.2009

Eyetracking

30

Mouse- und Eyetracking (2)

- **Eyetracking** hilft, konkrete und objektive Rückschlüsse über Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitung und ihre Zusammenhänge zu ziehen.
- Maus als wichtige Schnittstelle zwischen Mensch und Anwendung
- Die aus der **Maus- und Klickverfolgung** entstehenden Daten in Beziehung zu **Eyetracking**-Ergebnissen können Zusammenhänge über **Ursache und Wirkung** aufzeigen

14.05.2009

Eyetracking

31

Mousepaths und Clickspots

- Der **Mousepath** visualisiert die Mausbewegungen und Klicks einzelner Nutzer
- Aufschlussreich werden die Mausverläufe nur in Kombination mit **Clickspots**. Diese aggregieren die Mauseklickdichte einer bestimmten Nutzergruppe auf der jeweiligen Seite
- Mausverläufe und **Clickspots** alleine lassen noch keine Rückschlüsse auf Wahrnehmung, Motivation und Verhalten zu.
Erst in Verbindung mit vorausgehenden Blickverläufen (**Sakkaden** und **Fixationen**) werden Klickentscheidungen nachvollziehbar und verständlich.

14.05.2009

Eyetracking

32

Was untersuchen die Mausverlaufsanalysen?

Die **Analysen** zeigen **objektiv** und **präzise** auf, wie und wann welche Elemente (Links, Buttons, Grafiken) in welcher Reihenfolge angeklickt werden. In Kombination mit Eyetracking-Tests wird klar:

- weshalb Testpersonen welche Elemente (nicht) anklicken,
- was sie sehen und wahrnehmen,
- was sie nur betrachten oder tatsächlich lesen,
- wie viel Aufmerksamkeit sie Texten und Grafiken schenken,
- welche Bereiche ihrer Aufmerksamkeit entgehen,
- was sie anders wahrnehmen als Vergleichsgruppen – *und warum*.

14.05.2009

Eyetracking

33

Usability-Test

Im Verlauf eines Usability-Tests werden relevante Daten wie Mausbewegungen, Klicks, Blickverläufe (Fixationen/Sakkaden), Texteingaben, Interaktionsverhalten und Bildschirmvideo aufgezeichnet. Optional können die Testpersonen befragt werden (Fragebogen, Interview). Der **Attention-Analytics**-Report enthält:

- Einzelpersonen-/Gruppenvergleichsanalysen (Attentional Clustering, Verschränkung von Datentypen aus Klick-, Eyetracking-, Befragungs- und Beobachtungsdaten),
- Videos mit Mausverlauf (**Mousepaths**) und Blickverlauf (**Scanpaths**),
- **Aufmerksamkeitskarten** (Coarse-/Fine-Level Areas of Interest),
- Dichteverteilungen, Fixationsdiagramme (**Mouse-Clickspots** und **Eyetrack-Heatmaps, Attention Clouds**),
- Vorschlägen zur Behebung von Nutzungsproblemen bzw. zur Optimierung der Website.

14.05.2009

Eyetracking

34

Usability-Test mit Eyetracking

Attention Analytics: Eyetracking ermöglicht es, die Usability von Software und Websites noch gezielter zu optimieren. Die Methodik integriert Beobachtungs-, Befragungs-, Klick- und Eyetracking-Daten und analysiert damit nicht nur Blickbewegungen und -verläufe, sondern gibt auch die objektive Antwort darauf, *warum* Inhalte wirken, wie sie wirken.

14.05.2009

Eyetracking

35

Was untersuchen die Blickverlaufsanalysen?

Die Analysen zeigen präzise auf:

- was Testpersonen sehen und wahrnehmen,
- was sie nur betrachten oder tatsächlich lesen,
- wie viel Aufmerksamkeit sie Texten und Grafiken schenken
- welche Bereiche ihrer Aufmerksamkeit entgehen
- was sie anders wahrnehmen als andere – *und warum*.

14.05.2009

Eyetracking

36

Stimulusmedium

Als **Stimulusmedium** eignet sich alles, was auf Bildschirmen darstellbar ist: Websites, Software, Internet-Applikationen oder Online-Shops.

Im Verlauf einer Eyetracking-Sitzung werden sämtliche relevanten Daten wie Augenbewegungen (Fixationen/Sakkaden), Blickverläufe, Mausebewegungen und Klicks, Texteingaben, Interaktionsverhalten und Bildschirmvideo aufgezeichnet. Anschließend werden die Daten analysiert.

14.05.2009

Eyetracking

37

Auswertungen

Die Auswertungen enthalten:

- Einzelpersonen-/Gruppenvergleichsanalysen (Attentional Clustering, Verschränkung von Datentypen aus Eyetracking-, Klick-, Befragungs- und Beobachtungsdaten),
- Videos mit Blickortüberlagerung (Gaze Overlay),
- visualisierte Blickverlaufsanalysen (Scanpaths),
- **Aufmerksamkeitskarten** (Coarse-/Fine-Level Areas of Interest),
- Fixationsdiagramme (Hotspots),
- Eyetracking-Heatmaps, Attention Cluster
- Mousetracking-Clickmaps.

14.05.2009

Eyetracking

38