

EXTENDED PAPER

Eyetracking in der Kommunikations- und Medienwissenschaft: Theorie, Methode und kritische Reflexion

Eyetracking in Communication and Media Studies: Theory, Method and Critical Reflection

Stephanie Geise

Dr. Stephanie Geise: Universität Erfurt, Philosophische Fakultät, Seminar für Medien- und Kommunikationswissenschaft; Kontakt: stephanie.geise@uni-erfurt.de

Eyetracking in der Kommunikations- und Medienwissenschaft: Theorie, Methode und kritische Reflexion

Eyetracking in Communication and Media Studies: Theory, Method and Critical Reflection

Stephanie Geise

Abstract: Although eye tracking does not yet represent a standard instrument of communication and media science, it has been used more and more frequently in the last years as single method or in method combination. The fascination of the reconstruction of the human gaze is „eye catching“: as an apparative, physiological, reception-accompanying observation method eye tracking captures the majority of the genuine eye movement and allows a description and analysis qualitatively as well as quantitatively. In this way, eye tracking provides a fairly accurate reference point, with regards to what content is foveally fixated by recipients during the visual perception process of the visual stimulus, with what intensity recipients visually turn towards the content or information, in what temporal and contextual order the observation happens and where no visual attention is attributed. In contrast, eye tracking alone provides *no* or *only little* potential for answering questions such as what content recipients perceive of the visual stimulus in the peripheral or para-foveal perception space, why or with what intention or motivation they turn towards the stimulus, what the recipients think or feel while observing the visual stimulus or what subsequent emotional or cognitive processes are attached to the perception of the respective visual detail.

Keywords: Methodology, Apparative Measurements, Continious Measurements, Eyetracking, Eye Movements, Physiology of Visual Perception, Eye Mind Assumption, Immediacy Assumption, Visual Communication

Zusammenfassung: Obwohl Eyetracking kein Standard-Instrument der Kommunikations- und Medienwissenschaft ist, wird es in den letzten Jahren verstärkt als Methode oder in Methodenkombinationen eingesetzt. Die Faszination der Rekonstruktion des Blickverlaufs ist dabei „augenscheinlich“: Als apparatives, physiologisches, rezeptionsbegleitendes Beobachtungsverfahren erfasst Eyetracking den Großteil der tatsächlichen Blickbewegungen und ermöglicht, sie qualitativ und quantitativ zu beschreiben und zu analysieren. Damit liefert Eyetracking Aufklärungspotential zur Frage, welche Inhalte Rezipienten während der Rezeption des visuellen Stimulus foveal fixieren, in welcher Intensität sie sich den betrachteten Inhalten bzw. Informationen visuell zuwenden, in welcher zeitlichen und inhaltlichen Reihenfolge die Betrachtung erfolgt, wo keine visuelle Aufmerksamkeit gebunden wird. Eyetracking allein kann hingegen *nicht* oder *kaum* Auskunft darüber geben, welche Inhalte Rezipienten während der Rezeption des visuellen Stimulus im peripheren bzw. para-fovealen Wahrnehmungsraum erfassen, warum bzw. mit welcher Intention oder Motivation die Rezipienten sich den visuellen Stimulusbereichen zuwenden, was die Rezipien-

ten denken und fühlen, wenn sie sich den jeweiligen visuellen Stimulusbereichen zuwenden, welche nachfolgenden emotionalen oder kognitiven Prozesse mit der Rezeption der jeweiligen visuellen Stimulusbereiche verbunden sind.

Schlagwörter: Methoden der Kommunikationswissenschaft, Apparative Messverfahren, Prozessmessverfahren, Eyetracking, Blickaufzeichnung, Physiologie Visueller Wahrnehmung, Eye Mind Assumption, Immediacy Assumption, Visuelle Kommunikation.

Inhaltsverzeichnis

1.1	Einleitung	153
1.2	Entwicklung und Stand der Methode	154
1.3	Der Blick auf den Blick der Rezipienten	159
2.	Grundlagen visueller Wahrnehmung und ihrer Erfassung mittels Eyetracking	163
2.1	Psycho-physische Grundlagen visueller Wahrnehmung	164
2.1.1	Strukturkomponenten visueller Wahrnehmung: Fixationen, Sakkaden, Mikrobewegungen	167
2.1.2	Exogene Kontrolle visueller Wahrnehmung	171
2.1.3	Endogene Kontrolle visueller Wahrnehmung	175
2.1.4	Die Bedeutung parafovealer und peripherer Perzeption	176
2.2	Technische Grundlagen zur Erhebung von Eyetracking-Daten	178
2.2.1	Tablemounted und Headmounted-Systeme	178
2.2.2	Die technische Funktionsweise eines Eyetrackers	182
2.3	Methodische Grundlagen zur Erhebung von Eyetracking-Daten	187
3.	Zur Interpretation von Eyetracking-Daten	192
3.1	Prämissen der Interpretation von Eyetracking-Daten und Diskussion der Prämissen	192
3.2	Indikatoren zur Interpretation von Eyetracking-Daten und Diskussion der Indikatoren	199
3.2.1	Fixationen und fixations-bezogene Indikatoren	203
3.2.2	Exkurs: Synchronisation der Blickverlaufsindikatoren mit dem Stimulus und Areas of Interest	207
3.2.3	Scan Path und scanpath-bezogene Indikatoren	213
3.2.4	Sakkaden und sakkaden-bezogene Parameter	215
4.	(Passives) Eyetracking in typischen Methodenkombinationen	216
4.1	Eyetracking und standardisierte schriftliche Befragungen	218
4.2	Eyetracking und standardisierte mündliche Befragungen	222
4.3	Eyetracking und teil-standardisierte mündliche Befragungen (Leitfadeninterviews)	226
4.4	Eyetracking und Real Time Response Measurement	230
4.5	Eyetracking und Lautes Denken	236
5.	Eyetracking: Potentiale und Grenzen	240

1.1 Einleitung

„What does an image of an eye
reveal about the world and the person
and *how can this information be extracted?*“
(Nishino & Nayar 2008, S. 154)

Obwohl Eyetracking kein Standard-Instrument der Kommunikations- und Medienwissenschaft ist, wird es in den letzten Jahren verstärkt als Methode oder in Methodenkombinationen eingesetzt (vgl. Bucher & Schumacher, 2011). Dabei ist die Faszination der Rekonstruktion des Blickverlaufs „augenscheinlich“: Als apparatives, physiologisches, rezeptionsbegleitendes Beobachtungsverfahren ermöglicht Eyetracking einen Einblick in den *Rezeptionsprozess der visuellen Wahrnehmung* – der ohne Eyetracking häufig impliziert, aber *selten empirisch analysiert* wurde. Dabei sind in der Kommunikations- und Medienwissenschaft viele Fragestellungen denkbar, bei denen die Beobachtung und Analyse der visuellen Wahrnehmung Aufklärung verspricht: Welche Inhalte selektieren Rezipienten tatsächlich beim Zeitungslesen – abhängig von welchen gestalterischen Merkmalen? Welche bildhaften Elemente werden auf Anzeigen oder Wahlplakaten betrachtet? Mit welcher visuellen Aufmerksamkeit verfolgen Rezipienten eine Nachrichtensendung im Fernsehen? Erzeugt Schock-Werbung visuell-sensorisches Vermeiderverhalten? Wie orientiert man sich visuell auf Internetseiten oder beim Spielen am Computer?

Besonderes Aufklärungspotential hat Eyetracking in Verbindung mit anderen Methoden der Kommunikationsforschung: Steht z. B. die *Wirkung* von Medienrezeption im Mittelpunkt und präsentiert man den Rezipienten visuelle Stimuli, um danach in einer Befragung eine Veränderung auf Konstruktbasis zu erheben, lässt sich mit Eyetracking konkretisieren, welche Informationseinheiten die Rezipienten tatsächlich wahrgenommen haben, d. h. wovon eine mögliche Wirkung überhaupt ausgehen kann. Mit Eyetracking kann man aber nicht nur analysieren, wie Rezipienten welche visuellen Stimuli visuell wahrnehmen. Nach dem bisherigen Forschungsstand erlaubt die Analyse des Blickverlaufs der Rezipienten auch Schlüsse darauf, welche Kognitionsprozesse bei ihnen ablaufen, wenn sie Fotos, Plakate, Anzeigen, Zeitungsseiten, Internet-Seiten oder Filme perzipieren.

Vor diesem Hintergrund gibt dieser Artikel einen Überblick über Grundlagen, Theorien und Anwendungen von Eyetracking als Methode der Kommunikations- und Medienwissenschaft. Dabei wird das zu Grunde liegende „Analyseobjekt“ – der Prozess visueller Wahrnehmung – als vielschichtiges Phänomen begriffen, dem allein eine facettenreiche Fundierung gerecht wird (vgl. Geise, 2011). Die Auseinandersetzung mit der apparativen Methode Eyetracking umfasst daher zunächst eine theoretische Grundlegung der physiologischen, wahrnehmungs- und kognitionspsychologischen sowie der technischen Voraussetzungen. Dann werden die aus der Theorie folgenden Implikationen für die Operationalisierung, Analyse und Interpretation von Blickverlaufsdaten herausgearbeitet. Ein Fokus liegt auf der Anwendung der Methode in der Kommunikations- und Medienwissenschaft; daher werden auch ausgewählte Methodenkombinationen diskutiert und anhand exemplarischer „Werkstattberichte“ kritisch reflektiert.

1.2 Entwicklung und Stand der Methode

Obwohl Eyetracking oft als „innovativ“ gilt, besitzen Blickbewegungsanalysen eine lange Tradition. Bereits in der Antike wurde die Frage thematisiert, wie Menschen mit den Augen ihre Umwelt wahrnehmen und wie die Augen dabei bewegt und gelenkt werden. Aristoteles (384-322 v.Chr.) etwa widmet sich in *De Sensu* dieser theoretischen Auseinandersetzung; die Erkenntnis des menschlichen Sehsystems wird hier eng mit der Erkenntnis des menschlichen Geistes verknüpft (De Sensu 2. 438a26-438b2). Im Mittelalter finden sich dagegen vorwiegend medizinisch orientierte Studien zu Blickbewegungen; Ende des 16. Jahrhunderts versucht der Arzt Laurentius (1599) medizinische Einsichten über den Prozess der visuellen Wahrnehmung durch *direkte Beobachtung* zu gewinnen. Für die Zeit ab dem 19. Jahrhundert charakterisiert Rayner (1998) die Entwicklung der Eyetracking-Methode in drei Schritten: In der *ersten Phase*, von etwa 1879 bis 1920, liegt der Fokus auf der Entdeckung der *Grundlagen* der Augenbewegungsanalyse. Zunächst werden Analysemethoden der menschlichen Blickbewegung primär zur Lösung physiologischer sowie kognitions- und wahrnehmungspsychologischer Fragestellungen genutzt (Javel, 1879; Helmholtz, 1863; Skrebitzky, 1871; Guilleiry, 1898; Leiri, 1928). Zur Zeit der Jahrhundertwende haben Versuche zur Blickregistrierung im Rahmen der Analyse visueller Wahrnehmung (vgl. Dodge, 1900, 1904; Dodge & Cline, 1901; Leiri, 1928) oder des Leseprozesses (vgl. Huey, 1898, 1920) bereits eine gewisse Verbreitung erreicht. 1879 registriert Javel, der mit Spiegeln an der Augenlinse experimentiert, dass sich das Auge in einer Serie von „Sprüngen“ (den *Sakkaden*) des Augapfels bewegt: Javel (1879) hatte über dem geschlossenen Augenlid ein Mikrophon positioniert; während Leser einäugig einem Text folgten, stieß der Augapfel unter dem geschlossenen Lid an das Mikrophon und übermittelte dadurch ein Signal. Obwohl die – häufig über bloße Beobachtungen operationalisierten (Dodge, 1900, 1904) – frühen Messverfahren noch nicht in der Lage sind, die tatsächliche Lesegeschwindigkeit zu erfassen, vermutet Huey (1898), dass sich die Sehspünge bzw. Sakkaden eher als eine Funktion der Textrezeption als der Bogenbewegung des Augapfels interpretieren lassen. In seiner Beobachtung zur Rezeption von Zeitschriften findet er Hinweise auf das noch theoretische Konstrukt der *Sakkadenblindheit*: „Careful observation reveals the fact that in looking along a row of books or any other objects which we attempt to perceive, the eye makes a succession of short pauses and quick movements, as in reading, and it is not at all necessary to suppose that there was anything perceived during the movement“ (Huey, 1920, S. 37).

Kennzeichnend für die Studien der ersten (und teilweise zweiten) Phase ist der Einsatz von stark *invasiven* – und damit für eine möglichst natürliche Rezeption problematischen – apparativen Instrumenten. In einem typischen Setting wird Probanden¹ eine gläserne Kontaktlinse ins Auge gesetzt, auf der ein Metallstift als Richtungsanzeiger des Blickverlaufs angebracht ist; der Kopf wird in einem Gestell fixiert. Delabarre setzt 1898 eine Methode ein, bei der er sich selbst mit Gips

1 Alle im Folgenden verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich, sofern nicht anders spezifiziert, auf Frauen und Männer gleichermaßen.

einen Draht in das kokain-betäubte Auge montiert; wie er (1898) berichtet, ließen die Schmerzen erst etwa eine Woche nach dem Experiment nach. Mit ähnlichen Versuchsanordnungen experimentiert Huey (1898) in seiner Studie zur Rezeption der Zeitschrift *Cosmopolitan*. Dass derartig invasive Verfahren für den Probanden nicht risikolos waren und kaum einer natürlichen Rezeption entsprechen, ist evident. Zwar wird ab der Jahrhundertwende auch zunehmend Film- und Foto-technik zur Blickbewegungsanalyse eingesetzt (vgl. Dodge & Cline, 1901), was die ins Auge montierten Apparaturen etwas minimiert oder ganz ersetzt; die Genauigkeit der Erfassung ist aber noch unbefriedigend. Zur selben Zeit werden erste Versuche mit Hornhautreflexionen durchgeführt. Dabei wird z. B. auf der Linse ein kleiner Spiegel befestigt, der das einfallende Licht reflektieren soll; in den zwanziger Jahren liegen dadurch erstmals zweidimensionale Blickaufzeichnungen vor.

Die *zweite Phase*, von etwa 1930 bis 1958, charakterisiert sich durch einen stärkeren *Anwendungsbezug*, dieser geht mit dem Anschluss an die behavioristische Forschungstradition der experimentellen Psychologie einher (Rayner, 1998). Zu den Pionieren der ersten beiden Phasen zählt Buswell (1922, 1935), der in seinen frühen Studien zeigen konnte, dass Prozesse visueller Wahrnehmung durch ein komplexes Spannungsfeld aus individuellen und generellen Strukturen generiert werden, wobei sich individuell differente und über-individuell typische Blickverläufe (z. B. durch eine Konzentration auf typische Bildbereiche; den so genannten „areas of general interest“) gegenüberstehen.

Bis weit in die siebziger und achtziger Jahre konzentriert sich die Forschung darauf, die bestehenden Systeme hinsichtlich des technischen und methodischen Niveaus zu verfeinern (Yarbus, 1967; Nodine, Carmody, & Kundel, 1978). Es verwundert daher kaum, dass die *dritte Phase*, etwa von 1970 bis 1998, stark von technischen Weiterentwicklungen gekennzeichnet ist (Rayner, 1998), die sowohl die technische Genauigkeit der Messverfahren als auch deren methodischen Einsatz differenzierten (Aslin & McMurray, 2004). Wichtig für den Fortschritt waren die Arbeiten von Yarbus (1967), der die Idee, im Auge einen Spiegel zu installieren, über ein spezielles Ansaugsystem verfeinerte: Über ein Ventil wurde Unterdruck erzeugt, der die Kontaktlinse, auf der der Spiegel befestigt war, am Auge fixierte; so konnte der Reflex einer ins Auge einfallenden Lichtquelle über den Spiegel nach außen geleitet und dort recht präzise aufgezeichnet werden. Inhaltlich konnte Yarbus (1967) mit seinen Testreihen nachweisen, dass Blickverläufe abhängig von der Intention der Rezipienten stark variieren: Bei gleichen visuellen Treatments ändert sich der Blickverlauf der Rezipienten, je nachdem, welche Aufgabe sie erfüllen sollen. Damit konnte er spezifizieren, dass die Rezeptionsintention – operationalisiert über die Aufgabenstellung im Versuchsaufbau – die Fixationsverläufe bestimmt und Blickverläufe vom Rezipienten kognitiv gesteuert werden können (Friedman & Liebelt, 1981).

Obwohl hierbei auch Medienrezeptionssituationen simuliert werden – etwa in Studien zum Leseverhalten (Buswell, 1922; Rayner, 1978; Just & Carpenter, 1980) – liegt der Fokus nicht auf der *Medienrezeption* an sich. In den frühen Studien kommen zudem klassische, „analoge“ Stimuli (z. B. Gemälde, Bücher, Zeitschriften) zum Einsatz; die Analyse des Blickverlaufs bei der Rezeption massen-

medialer und bildschirmgebundener Medien kommt erst später hinzu. Dennoch lassen die Erkenntnisse erste Rückschlüsse auf die Medienrezeption zu: Denn obwohl die spezifische Struktur visueller Wahrnehmung *auch* durch den Stimulus und seine visuellen Merkmale gesteuert wird, operiert das *System* der menschlichen visuellen Wahrnehmung stimulus-unabhängig.

Für genuin kommunikations- und medienwissenschaftliche Fragestellungen wird die Methode dennoch relativ spät entdeckt. Während die ersten Eyetracking-Studien in der Werbewirkungsforschung in den 1960er-Jahren durchgeführt werden (Robinson, 1963; Starch, 1966), finden sich erste kommunikations- bzw. medienwissenschaftliche Anwendungen in den 1980er-Jahren. Kennzeichnend für die erste Phase ist der starke Praxisbezug. Exemplarisch deutlich wird das an der Studie des amerikanischen Poynter-Instituts *Eyes on the News*, in der der Blickverlauf bei der Rezeption von Tageszeitungen im Hinblick auf die, den Blickverlauf verändernde Wirkung bestimmter Gestaltungsmerkmale untersucht wurde (Garcia & Stark, 1990). Ein ähnliches Erkenntnisinteresse hat Küppers (1990) Studie zum Relaunch des *Badischen Tagblatts*. Zur Evaluation des neuen Layouts erfasst Küpper (1990) das Blickverhalten von 60 Lesern der Zeitung mit einem frühen Headmounted-Eyetracker (vgl. Abb. 1) und analysiert, wie sich visuelle Aufmerksamkeit zwischen Bild- und Textinhalten verteilt, welche Seitenbereiche und -elemente von den Lesern bevorzugt werden und welchen Einfluss die Positionierung, Aufbereitung oder Länge eines Artikels auf die Betrachtung hat. Während Küpper damit bis heute gestalterisch relevante Fragen aufwirft, insbesondere in ihrem Einfluss auf den Rezeptionsprozess (vgl. Holmqvist & Wartenberg, 2005), steht doch die *wissenschaftliche* Analyse des Datenmaterials im Hintergrund, weshalb sich einige seiner Befunde schwer einordnen lassen. Schumacher (2010, S. 176) gibt daneben zu bedenken, dass die frühen Studien grundlegende Erkenntnisse der Psychologie und Physiologie visueller Wahrnehmung nur sehr basal berücksichtigen, was die Interpretation der Befunde erschwert.

Der technischen Weiterentwicklung der Methode folgt ein gewisser „Aufschwung“ der Eyetracking-Forschung; Studien aus der *Psychologie des Lesens* (Bertera & Rayner, 2000; Rayner, 1975, 1998; McConkie & Rayner, 1975) und der *Computer Science* bzw. *Mensch-Maschine-Interaktion* (Oehme & Jörgensohn, 2006; Rötting, 2001, 1999a, 1999b; Rötting & Seifert, 1999) tragen erheblich dazu bei, das Methodenverständnis zu vertiefen. Spätestens mit der Entwicklung der neueren Generation stationärer Remote-Eyetracker, bei denen die Blickaufzeichnungshardware im oder am Monitor installiert ist (Duchowski, 2007, S. 101 ff), rückt auch die Analyse digitaler Medien bzw. digitaler Medieninhalte in den Fokus. Trotz aller Einschränkungen, z. B. der notwendigen Bindung an ein Laborsetting, erleichtern Remote-Systeme den empirischen Zugang zum Blickverlauf: Weil die Synchronisation von digital eingespieltem Stimulus und digital aufgenommenem Blickverlauf direkt im System vorgenommen werden kann, lassen sich *erste* Auswertungen auch einfacher und schneller durchführen.

Abbildung 1: Ein frühes Headmounted-Eyetracker-System (aus: Küpper, 1990, S. 1)

Die aktuelle *vierte Phase* wird mit Duchowski (2002, S. 455) durch den *diagnostischen* und *interaktiven* Charakter der Methode geprägt; Eyetracking erfülle hier eine diagnostische Rolle, da es „objektive“ und „quantitative Beweise“ für visuelle und zentrale Aufmerksamkeitsprozesse liefere. Eine interaktive Funktion kommt Eyetracking vor allem in technologischen Kontexten zu, etwa, wenn es – vergleichbar mit der Sprachsteuerung – zur Steuerung von Computertechnik eingesetzt werde (vgl. zu dieser Funktion z. B. Olsen, Schmidt, Marshall, & Sundstedt, 2011; Biocca, 2006).

Doch gerade aus Sicht der kommunikations- und medienwissenschaftlichen Forschung ist einzuräumen, dass Eyetracking zur Klärung „klassischer“ Fragen der Disziplin noch eher selten genutzt wird; so liegt hier insgesamt eine überschaubare Zahl an Studien vor. Dies gilt auch für die Medienwissenschaft, wo einige Studien zur Wahrnehmung von Filmen oder Fotografien existieren (vgl. d’Ydewalle, Desmet, & Van Rensbergen, 1998). Eine Ausnahme stellen noch Untersuchungen zur Wahrnehmung und Verarbeitung von Kunst bzw. von künstlerischen Bildmotiven dar (vgl. Holsanova, 2011; Leder, 2011; Wooding, 2002; DeCarlo & Santella, 2002; Velichkovsky, Pomplun, & Rieser, 1996; Solso, 1994; Molnar, 1981; Loftus, 1981), die aufgrund der richtungsweisenden Arbeiten von

Buswell (1935) und Yarbus (1967) über eine längere Tradition in der Eyetracking-Forschung verfügen. Eine gewisse Sonderstellung nehmen auch Studien zu den Forschungsbereichen *Web-Usability* (Jacob & Karn, 2003; Russel, 2005), *Online-Rezeption* (vgl. Li, Yin, Lu, & Zhong, 2011; Tullis, 2007; Beymer, Orton, & Russel, 2007) und *E-Learning* mit multimodalen Stimuli ein (vgl. Chuang & Liu, 2011; van Gog & Scheiter, 2010; Dogusoy & Cagiltay, 2009; Slykhuys, Wiebe, & Len, 2005; Zambarbieri, 2003). Hier hat sich in den letzten Jahren ein Forschungszweig etabliert, der zwar einerseits noch durch einen starken *Anwendungsbezug* geprägt ist, zunehmend aber auch durch die Weiterentwicklung und Reflexion der Methode (Hammoud, 2008; Guan, Lee, Cuddihy, & Ramey, 2006; Mussnug & Stowasser, 2003).

Mit kommunikationswissenschaftlichen Fragen verwandt ist der relativ verbreitete Einsatz von Eyetracking zur Analyse von Werbewirkungen (Rayner, Rotello, Keir, & Duffy, 2001; Wedel & Pieters, 2000; Pieters, Rosbergen, & Wedel, 1999; Lohse, 1997; Rosbergen, Wedel, & Pieters, 1990). Exemplarisch ist hier die anwendungsbezogene Studie von Rayner et al. (2008), die die Blickverläufe im Hinblick auf die visuelle Aufmerksamkeitsallokation in Abhängigkeit von Rezeptionsintentionen vergleichend zwischen Anzeigenelementen und Anzeigenformen analysieren. Dabei bestätigen sie die Ergebnisse von Yarbus (1967), dass der Blickverlauf in Abhängigkeit der Wahrnehmungsintention variiert.

Aus der theoretischen Perspektive, *Rezeption als Interaktion* zu begreifen, untersucht Schumacher (2009) mittels der Methodenkombination Eyetracking, Lautes Denken sowie postrezeptiven Leitfadeninterviews, wie sich der Einsatz von multimedial, hypertext-basiert und formal interaktiv gestalteten *journalistischen Web-Inhalten* auf die Rezeption auswirkt. Die Befunde legen nahe, dass sich das Rezeptionsverhalten überwiegend abhängig von der formalen Gestaltung strukturiert, wobei sich typische Rezeptionsprinzipien unterscheiden lassen (z. B. habitualisierte vs. explorierende Nutzung; Schumacher, 2009, S. 150). Ähnlich angelegt sind die Studien von Chuang und Liu (2011) oder Beymer, Orton und Russel (2007) zum Einfluss von bildhaften und/oder multimodalen Elementen auf das Leseverhalten bei der *Online-Rezeption*.

Zur Rezeption und visuellen Wahrnehmung von *Print- und Online-Zeitungen* haben Bucher und Kollegen, ausgehend von einer eher medienwissenschaftlichen Verortung, in den letzten Jahren einige Arbeiten vorgelegt. In einer vergleichenden Studie zum Einfluss des Medienformats (Print vs. Online) auf die Nachrichtenrezeption setzen sie Eyetracking sowie Befragungen ein, um die Bedeutung *selektiver Aufmerksamkeit* für das Mediennutzungsverhalten apparativ und analytisch zu erfassen (Bucher & Schumacher, 2006). Ihre Befunde belegen den Einfluss der visuellen Aufbereitung der Nachrichteninhalte auf die Aufmerksamkeitssteuerung (vgl. Holsanova & Holmqvist, 2006), legen aber auch nahe, dass die Wahrnehmungsverläufe der Rezipienten als Kombination von stimulus- und goal-driven Wahrnehmung zu interpretieren sind: „Visual cues have a directing effect on attention processes in all media, especially in the very first phase of exploration“ (Bucher & Schumacher, 2006, S. 364). In einer Folgestudie kombinieren Bucher, Schumacher und Duckwitz (2007) Eyetracking, schriftliche Befragungen und Lautes Denken, um die Unterschiede in der Rezeption verschiedener Formate

bzw. Formatgrößen herauszuarbeiten; hierbei können sie ihre Befunde zum Einfluss der visuellen Präsentation und des Formats replizieren.

Auch im Bereich der politischen Kommunikation liegen noch wenige Studien vor, in denen Eyetracking eingesetzt wird, um die Ergebnisse der klassischen Erhebungsmethoden mit Erkenntnissen zur visuellen Wahrnehmung zu ergänzen. Geise und Brettschneider (2010) setzen Eyetracking ein, um im Vergleich zwischen politischen Bild- und Textplakaten zu prüfen, inwieweit sich auch der in der *politischen Kommunikation* der aus der Psychologie visueller Wahrnehmung bekannte Bildüberlegenheitseffekt (Childers & Houston, 1984) zeigt, d.h. ob Bildelemente auf Wahlplakaten früher und weniger selektiv wahrgenommen werden als Textelemente, eine höhere visuelle Aufmerksamkeit erzeugen und intensiver rezipiert werden (Geise & Brettschneider, 2010). Die Befunde liefern Indizien für eine Prädominanz visueller Kommunikation, vor allem im Stadium sehr früher Wahrnehmung und bei flüchtiger Rezeption. In einer Anschlussstudie wurde die Erhebung auf Basis einer quotierten Stichprobe repliziert und um ein Panel-Design erweitert, um auch – über die unmittelbare Rezeptionssituation hinausgehend – kognitive Medieneffekte zu untersuchen (Geise 2011). Dabei ließen sich die Befunde zur Struktur und zum Prozess visueller Wahrnehmung wiederholen und differenzieren, z. B. hinsichtlich der Frage, inwieweit individuelle Probandenmerkmale visuelle Wahrnehmungsstrukturen beeinflussen. Eine Anschlussstudie untersuchte, welche überindividuellen Wahrnehmungstypen sich – ausgehend von den individuellen Blickverlaufsparemtern und abhängig von Probandenmerkmalen – herauskristallisieren bzw. wie sie sich statistisch nachweisen lassen (Geise & Bachl, 2010a, 2010b).

Insgesamt verdeutlicht der Überblick: Eyetracking ist enorm vielschichtig; für die Kommunikations- und Medienwissenschaft hat die Methode ein enormes Potential zur *Rekonstruktion und Analyse visueller Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse*. Dennoch sind die Einsatzmöglichkeiten der Methode bisher noch nicht ausgeschöpft. Dies wird auch bei Betrachtung von Eyetracking als apparative, physiologische und rezeptionsbegleitende *Methode* der Kommunikations- und Medienwissenschaften deutlich, die im nächsten Abschnitt erfolgt.

1.3 Der Blick auf den Blick der Rezipienten

Als apparatives, physiologisches, rezeptionsbegleitendes Beobachtungsverfahren ermöglicht Eyetracking einen Einblick in den Prozess der unmittelbaren visuellen Wahrnehmung. Wenn Duchowsky (2007, S. 3) zusammenfasst: „We move our eyes to bring a particular portion of the visible field of the view into high resolution [...] We also divert our attention to that point so that we can focus our attention on the object or region of interest. Thus, [...] *if we can track someone's eye movements, we can follow along the path of attention deployed by the observer*“, nennt er den Ausgangspunkt und zugleich die zentrale Basis der Auseinandersetzung mit dem Forschungsgebiet der menschlichen Blickbewegungsanalyse. Eyetracking ermöglicht die apparative Aufzeichnung des Blickverlaufs; wobei die so geleistete Erfassung durch rezeptionsbegleitende Beobachtung die (bis heute) einzige Möglichkeit zu dessen exakter Rekonstruktion und damit Analyse darstellt.

Eine methodische Annäherung an Eyetracking bietet dabei noch die, vor allem im Kontext von Usability-Untersuchungen in den letzten Jahren wiederkehrend eingesetzte Methode des *Mouse-Tracking* (auch: *Eye-Tracking-per-Mouse*; vgl. Freeman & Ambady, 2010; Magnuson, 2005; Yom & Wilhelm, 2004; Diekamp & Schweiger, 2001). Während der Blickverlauf über Eyetracking passiv, non-invasiv und berührungslos apparativ erfasst wird, müssen die Teilnehmer beim Mouse-Tracking ihren Blickverlauf *aktiv über die Mausbewegung rekonstruieren* (vgl. Freeman & Ambady, 2010). Dazu werden die Probanden instruiert, ihren Blickbewegungen während der Rezeption mit dem Mauszeiger eigenständig zu folgen; die Mausbewegungen werden dabei über eine Softwarelösung aufgezeichnet. Obwohl das Verfahren nicht die gleiche Präzision wie eine Eyetracking-Messung erreicht – eine exakte Blickbewegungsmessung bis hin zu einzelnen Sakkaden und Fixationen wird natürlich nicht geleistet – bieten die *Mouse-Tracks* einen ersten Überblick über die, von den Probanden aktiv erfasste, Struktur und Sequenz ihrer visuellen Aufmerksamkeitsverteilung auf dem Stimulus und kann damit für bestimmte Fragestellungen eine forschungsökonomische Alternative darstellen². Neben der geringeren Genauigkeit der Messung sowie der Reaktivität des Verfahrens ist methodisch aber zu bedenken, dass das Blickverhalten als physiologischer Prozess zu einem großen Teil ungesteuert, überwiegend auch unbewusst abläuft (Yantis, 2002; Schneider & Maasen, 1998) – und durch den Rezipienten damit bestenfalls annäherungsweise aktiv rekonstruiert oder verbalisiert werden kann.

Vor diesem Hintergrund liefert *Eyetracking* als Methode der non-reaktiven, rezeptionsbegleitenden Beobachtung – die auch die Aufzeichnung non-intentionalen (Blick-)Verhaltens einschließt – Erkenntnisse über den *Prozess der Medienrezeption*, die aktiv-rezeptionsbegleitende, auf self-reporting basierende oder post-rezeptive Erhebungsmethoden nicht oder nur sehr eingeschränkt liefern können (vgl. Schumacher 2010, S. 178). Mit der Festlegung dieses Untersuchungsbereichs grenzt sich die Methode auch von anderen physiologischen Messverfahren des visuellen Wahrnehmungsapparates ab, die nicht die *extraokulare Muskelbewegungen* des Auges bzw. den *Blickverlauf* untersuchen, sondern Einzelparameter analysieren wie Veränderungen der Pupillengröße (*Pupillometrie*; Backs & Walrath, 1992, 1995; Beatty, 1982; Rößger, 1997), Bewegungen der Augenlider (*Eyeblinks*; Stern, Walrath, & Goldstein, 1984) oder Veränderungen des Akkommodationszustandes (Piccoli, Perris, Gratton, & Grieco, 1985). Daneben schlägt Rötting (2001, S. 14) vor, zwischen Blick- und Augenbewegung zu unterscheiden: Während die *Augenbewegung* alle Bewegungen des Auges einschließt, die durch Beobachtung des Auges erfasst und interpretiert werden können, werden *Blickbewegungen* beim Eyetracking apparativ aufgezeichnet und mit den vom Auge auf-

2 Methodisch ist zu reflektieren, dass die Rezeptionssituation für die Probanden ungewohnt und wenig intuitiv ist. Daher sollte auch der Erhebungsphase eine Übungsphase vorgeschaltet sein, um das Mouse-Tracking bzw. die Koordinierung zwischen Blick- und Mausbewegung zu lernen und zu trainieren. In einer Rezeptionsstudie zur visuellen Wahrnehmung von Webseiten verwenden Diekamp und Schweiger (2001, S. 203) dazu beispielsweise ein Trainingszenario, bei dem die Probanden vor dem eigentlichen Seitenkontakt in einem kleinen Spiel eine Fliege, die sich schnell über den Bildschirm bewegte, mit dem Mauszeiger verfolgen und anklicken sollten.

genommenen Informationen synchronisiert. Bei der Erfassung und Analyse der Blickbewegung wird also per Definition das *Fixationsziel* des Auges erfasst, weshalb sich Eyetracking auch als *fixationsziel-dependente Analyse der individuellen Blickbewegungen* spezifizieren lässt.

Ein Vorteil ist dabei, dass Eyetracking (auch im Unterschied zum *Mouse-Tracking*) als apparativ-physiologische Beobachtung zu den passiven, objektiven Messmethoden zählt, denn im Rahmen der Erhebung hat der Proband nicht oder kaum die Möglichkeit, auf die Messergebnisse verfälschend Einfluss zu nehmen (Bortz & Döring, 2006; Gale, 2003; Scheier, 1958). Als apparative Erhebungsmethode erfasst Eyetracking also den Großteil der tatsächlichen Blickbewegungen und ermöglicht, sie qualitativ und quantitativ zu beschreiben und zu analysieren. Dadurch liefert Eyetracking recht genaue Anhaltspunkte dafür (Richter 2008, S. 19; Gale, 2003, S. 729f.),

- welche Inhalte Rezipienten während der Rezeption des visuellen Stimulus foveal fixieren,
- in welcher Intensität sie sich den betrachteten Inhalten bzw. Informationen visuell zuwenden,
- in welcher zeitlichen und inhaltlichen Reihenfolge die Betrachtung erfolgt,
- wo keine visuelle Aufmerksamkeit gebunden wird.

Dagegen bietet Eyetracking *kein* oder *kaum Aufklärungspotential* zur Beantwortung der Fragen

- welche Inhalte Rezipienten während der Rezeption des visuellen Stimulus im peripheren bzw. para-fovealen Wahrnehmungsraum erfassen,
- warum bzw. mit welcher Intention oder Motivation die Rezipienten sich den visuellen Stimulusbereichen zuwenden,
- was die Rezipienten denken und fühlen, wenn sie sich den jeweiligen visuellen Stimulusbereichen zuwenden,
- welche nachfolgenden emotionalen oder kognitiven Prozesse mit der Rezeption der jeweiligen visuellen Stimulusbereiche verbunden sind.

Meistens basiert die Operationalisierung der Eyetracking-Methode auf der Prämisse, dass die sensorische visuelle Wahrnehmung eine notwendige Voraussetzung dafür ist, dass es überhaupt zu einer kognitiven oder emotionalen Wirkung des visuell Wahrgenommenen kommt (vgl. Raab, Unger, & Unger, 2004, S. 140). Folgt man dem, können die tatsächlichen Betrachtungsverläufe der Rezipienten in ein Set relevanter Indikatoren für das grundsätzliche Wirkungspotential eines Kommunikationsmediums übersetzt werden. Setzt man außerdem voraus, dass neben individuellen Prädispositionen und situativen Faktoren auch *stimuluspezifische Eigenschaften* den Blickverlauf steuern (Leven, 2001, S. 15; Radach et al., 2003, S. 612), kommt der visuellen Beschaffenheit des Stimulusmaterials eine bedeutsame Rolle zu, denn der Blickverlauf sollte sich *auch* in Abhängigkeit des Stimulus steuern bzw. modifizieren lassen. Für die Operationalisierung lässt sich daher postulieren: Unterschiede in der Beschaffenheit des Kommunikationsträgers – zum Beispiel visueller vs. textlicher Kommunikationsmodus, unimodale vs. multimodale oder dynamische vs. statische Inhalte – sollten sich in ihrer Wirkung

auf das Blickverhalten apparativ erfassen und rekonstruieren lassen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass Blickbewegungen nicht der Selektionsprozess selbst sind, sondern das Ergebnis attentionaler Selektionsprozesse (Theeuwes, 1993, S. 95; Schumacher, 2009). Die Blickaufzeichnungsforschung hat gezeigt, dass unter diesen Prämissen viele Fragen zur Rezeption medialer Angebote bearbeitet werden können (Geise & Schumacher, 2011; Schumacher, 2009); Eyetracking kann z. B. eingesetzt werden zur Analyse:

1. der Verteilung von Aufmerksamkeit nach Dauer und Häufigkeit auf definierten Elementen (*Areas of Interest*) auf einem visuellen Stimulus, etwa einer Website, einer Zeitungsseite, einem Wahlplakat (Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott, & Wichansky, 2002; Stark Adam, Quinn, & Edmonds, 2007; Schumacher, 2009; Geise & Brettschneider, 2010), einem Film oder einer Videosquenz (d'Ydewalle, Desmet, & Van Rensbergen, 1998; Hughes, Wilkens, Wildemuth, & Marchionini, 2003)
2. von Aufmerksamkeitsmustern auf einem Medienstimulus in Abhängigkeit von seiner grafischen Gestaltung (Stenfors, Morén, & Balkenius, 2003; Josephson, 2005; Holmqvist & Wartenberg, 2005; Holmqvist, Holsanova, Barthelson, & Lundqvist, 2003; Geise, 2011)
3. von Mustern der Interaktion mit Websites, auch abhängig von ihrer visuellen Gestaltung (Jacob & Karn, 2003; Schumacher, 2009; Grier, 2004) bzw. der Interaktion mit Websites in verschiedenen Gestaltvarianten, besonders in der Usability-Forschung (Bente, Eschenburg, & Fürtjes, 2007; Goldberg & Wichansky, 2003; Manhartsberger & Zellhofer, 2005).
4. der zeitlichen und räumlichen Eigenschaften funktional unterschiedlicher Phasen der Rezeption wie Orientierung, Scannen oder Lesen (Holmqvist, Holsanova, Barthelson, & Lundqvist, 2003; Ollermann, Hamburg, & Reincke, 2004; Bucher & Schumacher, 2006)
5. von Prozessen der visuellen Wahrnehmung und kognitiven Informationsverarbeitung bei der Rezeption von komplexen visuellen bzw. hypertextuellen Angeboten (vgl. Holsanova, 2011; Wanick, Brunstein, & Naumann, 2005)
6. von Prozessen der visuellen Wahrnehmung und kognitiven Informationsverarbeitung, auch hinsichtlich der Analyse von Informationsverarbeitungs- und Verständnisstörungen, beim Lernen mit multimodalen E-Learning-Angeboten (vgl. van Gog & Scheiter, 2010; Shukla, Wen, White, & Aslin, 2010; Dogusoy & Cagiltay, 2009; Zambarbieri, 2003)
7. von Wahrnehmungs-, Aufmerksamkeits- und Interaktionsmustern in virtuellen Welten wie *Second Life* (Walter, 2009; vgl. Triesch, Ballard, Hayhoe, & Sullivan, 2003) oder beim Spielen mit dem Computer (Kickmeier-Rust, Hillemann, & Albert 2011; Jönsson, 2005).

Für die Anwendung von Eyetrackings im empirischen Forschungsprozess lässt sich insofern festhalten, dass es zur Untersuchung *unmittelbar* auf dem Rezeptionsprozess basierender Fragestellungen vielfältig einsetzbar ist. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Methode Wissen über Prozesse visueller Wahrnehmung und Informationsverarbeitung und über die technische Funktionsweise des Eyetracking-Systems voraussetzt. Joos, Rötting und Velichkovsky (2003, S. 160) weisen daher

darauf hin, dass die Interpretation der Eyetracking-Daten unbedingt einer theoretischen Fundierung bedarf: „Ohne das Kontextwissen bezüglich des Einsatzes kann eine Klassifizierung der Parameter der Augenmotorik [...] nicht allgemeingültig und vollständig gelingen. Es bedarf somit jeweils einer Theorie über die Interpretation der Parameter der Augenmotorik und deren Ausprägungen.“ Das gilt nicht weniger für die Aufbereitung und Analyse der gewonnenen Daten. Der folgende Abschnitt fasst daher die wichtigsten Grundlagen zur Physiologie und Psychologie visueller Wahrnehmung und ihrer apparativen Beobachtung durch Eyetracking zusammen.

2. Grundlagen visueller Wahrnehmung und ihrer Erfassung mittels Eyetracking

„We have the subjective impression of an immediate, full detail, pictorial view of the world. We are prone to forget that this impression is, in a very real sense, an illusion“ (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 2). Diese Formulierung spielt nicht nur auf die Subjektivität und Selektivität von Wahrnehmung an, sondern auch darauf, dass das menschliche Sehsystem keineswegs eine permanente und vollständige Wahrnehmung leistet – auch, wenn uns das nicht bewusst wird (Duchowski, 2003, S. 4; 17). Vielmehr gliedert sich das Sehen in eine rasche Abfolge von kurzen Fixierungen des Auges auf einen abgrenzbaren Bereich (*Fixationen*) und ihnen folgenden, schnellen Sprüngen zum nächsten fixierten Bereich (*Sakkaden*). Die Illusion einer kontinuierlichen optischen Wahrnehmung unserer Umwelt wird von zwei Faktoren unterstützt: der außerordentlichen Integrations- und Konstruktionsleistung unseres Gehirns sowie der hohen Anpassungsfähigkeit der menschlichen Blickbewegung (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 2). Dabei bestehen zwischen der Augenbewegung als „fundamental feature of vision“ (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 1) sowie der Gesamtheit visueller Wahrnehmung starke Interdependenzen (Schierwagen, 1998, S. 275; Mühlendyck & Rüssmann, 1990; O'Regan & Lévy-Schoen, 1987). Prozesse, die sensorischen, perzeptiven und attentiven Ereignissen zugrunde liegen, werden mit kognitiven Prozessen verbunden, die bei der Organisation komplexen Verhaltens beteiligt sind (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003, S. 142). Doch obwohl das Sehsystem als die am besten untersuchte Sinnmodalität gilt (Mühlendyck & Rüssmann, 1990), ist die Erforschung der einzelner Teilprozesse und ihrer Integration bis heute nicht abgeschlossen. Zwar haben in den letzten Jahren neue Methoden in den Neuro- und Kognitionswissenschaften, der Psychophysik, der Biologie und der Psychologie differenzierte Erkenntnisse über die Funktionsweise des visuellen Systems und das Zusammenspiel von Blickverhalten und visueller Wahrnehmung geliefert (vgl. Schierwagen, 1998; Snowden, Thompson, & Troscianko, 2006; Zakia, 2002; Wright, 1998; Pinker, 1986), doch stehen gleichzeitig noch zahlreiche Forschungen zum Verständnis der Prozesse visueller Wahrnehmung aus. Die bisherigen, für den Einsatz von Eyetracking zentralen Grundlagen zum Verständnis visueller Wahrnehmung werden im Folgenden dargestellt. Da es dabei nicht darum gehen kann, den Komplex visueller Wahrnehmung abschließend zu behandeln, werden notwendigerweise einige Unschärfen in Kauf genommen.

2.1 Psycho-physische Grundlagen visueller Wahrnehmung

Am Anfang des visuellen Wahrnehmungsprozesses, noch vor der sensorischen Registrierung und Verarbeitung eines Reizes über das Auge, steht die *visuelle Aufmerksamkeit*. Sie kann als Konzentration der mentalen Anstrengung auf sensorische oder mentale visuelle Ereignisse definiert werden (vgl. Solso, 2005, S. 79; Ansorge & Leder, 2011). Visuelle Aufmerksamkeit ist also ein Konstrukt, das die grundsätzliche Bereitschaft eines Individuums umschreibt, visuelle Kommunikationsinhalte bzw. Reize aus der Umwelt aufzunehmen (Bundesen & Habekost, 2008; Jenkins & Harris, 2001). Dabei lassen sich zwei Typen von Aufmerksamkeit unterscheiden (Proulx, 2007; Yantis, 2002): Eine vom Individuum *intendierte endogene Aufmerksamkeit*, mit der sich der Rezipient ganz *bewusst* und zielorientiert einem bestimmten Reiz zuwendet, sowie eine unwillkürliche, *stimulusbasierte exogene Aufmerksamkeit*, die primär reizgesteuert ist (Proulx, 2007; Brouwer, 1998; Barnard, Breeding, & Cross 1984). Unabhängig von der Motivation dient Aufmerksamkeit dazu, sich aus einer großen Menge eher unbewusst bzw. pre-attentiv einströmender Informationen einer kleinen Menge an bewusst werdenden Informationen zuzuwenden: „Attention is the preferential processing of some items to the detriment of others” (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 3). Damit verbunden ist eine zentrale Doppelfunktion: Bei erhöhter Aufmerksamkeit für eine bestimmte Menge an Informationen wird die Aufmerksamkeit für andere Objekte unterdrückt: „Attention implies selectivity” (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 3; vgl. Krumenacher, Mühlén, & Müller 2005; Goldstein & Fink, 1981; Sternberg, 2009). Aufmerksamkeit ist also einerseits begrenzt und selektiv, andererseits ist sie mit einer vorübergehenden Erhöhung der Aktivierung verbunden, d. h. mit einer Sensibilisierung des Individuums gegenüber bestimmten Reizen (Sternberg, 2009; Goldstein & Fink, 1981), was die gedankliche und emotionale Verarbeitung anregt bzw. verstärkt (Bundesen & Habekost, 2008; Goldstein & Fink, 1981).

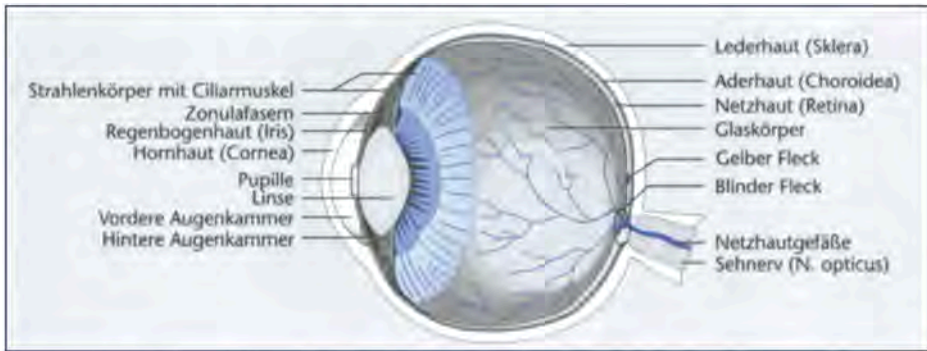
Liegt beim Individuum ein ausreichendes Maß an visueller Aufmerksamkeit vor, kommt dem Auge im Wahrnehmungsprozess die Funktion zu, das einfallende Licht zu sammeln, zu fokussieren und in neuronale Signale umzusetzen, die an das Gehirn geleitet werden (vgl. Anderson, 2007). Entsprechend der jeweiligen Allokation visueller Aufmerksamkeit wird das Auge durch *extraokuläre Muskelbewegungen* dabei so gelenkt, dass die Objekte im schärfsten Sehbereich, der *Fovea Centralis*, liegen und mit maximaler Auflösung und höchster Farbbrillanz wahrgenommen werden können (Ansorge & Leder, 2011, S. 79; Kowler, Anderson, Doshier, & Blaser, 1995). Diese, durch visuelle Aufmerksamkeit gesteuerte, adaptive Blickkontrolle (auch: *Akkommodation*) der *zentralen* bzw. *fovealen Wahrnehmung* ist von grundsätzlicher Bedeutung für das menschliche Sehen³

3 Untersuchungen zeigen, dass das okulomotorische System lange vor der Geburt aktiv ist; schon in der zwanzigsten Schwangerschaftswoche lassen sich sakkadenartige Augenbewegungen erkennen; Neugeborene zeigen bereits ausgeprägte okularmotorische Reaktionen (vgl. Fischer, 1995, S. 117-118). Es sei allerdings erwähnt, dass die Ausrichtung des fovealen Sichtfeldes bzw. Auges durch das okulomotorische Muskelsystem nur eine mögliche Form der Augenpositionierung ist; okulare Ausrichtungen über einen Winkel von über zwanzig Grad erfolgen meist über eine Kombination von Augen-, Kopf- und ggf. Körperbewegung. Findlay und Gilchrist (2003, S. 5) zitieren den interessanten Fall einer Patientin, deren extraokulares Muskelsystem defekt war; sie konnte die fehlende Fähigkeit der Augenbewegung fast vollständig über eine – den Augenbewegungen bis hin zum Fixation-Sakkade-Fixation-Rhythmus entsprechende – Kopfbewegung kompensieren.

(vgl. Schierwagen, 1998, S. 275; Hammoud, 2008, S. 5) – und auch eine zentrale, zugrunde liegende Größe für die Messung des Blickverlaufs über Eyetracking.

Der durch Augenmuskeln mögliche Reflex der *Fixation* dient nun der Lokalisierung, fovealen Wahrnehmung und Identifikation eines Stimulus, der zuvor im peripheren Sichtfeld erschienen ist (Fischer, 1995, S. 119). Die parafovealen und peripheren Wahrnehmungsbereiche sind demnach verantwortlich für ein effizientes Überwachen, ein „monitoring for change in the visual environment“ (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 11). Ihnen kommt die zentrale Aufgabe zu, die Ausrichtung der Augenbewegungen auf die foveale Wahrnehmung vorzubereiten und Orientierungsinformationen aus dem parafovealen bzw. peripheren Sichtfeld bereitzustellen (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 9).

Abbildung 2: Die Anatomie und Physiologie des menschlichen Auges (aus: Gross & Haus, 2004, S. 215)



Reize werden vom Auge in Form physikalischer Energie, also als *Lichtwellen*, aufgenommen, die durch die Hornhaut, die Cornea, in das Auge eindringen (Hammoud, 2008, S. 4; Solso, 2005, S. 102). Die *Cornea* lässt sich als nach außen gewölbter vorderer Teil der äußeren Augenhaut beschreiben, als eine transparente, mit Tränenflüssigkeit bedeckte Membran, die wie auf das Auge aufgesetzt, leicht konvex gewölbt hervorsteht (Hammoud, 2008, S. 4; Young, 1976, S. 158) – physiologische Eigenschaften, die für die Messung des Blickverlaufs über Eyetracking bedeutsam sind, wie unter Kapitel 2.2.2 noch näher beschrieben wird.

Über die *Cornea* gelangen die Lichtstrahlen dann über *Pupille*, *Linse* und *Glaskörper* als „optische Zwischenstationen“ zu den Rezeptoren (Guski, 2000, S. 30f.; vgl. Abb. 2). Hier wird die physikalische Information in eine elektrische bzw. neuronale Information umgewandelt, die über die Nervenleitung zum Gehirn transportiert und dort weiter verarbeitet wird (Guski, 2000, S. 31; Findlay & Gilchrist, 2003, S. 13). Demnach laufen bereits an der *Retina* erste Umwandlungsprozesse der eintreffenden Informationen ab (Zimbardo & Gerrig, 2008,

S. 124)⁴, die wahrscheinlich bereits eine grundlegende Handlungskoordination ermöglichen; weitere spezifische Umwandlungen und Auswertungen folgen. Die Information, die von den Rezeptoren an das Gehirn weitergegeben wird, ist also „niemals ein Abbild der Außenwelt“ – ein Faktum, dass auch bei der späteren Interpretation der Eyetracking-Daten bewusst sein sollte – sondern besteht aus mehr oder weniger stark komprimierten, schnellen elektrischen Impulsen (Guski, 2000, S. 32).

Die Rezeptoren enthalten chemische Verbindungen, die *Sehpigmente*, die hochempfindlich auf Licht reagieren und elektrische Signale auslösen. Sie fließen zunächst an ein Netzwerk von Neuronen, gehen dann in den Sehnerv (*Nervus Opticus*) über und werden über ihn an das Gehirn weitergeleitet (Goldstein, 2008, S. 30). Jedes Auge enthält etwa 125 Millionen (Photo-)Rezeptoren, die sich in zwei physiologisch und funktional divergente Klassen einordnen lassen: die *Zäpfchen* und die *Stäbchen* (Goldstein, Irtel, Lay, & Plata, 2002, S. 41f.; Guski, 2000). Die rund 120 Millionen Stäbchen finden sich konzentriert in der Peripherie der *Retina* (Netzhaut). Sie zeichnen sich durch ihre ausgeprägte Lichtempfindlichkeit aus und sind für das Sehen auch bei schwachen Lichtverhältnissen zuständig (*skotopisches Sehen*; Ansorge & Leder, 2011, S. 80; Gross, 2004, S. 219; Goldstein, Irtel, Lay, & Plata, 2002, S. 42). Den rund fünf Millionen Zäpfchen fällt die Aufgabe des differentiellen Farb- und Detailsehens zu; sie benötigen dafür weitaus mehr Licht als die Stäbchen (*photopisches Sehen*; Ansorge & Leder, 2011, S. 80; Hubel, 1989, S. 45, 56). Die meisten Zäpfchen befinden sich genau gegenüber der Pupille, im Areal der *Fovea Centralis*, des *Gelben Flecks*, einem rund 0,5 Millimeter großen Bereich des schärfsten Sehvermögens (Guski, 2000, S. 32; Hubel, 1989, S. 45). Die Fovea ist im Vergleich zur gesamten Retina relativ klein; ihr Anteil beträgt weniger als drei Prozent (Schierwagen, 1998, S. 275). Auffälligerweise ist die Fovea nahezu stäbchenfrei (Guski, 2000, S. 32; Hubel, 1989, S. 45). Allerdings erklärt die hier beschriebene Physiologie die enorme Sehschärfe der Fovea, die entsprechend auch das bei Eyetracking über Fixationen gemessene foveale Sehen charakterisiert. Da wenige Zäpfchen auf einzelne *retinale Ganglienzellen* konvergieren, deren Aktivität direkt zum zentralen Nervensystem (ZNS) weitergeleitet wird, verfügen fast alle Zäpfchen über eine eigene neuronale „Anschlussstelle“ zum Gehirn. Stäbchen sind dagegen zu hunderten gruppiert, um auf eine einzelne Ganglienzelle zu konvergieren; sie verfügen daher auch über eine geringere räumliche Auflösung (Ansorge & Leder, 2011, S. 80; Guski, 2000, S. 32f.) – was wiederum eine bedeutsame Implikation für die Einordnung des peripheren bzw. para-fovealen Sehens darstellt. Insgesamt erfolgt hierbei eine massive Komprimierung der Daten: Den etwa 125 Millionen Rezeptoren stehen lediglich eine Million Ganglienzellen gegenüber, die die Information zum Gehirn weiterleiten;

4 Dass es Umwandlungsprozesse geben muss, lässt sich bereits physiologisch gut begründen: So verlaufen weitaus weniger Nervenfasern zum Gehirn als Nervenzellen im Auge vorhanden sind (Guski, 2000, S. 32). Auch *bipolare Zellen* fassen Informationen bzw. Impulse der Rezeptoren zusammen, teilweise über verbindende *Horizontalzellen*, und senden sie an die *retinalen Ganglienzellen*, wobei jede retinale Ganglienzelle, zum Teil über *Amakrinzellen*, die Informationen aus vielen bipolaren Zellen zu einer einzigen Impulsrate integriert (Zimbardo & Gerrig, 2008, S. 124; Hubel, 1989, S. 46).

insofern erstaunt es, „wie hier überhaupt visuelle Information detailliert erhalten bleiben kann“ (Hubel, 1989, S. 46).

Im Gehirn münden die Impulse der Ganglienzellen der Zäpfchen, die vor allem präzise räumliche Details und Farbempfindungen beinhalten, nun größtenteils in ein bestimmtes post-retinales Projektionsgebiet in den parvozellulären Schichten (P-Schichten) des *lateral geniculate nucleus* (LGN) – eine Art interaktive Relaisstation der Projektion von der Retina zum Kortex (Sherman & Guillery, 2002) – um dann in den *primären visuellen Kortex* (V1) weitergeleitet zu werden (Ansorge & Leder, 2011). Auch die aktivierten Ganglienzellen der Stäbchen geben ihre Informationen, überwiegend Hell-Dunkel-Impulse, bevorzugt an bestimmte post-retinale Hirnareale weiter, insbesondere an die magnozellularen Schichten (M-Schichten) des LGN (ebd.), von wo wiederum Projektionen an den primären visuellen Kortex gesendet werden. Dabei kommt es auf allen Prozessstufen visueller Wahrnehmung zu komplexen Informationsverarbeitungsprozessen, die die Hirnareale in hochkomplexer Weise interaktiv verknüpfen⁵ (Goldstein, Irtel, Lay, & Plata, 2007, S. 127; Bullier, 2001) – eine Erkenntnis, die für die Grundlegung der theoretischen Prämissen zur Interpretation der Eyetracking-Befunde hoch relevant ist.

2.1.1 Strukturkomponenten visueller Wahrnehmung: Fixationen, Sakkaden, Mikrobewegungen

Jeder Blickverlauf lässt sich als Kombination von mindestens drei basalen Strukturkomponenten dechiffrieren: 1) den *Fixationen* als zentrierte Fokussierung der Fovea auf ein Wahrnehmungsobjekt, 2) den *Sakkaden*, die über die Ausrichtung des Auges der Vorbereitung der fovealen Fokussierung des Objektes dienen (und meist in eine *Fixation* übergehen) und 3) den *Mikrobewegungen* (insbes. den *Mikrosakkaden*), die meist ungerichtet sind und der physiologischen Fixationskontrolle dienen; in einer Bewegungssituation sind außerdem 4) *vestibuläre Augenbewegungen*⁶ zu erwarten. Besonders wichtig für die Eyetracking-Messung ist die Abgrenzung von *Fixationen*, in denen der Blick etwa 300 Millisekunden

- 5 Die dem primären visuellen Kortex (V1) strukturell nachgelagerten Hirnareale V2, V3 und V4 weisen hierbei einen deutlich höheren Spezialisierungsgrad bei der Verarbeitung bestimmter Aspekte der Sehinformation auf. Komplizierter wird die Dechiffrierung einzelner Interaktionsprozesse dadurch, dass sich – trotz des grundsätzlich hierarchischen, sequentiellen Durchlaufens einer Sehinformation durch die Hirnareale („feed-forward“-Verarbeitung) – diverse Wechselwirkungen zwischen Arealen und teils auch Rückflüsse von Information von höhergelegenen Hirnarealen in Richtung Auge beobachten lassen („Horizontal“- bzw. „Feedback“-Verarbeitung; ausführlich Bullier, 2001).
- 6 *Vestibuläre Augenbewegungen* sind Augenbewegungen, die ein „Verschieben“ bzw. Wegdriften der sensorischen Information auf der Retina verhindern (auch: *Pursuit Movements*). Sie erfolgen in Reaktion auf die Bewegung des eigenen Körpers, die Bewegung eines wahrgenommenen Objektes oder die Bewegung eines relevanten Teils der visuellen Umwelt und dienen der anhaltenden Fixierung eines Objektes (als schnelle *sakkadenähnliche Folgebewegungen* oder als langsam gleitende Bewegung des Auges bzw. *Smooth Pursuit*) oder der Aufrechterhaltung eines stabilen Netzhautbildes (*Optokinese*). Vestibuläre Augenbewegungen sind *Anpassungsbewegungen*, die – vereinfacht – nicht den Blickverlauf strukturieren, sondern ihn (insb. die Fixationen) in Bewegungssituationen stabilisieren bzw. ermöglichen.

verweilt – und die vom Eyetracker apparativ erfasst werden – und *Sakkaden*, in denen er extrem schnell zum nächsten Fixationsziel „springt“ (Leven, 1991, S. 14), was vom Eyetracker apparativ nicht erfasst, aber rekonstruiert wird. Da bei diesen rapiden „Sprüngen“ Spitzengeschwindigkeiten von bis zu 1000°/s gemessen wurden, sind Sakkaden die schnellsten Bewegungen, die der menschliche Körper leisten kann (Rötting, 2001, S. 69; 76; 1999a; 1999b). Im Durchschnitt finden pro Sekunde etwa drei bis fünf Sakkaden statt; pro Tag wird das Auge also in zehntausenden Sakkaden bewegt, die – obwohl sie auch gezielt erfolgen können – zumeist unbewusst bleiben (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 25; vgl. Fang, Lüer, Lass, & Ulrich, 1987). Zudem ist das Auge auch während einer Fixation nicht vollkommen ruhig; es lassen sich mehr oder weniger ungerichtete *Mikrobewegungen* beobachten, die mehrmals pro Sekunde erfolgen. Sie werden unterschieden in *Tremor*, *Drifts* und *Mikrosakkaden* (Duchowski, 2007, S. 46; Rötting, 2001, S. 17; Mühlendyck & Rüssmann, 1990). Der *Mikrotremor* oder *Mikro-Nystagmus* kann als eine Art „Zitterbewegung“ des Auges verstanden werden, die eine minimale Verschiebung der Netzhaut um fünf bis zehn Sehzellen auslöst (Rötting, 2001, S. 17). Möglicherweise wird der Tremor durch minimale Ungenauigkeiten der Augenmuskulsteuerung verursacht; im Ergebnis trägt die Mikrobewegung aber dazu bei, die Sensitivität der Nervenzellen für den wahrzunehmenden Reiz zu erhalten (Rötting, 2001, S. 17). Als (*Mikro*-)*Drift* wird eine minimale Abgleitungsbewegung des Auges vom fixierten Objekt während der Fixation beschrieben, die räumlich eher zufällig erfolgt und in der Regel Amplituden von weniger als zwei bis drei Winkelminuten aufweist, meist innerhalb einer Größe von fünf Grad des Seh winkels (Duchowski, 2007, S. 46). Die *Mikrosakkade* wirkt hier insofern als Korrektiv, als sie eine Repositionierung der Fovea auf das zu fixierende Objekt einleitet (Duchowski, 2003, S. 49; Hubel, 1989, S. 91; Fischer, 1995, S. 121), also ein minimales und sehr schnelles Zurückdriften des Auges (Duchowski, 2007, S. 46). Drifts und Mikrosakkaden sind im Rahmen der psychophysiologischen Fixationskontrolle notwendig, um stationäre Objekte *dauerhaft* wahrnehmen zu können, denn sie verhindern eine Ermüdung der Photorezeptoren (Duchowski, 2003, S. 49; Hubel, 1989, S. 91).⁷ Von den meisten gängigen Eyetrackern können Mikrobewegungen nicht erfasst werden; sie werden daher in der Regel unter der ihnen zugehörigen Fixation subsumiert; für die meisten kommunikations- und medienwissenschaftlichen Fragestellungen dürfte dies aber unproblematisch sein. Zusammengefasst kann also nicht von einem linearen, sequentiell-stringenten Blickverlauf ausgegangen werden; auch werden visuelle Informationen nicht „schematisch mit den Augen abgetastet [...], etwa wie bei der maschinellen Bildverarbeitung“ (Leven, 1991, S. 15; vgl. Mühlendyck & Rüssmann, 1990). Eher lässt sich die Blickbewegung als ein loses, mehr oder weniger intendiertes „Zick-Zack-Muster“ beschreiben. Diese Struktur wird auch deutlich, wenn der Blickverlauf mit Eye-

7 Wie andere Nervenzellen auch, reagieren die Stäbchen und Zäpfchen der Netzhaut vor allem auf Veränderungsreize: Wird den okularen Nervenzellen ein konstanter Reiz auf der Netzhaut geboten, verschwindet das empfangene Bild nach kurzer Zeit aufgrund der Rezeptorermüdung (Rötting, 2001, S. 17). Durch Drifts und Mikrosakkaden wird die Netzhaut dagegen permanent über das wahrzunehmende Objekt bewegt, so dass der Lichtreiz stetig unterschiedliche Nervenzellen stimuliert und damit die Sensitivität gegenüber dem Stimulus erhalten bleibt (ebd.).

tracking aufgezeichnet und graphisch wiedergegeben wird. Ein visualisiertes Ergebnis einer Eyetracking-Analyse über mehrere Probanden, übersetzt in Fixationspunkte und Sakkadenlinien, zeigt Abbildung 3. Nicht dargestellt werden, wie beschrieben, die in den Fixationspunkten zusammengefassten *Mikrobewegungen*.

Abbildung 3: Beispiel der visualisierten Blickverläufe von fünf zufällig ausgewählten Probanden über ein Werbeplakat (von Dior aus 2010); Eyetracking-Messung über vier Sekunden; pro Person und Blickverlauf eine Farbe (Analyse mit Tobii Studio)



Die Informationsaufnahme des Rezipienten erfolgt nun während der *Fixationen*, die rund 90 Prozent der gesamten „Sehzeit“ visueller Wahrnehmung beanspruchen (Duchowski, 2003, S. 17). Obwohl die Fixation bzw. die aus ihr abgeleiteten Indikatoren eine zentrale Rolle bei der Analyse der *Blickbewegung* spielen, bezeichnet die Fixation eigentlich keine *Bewegung* des Auges: „Eine Fixation wird definiert als der Zustand, bei dem das Auge sich bezüglich eines Sehobjekts in *relativem Stillstand* befindet“ (Rötting, 2001, S. 68). Die *minimale* Fixationsdauer wird meist bei etwa 100 Millisekunden vermutet; durchschnittliche Fixationszeiten liegen um ein Vielfaches höher (Rötting, 2001, S. 16f.). In den etwa 30-90 Millisekunden andauernden *Sakkaden* ist dagegen *keine Informationsaufnahme* möglich, hier tritt das Phänomen der *Sakkadenblindheit* auf: Etwa 30 bis 40 Millisekunden vor und bis zu 120 Millisekunden nach dem Start einer Sakkade⁸ – bei

8 Die Werte differieren erheblich: Nach Diamond, Ross und Morrone (2000) beispielsweise beginnt die Unterdrückung der Aufnahme bzw. Verarbeitung visueller Informationen bereits ca. 75 ms vor dem Beginn einer Sakkade und überdauert ihr Ende noch um ca. 50 ms.

sehr kurzen Sakkaden also noch während der ersten Fixationsphase – ist das visuelle Wahrnehmungsvermögen erheblich eingeschränkt (Rötting, 2001, S. 16). Während der Sakkade bewegen sich die Augen so rapide, dass „unser Sehsystem auf die daraus resultierende Bewegung des Bildes über die Netzhaut überhaupt nicht reagiert“ (Hubel, 1989, S. 89; vgl. Duchowski, 2003, S. 44). Zudem erfolgt während der Sakkade eine vollständige Verschiebung des gesamten Umweltabilds auf der Retina; auch daher können keine visuellen Informationen verarbeitet werden (Hoffman, 1996). Möglicherweise wird die Sakkadenblindheit dadurch ausgelöst, dass während der Sakkaden das Sehen durch eine komplexe Verschaltung unterbrochen wird, die die für die Augenbewegungen zuständigen Zentren mit der Sehbahn verbindet. Sakkaden ermöglichen dem Rezipienten also allenfalls eine grobe Orientierung im Wahrnehmungsprozess (allerdings wird dies noch diskutiert). Für Findlay und Gilchrist (2003, S. 7) lassen sich Sakkaden dennoch als ein *aktives System* beschreiben, dem Funktionen für den gesamten Blickprozess zukommt: „Saccades are an action system in that they are a visually controlled motor response. However they are not just this, since *their operation controls the input visual sampling* also. Their involvement with vision takes the form of a continuously *cycling loop*, so that vision and cognition can integrate in an intimate way“ (Herv. n. i. O.; vgl. Duchowski, 2007; Schneider & Maasen, 1998).

Für die Interpretation von Eyetracking-Befunden wichtig ist nun die, durch zahlreiche Studien gestützte Annahme (z. B. Just & Carpenter, 1976), dass ein Zusammenhang zwischen dem Fixationsziel und dem Fokus der visuellen Aufmerksamkeit besteht. Posner (1995) argumentiert hierzu plausibel, dass die visuelle Aufmerksamkeit des Rezipienten während der Betrachtung eines Fixationsziels von diesem „gebunden“ wird (*attentional engagement*). Bevor eine Sakkade und damit eine Neupositionierung der Fovea gestartet werden kann, muss die visuelle Aufmerksamkeit erst vom ursprünglichen Fixationsziel gelöst und verlagert werden (*attentional disengagement*; Posner, 1995). Erst die Verlagerung der visuellen Aufmerksamkeit führt über die Sakkadensteuerung zum nächsten Fixationsziel: ohne *attentional disengagement* keine Sakkade (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003). Auch im *Gap-Paradigma* (Liversedge, Rayner, White, Vergilino-Perez, Findlay, & Kentridge, 2004) wird deutlich, dass „gebundene“ Aufmerksamkeit Sakkaden hemmen kann, wenn ein fixiertes Objekt etwa 150 Millisekunden vor dem Erscheinen eines peripheren Reizes von der Fovea Centralis verschwindet (Weber & Fischer, 1995).

Daneben werden Sakkaden typischerweise durch zwei Eigenschaften charakterisiert: Sie sind *stereotyp* und *ballistisch* (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 25; vgl. Duchowski, 2007). Stereotyp verweist darauf, dass bestimmte Sakkadenstrukturen bewusst und wiederholt evoziert werden können (ebd.). Zudem können Sakkaden, da eine ablaufende sakkadische Bewegung von einem Wahrnehmungsobjekt zum nächsten Ziel nicht mehr modifizierbar ist, sobald die Sakkade „gestartet“ wurde (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 25; vgl. Duchowski, 2007), als *ballistisch* interpretiert werden. Die prozessorale Unveränderbarkeit von Sakkadenstrukturen wurde insbesondere im Rahmen des *double-step Paradigmas* (auch:

dual-task Paradigma) experimentell untersucht⁹. Die Befunde belegen, dass der Startpunkt einer Sakkade den Zielpunkt der Sakkade determiniert (Findlay, Brown, & Gilchrist 2001; Findlay, 1997). Bekannt ist zudem das Phänomen der *saccadic refractoriness*: Sakkaden können in der Regel nicht schneller aufeinander folgen als mit einem Zwischenintervall von etwa 180 Millisekunden (Rötting, 2001, S. 69). Obwohl offenbar wenige Ausnahmen zu dieser Einschränkung existieren (Carpenter, 1988, S. 82f., 1991), wird der Fixation-Sakkaden-Rhythmus durch die *saccadic refractoriness* grundsätzlich „zeitlich“ limitiert. Die sich stetig wiederholende Sequenz einer Abfolge von Fixation und Sakkade wird auch als *Nystagmus* bezeichnet (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 23; Hubel, 1989, S. 90).

2.1.2 Exogene Kontrolle visueller Wahrnehmung

Fixationen und Sakkaden wechseln sich dementsprechend in extrem kurzen Intervallen ab. Während in einer Fixation die Fovea zentral auf ein Objekt gelenkt und in dieser Ausrichtung vorübergehend stabilisiert wird, folgt unmittelbar darauf eine Verschiebung der visuellen Aufmerksamkeit, die zu einer Neupositionierung der Fovea durch Sakkadenbewegungen führt (Schierwagen, 1998; Fischer, 1990; Hubel, 1989). Das Zusammenspiel von visueller Aufmerksamkeit, Wahrnehmung und Verarbeitung kann dabei als „*attentional feedback loop*“ interpretiert werden: „*attentional cycles of disengaging attention, shifting of attention and the eyes, re-engaging attention and brain regions for processing the region of interest currently being attended to*“ (Duchowski, 2007, S. 16). Fixationen erfolgen also nicht zufällig; sie sind als intendierte Manifestation des bewussten oder unbewussten Bestrebens zu interpretieren, Objekte foveal wahrzunehmen (Duchowski, 2007; McLeskey, Levie, & Fleming, 1982). Auch wenn gelegentlich vorgeschlagen wird, das Blickverhalten in *habituelles* und *gestaltungsabhängiges* Blickverhalten zu differenzieren (vgl. Leven, 1986), entspricht es wohl eher der menschlichen Psychophysiologie, dass sich visuelle Wahrnehmung auf Basis der visuellen Stimulusmerkmale, der individuellen Wahrnehmungsintention sowie evolutionsbiologischer Konditionierungen strukturiert (Fellmann, 2011; McLeskey, Levie, & Fleming, 1982) als durch Sehgewohnheiten. Ein zentraler Prädiktor des Sakkaden-Fixations-Verlaufs ist dabei die *visuelle Aufmerksamkeit* (Proulx, 2007; Wright, 1998); sie kann allerdings auch *primär* durch die Charakteristika des Stimulus gelenkt werden, unabhängig von individuellen Wahrnehmungsintentionen (Godijn & Theeuwes, 2003, S. 3). So wird ein plötzlich im Wahrnehmungsraum auftauchendes Objekt nahezu automatisch visuelle Aufmerksamkeit und damit Blickfokussierung auf sich ziehen, auch wenn die Wahrnehmung für ak-

⁹ Hierbei wurde folgende Untersuchungssituation modelliert: Probanden sollten visuelle Aufmerksamkeit von einem ersten Betrachtungsziel (Zielposition 1) zu einem zweiten Betrachtungsziel (Zielposition 2) verlagern, dessen Positionierung mit einem Pfeil vorausgesagt wurde. Während er hierzu eine sakkadische Augenbewegung ausführte, wurde die ursprüngliche Position des Zielobjekts (Zielposition 2) verändert (Zielposition 3) – mit dem Ergebnis, dass die Veränderung des Zielobjektes auf Position 3 nicht mehr sensuell erfasst werden konnte und die Fixation durchgängig auf der ursprünglichen Zielposition 2 landete (vgl. Godijn & Theeuwes, 2003, S. 4; Deubel & Schneider, 1996).

tuelle Handlungen irrelevant bleibt. Dieser affektiv-intuitive Modus einer externen Blicklenkung wird – analog zu psychologischen Motivationstheorien – auch als *exogene Kontrolle* bzw. *bottom-up-Wahrnehmung* bezeichnet (auch: *stimulus-driven*; Godijn & Theeuwes, 2003, S. 3; Proulx, 2007; Barnard, Breeding, & Cross, 1984). Exogene Wahrnehmungsreaktionen aufgrund von Reiz-Reaktions-Schemata gelten als relativ ungesteuert (Yantis, 2002; Schneider & Maasen, 1998); sie erweisen sich zudem als hoch invariant zwischen Individuen. Bestimmte elementare Reize führen bei fast allen Menschen zu vergleichbaren Reaktionen: „The sequence of eye movements is not random [...]. In particular, fixations tend to fall on ‘informative’ areas of the visual scene such as hands, faces, objects, edges, contours, outlines etc” (Harris, 1989, S. 401). Zu vermuten ist, dass dabei Mechanismen wirksam werden, die im menschlichen Wahrnehmungsverhalten evolutionsbiologisch angelegt sind (Fellmann, 2011). Die Logik der stimulus-driven Wahrnehmung beinhaltet damit – über eine entsprechende Ausrichtung der visuellen Gestaltung – die grundsätzliche Möglichkeit einer *Programmierung* der zu erwartenden Reaktionen (Kroeber-Riel, 1993; Höger, 2011, 1990). Dabei gibt es starke Indizien für die Annahme, dass sich visuelle Wahrnehmung – besonders in der frühen Phase der Rezeption (Bucher & Schumacher, 2006, S. 364) – in hohem Maße als ein personenübergreifender Prozess darstellt, der stärker durch die Charakteristika des Stimulus und weniger durch individuelle Merkmale der Rezipienten beeinflusst wird (Geise, 2011). Prägnante Beispiele für solche *personenübergreifenden* Wahrnehmungsmuster zeigt die Gegenüberstellung der so genannten *Aufmerksamkeitslandschaften* (invertierte *Hot-Spot-Analyse*) aus verschiedenen Gruppen und Eyetracking-Phasen einer Studie zur Wahrnehmung und Verarbeitung von Wahlplakaten (Geise, 2011; Geise & Brettschneider, 2010): Ausgehend von einer unspezifischen Rezeptionsaufgabe („Sie sehen im Folgenden nun eine Reihe von Wahlplakaten. Bitte schauen Sie sich diese einfach einmal an“) ergeben sich nahezu identische Ergebnisse der Blickverlaufsanalysen; übergeordnete Muster im Blickverlauf werden über verschiedene Probanden, Probandengruppen und Wahrnehmungsphasen hinweg sichtbar und wiederholen sich strukturell. Dies gilt selbst für die Betrachtungsverläufe bei Wiedervorlage (vgl. Abb. 4 bis 6).

Abbildung 4: Vergleich der Gaze-Plot-Analysen verschiedener Test-Phasen. Oben: Flash-Phase auf Basis einer Rezeptionszeit von 0,5 Sekunden; unten: Long-Phase auf Basis einer Rezeptionszeit von 3,5 Sekunden (zur Vergleichbarkeit hier nur die ersten 0,5 Sekunden abgebildet; jeweils 10 zufällig ausgewählte Probanden)

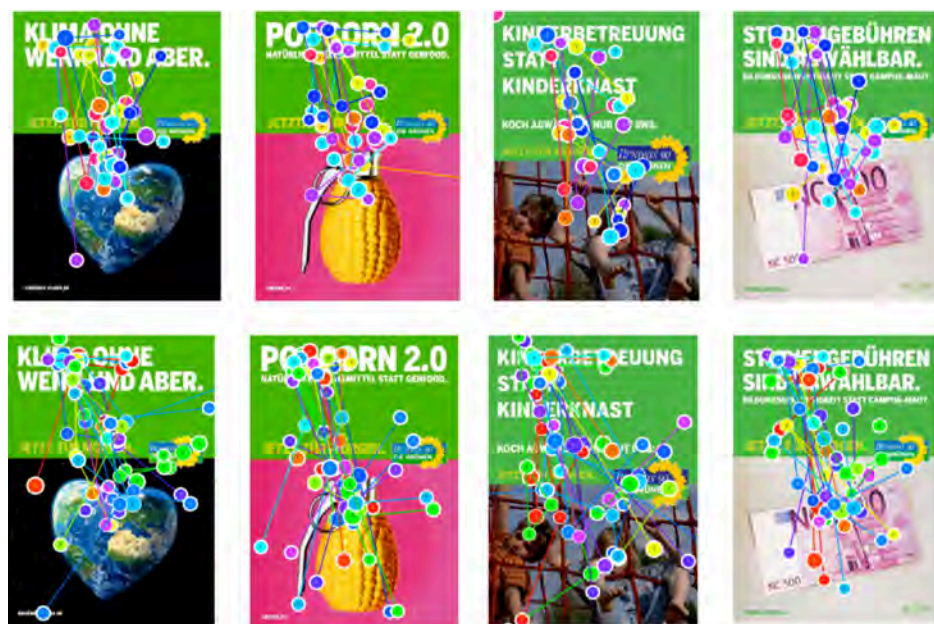


Abbildung 5: Vergleich der Aufmerksamkeitslandschaften verschiedener Test-Gruppen. Oben: Long-Phase „Nur Bild“; unten: Long-Phase „Themen A“ und „Themen B“; jeweils auf Basis einer Rezeptionszeit von 3,5 Sekunden, jeweils 50 zufällig ausgewählte Probanden

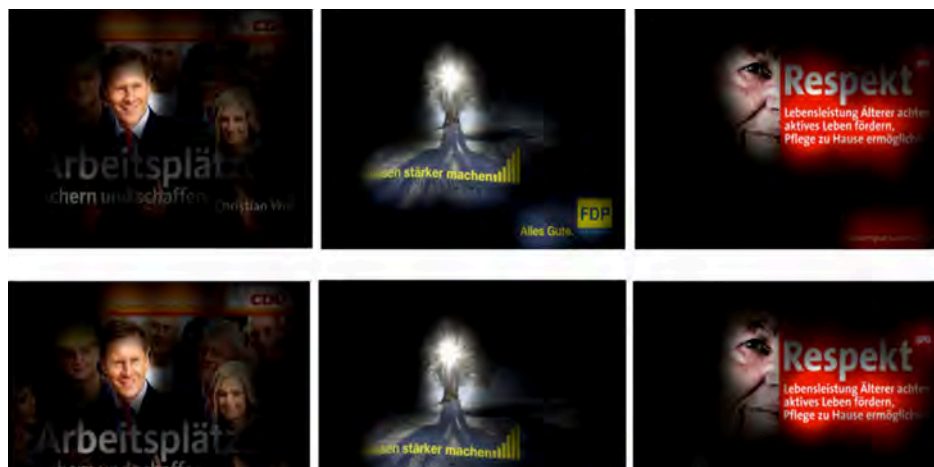


Abbildung 6: Vergleich der Aufmerksamkeitslandschaften aus verschiedenen Test-Gruppen. Oben: Long-Phase „Nur Bild“; unten: Long-Phase „Themen A“ und „Themen B“; jeweils auf Basis einer Rezeptionszeit von 3,5 Sekunden, jeweils 50 zufällig ausgewählte Probanden



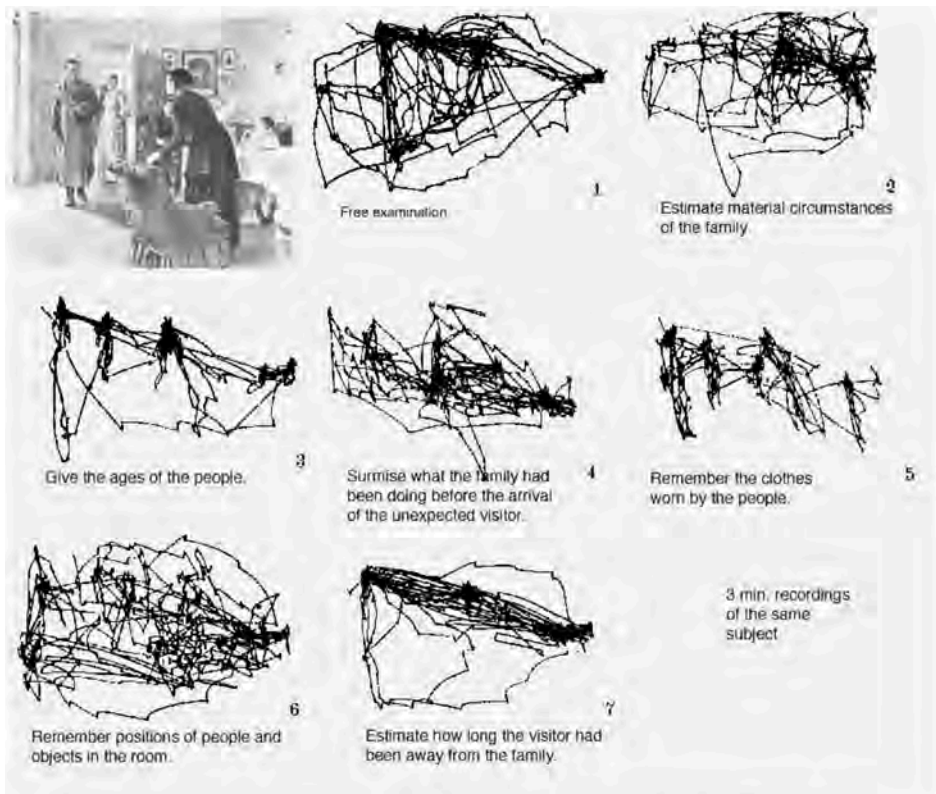
Neben der Erkenntnis, dass der Blickverlauf eher kognitiv unkontrolliert, spontan und reflexartig abläuft (vgl. Kroeber-Riel, Weinberg, & Gröppel-Klein, 2009), legen die Befunde nahe, dass sich der Blickverlauf – vor allem in der frühen Rezeptionsphase – stark als ein physiologisches, überindividuelles Wahrnehmungsmuster strukturiert (Geise, 2011). Damit deuten die Analysen darauf hin, dass von den individual-, stimuluspezifischen und situativen Faktoren, die den Blickverlauf steuern, den stimuluspezifischen Faktoren eine besondere Bedeutung zukommt. Dass insbesondere die visuelle Gestaltung stimuluspezifische Wirkungen induzieren kann, die den Blickverlauf beeinflussen, wird auch an prägnanten Rezeptionsunterschieden zwischen den verschiedenen Layout-Varianten der getesteten Wahlplakate deutlich (vgl. Abb. 4 bis 6). Insgesamt aber ist die Frage, inwieweit ein Einfluss von individuellen Merkmalen auf den visuellen Wahrnehmungsprozess der Rezipienten vorliegt, empirisch bisher noch weitgehend unbeantwortet. Werden die beschriebenen Wahrnehmungsmuster und Wahrnehmungsfaktoren visueller Kommunikation von individuellen Rezipientenmerkmalen modifiziert? Oder sind sie von diesen weitgehend unabhängig?

2.1.3 Endogene Kontrolle visueller Wahrnehmung

Der bottom-up-Wahrnehmung steht die *endogene* Kontrolle bzw. *top-down*-Wahrnehmung als bewusst intendierter Wahrnehmungsprozess gegenüber (Zakia, 2002; McLeskey, Levie, & Fleming, 1982). Die endogene Wahrnehmungskontrolle basiert auf konkreten Handlungs- oder Wahrnehmungszielen bzw. deren Erwartungen (auch: *goal-driven*; Godijn & Theeuwes, 2003, S. 4). Tatsächlich zeigen bereits die frühen Scanpath-Analysen von Yarbus (1967, S. 174), dass die Blickverläufe in Abhängigkeit individueller Rezeptionsintentionen, Erwartungen oder Anforderungen erheblich divergieren können (vgl. Duchowski, 2007, S. 12; Wright, 1998; Findlay, 1997; vgl. Abb. 7): „The eye samples what is interesting, but what is interesting can change from moment to moment, guided by the observer’s thought and action plans” (Findlay & Gilchrist, 2003, S. 6).

Eine vollständige Modellierung der Beziehung von visueller Aufmerksamkeit und Augenbewegung geht also über die Perspektive eines rein affektiv motivierten Blickverhaltens (etwa allein auf Basis visueller Reize) hinaus und bezieht höhere kognitive Funktionen ein (vgl. Proulx, 2007; Gordon, 2004; van der Heijden, 2004) – wie etwa die Intention einer visuellen Suche (Duchowski, 2007, S. 12). Damit lässt sich visuelle Wahrnehmung nicht als einfacher *bottom-up*-Prozess begreifen, wie es die früheren Ansätze nahe legen (vgl. Gordon, 2004; Proulx, 2007). Fischer (1990, S. 44), der die neurophysiologischen Grundlagen bewusster, zielgerichteter Blicksprünge untersucht hat, pointiert hierzu: „Sofern es sich nicht um einen willkürlichen Blicksprung handelt, muss dem Beginn der Augenbewegung *eine Entscheidung* vorangehen“ (Herv. n. i. O.). Von einer strategischen Kontrolle der visuellen Wahrnehmungsvorgänge (Proulx, 2007; Schneider & Maasen, 1998) auszugehen, die das Verhältnis zwischen endogener und exogener Wahrnehmung modifizieren kann, ist also plausibel. Das wird umso deutlicher, wenn die Bedeutung parafovealer bzw. peripherer Perzeption berücksichtigt wird.

Abbildung 7: Blickverläufe bei unterschiedlichen Aufgaben zur Betrachtung eines Gemäldes (Yarbus, 1967)



2.1.4 Die Bedeutung parafovealer und peripherer Perzeption

Da zielgerichtete Sakkaden *programmiert* sind, müssen die Koordinaten des nächsten Fixationsziels, physiologisch betrachtet, mithilfe der retinalen, außerfovealen Wahrnehmung des Zielobjektes festgelegt werden (vgl. Fischer, 1990, S. 44f.). Ausgehend von der physiologischen Anordnung der *Fovea Centralis*, der etwa 2° des retinalen Zentrums entsprechen, wird hierbei meist wie folgt funktional differenziert: Die Informationen, die unmittelbar an die *Fovea Centralis* angrenzenden Wahrnehmungsraum bis zu 5° liegen, werden als *parafoveal*, die außerhalb dieses Wahrnehmungsraum liegenden Objekt- oder Umweltbereiche als *peripher* bezeichnet (Balota & Rayner, 1991, S. 199; Pannasch, 2003, S. 3); dabei nimmt die visuelle Auflösung mit steigender Exzentrizität stetig ab. Die „Reflexkontrolle“ der parafovealen bzw. peripheren Wahrnehmung ermöglicht nun, die außerhalb der *Fovea Centralis* liegende Objekte „aus dem Augenwinkel“ zu beobachten und grob soweit zu analysieren, dass entschieden werden kann, ob die visuelle Aufmerksamkeit über eine Sakkade zu diesem Objekt oder einem anderen

Fixationsziel verlagert wird (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003). Auch Harris (1989, S. 401) verweist auf die Existenz eines solchen *Aufmerksamkeitsfenster* (*window of attention*): „It is proposed that there is a low-level automatic component of visual scanning in which saccades are triggered probabilistically in time by non-foveal stimulus features“ (vgl. Pomplun, Reingold, & Shen, 2001). Studien zum Leseverhalten zeigen dementsprechend, dass – während ein Wort zur Informationsaufnahme fixiert wird – bereits eine verdeckte Teilverschiebung visueller Aufmerksamkeit – *covert attention* – auf das nächste, im parafovealen Bereich liegende Wort vorgenommen werden kann, das dann bereits „aus dem Augwinkel“ vor-verarbeitet wird (Findlay, 2005; Hoffman, 1999; Theeuwes, 1993). Scheier und Heinsen (2003, S. 155) illustrieren diesen Mechanismus anschaulich an einem Beispiel aus der Leseforschung: „Wenn Sie den folgenden Punkt kurz fixieren • hat Ihre Aufmerksamkeit schon bis zu zwölf Buchstaben rechts vom Punkt vor-verarbeitet.“ Das impliziert, dass nicht von einer klaren Phasentrennung in foveale und parafoveale Wahrnehmung ausgegangen werden kann; vielmehr interagieren beide Wahrnehmungslevel auf einer höheren Integrationsebene. Visuelle Aufmerksamkeit kann sich dabei auch zwischen fixierten und im parafovealen Wahrnehmungsraum liegenden Objekten aufteilen (*divided visual attention*; Hogendoorn, Carlson, Vanrullen, & Verstraten, 2010) – wobei der Schwerpunkt visueller Aufmerksamkeit wahrscheinlich auf dem Fixationsziel bleibt. Zwar ist der parafoveale Wahrnehmungsbereich begrenzt; Ziele außerhalb dieses *Aufmerksamkeitsfensters* werden größtenteils inhibiert. Dennoch scheint zumindest eine partielle Verschiebung des Aufmerksamkeitsfokus auch *ohne* jegliche Augenbewegungen stattfinden zu können (Rötting, 2001; Deubel & Schneider, 1996; Theeuwes, 1993). Diskutiert wird auch, inwieweit höhere mentale Prozesse bzw. kognitive Faktoren diesen low-level Prozess modifizieren können (vgl. Harris, 1989). Aus den bisherigen Erkenntnissen lässt sich zusammenfassend schließen, dass der Sakkaden-Fixations-Rhythmus auf einer enorm komplexen Interaktion zwischen zentraler und peripherer physiologischer Wahrnehmung sowie deren kognitiver Verarbeitung basieren muss (Findlay, 2005; Godijn & Theeuwes, 2003). Zudem werden Fixationen und Aufmerksamkeit zwar zunächst über den parietalen Kortex geregelt, doch scheinen auch die frontalen bzw. parafovealen Augenfelder für den die weitere Blickbewegung steuernden Entscheidungsprozess relevant (Fischer, 1990, S. 45). Daraus lässt sich in summa folgern, dass die zielgerichteten Fixationen, deren Ausführung und deren Beendigung – insbesondere im Rahmen der endogenen Kontrolle visueller Wahrnehmung – „noch viele Fragen offen lassen, vor allem deshalb, weil hier der „Wille“ und das „Bewusstsein“ eine entscheidende Rolle spielen“ (Fischer, 1990, S. 45). Naheliegender erscheint zudem, grundsätzlich von einem prozessoralen, graduellen Übergang von exogen-kontrollierten zu endogen-kontrollierten Wahrnehmungsphasen auszugehen. Konkret ist hier zu vermuten, dass die Wahrnehmungsphase der *early vision*, also der im Wahrnehmungsverlauf sehr „frühen“ visuellen Wahrnehmung (auch: *pre-selektive oder pre-attentive Wahrnehmung*; Solso, 2005, S. 89) stärker reizgetrieben und damit stimulusbasiert geprägt wird, während kognitive, zielorientierte Prozesse die „spätere“ Wahrnehmung dominieren (Müsseler, 2008, S. 16f.; Bucher & Schumacher, 2006, S. 364). Dementsprechend ist die Rezeption der sehr frühen

pre-attentiven Wahrnehmungsphase als weitgehend „von den mehr kognitiven Funktionen wenig beeinflussbar“ zu werten, während spätere Wahrnehmungsabläufe mit einem tendenziell tieferen Verarbeitungsniveau einhergehen sollten (Müsseler, 2008, S. 17). Dem *peripheren* und *parafovealen Sehen* kommt insofern eine zentrale, den Blickverlauf partiell steuernde Funktion zu. Es ist daher kritisch zu berücksichtigen, dass die Betrachtung bzw. Analyse von Fixationen und Sakkaden – wie sie durch gängige Eyetracking-Verfahren geleistet wird – nur einen Teil der gesamten visuellen Wahrnehmung abdeckt, nämlich den der *fovealen* Perzeption. Der Bereich der *parafovealen* und *peripheren* Wahrnehmung kann über Eyetracking nicht (oder nur indirekt) erfasst werden; er ist bis heute allerdings auch noch nicht umfassend erforscht, so dass hier in Zukunft noch einige spannende Einsichten zu erwarten sind.

2.2 Technische Grundlagen zur Erhebung von Eyetracking-Daten

Wie Leven (1986, S. 154) betont, ist die Möglichkeit einer uneingeschränkten Kopfbewegung eine „entscheidende Voraussetzung für ein realitätsnahes Blickverhalten“. Methodisch erfordern die meisten mit der Analyse des Blickverhaltens einhergehenden Fragestellungen damit den Einsatz einer Eyetracking-Technologie, die es erlaubt, den Blickverlauf der Rezipienten möglichst präzise aufzuzeichnen, sie aber in ihrem natürlichen Sehverhalten möglichst wenig beeinflusst und auf störende Apparaturen verzichtet. Mittlerweile gibt es zahlreiche Eyetracking-Technologien, die das leisten; im Folgenden werden die beiden gängigen Systemtypen – *invasive, mobile Headmounted-Eyetracker* sowie *passive, stationäre Tablemounted-Eyetracker* – näher beschrieben.

2.2.1 Tablemounted und Headmounted-Systeme

Als Typus stationärer Tablemounted-Systeme etabliert haben sich Eyetracker, bei denen der optische Eindruck der Eyetracking-Apparatur einem modernen PC-Bildschirm entspricht; die in den Monitor integrierten Eyetracker sind dabei für den Probanden nahezu unsichtbar (vgl. Abb. 8). Während die Komponenten zur Registrierung von Blickbewegungen bei Systemen wie Tobii T120 oder dem SMI RED in den Eyetracking-Monitor eingebaut sind (vgl. Gröblbauer & Kapf, 2011), gibt es auch Systeme, bei denen die Eyetracker unter dem Bildschirm angebracht sind. Technisch können diese Systeme als non-invasives, passives, „tablemounted“ Eyetracking-System betrachtet werden, das videobasiert den *Cornealen Reflex* auf der Hornhaut misst (Hammoud, 2008, S. 3; vgl. Duchowski, 2007; Young, 1976). Dabei arbeitet der Eyetracker berührungslos und bleibt für die Probanden so gut wie unsichtbar. Bei der Betrachtung des Stimulusmaterials muss der Proband keine, ihn möglicherweise störenden, am Kopf montierten Apparaturen tragen. Da Eyetracking-Systeme wie der Tobii Eyetracker T120 oder der SMI RED den Probanden als herkömmlicher LCD-Computermonitor erscheinen und ihnen eine sehr hohe Bewegungsfreiheit erlauben, können sich Testpersonen nach der Kalibrierung in der Präsentationssituation annähernd natürlich bewegen. Ein besonderer Vorteil liegt in der Kompensation der Kopfbewegungen: Probanden können

auch während des Eyetracking Kopfbewegungen durchführen, ohne dass der Eyetracker ihren Fixationsort verliert. Die Experimentalsituation wird von den Probanden entsprechend leicht und rasch ausgeblendet, was eine relativ natürliche Rezeption ermöglicht (Hammoud, 2008, S. 3). Entsprechend positiv identifizieren einige Autoren Verfahren zur Blickverlaufsmessung, die über eine Kombination der Messung des Cornealen Reflexes sowie mit videobasierten Verfahren arbeiten (vgl. Ohno, Hara, & Inagaki, 2008). Von großem Vorteil ist daneben, dass berührungslose Tablemounted Systeme, im Gegensatz zu vielen anderen Systemen (vgl. Stenfors, Morén, & Balkenius, 2003, S. 634), die Augenbewegungen auch aufnehmen können, wenn die Probanden Brille oder Kontaktlinsen tragen.

Abbildung 8: Stationärer Tablemounted Eyetracker T120 der Firma Tobii (Quelle: Tobii Technologies; Original für eigene Darstellung bearbeitet)



Im Vergleich zu berührungslosen, passiven Eyetracking-Systemen haben *invasive* Verfahren, bei denen die Versuchsteilnehmer die Eyetracking-Technik in einem speziellen Tragesystem am Körper tragen, oft eine höhere Messgenauigkeit (Hammoud, 2008, S. 3; vgl. Grüblbauer & Kapf, 2011). Die Präzision der Messung ist ein zentrales Argument, wenn die Beantwortung der Forschungsfrage auf sehr präzisen Messungen basiert; das ist beispielsweise in neuro- oder kognitionswissenschaftlichen Kontexten der Fall, in denen auch Mikrosakkaden präzise erfasst werden sollen – z. B. wenn das Eyetracking die Vergleichswerte zur Analyse einer

funktionellen Bildgebung in Kernspintomographen (fMRT) liefern soll (vgl. Righi, Blumstein, Mertus, & Worden, 2009; Wohlschläger & Backes, 2007).

Während die frühen Headmounted-Systeme für den Probanden oft wenig angenehm waren, hat die technische Entwicklung auch hier zu erkennbaren Fortschritten der Eyetracking-Technik geführt: Heute sind die mobilen Eyetracker im Regelfall sehr klein. Die beiden zentralen Komponenten zur Aufzeichnung des Blickverlaufs, in der Regel eine Kamera zur Registrierung der Augenbewegung sowie eine Kamera zur Registrierung des Blickfeldes (Duchowski, 2007; Hammoud, 2008), können in einen Helm, eine Kappe oder sogar in eine Brille integriert werden (wie etwa das erst vor kurzem auf den Markt gebrachte mobile und weniger invasiv wirkende System *Tobii Glasses*; vgl. Abb. 9), während die Soft- und Hardware zur Steuerung üblicherweise über ein Notebook bereitgestellt wird, das der Probanden während des Tests in einer Tasche oder einem Rucksack bei sich führen kann. Dementsprechend gut sind mobile Eyetracker in alltäglichen Rezeptionssituationen einsetzbar; sie eignen sich somit auch für Feldstudien außerhalb von, möglicherweise der Rezeptionssituation wenig entsprechenden, Laborsettings.

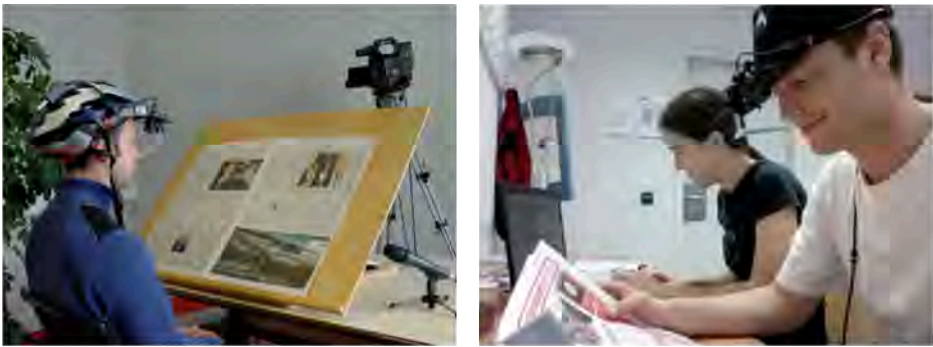
Abbildung 9: Mobiler Headmounted Eyetracker der Firma Tobii (*Tobii Glasses*); links: Detailabbildung; rechts beim Einsatz im Feld (Quelle: Tobii Technologies; Originale für eigene Darstellung bearbeitet)



Grundlage der Entscheidung, ob ein passives oder ein (mobiles) *Headmounted-System* zum Einsatz kommt, sollte aber nicht nur die Präzision der Messung sein; auch die Art der Stimuli bzw. die jeweilige Forschungsfrage spielt für das Methodensetting eine große Rolle (Geise & Schumacher, 2011). So bieten sich non-invasive Verfahren mit einer im Monitor befindlichen Augenkamera natürlich insbesondere für Medien an, die auf dem Monitor abgebildet und betrachtet werden können – Online-Magazine, Internet-Angebote oder Software-Anwendungen. Soll hingegen die Rezeption von Stimuli untersucht werden, die üblicherweise außerhalb von Laborkontexten stattfindet und sich daher besser im sozialen Feld erforschen lässt, ist das oft besser mit Headmounted-Systemen umzusetzen. Das gilt auch für die Analyse von Medien, die üblicherweise in gedruckter und gebundener Form vorliegen und vom Rezipienten auch primär so genutzt werden, wie etwa Zeitschriften und Zeitungen, bei denen der natürlicher Umgang mit dem Stimulus etwa das Umblättern oder Falten der Zeitung beinhaltet. Auch techni-

sche Gründe sind bei der Wahl der angemessenen Eyetracking-Technik zu bedenken: So lässt es das Format vieler Tageszeitungen gar nicht zu, einzelne Seiten in Originalgröße lesbar auf einem Eyetracking-Monitor darzustellen. Gerade für derartige Untersuchungsanlagen bieten Headmounted-Systeme methodische Vorteile (vgl. Abb. 10). Zwar lassen sich viele Printinhalte auch auf dem Monitor präsentieren – und wären damit auch für die Eyetracking-Analyse mit einem Tablemounted System geeignet –, weicht aber die Nutzungssituation stark von der natürlichen Rezeption ab, ist die Validität der Messung kritisch zu reflektieren.

Abbildung 10: Mobiler Headmounted Eyetracker *iView X HED* der Firma Sennoc Instruments (SMI). Links: Erhebungssituation im Rahmen einer Studie zur Rezeption von Zeitungsinhalten (Studie der Universität Trier; Abbildung aus: Geise & Schumacher, 2011). Rechts: Erhebungssituation im Rahmen einer Studie zur Rezeption von Zeitungsinhalten an der Fachhochschule St. Pölten (Abbildung aus: Gröblbauer & Kapf, 2011).



Headmounted- und Tablemounted-Systeme unterscheiden sich auch hinsichtlich der Auswertung der erhobenen Daten: Tablemounted- bzw. Remote-Systeme bieten den großen Vorteil, dass der Blickverlauf des Probanden automatisch mit bereits betrachteten Stimuli *synchronisiert* wird; die Eyetracking-Daten können damit einigermaßen komfortabel über entsprechende Softwarelösungen in Blickverlaufsgrafiken und einfache Blickverlaufsstatistiken übersetzt werden. Auch wenn die Daten für weiterführende statistische Analysen aggregiert und exportiert werden müssen, gelangt der Forscher doch schnell zu einem ersten Überblick über die Struktur und die Sequenz der Blickverläufe. Demgegenüber sind die Aufzeichnungen mit Headmounted-Eyetrackern nicht ohne weiteres parametrisierbar, denn hier liegen zunächst nur einzelne Video-Sequenzen des Stimulus vor, in denen der Blickverlauf durch einen Punkt oder ein Kreuz markiert ist. Da allerdings die Kopfbewegungen des Probanden dazu führen, dass der aufgezeichnete Bildausschnitt permanent variiert, lassen sich die Blickkoordinaten nicht unmittelbar mit den Bildinhalten synchronisieren. Praktisch bedeutet das, dass Blickaufzeichnungen mit Headmounted-Systemen in der Regel eine Auswertung durch manuelle Codierung nach sich ziehen. Eine Alternative sind lediglich Systeme, die über einen *Headtracker* gleichzeitig zum Blickverlauf und dem Blickfeld des Rezi-

pienten auch Daten über die räumliche Lage seines Kopfes aufzeichnen. Bisher befinden sich entsprechende Systeme allerdings noch in einem frühen Entwicklungsstadium und sind noch deutlich teurer.

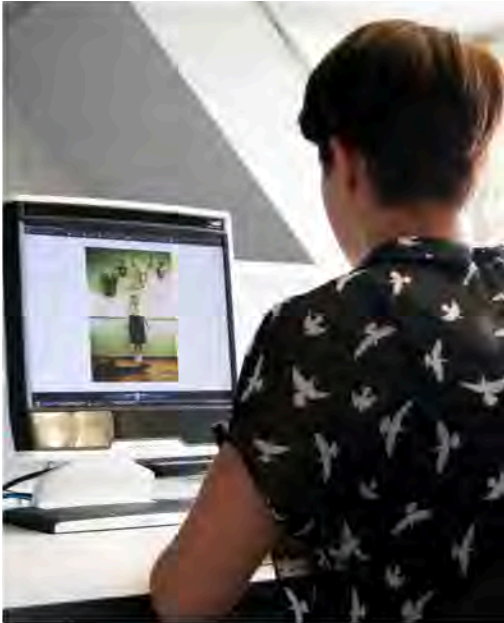
Im Folgenden wird die technische Funktionsweise *am Beispiel* des passiven Remote-Eyetrackers *Tobii T120* beschrieben (die Installation und Funktionsweise bei Headmounted-Systemen ist etwas komplexer; vgl. Duchowski, 2007; Hammoud, 2008; zur technischen Funktionsweise von *SMI Eyetrackern* vgl. insbesondere Grüllbauer & Kapf, 2011).

2.2.2 Die technische Funktionsweise eines Eyetrackers

Der Eyetracking-Prozess beginnt mit der individuellen Lokalisation der Augen des Probanden: „The first step in analyzing the eye is finding it“ (Hammoud, 2008, S. 4). Beim passiven Eyetracking nimmt der Proband in der Regel auf einem fest stehenden Stuhl (idealerweise kein Dreh- oder Rollstuhl) im leicht abgedunkelten Eyetracking-Labor Platz und blickt auf den Eyetracking-Monitor, der – in einem Abstand von 40-50 Zentimeter – auf dem Tisch vor ihm positioniert ist (vgl. Abb. 11). Obwohl die meisten passiven Eyetracker eine leichte Körper- und Kopfbewegung des Probanden erlauben, ist es für die Kalibrierung ideal, wenn der Proband so weit an die Tischkante heranrückt, dass er sie mit dem Brustkorb leicht berührt und seine Körperposition dabei durch Auflegen der Arme auf die Tischplatte stabilisiert.

Zur exakten apparativen Bestimmung des Blickzieles reicht es nun nicht aus, die Augenposition bzw. Augenstellung des Probanden zu ermitteln. Vielmehr sind die Positionierung und Physiognomie des Augapfels und der Pupille sowie die Stellung des Kopfes und Umweltinformationen über das objektive Blickziel einzubeziehen, um Blickverhalten und Blickverlauf mathematisch rekonstruieren zu können. Neben der okularen Positionsbestimmung ist hierzu eine *individuelle Kalibrierung* notwendig, um signifikante (physiologische) Unterschiede für die Blickbewegungsmessung zu berücksichtigen und damit einen hohen Maß an Validität und Reliabilität der Messleistung sicherzustellen (Ohno, Hara, & Inagaki, 2008). Die Kalibrierung soll zudem die relationale Beziehung zwischen dem individuellen Sehsystem des Probanden, dem Eyetracking-System sowie dem Stimulusmaterial erfassen. Zur Kalibrierung werden dem Probanden in der Regel fünf bis sieben, sich nacheinander über den Monitor bewegende Punkte präsentiert, die er mit seinen Augen fokussieren und nachverfolgen soll; häufig verwendete Kalibrierungssettings sind im Eyetracking-System vorinstalliert und können bequem aufgerufen werden (zur Anpassung bzw. Feinjustierung der Kalibrierung bei verschiedenen Eyetracking-Systemen: Duchowski, 2007; Hammoud, 2008).

Abbildung 11: Stationärer Tablemounted Eyetracker *Tobii T120* der Firma Tobii in einer Erhebungssituation im Rahmen einer Studie zur Rezeption Schock-Werbung (Studie der Universität Hohenheim)



Da die räumlich-geometrische Positionierung und die Verhältnismaße der Kalibrierungspunkte über das Eyetracking-System kontrolliert werden, lassen sich die individuellen Parameter des Probanden ermitteln, wenn er die Punkte fixiert und sein Blick den Punkten folgt. Dabei erfolgt eine spezifische Analyse und Anpassung an die jeweilige Pupillenposition, Pupillengröße und den Pupillenmittelpunkt (vgl. zu den Algorithmen und Funktionen: Ohno, Hara, & Inagaki, 2008, S. 115-124; Salvucci & Goldberg, 2000). Nach individueller Kalibrierung des Eyetrackers, die meist auch bei Brillen- oder Kontaktlinsenträgern problemlos abläuft, kann der eigentliche Eyetracking-Prozess beginnen. Hierbei erfassen Infrarot-Leuchtdioden die Augenbewegungen über eine millisekundengenaue Messung des so genannten *Cornealen Reflexes*, der Reflexion der Infrarot-Leuchtdioden in den Augen bzw. auf der Hornhaut der Augen des Probanden, der *Cornea* (diese *Corneareflexionsmethode* ist momentan das von der Mehrzahl der Eyetracking-Systeme genutzte Verfahren zur Blickregistrierung). Der gespiegelte Lichtreflex auf der äußeren Cornea ist (nach dem tschechischen Mediziner Purkyně) auch als *Erstes Purkinje Image* bekannt (kurz: *Purkinje Image*; Duchowski, 2007, S. 56; Young, 1976, S. 159). Möglich wird die Messung des Ersten

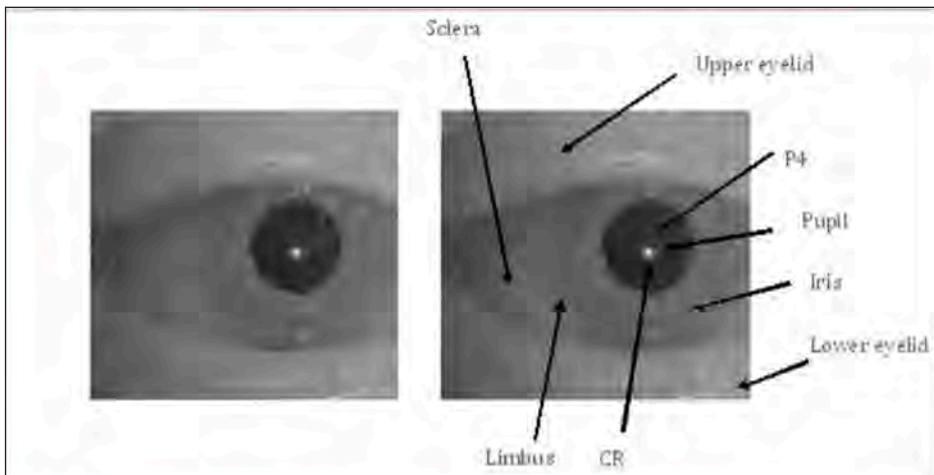
Purkinje Image¹⁰ als corneale Reflexion, weil die Hornhaut permanent mit Tränenflüssigkeit bedeckt ist, wodurch sie einfallende Lichtstrahlen zu einem großen Teil reflektieren kann: „As with a convex mirror, reflections of a bright object from this surface form a virtual image behind the surface, which can be [...] recorded“ (Young, 1976, S. 159; vgl. Hammoud, 2008). Anatomisch betrachtet stellt die Cornea den nach außen gewölbten, leicht aufgesetzten vorderen Teil der äußeren Augenhaut dar. Entsprechend ist der Krümmungsradius der Cornea geringer als der des gesamten Augapfels, weshalb sich der Corneale Reflex relativ zum Kopf in Richtung der gesamten Augenbewegung mitbewegt. Anhand der Positionierung der Infrarotlichtreflektion zur Drehachse des Auges kann auf die genaue Blickrichtung des Probanden geschlossen werden. Während die früher häufig verwendeten klassischen *Headmounted Systeme* durch Fixierung des Kopfes bzw. am Kopf der Probanden die Blickbewegung über den Cornealen Reflex in Bezug auf die absolute Stellung des Auges ermitteln konnten, erfordert eine berührungslose Blickaufzeichnung – wie bei Tobii T120 oder SMI RED – zusätzlich die Integration der *Pupille* bzw. des *Pupillenmittelpunktes* als weiteren Bezugspunkt (Duchowski, 2007, S. 54), weil die Positionierung des Ersten Purkinje Image zur Pupille zwar durch die Bewegungen des Auges verändert wird, nicht aber durch Bewegungen von Kopf oder Körper des Probanden: „The positional difference between the pupil center and corneal reflection changes with pure eye rotation, but remains relatively constant with minor head movements“ (ebd.: S. 56; vgl. Young, 1976, S. 159). Entsprechend wird der Corneale Reflex *relativ* zur Lokalisation des Pupillenmittelpunktes gemessen (Duchowski, 2007, S. 54); aus dieser Kombination von Erstem Purkinje Image und Pupillenmittelpunkt kann die Blickbewegung mit hoher Genauigkeit berührungslos ermittelt werden (Ohno, Hara, & Inagaki, 2008, S. 112). So kann der Proband in bequemer Entfernung zum Monitor sitzen, das präsentierte Material betrachten und sich vergleichsweise frei und natürlich bewegen.

Zur Erzeugung der cornealen Reflexion auf der Hornhaut wird das Auge des Probanden während der Rezeption der Stimuli mit einem schwachen, infraroten Licht bestrahlt, das von im Eyetracking-Monitor integrierten Leuchtdioden ausgeht („*near-infrared light*“ (NIR)). Die im Monitor integrierten infrarotempfindlichen LED-Kameras erfassen gleichzeitig die Augen des Probanden. Aus der Sicht des Eyetrackers erscheinen die Pupillen dabei als kleine schwarze Scheiben, die von einem farblichen Außenring umgeben werden (der Iris) und durch eine weiße Mandorla (dem Augapfel) sowie das obere und untere Augenlid gerahmt werden (Hammoud, 2008, S. 5; Duchowski, 2007, S. 56). Tatsächlich die-

10 Allgemein bezeichnet „Purkinje Image“ Reflexionen, die an den optischen Grenzflächen des Auges entstehen. Purkinje-Bilder entstehen an der Vorder- und Rückseite der Cornea sowie an der Vorder- und Rückseite der Linse. Die meisten Eyetracker (auch der Tobii T120) erfassen nicht nur das erste Purkinje Image, sondern auch das vierte Purkinje Image; dabei wird die Augenbewegung aus der relativen Bewegung von erstem und viertem Purkinje Image mit hoher Genauigkeit rekonstruiert. Von den vier Purkinje-Bildern besitzen das erste und vierte Purkinje Image die höchste Kontraststärke und Helligkeit. Durch die unterschiedlichen Wölbungsgrade der Grenzflächen an Cornea und Linse ist das vierte Purkinje Image (im Unterschied zu den ersten drei Images) gespiegelt. Eyetracker, die Blickbewegungen über das Purkinje-Image-Verfahren registrieren, erreichen üblicherweise Auflösungen von zwei Winkelminuten bei einer Gesichtsfeldabdeckung von 15 Winkelgrad.

nen eben diese Strukturen als Basis der Blickaufzeichnung: Die Eyetracking-Software verarbeitet die Pupille des Probanden als dunkelsten Punkt (da die Pupille das einfallende Infrarotlicht fast vollständig absorbiert), sowie den Cornealen Reflex als hellsten Punkt (durch den reflektierten hohen Anteil an Infrarotlicht; vgl. Abb. 12). Dieser Befund wird dann als schwarzweißes Videobild von der Analysesoftware des Eyetrackers verarbeitet, im Beispiel *Tobii Studio*. Um hierbei die Position des Auges bzw. die Augenbewegung zu ermitteln, wird das Erste Purkinje Image im Auge des Probanden auf eine zweite Aufzeichnung transferiert, die auf Basis der Erfassung des Blickfelds des Probanden bzw. des präsentierten Stimulusmaterials erfolgt. In diese wird dann der Blickverlauf (Fixationen und Sakkaden) übersetzt (vgl. Abb. 13).

Abbildung 12: Optischer Befund eines Auges, aufgenommen bei Infrarotlicht-Bestrahlung von einer infrarotempfindlichen Kamera (Hammoud, 2008, S. 6; bearbeitet)



Der Tobii T120 Eyetracker arbeitet mit einer Frequenz von 120 Hertz, d. h. pro Sekunde werden 120 Messwerte erfasst. Dabei werden Blickbewegungen ab einer Blickverweildauer von etwa 8 Millisekunden registriert (beim kleineren Eyetracker Tobii T60 mit einer Leistung von 60 Hz ab einer Blickverweildauer von 16 ms). Kürzere Blickstagnationen, die eine Verweildauer von 8 Millisekunden unterschreiten, bleiben für den Eyetracker „unsichtbar“. Hingegen können etwa alle 8 Millisekunden Fixationen in Form von Fixationskoordinaten und deren Zeitwerten (Anfangs- und Endzeit) aufgenommen werden, was relativ präzise Messungen erlaubt. Bei der Ausgabe bzw. Visualisierung der Daten in der Analysesoftware *Tobii Studio* werden diese Rohdaten dann in einem zweiten Schritt – entsprechend der Struktur des einzelnen Blickverlaufs – geglättet, d. h. als Fixationen oder Sakkaden *interpretiert* (vgl. Abb. 13; zu Modellierungsansätzen: Duchowski, 2003, S. 111-128). Der Interpretation liegen bei Tobii z. B. folgende Definitionen zugrunde: „If a segment of the signal is of constant or slowly changing mean due

to drift, we classify it as a *fixation*” und: “If there is an abrupt change in the mean, we classify it as a *saccade*” (Tobii Handbuch, 2008). Die eigentlich für den Eyetracker unsichtbaren Sakkaden werden also nicht aufgezeichnet, sondern nachträglich zwischen den Fixationspunkten *konstruiert*, indem der Bruch im Scanpath durch Ergänzung der Sakkadenverläufe vervollständigt wird. Für die Glättung der Rohdaten lassen sich die programminternen Parameter in der Software ändern und den Anforderungen des Tests anpassen. Für viele Testverfahren mit multimodalen Stimuli eignet sich beispielsweise die Einstellung für „mixed content” (= Fixation radius 30 pixels and duration 100ms).

Abbildung 13: Visualisierung der Blickverläufe von drei Probanden über die Rezeptionszeit von 0,3 Sekunden; Plakatmotiv der Hannelore Kohl Stiftung, 2004, gegliedert in Fixationen (Punkte) und Sakkaden (Linien); die Nummern in den Fixationspunkten entsprechen der Reihenfolge der Fixationen, die Größe der Punkte der Fixationsdauer



Für die weitere Analyse der Daten müssen die durch Eyetracking-Verfahren erhobenen Messwerte dann komprimiert und aggregiert werden. Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Grundlagen zur Erhebung von Eyetracking-Daten, insbesondere zur Gestaltung des Settings thematisiert. Anschließend werden Prämissen der Interpretation von Eyetracking-Daten vorgestellt und diskutiert, dann die häufig verwendete *Indikatoren*, zu denen die kontinuierlichen Eyetracking-Daten aggregiert werden können. Die Erörterung der Wahl und Interpretation relevanter Eyetracking-Indikatoren zielen dabei auch auf Aspekte, die bei der

Operationalisierung von Eyetracking-Analysen im Forschungsprozess zu berücksichtigen sind.

2.3 Methodische Grundlagen zur Erhebung von Eyetracking-Daten

Bereits die Beschreibung der Methode bzw. der Eyetracking-Systeme offenbart ein zentrales Problem jeder Blickaufzeichnungsstudie: Obwohl die Idee der Methode darauf abzielt, das „natürliche“ Blickverhalten in seinen spezifischen Umweltkontexten zu untersuchen, steht der Einsatz der Methode dem erst einmal entgegen. Damit der Blick des Rezipienten apparativ registriert werden kann, müssen aufwendige technische Vorbereitungen getroffen werden: Im besten Fall setzt sich der Proband in einem leicht abgedunkelten Forschungslabor vor einen (scheinbaren) PC-Monitor und passiert die individuelle Kalibrierung des Eyetrackers, ohne sich dadurch in seinem weiteren Rezeptionsverhalten stören zu lassen. Oder er bekommt einen engen Helm oder eine Mütze aufgesetzt und muss eine aufwändige Anpassung des Eyetrackers über sich ergehen lassen und dann einen schweren Rucksack mit sich herumtragen, während er durch ein ihm normalerweise nicht vertrautes Brillenglas (das an der Kopfvorrichtung befestigt ist) „ganz natürlich“ seine Umgebung wahrnimmt (vgl. Abb. 14). Zu fragen ist hier nach der *Validität der Messung*: Inwieweit ist es möglich, im jeweiligen Forschungssetting und den damit verbundenen Bedingungen eine *möglichst natürliche Rezeptionssituation* zu simulieren? Welche Einschränkungen resultieren für die Interpretation und Anwendung der Ergebnisse aus den methodischen Bedingungen des Einsatzes von Eyetracking?

Abbildung 14: Mobiler Headmounted Eyetracker iView X HED der Firma Sensomotoric Instruments (SMI) in einer Erhebungssituation im sozialen Feld (Quelle: Sensomotoric Instruments)



Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Methode bzw. ihre bisherigen apparativen Umsetzungen einen *Einfluss auf den Rezeptionsprozess haben können*. Ob das aber tatsächlich so ist und, wenn ja, wie sich dieser Einfluss genau gestaltet, lässt sich nicht direkt testen. Eine mögliche Lösung bieten systematische, postrezeptive Befragungen der Probanden zur Methode (Geise & Schumacher, 2011); etwa indem man die Probanden selbst einschätzen lässt, ob und inwieweit sie sich durch die Methode gestört oder eingeschränkt gefühlt haben. Hier zeigen die bisherigen Befunde, dass die meisten Probanden berichten, sie hätten die Eyetracker relativ bald nach Beginn der Sitzung ausgeblendet und nicht mehr wahrgenommen. Bei Holmqvist und Wartenberg (2005, S. 18) hatten fast Dreiviertel der Probanden nachher angegeben, ihre Rezeption entspräche ihrem normalen Nutzungsverhalten; mehr als die Hälfte fühlte sich durch den Eyetracker nicht gestört. Ähnliche Befunden weist eine Poynter-Studie aus, bei der ein Headmounted-Eyetracking-System für die Analyse der Rezeption von Print- und Online-Medien genutzt wurde: Die große Mehrheit der Befragten gab an, dass sie die Apparatur zwar bewusst wahrnahmen, dies aber keinen Einfluss auf ihr Blickverhalten gehabt habe – zwei Prozent räumten dagegen ein, dass sich ihr Blickverhalten durch den Einsatz der Eyetracking-Technik deutlich verändert habe (Stark Adam, Quinn, & Edmonds, 2007, S. 105). Dass die Probanden tatsächlich eine valide Auskunft darüber geben können, wie sich ihr Rezeptionsverhalten durch das Setting verändert hat, ist allerdings unwahrscheinlich – so relativieren auch Holmqvist und Wartenberg (2005, S. 18) ihre Befragungsergebnisse: „Still, our impression is that readers have spent longer time with the paper than usual – at least more than they did in similar studies on newspaper reading“ (Holmqvist & Wartenberg, 2005, S. 18). Als grundlegender Befund sollte daher akzeptiert werden, dass manche Probanden sich durch (Headmounted-)Eyetracking-Systeme in ihrem natürlichen Rezeptionsprozess behindert fühlen und/oder sogar davon abweichen können. Dies bleibt bei der Wahl und Gestaltung des Settings zu reflektieren.

Zu bedenken ist auch, dass gerade die Rezeption mit Headmounted-Systemen einer kurzen Gewöhnungsphase bedarf. Doch auch unabhängig von der eingesetzten Eyetracking-Technik ist die Methode an sich schon artifiziell, weil der Proband vor, nach und ggf. auch während der Rezeption von (mindestens) einem Versuchsleiter begleitet werden muss. Daher bietet es sich bei Eyetracking-Studien an, dem Untersuchungsobjekt einen Test-Stimulus zur Gewöhnung voranzuschalten, dessen Rezeption bei der Auswertung vernachlässigt wird. Dabei können sich Probanden an die für sie fremde Situation (Raum, Computer, Versuchsleiter) gewöhnen.

Ein zweiter wichtiger Faktor ist das *Testszenario*, in dem sich der Proband mit dem Stimulus auseinandersetzt. Bereits die frühen Eyetracking-Studien von Yarbus (1967) zeigen, dass die *Aufgabe*, mit der ein Rezipient einen visuellen Stimulus betrachtet, einen Einfluss auf seine Rezeptionssituation und damit auf sein Blickverhalten ausüben kann (vgl. Abb. 7). Dementsprechend macht es einen enormen Unterschied für die Aussagekraft, Aufbereitung und Interpretation der Befunde, mit welcher explizit oder implizit formulierten Aufgabe sich der Proband dem Stimulus zugewendet hat: Sollte er sich das Treatment „einfach einmal anschauen“? Sich einen „groben Überblick verschaffen“? Oder kleine Suchaufga-

ben lösen und gezielt nach Informationen suchen? Bewährt hat sich, dem Probanden ein möglichst alltagsnahes und vertrautes Szenario anzubieten, in das dann ggf. auch kleinere Teilaufgaben eingebaut werden. Soll etwa eine möglichst natürliche Rezeptionssituation für das Zeitungslesen simuliert werden, kann es von Vorteil sein, den Probanden gedanklich in diese Alltagssituation zu versetzen, beispielsweise mit Formulierungen wie „Stellen Sie sich vor, es ist ein ganz gewöhnlicher Morgen – nicht zu hektisch, nicht zu ruhig, alles ist wie immer – und sie haben noch Zeit, sich hinzusetzen und Ihre Zeitung zu lesen... Nehmen Sie die Zeitung, lesen und schauen Sie, blättern Sie, vor oder zurück, schnell oder langsam, falten, knicken oder zerpfücken Sie Ihre Zeitung, ganz wie Sie mögen... Machen Sie einfach alles so, wie an einem ganz gewöhnlichen Morgen beim Zeitungslesen...“ Gerade die Erklärung, inwieweit der Proband auch in der Erhebungssituation sein gewohntes, natürliches Rezeptionsverhalten zeigen darf – beispielsweise Zeitungsseiten umzublättern oder zu knicken – ist wichtig, denn oft sind Probanden unsicher, was „erwünscht“ oder „unerwünscht“ ist (Geise & Schumacher, 2011).

Für das Erleben einer möglichst natürlichen Rezeptionssituation kann es auch bedeutsam sein, ob die Probanden mit dem Stimulus oder der Art der Stimuli vertraut sind. Die Durchführung einer Eyetracking-Studie zur Rezeption der Internetseite *YouTube* dürfte für Studenten keine große Herausforderung darstellen; für internet-affine Senioren aber schon eher. Sind die Probanden mit dem Stimulus wenig oder gar nicht vertraut, könnte es – je nach Forschungsfrage – sinnvoll sein, der eigentlichen Erhebungsphase eine Erklärungs- und Orientierungsphase voranzuschalten (ggf. auch zu einem separaten Termin und/oder ohne Eyetracking). Denn Rezipienten, die zum ersten Mal mit einem Angebot in Kontakt kommen, müssen sich zunächst einmal mit diesem vertraut machen, bevor ihre „eigentliche“ Nutzung beginnt. Will man hingegen genau diesen Erstkontakt analysieren (Russel, 2005), sollte ein plausibles Szenario gefunden werden, warum sich die Probanden mit den unbekannten Angeboten auseinandersetzen sollen (Herendy, 2009). Exemplarisch lässt sich hier die Operationalisierung aus einer Studie zur Website-Nutzung junger Leser heranziehen, für die Paul und Ruel (2008) folgendes Szenario verwenden: „You are considering moving to northern California for a job and decide to look at two regional news websites...“ **Daneben ist zu berücksichtigen**, dass eine regelmäßige bzw. intensive Nutzung bestimmter Stimuli oder Stimulustypen zu *Nutzungsroutinen* führt, die die Rezeption prägen können (Schumacher, 2009; Bucher & Barth, 1998). Um das bei der Analyse der Daten berücksichtigen zu können, sollten entsprechende Nutzungsroutinen im Rahmen einer begleitenden Befragung erfasst werden.

Zur methodisch reflektierten Gestaltung des Settings ist auch die Frage nach der den Probanden zur Verfügung stehenden *Rezeptionszeit* zu stellen. Auch hier hängt die Entscheidung wesentlich von der jeweiligen Forschungsfrage ab. Ist, wie z. B. bei Wahlplakaten, die durchschnittliche Rezeptionszeit bekannt und soll zur Beantwortung der Forschungsfrage eine möglichst wirklichkeitsgetreue, „flüchtige“ Rezeption simuliert werden, bietet es sich an, die Expositionszeit auf diesen Wert apparativ zu begrenzen. In den meisten Fällen ist die Einstellung der Expositionszeit im (Remote-)Eyetracking-System millisekundengenau möglich und kann

problemlos für alle Stimuli bzw. Probanden eingestellt werden. Dadurch lassen sich auch sehr kurze Expositionszeiten (z. B. 0,5 s oder 0,1 s je Stimulus) einstellen, die – vergleichbar mit Tachistoskoptestverfahren (Kroeber-Riel, Weinberg, & Gröppel-Klein, 2009, S. 325f.) – eine Konfrontation im pre-attentiven Wahrnehmungsbereich simulieren können. Das kann sich anbieten, wenn durch Eyetracking die ersten visuellen Orientierungsreaktionen auf den Stimulus erfasst werden sollen oder wenn es relevant ist, die pre-attentive Valenzbewertung bzw. den vorbewussten, „ersten Eindruck“ des Stimulus auf den Probanden (durch entsprechende Methoden) zu erheben (Geise, 2011, S. 76ff.).

Sollen die Probanden sich über eine längere Zeitspanne mit dem Stimulus auseinandersetzen, bietet es sich an, die zeitliche Begrenzung über ein entsprechendes, plausibles Szenario zu erklären. Ein Beispiel zur Begründung einer limitierten Rezeptionszeit bieten Holmqvist und Wartenberg (2005, S. 18) in einer Studie zur Rezeption von Zeitungen an: „Stellen Sie sich vor, Sie sitzen am Bahnhof. Ihr Zug fährt erst in 20 Minuten ab. Sie haben eine Zeitung von heute dabei und lesen sie, während Sie auf den Zug warten.“ Konzentriert sich das Erkenntnisinteresse hingegen auf die flüchtige Lektüre einer Zeitung oder die grobe Orientierung auf einer Web-Seite, lassen sich mit entsprechenden Szenarien auch kürzere Zeiträume begründen, nach denen der Stimulus gewechselt oder die Rezeption beendet wird.

Neben der Möglichkeit, dem Probanden eine festgelegte Zeitbegrenzung pro Stimulus bzw. Stimulusreihe zu geben, kann es für einige Fragen sinnvoll sein, dem Probanden die Entscheidung über die Rezeptionszeit selbst zu überlassen (Holmqvist & Wartenberg, 2005). In der forschungspraktischen Umsetzung hat diese Offenheit Grenzen; im Allgemeinen wissen die Probanden, welcher Zeitrahmen für die Sitzung kalkuliert wurde und passen ihr Rezeptionsverhalten bewusst oder unbewusst an (Geise & Schumacher, 2011); auch eine Anpassung der eigenen Rezeption auf Basis einer vermuteten sozialen Erwünschtheit ist zu bedenken (Holmqvist & Wartenberg, 2005, S. 18). Doch auch, wenn die beobachtete Rezeption ohne Zeitlimit erfolgt, wird man aus forschungsökonomischen Gründen oft nur eine bestimmte Zeitdauer auswerten – etwa nur die ersten 15 Minuten einer Zeitungslektüre oder nur die ersten fünf Minuten der Nutzung eines Online-Forums – Datenmenge und Auswertungsaufwand werden sonst leicht unüberschaubar.

Ein wichtiger Aspekt der Gestaltung des Settings ist auch die *Auswahl und Aufbereitung des Stimulusmaterials*. Hier sind einerseits technische, andererseits auch inhaltliche Grenzen der Methode abzuwägen. So lassen sich, wie schon skizziert, zwar *viele* Printinhalte auch auf dem Monitor darstellen – und wären damit auch einer Eyetracking-Analyse mit einem Tablemounted System zugänglich – aber eben *nicht alle*. Bestimmte Stimuli, z. B. großformatige Zeitungsseiten, lassen sich nicht angemessen auf einem Remote-System darstellen, weil sie derart verkleinert werden müssten, dass die Lesbarkeit leidet; so steht bei einigen Stimuli bereits das Format der Präsentation auf einem Eyetracking-Monitor entgegen. In diesem Zusammenhang wird oft gefragt, ob Stimuli im Überformat, die sich zwar prinzipiell verkleinern lassen könnten – wie etwa *Plakate* – überhaupt sinnvoll an einem Eyetracking-Monitor getestet werden können. Auf den ersten Blick besitzt

dieser Einwand durchaus Plausibilität. Zumindest aus wahrnehmungsphysiologischer und -psychologischer Sicht kann der Einwand aber relativiert werden. Denn für die Anatomie des menschlichen Auges ist das entscheidende Kriterium der Wahrnehmungsstrukturen das Abbild, das auf der Netzhaut generiert wird (Scheier, 2005, S. 276), nicht das Ursprungsobjekt dieses Abbildes. Und dieses Netzhaut-Abbild ist – solange der übliche Sehabstand von etwa 50 Zentimetern zum Bildschirm eingehalten wird – *identisch* zu dem Netzhautbild, das ein weiter entferntes, dafür allerdings größeres Plakatmotiv in einer Realumgebung erzeugen würde. Für viele Forschungsfragen kann also aufgrund der Struktur der visuellen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung postuliert werden: Obwohl die Struktur visueller Wahrnehmung auch durch den jeweiligen Stimulus und seine visuellen Merkmale gesteuert wird, operiert das *System* der visuellen Wahrnehmung stimulus-unabhängig. Dem folgt, dass die spezifische Struktur visueller Wahrnehmung die gleiche bleibt – unabhängig davon, ob der visuelle Stimulus auf einem Plakatbogen oder einem digitalen Monitor präsentiert wird. Zu bedenken ist zudem, dass ein (Plakat-)Motiv, das nicht das Potential besitzt, sich in einem experimentellen Setting am Monitor durchzusetzen, in der Realität erst recht kein Wirkungspotential entfalten wird.

Zu berücksichtigen ist dennoch, dass die Laborsituation nicht der externen Realität entspricht und dass eine virtuelle Darstellung auf einem Monitor lediglich als *Annäherung an die Realität* begriffen werden darf. Gerade in Settings, die stark von der natürlichen Rezeption abweichen und in denen die natürliche Rezeption wichtig für die Beantwortung der Forschungsfrage ist – wie etwa die Analyse der Wahrnehmung von Werbeplakaten im Alltag –, ist die Validität einer passiven Eyetracking-Messung kritisch zu reflektieren. Für solche Untersuchungsanlagen können Headmounted-Systeme einige methodische Vorteile bieten. Es ist also mit der Forschungsfrage abzuwägen, ob die Beobachtung der Blickverläufe auf ein soziales Feld angewiesen ist (und dafür der Mehraufwand der Datenaufbereitung und Datenauswertung in Kauf genommen wird), oder ob die Forschungsfrage vor allem über die Struktur visueller Wahrnehmung erklärt werden kann.

Gerade wenn Studien zur Rezeption aktueller Medieninhalte geplant sind, steht der Forscher noch vor einer anderen Herausforderung: Die Periodizität des Stimulusmaterials limitiert den Zeitraum und die Gruppengröße der Erhebung. Solen beispielsweise tagesaktuelle Zeitungen untersucht werden, ist die Zahl der Eyetracking-Tests auf die an einem Tag durchführbaren Sitzungen beschränkt. Bei Stimuli, die sich im Tagesverlauf verändern – beispielsweise Nachrichtenportale im Internet – kann nur eine kleinere Gruppe analysiert werden. Noch komplizierter wird es, wenn sich der Stimulus kontinuierlich ändert – wie z. B. ein Internetforum mit einem Informationsticker – in dieser Situation wird unter Umständen jeder Proband mit einem anders gestalteten Stimulus konfrontiert. Hier muss für die Entscheidung zwischen verschiedenen Faktoren, z. B. zwischen Realitätsnähe und Vergleichbarkeit, abgewogen werden. Doch auch bei strengem Zeitplan sind bei komplexen Stimuli wie Zeitungen oder Internetseiten mit einem Eyetracker selten mehr als sechs bis acht Sitzungen pro Tag möglich; soll die Zahl der Probanden erhöht werden, ist abzuwägen, ob in Kauf genommen werden kann, dass die präsentierten Inhalte nicht mehr aktuell sind.

Werden hingegen über einen längeren Untersuchungszeitraum, etwa über mehrere Tage, die gleichen Stimuli eingesetzt – z. B. die gleiche Ausgabe einer Tageszeitung –, sind zwar höhere Probandenzahlen und damit Aussagen auf breiterer Datenbasis möglich. Für bestimmte Probleme, etwa Untersuchungen zu Orientierungsphasen und der Wirksamkeit von Gestaltungskonzepten sind auch keine wesentlichen Verzerrungen zu erwarten. Methodisch problematischer wird es aber, wenn Vorwissen und Interesse bei nicht-aktuellen Inhalten dazu führen, dass Texte nicht gelesen werden, die die Probanden am Erscheinungstag durchaus gelesen hätten. In solchen Fällen sollte die Blickaufzeichnung durch eine Befragung zu Vorwissen und Themeninteresse begleitet werden.

3. Zur Interpretation von Eyetracking-Daten

Das besondere Problem der Interpretation von Blickverlaufsdaten liegt, wie bei fast allen apparativen, rezeptionsbegleitenden Beobachtungsverfahren (Fahr & Früh, 2011), darin, dass der Forscher in den meisten Rezeptionssituationen passiver Beobachter ist und damit nur teilweise nachvollziehen kann, was der Rezipient gerade tut, warum er dies tut und was er dabei denkt. Zudem ist gerade die Interpretation psychophysiologischer Daten oft widersprüchlich. Daraus ergibt sich, dass die meisten Blickbewegungsdaten inhaltlich unspezifisch sind (Richter, 2008, S. 19). Ohne eine weitere Kontextualisierung lassen sich daher wenige spezifische Erkenntnisse über die mit der visuellen Wahrnehmung verbundenen Rezeptions-, Verarbeitungs- und Wirkungsprozesse gewinnen. Nach bisherigen Wissen lassen die Blickverlaufsdaten aber dennoch allgemeine Rückschlüsse auf die Verteilung, Tiefe und Rangfolge kognitiver Verarbeitungsleistung zu, da zwischen der Augenbewegung und der Gesamtheit visueller Informationsverarbeitung starke Interdependenzen bestehen (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003; Schierwagen, 1998; Mühlendyck & Rüssmann, 1990; O'Regan & Lévy-Schoen, 1987).

3.1 Prämissen der Interpretation von Eyetracking-Daten und Diskussion der Prämissen

Eine erste zentrale Prämisse der Interpretation von Eyetracking-Daten ist, dass visuell wahrgenommene Reize in der Regel sofort mental verarbeitet werden. Nach dieser *Immediacy Assumption* werden Fixationszeiten häufig als Maß für die Intensität der kognitiven Verarbeitung interpretiert; die Verarbeitungsdauer wäre demnach identisch mit der Fixationsdauer (Rötting, 1999a, S. 8). Beim Lesen von Texten ist dieser Zusammenhang besonders augenscheinlich (vgl. Abb. 15):

Abbildung 15: Textstimulus „Die Violine“ mit projizierter Visualisierung des Scanpath eines Probanden; Rezeptionszeit 5 Sekunden. Die Visualisierung des Blickverlaufs verdeutlicht die sequentielle Struktur des Leseprozesses (Studie der Universität Hohenheim)



Hierbei werden vom Rezipienten alle Hauptwörter eines Textes visuell fixiert, eine Ausnahme bilden lediglich sehr kurze Worte (Rayner, 1998): „The immediacy assumption posits that an attempt to relate each content word to its referent occurs as soon as possible“ (Just & Carpenter, 1980, S. 341; vgl. Carpenter, 1988, 1991; Carpenter & Robson, 1999). In Anlehnung an die Untersuchungen zum Leseverhalten von Just und Carpenter (1980) lässt sich hierzu für Augenbewegungsuntersuchungen generell ableiten (Schroiff, 1986, S. 58): „Die visuelle Achse verläuft durch das Objekt der unmittelbar erfahrbaren visuellen Umwelt, [das] momentan Gegenstand der zentralen Verarbeitung ist“ (vgl. Schroiff, 1987; Mikasch & Haack, 1986, S. 15). Zusammengefasst postuliert die *Immediacy Assumption* also die Prämisse: *Vom Rezipienten visuell fixierte Objekte werden von ihm umgehend zentral verarbeitet.*

Zur Einordnung argumentiert Schroiff (1986), dass die visuelle Achse des zentralen Sehvermögens streng genommen nur der *Mittelpunkt* des Bereiches ist, in dem noch eine hohe visuelle Detailauflösung realisiert werden kann – das indivi-

duelle funktionale visuelle Feld des Rezipienten (in der Leseforschung „*perceptual span*“, Rayner & Pollatsek, 1989) ist im Regelfall größer als das eigentliche, über Eyetracking erfasste *Fixationsziel*. Dem folgt, dass die Annahme einer *exakten Synchronisation* von Fixation und mentaler Verarbeitung eine leichte Verzerrung einzukalkulieren hat, denn aufgrund der Position der visuellen Achse kann nicht exakt bestimmt werden, welche Information der Rezipient aus seinem individuellen funktionalen Feld enkodiert. Vielmehr ist die Ausgabe einer als zentral visuell fixierten Information über Eyetracking eine „gute Schätzung für den Schwerpunkt der visuellen Aufmerksamkeit“ (Schroiff, 1986, S. 198). Die Berücksichtigung der *Relativität* des visuellen Felds – und damit des Bereichs, der während der Rezeption visuell wahrgenommen und verarbeitet wird – unterstützt insofern die Validität der Interpretation der Fixation, welche Information überhaupt aufgenommen werden kann. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das individuelle funktionale visuelle Feld des Rezipienten keine fixe Größe ist; vielmehr kann sich der Bereich in Abhängigkeit spezifischer Kontextbedingungen (z. B. beeinflusst durch die Aufgabe) verändern und ist damit selbst ein potentieller Parameter, der etwa über die Sakkadenamplitude operationalisiert werden kann (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003).

Berücksichtigt man dies, scheint die Annahme, dass zentrale visuelle Wahrnehmung und zentrale mentale Verarbeitung unmittelbar zusammenhängen, aber zumindest in ihrer grundlegenden Implikation empirisch belastbar (Aslin & McMurray, 2004, S. 155). Empirische Eyetracking-Befunde zur Analyse kognitiver Verarbeitungsvorgänge in natürlichen Rezeptionssituationen bei alltäglichen Aufgaben, etwa beim Autofahren (Land & Lee, 1994), beim Tischtennis- (Land & Furneaux, 1997) oder Cricket-Spielen (Land & McLeod, 2000), beim Zubereiten von Tee (Land, Mennie, & Rusted, 1999) oder Sandwichs (Hayhoe, Shrivastava, Myruczek, & Pelz, 2003), weisen in eine ähnliche Richtung. Hierbei zeigt sich relativ kongruent, dass Fixationen mit dem Verlauf der jeweiligen Aufgabe zeitlich eng verbunden sind (Hayhoe, 2004; Hayhoe & Ballard, 2005), während Objekte, die zur Lösung der jeweiligen Aufgabe irrelevant sind, nicht oder kaum visuell fixiert werden (Hayhoe, Shrivastava, Myruczek, & Pelz, 2003; vgl. Land & McLeod, 2000).

Darüber hinaus vermutete bereits Brosius (1983, S. 8) in seiner Arbeit über die Verarbeitung visuell präsentierter Szenen, dass „Augenbewegungsparameter als [...] Indikatoren für Art und Güte der ablaufenden Verarbeitungsprozesse angesehen werden können“. Während die Fixation an sich Auskunft darüber gibt, dass ein Objekt gerade mental verarbeitet wird, kann die *Fixationsdauer* Auskunft darüber geben, wie tief das Objekt mental verarbeitet wird (Just & Carpenter, 1980). So zeigen Lass und Lür (1990) prototypisch, inwieweit die Analyse des Blickbewegungsverhaltens als Indikator für Prozesse der Gedächtnisbildung operationalisiert werden kann (Fang, Lür, Lass, & Ulrich, 1987). Mittlerweile beschreiben viele Übersichten diverser physiologischer Parameter Augen- bzw. Blickbewegungen als einen hoch sensitiven Indikator für Prozesse mentaler Beanspruchung (Rötting, 2001; Carpenter, 1988; Carpenter & Robson, 1999; Isfort, 1986). Auch vor dem theoretischen Hintergrund hierarchischer Informationsverarbeitungsmodelle liegt nahe, einen Zusammenhang zwischen der Fixa-

tionslänge und dem Level kognitiver Verarbeitung zu vermuten. So lässt sich der Prozessverlauf visueller Wahrnehmung, beispielsweise nach dem *levels of processing*-Konzept von Craik und Lockhart (1972), als sequentielle Abfolge aufeinander aufbauender Prozessschritte denken: Zunächst findet eine *perzeptive Dekodierung* basaler Objektmerkmale statt, der sich eine *semantische*, die Bedeutung betreffende, Kategorisierung anschließt – die dann in eine *metakognitive*, kreative Verarbeitung mündet. Tatsächlich konnten Velichkovsky, Sprenger und Pomplun (1997) zeigen, dass sich die jeweilige Verarbeitungstiefe in der Fixationsdauer spiegelt (Velichkovsky, 2001; Velichkovsky, Dornhoefer, Pannasch, & Unema, 2001): In einer Reihe experimenteller Untersuchungen wurden Probanden Schwarzweißbilder unbekannter Gesichter gezeigt; dabei wurde das Verarbeitungslevel über entsprechende (perzeptive, semantische, metakognitive) Tasks modifiziert, während Fixationszeiten vergleichend kontrolliert wurden. Die Ergebnisse sprechen für eine selektive Beeinflussung der Fixationsdauer, abhängig von der Komplexität der jeweiligen Aufgaben bzw. Verarbeitungstiefe, wobei explizite kommunikative Anforderungen die Anzahl von besonders langen Fixationen (>500 ms) in einer signifikanten Weise erhöhen: Je nachdem, auf welchem Verarbeitungslevel die visuelle Wahrnehmung stattfand, verlängerte sich die Fixationsdauer. Dabei war ein signifikanter Anstieg der Fixationsdauern entsprechend der beschriebenen Ebenen zu verzeichnen: Während die mittlere Fixationsdauer in der perzeptiven Verarbeitungssituation zwischen 120 bis 250 ms lag, waren sie in der metakognitiven Verarbeitungssituation mit einer Dauer von 250 bis 500 ms deutlich länger (Velichkovsky, Sprenger, & Pomplun, 1997). Eine andere Studie konnte demonstrieren, dass die Ebenen der Informationsverarbeitung verschiedene Hirnareale ansprechen (Velichkovsky, 2001; Snodderly, Kagan, & Gur, 2001).

Dagegen postuliert die zweite Prämisse, die *Eye-Mind Assumption*, dass die visuell wahrgenommenen Objektbereiche so lange im Zentrum der kognitiven Verarbeitung stehen, wie sie zentral betrachtet bzw. fixiert werden (Richter, 2008, S. 19; Lass & Lüer, 1990, S. 80; Just & Carpenter, 1976, S. 44; 1980, S. 341f.). Die Fixationsdauer entspricht also der Dauer der zentralen Verarbeitung (Schroiff, 1986, S. 58, 1987). Tatsächlich ist das aber nicht immer eindeutig. Eine wichtige Einschränkung betrifft die bereits genannte *Relativität des individuellen funktionalen Felds*: Die Idee, den Fixationsort im Sinne einer Schätzung des Fokus visueller Aufmerksamkeit (Schroiff, 1986) als relativ zu interpretieren, gilt hierbei nicht nur aus räumlicher Perspektive, sondern auch aus *zeitlicher*. Einige empirische Befunde weisen darauf hin, dass die Dauer der kognitiven Verarbeitung geringer sein kann als die Dauer der Fixation. So konnten in einer Studie Worte erst mit einer Zeitverzögerung von etwa 100 Millisekunden nach Ende der hinführenden Sakkade erkannt werden (McConkie, Underwood, Zola, & Wolverton, 1985).

Daneben zeigen Studien zum Leseverhalten auch, dass – während ein Wort zur Informationsaufnahme fixiert wird – bereits eine verdeckte Teilverschiebung visueller Aufmerksamkeit (*covert attention*) auf das nächste, im außerfovealen Bereich liegende Wort vorgenommen werden kann, das dann bereits vor-verarbeitet wird (vgl. Findlay, 2005; Hoffman, 1999). Eine exakte Übereinstimmung von Fixationsziel und visueller Aufmerksamkeit ist also auch temporär nicht zwin-

gend. Vielmehr implizieren solche Befunde, dass sich visuelle Aufmerksamkeit auch zwischen fixierten und im peripheren Wahrnehmungsraum liegenden Objekten aufteilen kann – wobei der Schwerpunkt visueller Aufmerksamkeit wahrscheinlich auf dem Fixationsziel liegt. Dennoch ist davon auszugehen, dass zumindest eine partielle Verschiebung des Aufmerksamkeitsfokus auch *ohne* jegliche Augenbewegungen stattfinden kann (Rötting, 2001; Deubel & Schneider, 1996). Das bedeutet, dass visuelle Stimuli im extrafovealen Wahrnehmungsraum zumindest „aus dem Augenwinkel“ oberflächlich rezipiert, grob identifiziert und zumindest vage erinnert werden können – und zwar auch dann, wenn *keine* fovealen Fixationen auf dem jeweiligen Stimulusbereich nachweisbar sind (vgl. Schumacher, 2010, S. 180). Ein typisches Beispiel für dieses Phänomen ist die *banner blindness*: Obwohl die Blickaufzeichnung verdeutlicht, dass die Rezipienten Werbeanzeigen explizit *nicht fixiert* haben, können sie sich in manchen Fällen doch daran erinnern (Stenfors & Holmqvist, 2005; Benway, 1998). Bei der Interpretation der Eyetracking-Daten sollte daher berücksichtigt werden: Was der Proband visuell fixiert und was er visuell wahrnimmt, ist nicht unbedingt identisch (vgl. Schumacher, 2010, S. 181). Hier ist noch einmal auf die zentrale Rolle der parafovealen bzw. peripheren Wahrnehmung hinzuweisen. Dass hingegen eine Positionierung der Augen auf ein visuelles Ziel vorgenommen wird, *ohne* dass dazu parallel eine Verlagerung der visuellen Aufmerksamkeit stattfindet, ist unwahrscheinlich (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003; Deubel, 1998).

Eine dritte (aus den beiden obigen abgeleitete) Prämisse, die *Eye-Mind-Sequence Assumption*, betrifft die Interpretation der Chronologie des Blickverlaufs bzw. Blickpfads. Demnach lassen sich aus der Analyse des Blickverlaufs Aussagen zur Hierarchie der mentalen Verarbeitung ziehen, denn „*die Sequenz der Fixationen lässt sich als Abfolge der zentralen Verarbeitungsschritte rekonstruieren*“ (Schroiff, 1986, S. 58, 1987; Just & Carpenter, 1980). Dabei ist kritisch zu reflektieren, dass die Annahme der *Eye-Mind-Sequence Assumption* bei der Interpretation von Blickverläufen im Sinne einer Spiegelung kognitiver Verarbeitungsprozesse die grundsätzliche Möglichkeit paralleler Informationsverarbeitung ausblendet (vgl. Schroiff, 1987, S. 203). Dass Blickbewegungen aber eine sequentielle Struktur aufweisen, muss nicht bedeuten, dass visuelle Informationsverarbeitungsprozesse auch apodiktisch diesem Rhythmus folgen. Vielmehr lässt sich vermuten, dass gerade kognitive Prozesse höherer Ordnung auch parallel ablaufen können und in einer komplexen Verschachtelung miteinander interagieren. Tatsächlich zeigen neuere Modelle visueller Informationsverarbeitung entsprechende Befunde. Ein Beispiel liefert das *Visual Information Processing Model* von Bullier (2001, 2004), der – basierend auf dem *Drei-Stufen-Modell der Wahrnehmung* von Marr (1982) – den Primäreindruck visueller Stimuli über Prozesse der neurophysiologischen Informationsverarbeitung erklärt. Danach durchläuft eine perzipierte visuelle Information auf ihrem Weg ins Gehirn eine hochkomplexe Kette an Hierarchieebenen innerhalb der neuronalen Verknüpfungen, die eben nicht nur sequentiell bzw. vertikal, sondern auch horizontal und in Feedback-Schleifen miteinander verknüpft sind. Mit dem integrierten Interaktionsmodell, für das sich auch empirische Indizien finden lassen (Bullier, 2001, S. 100; vgl. Bullier, Hupé et al., 2001), überwindet Bullier sequentielle Informationsverarbei-

tungsmodelle. Auch neuere Folgearbeiten (Kirchner & Thorpe, 2006; vgl. Singer, 2005) bauen auf diesem Ansatz auf und finden Belege für den hohen wechselseitigen *Vernetzungsgrad* des Gehirns. Vor diesem Hintergrund muss wohl akzeptiert werden, dass die bisherige Interpretationspraxis der Blickverlaufssequenz, die als hierarchische Abfolge der zentralen Verarbeitungsschritte gewertet wird (Schroiff, 1986, S. 58, 1987; Just & Carpenter, 1980), der Komplexität der visuellen Informationsverarbeitung nur teilweise entspricht – und damit nur grobe Rückschlüsse auf den tatsächlichen *Prozess* visueller Informationsverarbeitung zulässt.

Aufgrund der bisherigen Befunde erscheint zusammengefasst die Vermutung plausibel, dass Eyetracking zwar nur grobe Aussagen über die Sequenz der verarbeiteten Informationen zulässt, wohl aber recht präzise Auskunft über die Summe und Tiefe der überhaupt verarbeiteten Informationen gibt. Zugleich legen interaktiv-dynamische Modelle visueller Informationsverarbeitung (vgl. Bullier, 2001, 2004; Singer, 2005) die Idee nahe, dass die Sequenz verarbeiteter Informationen aufgrund der zahlreichen kognitiven Interaktionen weniger relevant ist als in hierarchischen Informationsverarbeitungsmodellen angenommen (vgl. Marr, 1982). Folgt man dieser Idee, sollten Blickverläufe wohl eher hinsichtlich ihrer *holistischen* als ihrer sequentiellen Struktur analysiert werden, denn diese dürfte für die anzunehmende holistische Struktur der kognitiven Informationsverarbeitung größeren Aufklärungspotential bieten.

Im Rückgriff auf diese Erkenntnisse lassen sich die grundlegenden Prämissen der Interpretation von Eyetracking-Daten abschließend noch einmal zusammenfassen (vgl. Tab. 1; Geise, 2011; Geise & Schumacher, 2011).

Tabelle 1: Überblick über Prämissen der Blickverlaufsanalyse

Prämisse	Implikation der Prämisse
<i>Immediacy Assumption</i>	<i>Fixierte Objekte werden umgehend zentral verarbeitet</i> (Schroiff 1986, S. 58, 1987; Mikasch & Haack 1986, S. 15).
<i>Eye-Mind Assumption</i>	<i>Die Fixationsdauer entspricht der Dauer der zentralen Verarbeitung</i> (Richter 2008, S. 19; Lass & Lüer 1990, S. 80; Just & Carpenter 1976, S. 44, 1980). Gleichzeitig ist die Fixationsdauer ein <i>Indikator für die Aufmerksamkeitsallokation</i> des Rezipienten.
<i>Eye-Mind-Sequence Assumption</i>	<i>Die hierarchische Sequenz der Fixationen entspricht der hierarchischen Sequenz der zentralen kognitiven Verarbeitungsschritte</i> (Schroiff 1986, S. 58, 1987).

Es soll in diesem Kontext noch einmal darauf verwiesen werden, dass die vorgestellten Prämissen zur Analyse des Blickverlaufs – auch vor dem Hintergrund der jeweiligen Forschungsfrage und des methodischen Settings – zu diskutieren sind. Einige Einschränkungen wurden bereits genannt. So wird bei der Dateninterpretation meist davon ausgegangen, dass die Fixations- bzw. Betrachtungsdauer als Indikator kognitiver Prozesse bzw. kognitiver Verarbeitungsleistung zu interpretieren ist. Fraglich bleibt dabei aber, *welche spezifischen kognitiven Verarbeitungsprozesse* bei Fixation einzelner visueller Informationen ablaufen und welche

Interdependenzen hierbei bestehen: „Although a given cognitive event might reliably lead to a particular fixation, the fixation itself does not uniquely specify the cognitive event“ (Hayhoe, 2004, S. 268; vgl. Viviani, 1990).

Zu berücksichtigen ist auch, dass die Mehrheit der Erkenntnisse, auf denen die formulierten Prämissen der Interpretation von Blickverlaufsdaten basieren, aus Studien zur Analyse visueller Wahrnehmung *beim Leseverhalten* stammen. Hier gibt Duchowski (2007, S. 216) zurecht zu bedenken: „Although [reading] patterns are easily recognized, no apparent strategies for scene viewing have been easily discerned. Contrary to reading, there appears to be no canonical scanpath for particular objects“ (vgl. Rayner 1998). Es ist dabei höchst wahrscheinlich, dass die Prämissen und/oder ihre Einschränkungen nicht unmodifiziert für die Rezeption von *Bildinformationen* gelten, die aufgrund ihres divergenten Wahrnehmungs- und Verarbeitungsmodus mit anderen Parametern operiert. Den theoretischen Implikationen der Logik visueller Wahrnehmung folgend (Geise, 2011), sind die formulierten Prämissen zwar weithin plausibel – die möglichen Einschränkungen sollten aber bewusst bleiben. Daher wären Forschungen wünschenswert, die die Prämissen in ihrer spezifischen Aussagekraft im Rahmen der Rezeption von Bildinhalten hinterfragen.

Grenzfälle, in der die formulierten Prämissen nicht ohne weiteres der Interpretation zu Grunde gelegt werden können, betreffen auch Situationen des „nach innen gerichteten Nachdenkens“, in denen der Rezipient zwar seinen Blick auf ein Zielobjekt fokussiert, seine Aufmerksamkeit dabei aber ganz nach innen richtet (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003; Posner, Snyder, & Davidson, 1980; Reeves & Sperling, 1986). Rötting (2001, S. 63f.) weist in diesem Kontext darauf hin, dass die grundsätzliche Existenz eines derartigen, momentan auftretenden „looking without seeing“ – wie das auch bei einem „verträumten Blick“ oder dem „gedankenverlorenen Starren“ im Alltag zu beobachten ist (Land & Lee, 1994) – streng genommen keine Ablehnung der Eye-Mind-Prämissen bedingen muss: Für die Beantwortung der meisten Forschungsfragen müssen *immediacy assumption* und *eye-mind-assumption* nicht isoliert für jede einzelne Fixation gelten, sondern nur *für die Summe der gesamten Fixationen*. Zudem lassen es die meisten Untersuchungssituationen bzw. die meisten dem Probanden zugeteilten Aufgaben zu, ein verträumtes Starren des Probanden während der Eyetracking-Messung für unwahrscheinlich zu erachten.

Abschließend ist noch einmal darauf zu verweisen, dass die Blickbewegungsimplikationen und daraus abgeleitete Parameter noch nicht vollständig erforscht bzw. fundiert sind. Daher sollten die Prämissen der Interpretation der Eyetrackingdaten vor dem Hintergrund der jeweiligen Forschungsfrage kritisch betrachtet werden. Diesen Anforderungen werden allerdings nur wenige Forschungsprojekte gerecht: Der Überblick über die Eyetracking-Literatur zeigt, wie Schroiff (1987, S. 189) schon in den 80er Jahren beklagt hat, dass sich nur wenige Arbeiten überhaupt reflektiert mit der Gültigkeit der Annahmen auseinandersetzen. Dabei ist die Interpretation von Blickbetrachtungszeiten und Blickverweildauern bis heute schwierig (Geise & Schumacher, 2011; vgl. Rötting, 1999a, b); das wird auch im folgenden Abschnitt, in dem die Indikatoren zur Interpretation von Eyetracking-Daten thematisiert werden, noch einmal deutlich.

3.2 Indikatoren zur Interpretation von Eyetracking-Daten und Diskussion der Indikatoren

Wie im Rahmen der Funktionsbeschreibung des Eyetracking dargestellt, misst beispielsweise der Tobii Eyetracker T120 alle 8 Millisekunden die jeweilige Blickposition bzw. Blickbewegung. Damit werden pro Sekunde und Proband etwa 125 Messwerte erfasst, für 5 Sekunden liegen also pro Proband 625 einzelne Messwerte vor. Das Datenset der erfassten Online-Messungen wird in der Eyetracking-Analysesoftware dann noch differenziert bzw. vervollständigt, indem Blickstagnationen, die eine Verweildauer von 8 Millisekunden unterschreiten – und damit für die Aufnahme im Eyetracking „unsichtbar“ bleiben – nachträglich zwischen den Fixationspunkten als Sakkadenverläufe rekonstruiert werden. Für die weiterführende Analyse der Daten müssen die erhobenen Messwerte dann *komprimiert* und *aggregiert* werden, um sinnvoll interpretiert werden zu können.

Bei den auszuwertenden Parametern der Blickbewegungen handelt es sich im weitesten Sinne um *psychophysiologische Messwerte* und aus ihnen abgeleitete Indikatoren. Da die einzelnen Messwerte *während* der Rezeptionsphase der Probanden aufgenommen werden, bezeichnet man sie auch als Online-Messwerte (Richter, 2008, S. 17; Rötting, 1999b). Während einige Indikatoren (z. B. das Sakkaden-Fixations-Verhältnis) stimulus-unabhängig sind, ist für die Interpretation der meisten Indikatoren der Bezug zum getesteten Stimulus notwendig. Die gebräuchlichen Remote-Eyetracking-Systeme bieten hierzu eine entsprechende Software an, die eine visuelle Synchronisation von Blickverlaufsdaten und Stimulus recht mühelos erlaubt. Dabei lässt sich, unmittelbar nachdem der Blickverlauf des Probanden über Eyetracking erhoben wurde, in der Visualisierung der jeweiligen Analysesoftware auf den ersten Blick anschaulich nachvollziehen, welche Bereiche in welcher Reihenfolge mit welcher Intensität angeschaut wurden. Eine tiefer gehende Analyse muss aber auf Basis quantifizierbarer Messgrößen erfolgen, die auch einer statistischen Auswertung zur Verfügung stehen. Der notwendigen Zusammenfassung der Einzelmesswerte steht dabei eine immens große Datenmenge gegenüber. Es ist also die Entscheidung zu treffen, welche Einzelwerte des Blickverlaufs aus dem Set an kontinuierlichen Messungen wie zu welchen Indikatoren verdichtet werden können. Ein Rückgriff auf wissenschaftliche „Erfahrungswerte“ – oder gar systematische Methodevaluationen – ist dabei kaum möglich: Der gegenwärtige Forschungs- und Anwendungsstand von Eyetracking stellt noch wenige standardisierte Messgrößen und Interpretationsbefunde zur Verfügung. Ein „commonly accepted interpretation standard for ocular indices“ entwickelt sich nur langsam (Granka, Feusner, & Lorigo, 2008, S. 348).

Dabei zeigt sich auch, dass die Eyetracking-Daten vorwiegend zur *Deskription* bestimmter Wahrnehmungsverläufe herangezogen werden; weiterführende statistische Auswertungen sind hingegen seltener. Dadurch ergibt sich die oft paradoxe Situation, dass das *quantitative* Verfahren der apparativen, physiologischen Blickregistrierung zur *Datenerhebung* eingesetzt wird, die so gewonnenen Daten aber weitgehend *qualitativ analysiert und interpretiert* werden. Entsprechend pointieren Hembrooke et al. zum Stand der Auswertungsstandards: „Analysis [of Eye-Tracking-Data] is usually a visual comparison“ (Hembrooke, Feusner, & Gay,

2006, S. 41). Eine Ursache liegt auch darin, dass systematische Eyetracking-Studien – gerade mit größeren Fallzahlen – bis heute sehr selten sind (Radach, Lemmer, Vorstius, Heller, & Radach, 2003, S. 612; vgl. Geise, 2011).

Dennoch lassen sich Schlüsselvariablen erkennen, die als signifikante Indikatoren der Blickbewegungsanalyse dienen können – insbesondere *Scanpath*, bestehend aus *Fixationen* und *Sakkaden*, Betrachtungsintensitäten (*Observation Lengths*), Betrachtungszonen (*Areas of Interest*) und Zeit bis zum Erstkontakt mit einzelnen Stimulusbereichen (*Time to first Fixation*) oder auch die Pupillenreaktion (vgl. Granka, Feusner, & Lorigo, 2008, S. 348; Radach et al., 2003, S. 613f.). Allerdings müssen diese im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung kritisch reflektiert und operationalisiert werden. Hier ist mit Isfort (1986, S. 133) darauf hinzuweisen, dass die Parameterbildung „unbestritten“ abhängig ist „vom jeweiligen Untersuchungsdesign sowie der jeweiligen Fragestellung“, weshalb bisher eingesetzte Operationalisierungen bzw. Parametersystematiken eher als fallbezogene Orientierungen dienen, die für das eigene Vorgehen zu überdenken und ggf. zu modifizieren sind.

Da zudem die meisten Blickbewegungsindikatoren *isoliert* betrachtet inhaltlich unspezifisch und damit interpretationsoffen sind (Richter, 2008, S. 19), ist eine weitere Kontextualisierung der Informationen in der Regel erforderlich. Da die Methode noch wenig standardisiert ist, ist die Auswahl der konkreten Messgrößen sowie ihre jeweilige Kontextualisierung eine zentrale *Herausforderung*. Klar ist, dass derartige Entscheidungen immer zu treffen sind – es sei aber an dieser Stelle herausgestellt, dass gerade dieser Prozessschritt beim Einsatz von Eyetracking in besonderer Weise theoretisch und methodisch reflektiert werden sollte. Das gilt insbesondere, da die Zusammenfassung verschiedener Einzelwerte zu einer Messgröße eine enorme Komprimierung bzw. Reduktion der erhobenen Blickverlaufsdaten bedingt. Dabei ist, angesichts der Auswertungspraxis von Eyetracking-Daten, auf ein methodisch-analytisches, bislang nur schwierig zu lösendes Problem hinzuweisen: Die holistische Gesamtstruktur eines Blickverlaufs kann über einzelne Indikatoren nur unzureichend erfasst und statistisch analysiert werden. Als hoch komplexes Gesamtkonstrukt ist der Blickverlauf multidimensional und lässt sich nur hilfswise in eindimensionale Parameter überführen. Zwar sind hier gerade in jüngerer Zeit einige richtungsweisende analytische Konzeptionen entwickelt worden, in denen etwa der Versuch unternommen wird, holistische, mehr-dimensionale Clusteranalysen anzuwenden (Feusner & Lukoff, 2008, S. 43ff.). Doch kann hier kaum von einer etablierten oder standardisierten Auswertungsstrategie gesprochen werden; noch weniger stehen allgemein zugängliche Statistikprogramme zur Verfügung, die derartige Algorithmen abbilden können. Hier ist das Optimierungs- und Reflexionspotential systematischer Methodenevaluationen sicher noch nicht ausgeschöpft.

Im Folgenden sollen nun grundlegende Überlegungen zur Indikatorenbildung und deren Interpretation zusammengefasst und diskutiert werden. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über eine Auswahl an Indikatoren der Eyetracking-Analyse (vgl. Tab. 2), die für kommunikations- und medienwissenschaftliche Fragestellungen von besonderem Interesse sind; für den differenzierteren Überblick sei auf die einschlägigen Zusammenstellungen verwiesen (vgl. beispielsweise Goldberg & Kotval, 1999; Rötting, 2001; Jacob & Karn, 2003; Ehme & Wilson, 2007). Bei der Betrachtung dieser Indikatoren fällt auf, dass die Mehrzahl der vor-

handenen „aspects of eye-movements“ über das *Niveau an Aufmerksamkeitsverteilung* konzeptualisiert werden (vgl. Radach et al., 2003, S. 612). Implizit wird hier zugrunde gelegt, dass sich die Aufmerksamkeitsallokation als eine Funktion der Motivation des Rezipienten, seiner Interessen, Möglichkeiten und Fähigkeiten interpretieren lässt, die durch Faktoren wie die Rezeptionssituation oder stimulus-spezifische Charakteristika erheblich modifiziert werden kann (ebd.). Da, wie oben dargestellt, visuelle Aufmerksamkeit sowohl endogen als auch exogen kontrolliert werden kann, besteht – insbesondere in der frühen Phase der visuellen Wahrnehmung – die Möglichkeit, dass visuelle Aufmerksamkeit auch unabhängig von individuellen Wahrnehmungsintentionen durch die Merkmale des Stimulus aktiviert wird (daher auch: *stimulus-driven*; Godijn & Theeuwes, 2003, S. 3). Legt man hier zudem die Erkenntnis zugrunde, dass „individual-, stimulus-spezifische und situative Faktoren den Blickverlauf steuern“ (Leven, 1991, S. 15) – präziser formuliert müsste es eigentlich heißen, dass individuelle stimulus-spezifische und situative Faktoren *die Allokation visueller Aufmerksamkeit steuern* – sollte die Struktur der (exogenen) visuellen Wahrnehmung (zumindest partiell) als eine Funktion des Stimulus zu interpretieren sein. Dem folgt eine zentrale Prämisse der Eyetracking-Forschung: Abhängig vom visuellen Stimulus sollten sich Unterschiede in der Struktur der visuellen Wahrnehmung bzw. im Blickverlauf zeigen; sie lassen sich über Eyetracking rekonstruieren und anhand spezifischer Indikatoren analysieren.

Tabelle 2: Überblick über Indikatoren der Eyetracking-Analysen

Indikator	Implikation des Indikators
Fixationen und fixations-bezogene Indikatoren	
Zeit zum Erstkontakt (<i>Time to first Fixation</i>)	Gibt Auskunft über das Aktivierungspotential eines Bereichs; bei kurzer Zeit zum Erstkontakt liegt hohes Aktivierungspotential vor (vgl. Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003; Rötting, 2001)
Blickverweildauer (<i>Observation Length of Fixation</i>)	Lässt erkennen, wie intensiv bzw. wie lange das Auge einen bestimmten Bereich fixiert hat. Gibt Auskunft über die Aufmerksamkeitsallokation. Bei höherer Blickverweildauer ist ein höherer Grad der Informationsaufnahme wahrscheinlich (vgl. Pannasch, 2003; Velichkovsky, 2001; Rötting, 2001, 1999a; Schroiff, 1987; Oster & Stern, 1980)
Fixationshäufigkeit (<i>Fixation Count</i>)	Zeigt, wie viele Fixationen in welchen Bereich fallen; eine hohe Fixationshäufigkeit lässt auf einen höheren Grad an Interessiertheit bzw. an Aktivierungspotential schließen; kann aber auch Zeichen für eine (zu) hohe Komplexität des Bereichs sein (vgl. Rötting, 2001; Goldberg und Kotval, 1999, 1998; Lambert, 1976).
Scanpath und scanpath-bezogene Indikatoren	
Relative Position im Blickverlauf (<i>Scanpath Position</i>)	Identifikation der typischen Einstiegszonen für die Betrachtung; gibt Auskunft über Aktivierungspotential / Aufmerksamkeitsstärke eines Stimulusbereichs bzw. auch daraus abgeleitete Optimierungspotentiale der Blicklenkung (vgl. Rötting, 2001; Menz & Groner, 1986)

Indikator	Implikation des Indikators
Sakkadenausdehnung /-weite (<i>Saccadic Amplitude / Length</i>)	Maß für die Sensitivität der peripheren Wahrnehmung bzw. das Aufmerksamkeitsfenster parafovealer Wahrnehmung (vgl. Rötting, 2001)
Verteilung der Fixationen (<i>Distribution of Fixations</i>)	Indikator für verschiedener Arten der Informationsverarbeitung, die task-bezogenen Fähigkeiten des Rezipienten, die Prägnanz eines Zielobjekts im visuellen Stimulus oder das Anforderungsniveau einer Suchaufgabe (vgl. Goldberg und Kotval, 1999, 1998; Rötting, 2001)
Rücksprünge (<i>Backtracks</i>)	Finden häufig in der Leseforschung Anwendung; meist im Sinne einer Verarbeitungsschwierigkeit interpretiert (vgl. Goldberg & Kotval, 1999; Cowen et al., 2002; Rayner & Pollatsek, 1989)
Übergangsmatrix (<i>Transition Matrix</i>)	Auskunft über typische Blickverlaufsmuster oder -irritationen im Stimulus (vgl. Ellis & Stark, 1986; Rötting, 2001; Ehmke & Wilson, 2007)
Blickpfaddauer (<i>Scanpath Duration</i>)	Maß, um die Dauer einer globalen visuellen Suche oder Lösung einer Aufgabenstellung zu beschreiben (vgl. Ehmke & Wilson, 2007; Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott, & Wichansky, 2002)
Blickpfadlänge (<i>Scanpath Length</i>)	Ähnlich Blickpfaddauer; Maß, um die Dauer einer globalen visuellen Suche oder Lösung einer Aufgabenstellung zu beschreiben (Ehmke & Wilson, 2007; Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott, & Wichansky, 2002)
Sakkaden und sakkaden-bezogene Indikatoren	
Fixations-Sakkaden-Verhältnis (<i>Fixation Saccade Ratio</i>)	Indikator der Informationsverarbeitungsanforderungen (vgl. Ehmke & Wilson, 2007)
Anzahl der sakkadischen Augenbewegungen (<i>Saccade Count</i>)	Verweist auf die Qualität visueller Such- und Verarbeitungsprozesse (vgl. Goldberg & Kotval, 1999; Rötting, 2001; Ehmke & Wilson, 2007)
Sakkadendauer (<i>Saccade Duration</i>)	Erlaubt Rückschlüsse auf die visuelle Aufmerksamkeit bzw. geistige Klarheit/Müdigkeit des Rezipienten (Schleicher, Galley, Briest, & Galley, 2008)
Sakkadengeschwindigkeit (<i>Saccade Velocity</i>)	Gibt Auskunft über Vigilanz und kognitive Beanspruchung (vgl. Rötting, 2001; Schleicher, Galley, Briest, & Galley, 2008; Galley, 1989)
Sakkadenlatenz (Reaktionsgeschwindigkeit der Sakkaden; <i>Saccadic Latency</i>)	Indikator für die „visuelle Reaktionszeit“; spiegelt auch den Einfluss der arousal-Mechanismen auf die Blickbewegungssteuerung wieder (Rötting, 2001; Unema, 1999)
Sakkadenlänge (<i>Saccade Length</i>)	Indiz ausgedehnter Orientierungsreaktionen oder von Stimulusbereichen mit besonderer visueller Prägnanz (vgl. Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott, & Wichansky, 2002; Ehmke & Wilson, 2007; Rötting, 2001)

Bei der Interpretation ist allerdings zu berücksichtigen, dass die zu Grunde liegende, gängige Differenzierung von Wahrnehmung als *entweder* exogen *oder* endogen kontrollierter Prozess zu hinterfragen ist (Bucher & Schumacher, 2006, S. 363). Zwar bringt die Unterscheidung theoretisch-analytisch eine große Trennschärfe. Unklar bleibt allerdings, welche Wechselwirkungen bzw. Linearitäten hier

bestehen: Wo beginnt die endogene Steuerung visueller Wahrnehmung? Wo endet die exogene? Die Komplexität visueller Wahrnehmung impliziert, dass sich Wahrnehmung nicht binär in endogen *oder* exogen codieren lässt. Wenn aber von einer Interdependenz endogener und exogener Wahrnehmung ausgegangen werden kann, was bedeutet dies dann für den visuellen Wahrnehmungs- und Wirkungsprozess? Was für seine empirische Analyse? Wie kann analytisch differenziert werden – um es konkret zu formulieren –, welche Teilelemente sich in einem Blickverlauf aufgrund stimulusbasierter Wahrnehmung konstituieren und welche aufgrund individueller Präferenzen? Möglicherweise hängt die fehlende Aufdeckung von endogener Kontrolle (bzw. Einflüssen individueller Rezipientenmerkmale) auch damit zusammen, dass – vor dem Hintergrund des hier skizzierten Problems – die bestehenden Messmethoden die Interdependenzen zwischen endogener und exogener Kontrolle noch nicht ausreichend erfassen können.

Exemplarisch wird das auch an einer elementaren Einschränkung der Eyetracking-Technologie deutlich: Die beschriebene Erfassung von *Fixationen* und *Sakkaden* durch Eyetracking kann, wie bereits thematisiert, nur einen Teil der visuellen Wahrnehmung abbilden, nämlich den der *fovealen Perzeption*. Die vorangestellten Überlegungen zu den Theorien des Sehprozesses und Blickverhaltens haben aber gezeigt, dass insbesondere auch dem *parafovealen* und *peripheren Sehen* wahrscheinlich sogar den Blickverlauf steuernde Funktionen zukommen, die die apparative Eyetracking-Beobachtung momentan meist ausblendet. Zwar lassen sich streng genommen auch aus der Analyse der messbaren fovealen Wahrnehmung Aussagen über das parafoveale bzw. periphere Wahrnehmungsfeld ableiten: Da sich das periphere Sehen während einer Fixation modifizierend auf die Aufmerksamkeit für das nächste Fixationsziel auswirkt, spiegelt sich die Wirkung dieser peripheren Wahrnehmung letztlich auch in der ausgeführten Augenbewegung (vgl. Rötting, 2001, S. 64). Operationalisierte Indikatoren, wie etwa die *Sakkadenausdehnung* sowie die *Sakkadenweite* können dementsprechend auf die Sensitivität der peripheren Wahrnehmung verweisen bzw. zur Beschreibung des *Aufmerksamkeitsfensters parafovealer Wahrnehmung* herangezogen werden (ebd.). Bis heute ist der Bereich der parafovealen bzw. peripheren Wahrnehmung aber noch nicht vollständig erforscht – weshalb auch Rückschlüsse der fovealen Perzeption auf die parafoveale hier nicht weiter im Fokus stehen. Dennoch bleibt zu bedenken, dass sich einige offene Fragen bzw. Einschränkungen der Interpretation von Eyetracking-Daten möglicherweise beantworten lassen, wenn der Bereich der parafovealen und peripheren Wahrnehmung stärker in die Betrachtung einbezogen werden *würde*.

3.2.1 *Fixationen und fixations-bezogene Indikatoren*

Fixationen und aus ihnen abgeleitete Indikatoren zählen zu den am häufigsten verwendeten Messgrößen der Blickbewegungsanalyse (vgl. Pannasch, 2003, S. 4). Die *Time to first Fixation* gibt nach gängiger Interpretation Auskunft über das Potential eines Bereichs *visuelle Aufmerksamkeit* beim Rezipienten zu aktivieren (vgl. Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003): Je kürzer die Zeit zum fovealen Erstkontakt, desto höher das visuelle Aktivierungspotential. Wie bereits deutlich wurde, lässt sich *visuelle Aufmerksamkeit* als Konzentration der mentalen Anstren-

gung auf sensorische oder mentale visuelle Ereignisse definieren (Solso, 2005, S. 79; Ansorge & Leder, 2011); sie ist mit einer vorübergehenden *Erhöhung der Aktivierung* verbunden, die wiederum zur Sensibilisierung des Individuums gegenüber bestimmten Reizen führt und kognitive Verarbeitungsprozesse stimuliert (Bundesen & Habekost, 2008; Sternberg, 2009; Goldstein & Fink, 1981). Aufgrund dieser Interdependenzen wird bei Interpretation der Eyetracking-Daten zu meist auf eine methodisch-analytische Trennung der beiden Konstrukte *visuelle Aufmerksamkeit* und *Aktivierung* verzichtet; sie ist aus der Wirkungsperspektive für die meisten Forschungsfragen auch zweitrangig, denn die beiden im Prozess visueller Wahrnehmung differenzierbaren Variablen sind ohnehin als intervenierend und reziprok zu betrachten (Bundesen & Habekost, 2008; Sternberg, 2009).

Bei der Interpretation wird in der Regel unterstellt, dass die über Eyetracking messbare visuelle Aufmerksamkeit eine *Funktion* des Potentials des Stimulus ist, diese zu aktivieren. Dem folgend wird der Blickpfad-Parameter *Time to first Fixation* häufig im Sinne einer „Suchzeit“ ausgewertet. Dabei kann die *Time to first Fixation* bzw. die ihr zugrunde liegende hierarchische Verteilung visueller Aufmerksamkeit einerseits in hohem Maße von der Gestaltung des Stimulusmaterials abhängen – und beispielsweise durch die Anordnung einzelner visueller Elemente, durch ihre visuellen Prägnanz oder durch Kontraste im Stimulus *exogen* gesteuert werden (vgl. Rötting, 2001). Andererseits kann aber die visuelle Aufmerksamkeit des Rezipienten auch *endogen* durch seine Motivation, seine Interessen, Möglichkeiten und Fähigkeiten sowie auch durch weitere Faktoren, wie die Rezeptionssituation (insbesondere auch die *Eyetracking-Anweisung*) (Radach et al., 2003, S. 612; vgl. Unema, 1999, S. 35), geprägt sein. Insbesondere vor dem Hintergrund der jeweiligen Rezeptionsaufgabe sollte im jeweiligen Setting kritisch überprüft werden, inwiefern die Interpretation der *Time to first Fixation* als visuelles Aufmerksamkeitspotential des Stimulus plausibel ist. Denn der Eyetracking-Befund dokumentiert lediglich, ob der Rezipient überhaupt visuelle Aufmerksamkeit auf den Stimulus richtet, wann und wie lange; ob die visuelle Aufmerksamkeit dabei aber *endogen kontrolliert* ist – und sich der Rezipient bewusst und zielorientiert einem Reiz zuwendet, etwa weil die Aufgabenstellung dies impliziert – oder *exogen kontrolliert* und damit primär reizgesteuert (Proulx, 2007; Yantis, 2002; Brouwer, 1998), lässt sich aus dem Befund nicht schließen.

Unter den fixations-dependenden Parametern zählt die *Fixationsdauer*¹¹ als Indikator der fovealen Betrachtungszeit zu den am häufigsten verwendeten Messgrößen der Blickbewegungsanalyse (Pannasch, 2003, S. 4). Die so genannte *Fixation Duration* oder *Observation Length of Fixations* ist ein physiologischer Parameter, der angibt, wie intensiv bzw. wie lange der Rezipient – relativ zur tatsächlichen Größe *seines individuellen funktionalen Feldes* (vgl. Schroiff, 1987) – einen bestimmten Bereich foveal fixiert hat und gibt damit Auskunft über die

11 Für die *Fixationsdauer* sind auch andere Bezeichnungen geläufig (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003). Oster und Stern (1980) etwa sprechen von *saccadic reaction time* und *intersaccadic interval*. Das ist insofern auch theoretisch präziser, da sie die Fixationsdauer (bei einer Registrierung mittels EOG) als die Zeit definieren, die zwischen dem Ende einer und dem Start der folgenden Sakkade liegt.

visuelle Aufmerksamkeitsallokation. Dabei erfolgt die Definition einer Augenbewegung als Fixation üblicherweise in Abgrenzung zu den sie ablösenden Sakkaden (vgl. die technische Funktionsweise des Eyetrackers in Kap. 2.2.2). Wie bereits dargestellt, findet die visuelle Informationsaufnahme fast ausschließlich während der Fixationszeiten statt. Aufgrund dieses Zusammenhangs postuliert die *Eye-Mind Assumption* die Annahme, dass die Fixationsdauer der Dauer der zentralen Verarbeitung entspricht (Richter, 2008, S. 19; Inhoff & Radach, 1998; Lass & Lürer, 1990, S. 80; Just & Carpenter, 1976, 1980). Demnach ist bei längerer Blickverweildauer ein höherer Grad der Informationsaufnahme wahrscheinlich; das gilt vor allem, da mit steigender Fixationsdauer von einer Zunahme der kognitiven Verarbeitungstiefe ausgegangen werden kann (Velichkovsky, 2001).

Zu berücksichtigen ist bei der Interpretation der Fixationsmaße allerdings, dass zahlreiche Blickbewegungsimplikationen und daraus abgeleitete Parameter noch nicht abschließend fundiert sind. So betrifft eine zentrale Einschränkung bereits die Frage, wie die Dauer einer Fixation *überhaupt* interpretiert werden kann (vgl. Rötting, 1999a, S. 8f.): Ist eine intensive Betrachtung als ein Indikator für eine aufmerksame Rezeption zu interpretieren? Als Indiz für die Interessiertheit des Probanden? Plausibel ist ebenso, die Fixationsdauer als ein Maß der kognitiven Beanspruchung zu verstehen. Eine ausgedehnte Fixationszeit könnte demnach auf eine zu hohe Komplexität der angebotenen Informationen hindeuten. Rötting (1999a, S. 9) weist in diesem Kontext darauf hin, dass die Fixationsdauern in *Abhängigkeit von der jeweiligen Aufgabe* zu deuten sind: Verlangt die Aufgabe überwiegend eine kognitive Verarbeitung, ist eine stark ausgedehnte Fixationszeit als ein Indikator hoher Beanspruchung und damit (zu) hoher Komplexität zu sehen. Dem entsprechen auch Befunde von Rayner (1998, 1982, 1978), der eine Verlängerung der Fixationszeiten bei Exposition mit sehr komplexen Satzkonstruktionen zeigen konnte (vgl. Rayner, Rotello, Stewart, Keir, & Duffy, 2001). Auch Pannasch (2003) konnte in einer Reihe von Untersuchungen belegen, dass die Dauer einzelner Fixationen auf entscheidende Weise durch externe Ereignisse moduliert werden kann und insbesondere in Abhängigkeit der jeweiligen kognitiven oder visuellen Operation variiert. Während die durchschnittliche Dauer einer einzelnen Fixation beim Lesen etwa bei 225 ms liegen, liegt der Durchschnittswert bei visuellen Suchaufgaben mit rund 275 ms, bei der Wahrnehmung komplexer visueller Stimuli (z. B. von Gemälden) sogar bei etwa 330 ms und damit nochmals höher (vgl. den Überblick bei Rötting, 2001, S. 108; Rayner, 1978, 1998).

Allerdings ist hier nicht von einer fixen Relation auszugehen; vielmehr existiert, wie bereits thematisiert, ein Zusammenhang zwischen der Fixationsdauer und den Parametern der Aufgabe. Bereits die frühen Analysen von Yarbus (1967) zeigen: Werden visuelle Stimuli, z. B. Bilder, von einem Probanden unter verschiedenen Fragestellungen betrachtet, lassen sich in seinen Blickverläufen kaum mehr Gemeinsamkeiten der Fixationen finden (Yarbus, 1967; Velichkovsky & Hansen, 1996). Auch Oster und Stern (1980) gehen nach dem Vergleich der Fixationsdauern bei verschiedenen Aufgabentypen davon aus, dass die Zeit zwischen zwei Sakkaden eher eine Funktion der Aufgabenanforderungen als ein Merkmal des Sakkadensystems ist. Daher wird die *aggregierte Fixationsdauer* oft als Maß für die Dauer der Bearbeitung der betrachteten Information interpretiert. Zu berück-

sichtigen ist bei der Interpretation außerdem, dass sich die Fixationszeit nicht nur mit der zunehmenden Erfahrung von Rezipienten mit bestimmten Aufgabenstellungen reduzieren kann (Stager & Angus, 1978), sondern auch in Situationen abnimmt, in denen der Rezipient kurzfristig einer enormen kognitiven Beanspruchung ausgesetzt ist – wie beispielsweise beim Autofahren oder beim Steuern eines Flugzeugs (vgl. Unema & Rötting, 1990; Miura, 1986).

Ob bei der Analyse die *aggregierte Fixationsdauer*, d. h. die Summe aller einzelnen Fixationsdauern, oder die *Dauer einzelner Fixationen* herangezogen wird, hängt von der jeweiligen Frage ab. Steht weniger die Gesamtbetrachtung der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung im Fokus, sondern soll die Detailbetrachtung der visuellen Perzeption exakt definierter *Information Chunks* kontrolliert werden (etwa bei Synchronisation der visuellen Informationsaufnahme mit Bildgebenden Verfahren), ist die Fixationsdauer für jede einzelne Fixation zu bestimmen. Im ersten Fall, der wohl in kommunikations- und medienwissenschaftlichen Studien das häufigere Setting darstellt, wird üblicherweise ein Mittelwert der einzelnen Fixationsdauern über entsprechend selektierte Stimulusbereiche (*Areas of Interest*) gebildet. Aufschlussreich, wenngleich in der Auswertung recht aufwendig, ist auch die Verteilung der unterschiedlichen Fixationsdauern im Rezeptionsverlauf (*frequency distribution of fixations*). Wie beschrieben, lassen unterschiedliche Fixationsdauern einen Rückschluss auf Arten der Informationsverarbeitung zu: Während die Fixationsdauer bei perzeptiver Verarbeitung zwischen 120 bis 250 ms liegt, gehen höhere Verarbeitungslevel mit deutlich längeren Fixationszeiten ein (Velichkovsky, Sprenger, & Pomplun, 1997; Velichkovsky, 2001). Bei längerer Fixationsdauer ist demnach von einer tieferen Verarbeitung des perzipierten Stimulusbereichs auszugehen. Bei der Auswertung der Verteilung der Fixationsdauern im Rezeptionsverlauf werden die einzelnen Fixationsdauern zunächst in Klassen eingeteilt (die idealerweise theoretisch hergeleitet sind und den Annahmen der ihnen zugeordneten Verarbeitungslevel entsprechen), dann wird der prozentuale Anteil der Klasse an der Gesamtzahl der Fixationen ermittelt. Die Daten lassen sich in Form einer Verteilungskurve darstellen, wobei sich üblicherweise linksschiefe Verteilungskurven ergeben (vgl. Rötting, 2001, S. 115). Dabei zeigt die Analyse, dass die Verteilung der Fixationsdauern, auch bei über die Phasen recht identisch wirkenden Mittelwerten, recht unterschiedlich sein können (vgl. Fleischer & Becker, 1999, S. 101). Um die Verteilung der Fixationsdauern zusätzlich in Relation zum Stimulus analysieren zu können, muss dieser zunächst in ein gleichgroßes Gitternetz zergliedert werden, in das sich dann der prozentuale Anteil der Fixationsdauern innerhalb jedes Quadranten in Relation zu der Fixationshäufigkeit eintragen lässt.

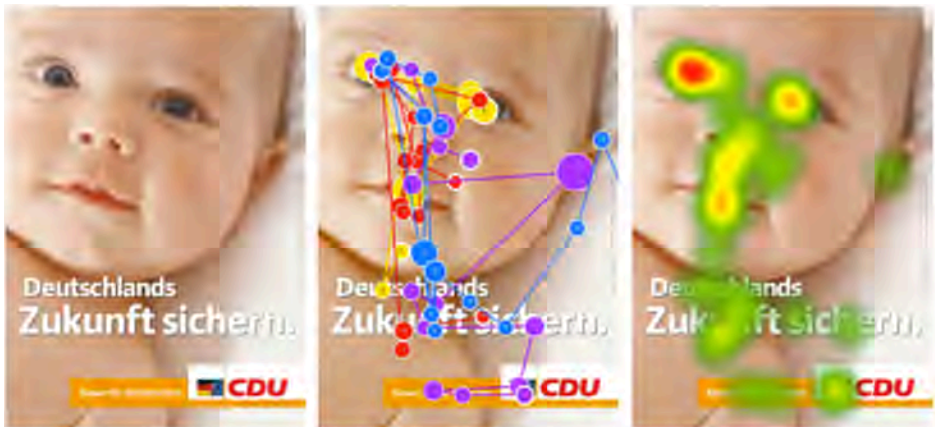
Technisch einfacher ist die Ermittlung der absoluten *Anzahl der Fixationen* in einem bestimmten Zeitintervall, spezifischer auch in einem bestimmten Stimulusbereich. Die *Fixation Counts* (auch: *Number of Fixations*) können hierbei als Parameter für erforderliche Verarbeitungsanforderungen dienen; auch hier kann die Streuung bzw. Variation der Fixationsdauern zur Differenzierung der Befunde herangezogen werden (vgl. Lambert, 1976). Goldberg und Kotval (1999) interpretieren eine vergleichsweise geringe Anzahl gezählter Fixation als Indikator für einen im Hinblick auf den Task besonders trainierten Rezipienten, ein visuell besonders prägnantes Zielobjekt im visuellen Stimulus oder auch für ein geringes

Anforderungsniveau einer Suchaufgabe. Umgekehrt kann eine hohe Fixationsanzahl auf einen höheren Grad an Interessiertheit bzw. an Aktivierungspotential schließen, aber auch als Zeichen für eine (zu) hohe Komplexität des Bereichs gewertet werden (Rötting, 2001, S. 103). Rötting weist hier darauf hin, dass der relative Vergleich der Fixationshäufigkeiten zu den jeweils für die Forschungsfrage relevanten Stimulusbereichen, den *Areas of Interest*, in den meisten Fällen aussagekräftiger ist als die absolute Anzahl der Fixationen.

3.2.2 Exkurs: Synchronisation der Blickverlaufsindikatoren mit dem Stimulus und Areas of Interest

Die *Synchronisation von Blickverlaufsindikatoren und Stimulus bzw. Stimulusbereichen* zur Identifizierung der fixierten Objekte und sinnvollen Interpretation der Befunde ist für die meisten Forschungsfragen obligatorisch. Die meisten modernen Eyetracker werden mit entsprechender Software geliefert, die es erlaubt, viele unterschiedliche Darstellungen der einzelnen Blickverlaufparameter objektbezogen zu produzieren. Zu den momentan geläufigsten Visualisierungstypen der Rekonstruktion bzw. Analyse von Blickverläufen zählen die Rekonstruktion einer *Heatmap*, die sich als Aufmerksamkeitslandschaft auch invertiert oder dreidimensional darstellen lässt, sowie die *Gazeplot-Analyse* als Visualisierung des *Scanpath* über dem jeweiligen Stimulus (vgl. Abb. 16). Eine typische Auswertung würde beispielsweise die Anzahl der erfassten Fixationen (alternativ auch ihre Dauer) als nach Intensität und Zeit aggregiertes Fixationsmaß in einer *Heatmap* zu *Hot Spots* zusammenfassen und in der visuellen Ausgabe „über“ den ursprünglichen Stimulus legen (vgl. Abb. 16).

Abbildung 16: Links: Originalstimulus (Wahlplakat der CDU aus dem Bundestagswahlkampf 2005); mittig: Beispiel eines „Gazeplot“, d. h. auf den Stimulus projizierte Visualisierungen der Scanpaths von vier zufällig ausgewählten Probanden über eine Betrachtungszeit von 0,5 Sekunden; rechts: „Heatmap“: auf den Stimulus projizierte Visualisierung der aggregierten Aufmerksamkeitsallokation dieser vier Probanden in einer „Aufmerksamkeitslandschaft“



Dabei führt eine hohe Fixationsdichte zu einem „roten Hotspot“, d. h. zu einem intensiv betrachteten Bereich. Alternativ kann der individuelle Blickverlauf eines Probanden auch über den Zeitverlauf im Rezeptionsprozess kontinuierlich als dynamischer Scanpath in einer Videosequenz ausgegeben werden (vgl. Video 1); dies ist auch über mehrere Probanden möglich (*Bee Swarm-Analyse*; hierbei wird aber lediglich die Fixationsfolge angezeigt, die Sakkaden werden nicht ausgegeben; vgl. Video 2-1 und Video 2-2).

VIDEO 1. Bitte klicken!

Video 1: Beispiel eines *Scanpath Replay* als Prozessbetrachtung der Scanpaths, d. h. auf den hier statischen Stimulus (Wahlplakat der CDU aus dem Bundestagswahlkampf 2005) projizierte Visualisierung der Fixationsfolge eines ausgewählten Probanden über eine Betrachtungszeit von 0,5 Sekunden in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio)

VIDEO 2-1. Bitte klicken!

Video 2-1: Beispiel eines *Bee Swarm* als Prozessbetrachtung der Scanpaths, d. h. auf den hier statischen Stimulus (Werbeplakat der Firma Longchamp aus 2010) projizierte Visualisierung der Fixationsfolge von 5 zufällig ausgewählten Probanden über eine Betrachtungszeit von 4 Sekunden in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio)

VIDEO 2-2. Bitte klicken!

Video 2-2: Beispiel eines *Bee Swarm* als Prozessbetrachtung der Scanpaths, d. h. auf den hier statischen Stimulus (Werbeplakat der Firma Dior aus 2010) projizierte Visualisierung der Fixationsfolge von 12 zufällig ausgewählten Probanden über eine Betrachtungszeit von 4 Sekunden in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio)

Während die Rekonstruktion des Scanpath die Sequenz des Blickverlaufs in einem Standbild oder alternativ in einer Videosequenz zusammenfasst, zeigen Heatmaps als Cluster von Fixationen und Aufmerksamkeitslandschaften die graduelle, aggregierte Fixationsdichte über die (ausgewählte) Rezeptionszeit. Dabei kommt diese Darstellung des Blickverlaufs dem tatsächlichen Wahrnehmungsraum recht nahe: Denn auch in realiter richtet sich die foveale visuelle Aufmerksamkeit nicht auf diskrete geometrische Punkte, sondern auf mehr oder weniger große Bereiche im visuellen Zielstimulus (Velichkovsky, Pomplun, & Rieser, 1996). Dabei haben die meisten der hier erläuterten Eyetracking-Indikatoren einen höheren Erklärungswert, wenn sie im Rahmen der visuellen Darstellung bzw. vergleichenden Auswertung auf den visuellen Stimulus bzw. dessen spezifische Bereiche (Objekte oder Klassen von Objekten) bzw. *Areas of Interest* (AOI) bezogen werden. Die Analyse der Blickverlaufsdaten auf Basis einzelner *Areas of Interest* gilt dabei als

ein bewährtes Verfahren (Granka, Feusner, & Lorigo, 2008, S. 348; Radach et al., 2003; Rötting, 1999a, b). Es beschreibt eine selektive Synchronisation der erfassten Eyetracking-Daten mit einem spezifisch ausgewählten Teilbereich des Stimulus (der *Area of Interest*). Hierzu werden vom Forscher üblicherweise bestimmte Bereiche des Einzelmotivs segmentiert, die *aus der Forschungsperspektive von besonderem Interesse* sind. Anschließend kann isoliert ermittelt werden, wie sich der Blickverlauf über diese bzw. innerhalb dieser AOIs strukturiert. Für Fragestellungen, bei denen ein Vergleich verschiedener Stimuli sinnvoll ist – beispielsweise wenn die Rezeption von verschiedenen Plakatmotiven oder Internetseiten verglichen wird –, lässt sich dieses Vorgehen erweitern, indem für die Bildung der AOIs Kriterien herangezogen werden, die nicht nur den einzelnen Stimulus, sondern die Stimulusgruppe beschreiben. Stimulus-unabhängige Strukturen könnten beispielsweise grundlegende „Kommunikationsbausteine“ eines Plakats oder einer Zeitungsseite sein, die aus Gestaltungs- oder Wahrnehmungsperspektive *konstitutive Strukturelemente* darstellen. Beim Plakat wären dies beispielsweise Headline, Subline, Copy, Claim, Logo und Bildmotiv; bei einer Zeitungsseite könnten Headline, Subline bzw. Teaser, Haupttext, Bildmotiv und Bildunterschrift operationalisiert werden. Diese können dann für alle Plakatmotive oder Zeitungsseiten segmentiert und in ihren Blickverlaufsstrukturen verglichen werden. Die Definition von vom einzelnen Stimulus unabhängiger AOIs erlaubt aber nicht nur einen Vergleich aus übergeordneter Perspektive; die Verdichtung der Eyetracking-Daten in exogene Variablen ist auch erforderlich, um die Blickverlaufsdaten von den Stimuli zu lösen und weiteren Analysen zur Verfügung zu stellen, die nicht am einzelnen Stimulus haften (zur Analyse dynamischer AOIs bei Bewegtbildern vgl. Popenmeier & Huff, 2010).

Bei der AOI-Segmentierung *aus Forscherperspektive* sind zwei Kriterien entscheidend: Erstens sollte der Synchronisation eine möglichst präzise und trennscharfe, stimulus-übergreifende und intersubjektiv nachvollziehbare Definition des zu selektierenden Bereichs zu Grunde gelegt werden. Zweitens sollte die tatsächliche Segmentierung jedes getesteten Stimulus bzw. Stimulusbereichs möglichst präzise erfolgen. Um dies in einer forschungspraktischen Umsetzung exemplarisch zu verdeutlichen, zeigt Abbildung 17 zwei getestete Stimuli, in diesem Fall *Wahlplakate*, mit den darüber liegend operationalisierten AOIs. Damit lässt sich auch verdeutlichen, welche Besonderheiten bzw. Einschränkungen bei der Operationalisierung der AOIs beachtet werden müssen. So zielte die vorgestellte Operationalisierung darauf ab, die AOIs möglichst trennscharf voneinander abzugrenzen. Dies war in der überwiegenden Anzahl der Testplakate auch problemlos möglich, weil die einzelnen Gestaltungselemente durch graphische Elemente voneinander getrennt waren, um ein möglichst klares Layout zu erreichen. So ist es ein etabliertes Gestaltungsmittel – wie bei dem exemplarisch ausgewählten Bildplakat oben –, über den Plakatgrund oder das Plakatmotiv eine so genannte *Typobühne* zu legen, auf der Headline oder Subline positioniert werden. Allerdings kam es auch vor, dass einzelne Gestaltungselemente im Layout überlappend positioniert werden, beispielsweise, wenn Headline oder Subline freistehend auf ein Bildmotiv gestellt werden. In diesem Fall ist es kaum möglich, die Gestaltungselemente als AOIs klar voneinander abzugrenzen; Abbildung 18 illustriert hier die

sen methodischen Sonderfall: Ob in dieser Situation Vordergrund oder Hintergrund perzipiert werden, lässt sich mit Hilfe der Eyetracking-Daten bei Operationalisierung der AOIs nicht erkennen. Zudem ist durchaus plausibel, dass Bildinformationen, die unter einer großzügig gestalteten Headline (hier: „Arbeitsplätze sichern und schaffen“) fortgesetzt werden, bei Erfassen der Headline mitrezipiert werden oder vice versa. Daher kann die Operationalisierung der AOIs, wie sie oben beschrieben wurde, gelegentlich dazu führen, dass sich Betrachtungszeiten der AOIs überschneiden. Konkret bedeutet das, dass die stimulus-übergreifende Analyse auf AOI-Basis mit geringfügigen *Spill-Over-Effekten der Aufmerksamkeits- oder Aktivierungsallokation* einhergehen kann. Da es allerdings ein enormer Vorteil ist, Gestaltungskategorien in ihrer visuellen Aufmerksamkeitsallokation stimulus-übergreifend vergleichen zu können, ist diese Einschränkung akzeptabel, insbesondere, da die überlappende Gestaltung für die meisten Treatments einen Ausnahmefall darstellen sollte. Wie aber mit derartigen Ausnahmen umgegangen wird, ist vor dem Hintergrund der jeweiligen Forschungsfrage und der jeweiligen Stimuli zu entscheiden; bedeutsam ist allerdings, dass die im Rahmen der AOI-Segmentierung getroffenen Selektionsentscheidungen bei der späteren Analyse des Datenmaterials einbezogen bzw. reflektiert werden.

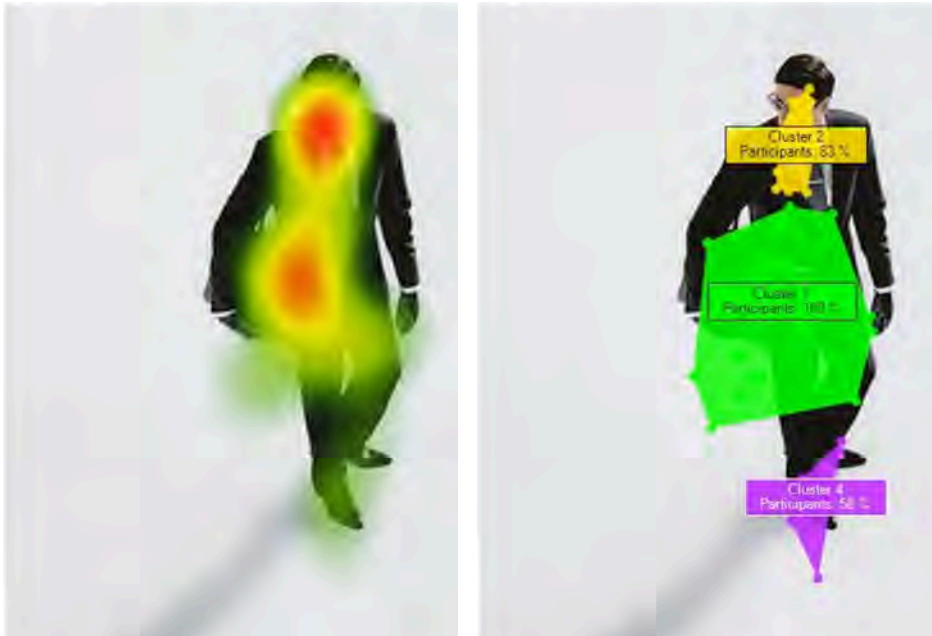
Abbildung 17: Zwei Testplakate aus einer Studie zur Wahrnehmung und Wirkung von Wahlplakaten (Geise, 2011) mit den darüber liegenden *Areas of Interest* Headline, Subline, Logo, Claim, Bildmotiv (links: Wahlplakat der FDP Bayern, 2005 (AOIs von oben links nach unten rechts in folgender Reihenfolge: Headline, Subline, Claim, Logo); rechts: Selbstständig erstelltes, fiktives Wahlplakat als Bildplakat-Entsprechung zum Original-Plakat links (AOIs von oben mittig nach unten rechts in folgender Reihenfolge: Headline, Bild Gesamt, Subline, Claim, Logo))



Abbildung 18: Testplakat der CDU Niedersachsen aus dem Wahlkampf 2008 aus einer Studie zur Wahrnehmung und Wirkung von Wahlplakaten (Geise, 2011) mit den darüber liegenden, sich geringfügig überschneidenden *Areas of Interest* Headline, Subline, Bildmotiv und Inhaltlicher Bildmittelpunkt (von oben mittig nach unten rechts in folgender Reihenfolge: Claim, Logo, Bildmotiv, Inhaltlicher Bildmittelpunkt, Headline, Subline)



Abbildung 19: Links: „Heatmap“: auf den Stimulus projizierte Visualisierung der Aufmerksamkeitsallokation von 12 zufällig ausgewählten Probanden über eine Rezeptionszeit von 4 Sekunden (Werbeplakat Louis Vuitton, 2010); Rechts: *Automatisierte AOI-Generierung* auf Basis dieser Aufmerksamkeitsallokation (Analyse mit Tobii Studio)



Daneben wurde mit der Weiterentwicklung der Software auch die Möglichkeit der *automatischen AOI-Generierung* geschaffen: Hierbei werden die Areas of Interest nicht ausgehend von der Frage definiert, welche Stimulusbereiche *aus der Forschungsperspektive von besonderem Interesse* sind, sondern die Analyse geht von der Struktur der aufgezeichneten Blickverläufe aus und bildet auf dieser Basis Cluster der Aufmerksamkeitsverteilung über den Stimulus. Die AOI-Definition erfolgt dabei also nicht intendiert, nicht ex-ante auf Basis inhaltlicher Argumente, sondern ex-post auf Basis der erfassten Rezeption. Die *Area of Interest* dabei auch weiterhin als *Areas of Interests* zu bezeichnen, ist plausibel – nur werden die AOIs nun aus der Perspektive des Rezipienten betrachtet (vgl. Abb. 19). Inwieweit eine automatisierte AOI-Generierung sinnvoll ist, muss ausgehend von der jeweiligen Forschungsfrage beantwortet werden. Relevant für die Entscheidung ist dabei, ob man den Stimulus als Set unabhängiger Variablen sieht, die den Blickverlauf steuern, oder den Blickverlauf als Set unabhängiger Variablen begreift, die z. B. auf post-rezeptive, abhängige Variablen wirken.

3.2.3 Scanpath und scanpath-bezogene Indikatoren

Die sequentielle Struktur der determinierten Aufeinanderfolge von Sakkaden und Fixationen innerhalb einer spezifischen, temporär und inhaltlich meist abgeschlossenen Rezeptionssituation wird als Blickpfad bzw. *Scanpath* bezeichnet (vgl. Rötting, 2001; Menz & Groner, 1986; auch *Eyetrack*). *Blickpfad* deutet bereits an, dass die Analyse der chronologischen Abfolge von Sakkaden und Fixationen einen zeit-räumlichen Bezug zum visuellen Stimulus inkorporiert (Rötting, 2001, S. 81). Konkret wird im Scanpath rekonstruiert, wie sich die foveale Perzeption im Zeitverlauf über den experimentell kontrollierten visuellen Stimulus strukturiert. Indikatoren, die den Scanpath betreffen oder aus ihm abgeleitet werden, werden meistens hinsichtlich ihres Aufklärungspotentials herangezogen, Auskunft über die *Reihenfolge der visuellen Wahrnehmung und Verarbeitung* und daraus abgeleitet über Optimierungspotentiale der visuellen Gestaltung des Stimulus zu geben.

Dabei kann die Betrachtung einerseits auf Basis des *gesamten Scanpath* erfolgen; das ist beispielsweise sinnvoll, um die individuellen Rezeptionsverläufe unterschiedlicher Probanden oder Rezeptionsverläufe über verschiedene visuelle Stimuli zu vergleichen (Stark & Choi, 1996). Dabei kann die vergleichende Betrachtung der Blickverlaufsindikatoren auch in die Klassifikation bestimmter *Scanpath Typen* münden (vgl. Geise & Bachl, 2010). Neben der Möglichkeit, (vergleichende) Aussagen über die Struktur des Blickverlaufs zu treffen, kann sich die Analyse auch auf die *relative Position* einer Fixation im jeweiligen Blickverlauf, die *Scanpath Position*, beziehen. Aussagen über die relative Position sind beispielsweise angemessen, wenn typische Einstiegszonen für die Betrachtung (durch *Initialfixationen*) identifiziert werden sollen. Ähnlich der Implikationen zur *Time to first Fixation* kann die hierarchische Analyse der Blickverlaufssequenz hierbei Auskunft über das Aktivierungspotential (und damit auch über die Aufmerksamkeitsstärke) eines Stimulusbereichs geben; verglichen mit anderen Scanpath Positionen liegt bei kürzerer Zeit zum Erstkontakt, verglichen mit anderen Stimulusbereichen, ein höheres Aktivierungspotential vor.

Die Analyse der relativen Position einer Fixation oder Sakkade im jeweiligen Blickverlauf kann auch für die Aufdeckung und Analyse bestimmter Irritationen im Blickverlauf hilfreich sein, etwa, wenn eine Häufung von Rücksprüngen im Scanpath auftritt. Diese so genannten *backtracks* sind definiert als plötzliche sakkadische Richtungsänderungen im Rahmen von mehr als $\pm 90^\circ$ von der Richtung der vorhergehenden Sakkade (auch: *regressive Sakkaden* bzw. *regressive movements*). *Backtracks* werden häufig von der Leseforschung als Indikatoren für Verarbeitungsschwierigkeiten interpretiert (Rayner, 1998; Rayner & Pollatek, 1989). Entsprechend kann ein *backtrack* identifiziert werden „by any saccadic motion that deviates more than 90° in angle from its immediately preceding saccade. These acute angles indicate rapid changes in direction, due to changes in goals and mismatch between users' expectation and the observed interface layout“ (Goldberg & Kotval, 1999, S. 643; vgl. Cowen et al., 2002). Die Anzahl der Rücksprünge verringert sich allerdings mit zunehmender Gewöhnung an den spezifischen Stimulus, so auch mit zunehmender Leseerfahrung (Rayner & Pollatsek, 1989). Gelegentlich werden *backtracks* auch als Zeichen für einen Information

Overload des Rezipienten bzw. eine visuelle Überladung des visuellen Stimulus interpretiert (Sibert & Jacob, 2000; Poole & Ball, 2005).

Der Idee der Analyse von *backtracks* ähnlich ist die Betrachtung von „Übergängen“ bzw. Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen verschiedenen Objektbereichen des Zielstimulus. Grundlage ist auch hier die Implikation, dass die Sequenz, in der vom Fixationsziel A zum Fixationsziel B gewechselt wird, Hinweise auf die sequentiellen Informationserfordernisse zur Ausführung der aktuellen Aufgabe und die dahinter liegenden steuernden Prozesse liefert. Dazu bietet es sich an, den Stimulus in gleichmäßige oder inhaltlich spezifische Teilbereiche zu unterteilen; dann wird die Zahl der Übergänge zwischen diesen Bereichen (und/oder ihr prozentualer Anteil) errechnet. Die Werte werden schließlich in einer *Übergangsmatrix* zusammengefasst, die damit die Wahrscheinlichkeiten angibt, mit der von einem Blickgebiet bzw. Fixationsziel in ein anderes gewechselt wird. Spannend an der Auswertung ist die Möglichkeit der Identifikation von „*typischen*“ *Übergangsbereichen* bzw. Typen von Übergängen (Ellis & Stark, 1986): Liegt dem Blickverhalten eine Strategie zugrunde, so zeigt sich in der Übergangsmatrix eine von dieser ermittelten Wahrscheinlichkeit abweichende Häufigkeit des Blickwechsels zwischen verschiedenen definierten Gebieten. In den Übergangshäufigkeiten zeigen sich aber auch *gelernte Blickverhaltensmuster* (Rötting, 2001, S. 138). Ellis und Stark (1986) unterscheiden dazu drei wiederkehrende Typen von Fixationsübergängen: Während bei einem *zufälligen Übergang* jedem Fixationsareal die gleiche Chance zukommt, fixiert zu werden – weshalb die Übergangshäufigkeiten zwischen allen Blickgebieten etwa gleich groß sind – wird bei einem *gewichtet zufälligen* Übergang jedes Fixationsareal mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit angeschaut, wobei sich die Übergangshäufigkeit zwischen zwei Fixationsarealen aus diesen Wahrscheinlichkeiten errechnet. Ein solches *stratified random*-Muster legt einen automatischen, angelernten Rezeptionsprozess nahe. Beim dritten Typus, dem *statistisch abhängigen* Fixationsübergang, bestimmt der Inhalt des vorher fixierten Areals, welches Blickgebiet als nächstes (wahrscheinlich) betrachtet wird; dabei kann eine große statistische Abhängigkeit als willkürliches Blickverhalten interpretiert werden (Ellis & Smith, 1985; Harris, 1989; Rayner, 1978).

Häufig wird dabei die Gesamtstruktur der tatsächlichen Scanpaths der Rezipienten mit dem theoretisch Konstrukt eines „*idealen Scanpath*“ verglichen. In einer entsprechenden Operationalisierung legen Goldberg und Kotval (1999) für die Konstruktion eines optimalen Blickpfades bestimmte Parameter zu Grunde, wie etwa eine direkte Blicklenkung zum intendierten Fixationsziel und eine nicht übermäßig ausgedehnte *Länge* und *Dauer* des Scanpath. Beide Indikatoren finden auch isoliert Einsatz. Die Dauer des Scanpath, die *Scanpath Duration* oder *Blickpfaddauer*, wird als die zeitliche Folge von Fixationen und Sakkaden bis zur Lösung einer bestimmten Aufgabe definiert. Sie wird regelmäßig als Maß herangezogen, um die Dauer der *globalen visuellen* Suche zu beschreiben (Rötting, 2001, S. 130); je nach Aufgabe kann die *Scanpath Duration* weniger als eine Sekunde bis zu mehreren Minuten betragen. Die Länge des Blickpfades, die *Scanpath Length*, wird jeweils über einen bestimmten Zeitraum erhoben, etwa bis zur erfolgreichen Erfüllung einer bestimmten Suchaufgabe. Als Indikator ergibt sich die

Blickpfadlänge aus der Addition der Distanzen zwischen den Messpunkten (Fixationen) des Eyetrackers; sie wird üblicherweise in Winkelgrad angegeben (ebd.: S. 133). Nach gängiger Interpretation wird die *Scanpath Duration*, ähnlich zur Blickpfadlänge (und oft auch in Kombination mit dieser; vgl. Goldberg & Kotval, 1999) als Maß zur Beschreibung der globalen visuellen Suche interpretiert (vgl. Ehmke & Wilson, 2007; Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott, & Wichansky, 2002).

3.2.4 Sakkaden und sakkaden-bezogene Parameter

In eine ähnliche Richtung geht die Analyse des Verhältnisses von durchschnittlicher Fixationsdauer zu durchschnittlicher Sakkadendauer, die *fixation-saccade ratio* (Goldberg & Kotval, 1999; auch *temporal fixation density*; vgl. Whitehead, 1998). Dieser stimulus-unabhängige Indikator beschreibt das Verhältnis zwischen der Zeit fovealer Perzeption (also den *Fixationen*), in denen der Rezipient visuell Informationen aufnehmen kann und der Zeit, in der sich das Auge in Sakkaden bewegt und keine Informationsaufnahme möglich ist. Mit Goldberg und Kotval (1999, S. 643; vgl. Rötting, 2001) kann das *Fixations-Sakkaden-Verhältnis* als Indikator der Informationsverarbeitungsanforderungen dienen; je nach Kontext wird das Verhältnis im Sinne einer intensiveren Verarbeitung oder aber auch einer geringeren Suchaktivität interpretiert (Ehmke & Wilson, 2007).

Weitere Parameter lassen sich aus den Sakkaden ableiten, insbesondere die Anzahl der sakkadischen Augenbewegungen (*Number of Saccades* oder *Saccades Count*), die die Summe der in einem bestimmten Zeitintervall (z. B. bis zur Erfüllung einer bestimmten Aufgabe) gezählten Sakkaden angibt und als Indikator für die Qualität visueller Such- und Verarbeitungsprozesse dient, die *Sakkadendauer* (*Saccade Duration*), die die Zeit vom Start der einzelnen Sakkade bis zu ihrem Ende anzeigt und unter anderem als Indikator für die visuelle Aufmerksamkeit bzw. geistige Klarheit des Rezipienten gewertet wird. Diese Interpretation lässt sich auch durch Befunde untermauern, nach denen Medikamente, Alkohol oder Drogen zu einer Verlängerung der Sakkadendauern bzw. zu einer Verlangsamung der Sakkadengeschwindigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit der Sakkaden, der *Sakkadenlatenz* (*Saccadic Latency*) führen (Roche & King, 2010; Lim, Rosenbaum, & Demer, 1995; Saito, 1992). Eine geringe Geschwindigkeit bzw. Reaktionszeit kann auch als Beleg für Müdigkeit gewertet werden (Schleicher, Galley, Briest, & Galley, 2008). Sakkadengeschwindigkeit und Sakkadenlatenz sind demnach Indikatoren für die *visuelle Reaktionszeit* (Rötting, 2001; Unema, 1999). Die *Sakkadengeschwindigkeit* wird gelegentlich auch als Indikator für Vigilanz und kognitive Beanspruchung herangezogen (Galley, 1989; Liversedge & Findlay, 2000).

Zu den gebräuchlichsten Indikatoren der Beschreibung der räumlichen Sakkadenausdehnung zählt die Sakkadenlänge (*Saccadic Amplitude* oder *Saccadic Length*), die die Weite der Sakkade als Abstand zwischen zwei Fixationszielen definiert und oft als Kennzahl ausgedehnter Orientierungsreaktionen oder auch als Indiz für Stimulusbereiche mit besonderer visueller Prägnanz gewertet wird (Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott, & Wichansky, 2002; Ehmke & Wilson, 2007;

Rötting, 2001). Allerdings ist bei der Interpretation zu berücksichtigen, dass die Sakkadenweite in Abhängigkeit vom Stimulusmaterial variieren kann. Wie beispielsweise May, Kennedy, Williams, Dunlap und Brannan (1990) zeigen konnten, kommt es bei erhöhter Komplexität des visuellen Stimulus zu einer deutlichen Verringerung der Sakkadenweite. Daneben zeigen bereits die Studien von Ceder (1977) und Troy, Chen und Stern (1972), dass die Häufigkeit besonders weiter Sakkaden (größer als $9,5^\circ$) mit zunehmender Dauer der Aufgabe bzw. *time on task* abnimmt.

4. (Passives) Eyetracking in typischen Methodenkombinationen

Wie deutlich wurde, sind die meisten Eyetracking-Daten inhaltlich zunächst unspezifisch und interpretationsoffen (vgl. Richter, 2008). Sie bedürfen daher einer Kontextualisierung, um spezifische Erkenntnisse über die mit der visuellen Wahrnehmung unmittelbar verbundenen Rezeptions-, Verarbeitungs- und Wirkungsprozesse zu gewinnen: „Ob, wie und warum ein Element im Stimulus kognitiv verarbeitet wurde, lässt sich nur im Kontext beurteilen“ (Schumacher, 2009, S. 111). Da die Registrierung der physiologischen Blickverlaufsdaten keine Informationen darüber bereitstellt, *wie* die foveal fixierten Informationen vom Rezipienten aufgenommen, verstanden, assoziiert und interpretiert werden, sollten die Blickverlaufsdaten ergänzt werden. Für die meisten kommunikations- und medienwissenschaftlichen Fragestellungen bietet sich ein *isolierter* Einsatz der Methode Eyetracking daher nicht an. Gerade für komplexere Wahrnehmungs- und Wirkungsanalysen empfehlen sich systematische Kombinationen von Eyetracking mit anderen Methoden der empirischen Kommunikationsforschung (Geise & Schumacher, 2011): Indem weitere Wahrnehmungs- und Rezeptionsdaten erhoben und zur Interpretation der Blickbewegungsdaten herangezogen werden, lassen sich Schwierigkeiten bei der Interpretation von Blickaufzeichnungsdaten – insbesondere in Bezug zu kognitiven Operationen – reduzieren.

Dieser Idee zu folgen, bedeutet aber auch anzuerkennen, dass das bisherige Wissen über die Bedeutung des Blickverhaltens nicht ausreicht, um die Eyetracking-Befunde hinreichend interpretieren zu können. Eng damit verbunden ist die grundsätzliche Frage, ob der Blickverlauf als eine *abhängige* oder eine *unabhängige Variable* interpretiert werden soll – eine Frage, die gerade im Kontext von Methodenkombinationen zu entscheiden ist: Sollen die Ergebnisse der Nachherbefragung Inhalt und Struktur des Blickverlaufs erklären? Oder erklärt der Blickverlauf Inhalt und Struktur der Befragungsergebnisse? Analytisch sollte sich dies aus den Hypothesen ergeben. Folgt man der Prämisse, dass sich visuelle Wahrnehmung primär reizgesteuert und in Abhängigkeit des jeweiligen Stimulus konstituiert, wäre der visuelle Stimulus als ein Set *unabhängiger Variablen* anzusehen (z. B. Farbe, Größe, Position), der auf den Blickverlauf als ein Set *abhängiger Variablen* wirkte (z. B. auf Time to first Fixation, Observation Length, Scanpath Position). Folgt die Operationalisierung des Eyetracking hingegen der Prämisse, dass die visuelle Wahrnehmung Voraussetzung dafür ist, dass es überhaupt zu irgendeiner, sich anschließenden kognitiven oder emotionalen Wirkung des Wahrgenommenen kommt (Raab, Unger, & Unger, 2004, S. 140), ergäben die Betrachtungen

tungsverläufe der Rezipienten ein Set *unabhängiger Variablen* (z. B. Time to first Fixation, Observation Length, Scanpath Position), die auf ein Set, das grundsätzliche Potential nachgelagerter Medienwirkungen beschreibender, *abhängiger Variablen* wirkten (z. B. Recall, Recognition, Bewertung des Stimulus). In der Auswertungspraxis werden aber oft beide Perspektiven bei der Dateninterpretation vermischt. Dieses Problem ist einerseits theoretisch begründet, denn die Prozesse visueller Wahrnehmung und Informationsverarbeitung sind derart komplex verschachtelt, dass eine theoriegeleitete Entscheidung, ob ein *spezifischer Blickverlaufsindikator* im jeweiligen Gesamtkontext als AV oder UV zu interpretieren ist, erschwert ist – noch mehr gilt das für den Blickverlauf als holistisches *Gesamtkonstrukt*. Andererseits liegt eine Ursache für die Vermischung der beiden analytischen Perspektiven auch in der methodischen Anlage vieler Studien begründet: Im Gegensatz zu den oft sehr kleinteiligen kognitions- und wahrnehmungspsychologischen Studien, werden für Eyetracking-Untersuchungen im kommunikations- und medienwissenschaftlichen Kontext häufig realitätsnahe Stimuli verwendet (Geise & Brettschneider, 2010; Schumacher, 2010; Bucher & Schumacher, 2006; Holmqvist & Wartenberg, 2005). Das ist einerseits sicherlich eine Stärke der Studien – andererseits schließt dieses Vorgehen forschungspraktisch aber eine systematische Modifikation des Blickverlaufs als Set unabhängiger Variablen weitgehend aus. Als Stimulus getestet wird beispielsweise die Zeitung, wie sie dem realen Medienangebot entspricht, oder das Wahlplakat, wie es der Wähler im Wahlkampf sehen würde. Daraus resultiert, dass das Set an – analytisch als unabhängig angenommenen Variablen – gleichzeitig bereits ein Set abhängiger Variablen ist, weil theoretisch begründet davon auszugehen ist, dass sich der Blickverlauf in Abhängigkeit vom Stimulus strukturiert; zumindest kann eine Abhängigkeit analytisch und theoretisch nicht ausgeschlossen werden. Da dieses methodische Problem bei Verwendung realer Stimuli kaum vermieden werden kann, sollte die Datenauswertung und Interpretation umso bewusster mit der Verschränkung der Analyseebenen umgehen.

Im Folgenden wird ein Überblick über einige, für kommunikations- und medienwissenschaftliche Fragestellungen besonders relevante bzw. typische Kombinationen von passivem Eyetracking (d. h. von Tablemounted-Systemen) mit „klassischen“ Methoden (quantitative und qualitative Befragungsarten) sowie dem Prozessmessverfahren RTR gegeben. Dieser Überblick ist nicht abschließend – die methodischen Herausforderungen beim Einsatz von Headmounted-Eyetrackern im sozialen Feld werden beispielsweise nicht thematisiert. Auch auf Eyetracking in Kombination mit anderen physiologischen Prozessmessverfahren – z. B. Messungen des Hautwiderstands, der Herzfrequenz oder der Hirnströme (EEG) – wird nicht weiter eingegangen. Einerseits sind die jeweiligen theoretischen und methodischen Grundlagen sehr spezifisch und komplex, andererseits werden derartige Methodenkombinationen überwiegend im kognitionspsychologischen und klinischen Bereich verwendet. Da es aber viele kommunikations- und medienwissenschaftliche Fragestellungen gibt, die mit einer entsprechenden Methodik zu bearbeiten wären (Geise & Schumacher, 2011), wären hier Anschlussforschungen wünschenswert, auch systematische Methodenexperimente, auf die hier nicht zurückgegriffen werden kann. Die Anwendung der Methodenkombina-

tionen und ihr jeweiliges Setting wird daher anhand ausgewählter Beispiele aus Forschungsprojekten mit Eyetracking-Verfahren beschrieben. Dabei werden auch Chancen und Grenzen bzw. methodische Vor- und Nachteile der jeweiligen methodischen Ausrichtung diskutiert.

4.1 Eyetracking und standardisierte schriftliche Befragung

Die schriftliche bzw. computergestützte Befragung gilt als Standardinstrument der empirischen Sozialforschung bei der Ermittlung von Fakten, Wissen, Meinungen, Einstellungen und Bewertungen (Schnell, Hill, & Esser, 2008; Kaya, 2007, S. 50; Albers, Klapper, Konradt, Walter, & Wolf, 2007). In dieser Funktion werden Befragungen häufig in ein Mehrmethodendesign eingebettet (Brosius, Koschel, & Haas, 2008). Auch die Methodenkombination Eyetracking und Befragung bietet den Vorteil, die apparativ erhobenen physiologischen, inhaltlich wenig spezifischen, Messwerte der Blickverlaufsregistrierung mit den Befragungsdaten zu ergänzen bzw. zu vergleichen, um so Rückschlüsse auf nachgelagerte Wirkungen ziehen zu können. Die Vorteile der Methode in Kombination mit Eyetracking liegen demnach vor allem darin, die Rezipientenperspektive als eine zusätzliche Informationsquelle zur Interpretation und Bewertung der Eyetracking-Befunde heranzuziehen. Dadurch sind Rückschlüsse auf (z. B. kognitive) Wirkungen der visuellen Wahrnehmung (z. B. Erinnerungsleistungen, Wissenszuwachs) teilweise sehr differenziert möglich.

Dies gilt insbesondere für die *standardisierte schriftliche* Befragung, weil bei entsprechender Fragebogenkonstruktion die Probanden ihre Antworten einigermaßen reflektiert, differenziert und präzise abgeben können. Zudem werden bei schriftlichen Befragungen tendenziell „ehrlichere“ Antworten erwartet, weil Effekte sozialer Erwünschtheit geringer ausfallen (Bortz & Döring, 2006). Daneben sind der Ausschluss von Interviewer-Effekten, ein höheres Anonymitätsniveau, die Vermeidung von Zeitdruck und die forschungsökonomische Dimension Vorteile der schriftlichen Befragung (vgl. Mayer, 2009; Häder, 2006; Schnell, Hill, & Esser, 2008). Gerade für PC-Wenignutzer kann die Paper-and-Pencil-Befragung zudem angenehmer sein, vor allem, wenn die Blickaufzeichnung an einem Remote-Eyetracker stattfindet, der Proband also bereits die Konfrontation mit dem Stimulusmaterial am Bildschirm passiert hat; hier bietet der Wechsel zur Papierform einen geeigneten Kontrast. Forschungspraktisch unproblematisch ist die Kombination von schriftlicher Befragung mit Eyetracking gerade dann, wenn sich die Erhebung in klare, überschneidungsfreie Erhebungsphasen einteilen lässt. Typisch hierfür ist ein experimentelles Setting, das sich in die Phase 1 „Vorher-Befragung“, Phase 2 „Eyetracking während der Rezeption eines experimentellen Treatments“ sowie Phase 3 „Nachher-Befragung“ gliedert.

Als Beispiel hierfür soll ein Quasi-Experiment zum Vergleich der Rezeption und Wirkung von visuellen und textlichen Informationen auf Wahlplakaten (Bild- und Textplakate im Vergleich; between-subject-design) dienen (Geise & Brettschneider, 2010): Nach einer schriftlichen Ersterhebung durch PAPI-Befragung (Phase 1) wurden die Probanden nacheinander in das Blickaufzeichnungslabor vor den Eyetracker gebeten, der den optischen Eindruck eines herkömmlichen

PC-Monitors erweckte. Nach individueller Kalibrierung des Eyetrackers – die Probanden wurden hierzu gebeten, dem „gleich auftauchenden roten Punkt einfach mit den Augen zu folgen“ – wurde den Probanden ein Überblick über den weiteren, bevorstehenden Ablauf gegeben. Dabei wurde erklärt, dass auf dem Monitor eine Reihe von Plakaten angezeigt werde, die sie „sich einfach einmal anschauen“ möchten. Die komplette Versuchsanweisung wurde noch einmal auf dem Monitor angezeigt. Dann folgte eine randomisierte Präsentation des Stimulusmaterials (20 Plakatmotive aus einem Wahlkampf für jeweils 5 Sekunden; Phase 2). Nach der Darbietung der Treatments wurden die Probanden zur „Fragebogenstation“ in den Nebenraum begleitet und gebeten, noch einen kurzen Abschlussfragebogen auszufüllen (Phase 3). Neben individuellen Merkmalen der Probanden (z. B. politisches Interesse, Parteiidentifikation, Alter, Bildungsgrad) wurde auch die aktive und passive Erinnerungsleistung der Probanden erfasst (offene und geschlossene Abfrage von *Recall*, *Cued Recall* und *Recognition*).

Methodisch war die Durchführung dieses Settings unproblematisch. Spannender ist die Frage, inwieweit die schriftliche Befragung dazu beitragen konnte, die über Eyetracking gewonnenen Blickverlaufsdaten zu interpretieren bzw. zu differenzieren. Dies betrifft zunächst die grundsätzliche Frage, inwieweit Befragungen – in denen die erhobenen Informationen durch den Probanden *verbalisiert* werden müssen – überhaupt geeignet sind, die zur Differenzierung von Eyetracking-Daten relevanten Konstrukte zu erfassen (Möhring & Schlütz, 2010, S. 16). Dabei sind zwei Ebenen zu trennen: Die erste Ebene betrifft die *Vertiefung* der Erkenntnisse zum Blickverlauf als Rezeptionsprozess. Hier zeigen sich die Grenzen der Methode: Als post-rezeptives Erhebungsverfahren sind Befragungen nicht geeignet, um die flüchtigen, sehr dynamischen Phänomene zu erfassen (z. B. Spannung, Emotionen, Erleben, spontane Urteile etc.), die *während* der Rezeption auftreten (Fahr & Früh, 2011). Weiterführende Aussagen zum Prozess visueller Wahrnehmung sind durch Befragungen nicht möglich; sie wurden im Rahmen der Studie daher auch nicht erhoben. Die zweite Ebene betrifft die *Ergänzung* von Eyetracking-Daten – etwa durch die Erhebung kognitiver Konstrukte wie Erinnerungen oder Bewertungen, um die Rezeption des visuellen Stimulus hinsichtlich seiner Wirkungsdimensionen zu differenzieren oder auch, um individuelle Probandenmerkmale zu erfassen, um diese beim Vergleich der Blickverlaufsindikatoren zu kontrollieren. Über die entsprechende Operationalisierung ließen sich im Beispiel erinnerte Information – beispielsweise über etablierte Konstrukte wie Recall, Cued Recall, Recognition und Akzeptanz oder auch Bewertungen der Stimuli (Doherty O'Brien & Carl, 2010; Hussein, Gaulke, Hartmann, & Ziegler, 2010) – recht präzise erfassen (vgl. Geise & Brettschneider, 2010). Zu bedenken ist allerdings, dass – dies zumindest die Erfahrungen – gerade offene Fragen nach der Erinnerung an die gesehenen Stimuli teilweise zu sehr differenzierten Antworten und damit zu langen Antwortzeiten führen können; hier sollte durch eine entsprechende Frageformulierung (oder ggf. ein Zeitlimit der Beantwortung) gegengesteuert werden. In der forschungspraktischen Umsetzung bedacht werden sollte auch die Möglichkeit eines Platzwechsels nach der Eyetracking-Phase; gerade bei Eyetracking-Studien mit höheren Fallzahlen sind die Laborzeiten sonst schwer zu kalkulieren.

Ähnliche Vor- und Nachteile wie die PAPI-Befragung bietet die Kombination von Eyetracking mit computergestützten Online-Befragungen. Die CSAQ (*Computerized Self-Adminstrated Questionnaire*) ist eine Befragungstechnik, bei der die Befragten den Fragebogen selbstständig bearbeiten (Brosius, Koschel, & Haas, 2008, S. 124). Mit der Verlagerung der standardisierten schriftlichen Befragung auf das Medium Computer/Internet in Form eines *Web Survey* (Schnell, Hill, & Esser, 2008; Theobald, Dreyer, & Starsetzki, 2003) werden im Forschungsprozess zwar einige problematische Besonderheiten der Methode relevant¹²; in vielen Fällen, die mit der Analyse der Rezeption visueller Stimuli einhergehen, überwiegen allerdings die Vorteile, beispielsweise die Möglichkeit, *visuelle* bzw. *multimediale Elemente* (randomisiert) in den Fragebogen einzubauen, was besonders bei der Wiedervorlage des Stimulusmaterials methodisch vorteilhaft sein kann. In einer Replikation der skizzierten Studie, bei der ein Wechsel von PAPI zur Online-Erhebung vorgenommen wurde (Geise, 2011), ließen sich z. B. die am Eyetracker getesteten Plakatmotive auch im Fragebogen vollständig randomisiert, für eine kontrollierbare Betrachtungszeit, zu vergleichbarer Darstellungsqualität und Farbbrillanz präsentieren (vgl. Abb. 20); durch die Integration spielerischer Elemente (z. B. Drag-and-Drop-Funktionen) konnte der Fragebogen zudem abwechslungsreicher, interaktiver und intuitiver gestaltet werden, als die Papierform erlaubte. Ein wesentliches Merkmal der computergestützten Befragung liegt zudem in der umfangreichen Eigensteuerung des Befragungsprozesses durch den Probanden (Lütters, 2004, S. 8; Roughton, 1997, S. 129). Dennoch kann der Teilnehmer bei der Online-Befragung im Gegensatz zum schriftlichen Papierfragebogen die Reihenfolge der Beantwortung bzw. Betrachtung einzelner Fragen nicht selbst bestimmen; auch das mögliche Überspringen von Fragen oder Antwortkategorien kann durch einen entsprechend programmierten Kontrollmechanismus verhindert werden. Beides kann sich, etwa bei der Abfrage von Recall und Recognition, als Vorteil erweisen.

-
- 12 Als methodisch kritisch werden thematisiert: *Stichprobenprobleme*, vor allem eine Einschränkung hinsichtlich der erreichbaren Testpersonen durch geringere Verbreitung des Mediums, sowie *Verzerrungseffekte* bei der Zusammensetzung der Stichprobe, vor allem durch Selbstselektion der Teilnehmer, *geringere Rücklaufquoten* und *hohe Abbruchquoten* aufgrund geringer Motivation, Risiko der *technischen Überforderung* der Probanden, *Darstellungsprobleme* wegen unterschiedlicher PC- bzw. Browser-Ausstattung, *Bearbeitungsprobleme* wegen fehlender Kenntnisse im Umgang mit Computern oder Internetanwendungen, möglicherweise systematische Ausfälle oder Antwortverzerrungen durch *fehlende Akzeptanz* der PC-Technik bei bestimmten Personen (Schnell, Hill, & Esser, 2008; Blank, Lee, & Fielding, 2008; Brosius, Koschel, & Haas, 2008; Möhring & Schlütz, 2010; Häder, 2006; Kaya, 2007). Im Rahmen der Operationalisierung bzw. Umsetzung der computergestützten Online-Befragung im Forschungsprozess können diese Risikofaktoren aber durch entsprechende Gegenmaßnahmen weitgehend ausgeschlossen bzw. auf ein Minimum reduziert werden.

Abbildung 20: Screenshot aus der Eingabemaske der Online-Befragung in UNI-PARK mit einer Testfrage zu den passiven Erinnerungsleistungen zu den präsentierten Plakatomotiven in Form der Wiedererkennung

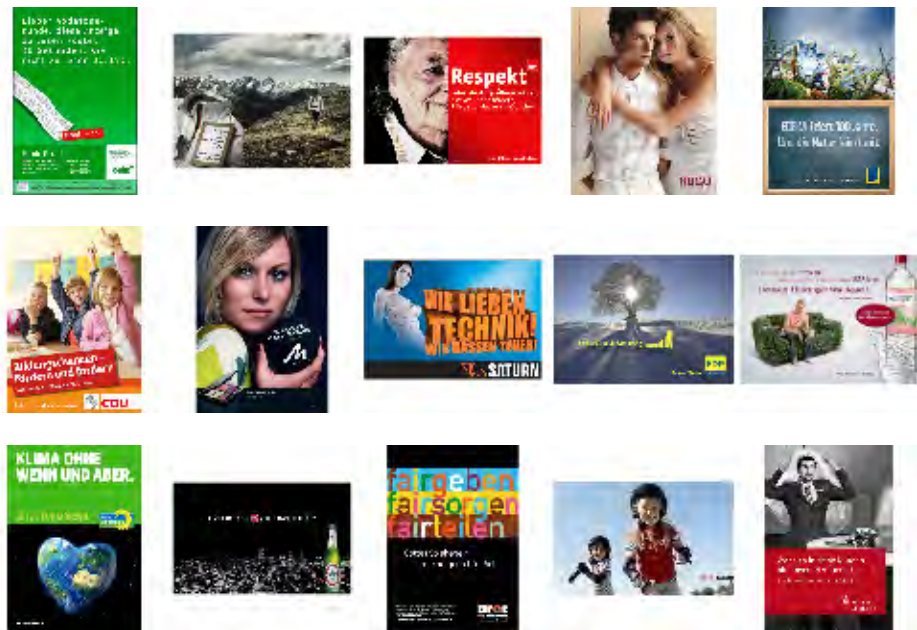


Ob die Kombination von Eyetracking und post-rezeptiver Befragung aber *überhaupt* angemessen ist, hängt von der Fragestellung ab: Interessiert den Forscher primär das *Ergebnis der Medienrezeption bzw. das Ergebnis visueller Wahrnehmung*, stellt die Nachher-Befragung ein geeignetes Verfahren dar (Fahr & Früh, 2011). Zu beachten ist dabei aber, dass zwischen den Angaben im Rahmen der Befragung und der über Eyetracking gemessenen *tatsächlichen* visuellen Informationsaufnahme erhebliche Unterschiede bestehen können. So kommt es beispielsweise nicht selten vor, dass der Proband einzelne Bereiche des Stimulus intensiv foveal fixiert hat – sich aber im Fragebogen nicht daran erinnern kann. Wie diese Divergenz zu bewerten ist, kann allerdings – wenn überhaupt – nur vor dem Hintergrund der Forschungsanlage geklärt werden. Theoriebasiert ist sicherlich zu diskutieren, wie die der Interpretation der Eyetracking-Befunde zu Grunde liegenden Prämissen angenommen bzw. relativiert werden können. Einige Einschränkungen, z. B. zur Immediacy- und Eye-Mind-Assumption, wurden oben bereits diskutiert. Hier sollte geprüft werden, inwieweit sich der Forschungsstand zur Erklärung etwaiger Divergenzen heranziehen lässt. Wurde während der Messung nicht nur der Blickverlauf sondern auch sonstiges *Rezeptionsverhalten* mit Hilfe einer Gegenkamera aufgezeichnet (viele Eyetracker bieten hierzu integrierte Lösungen an), lässt sich kontrollieren, ob möglicherweise ein „looking without seeing“ vorliegt, bei dem der Proband „gedankenverloren“ auf den Monitor starrt. Daneben sollte methodenkritisch reflektiert werden, ob ggf. gemessene Divergenzen nicht auch durch das spezifische Setting bedingt sein können; hierbei kann das Wissen über die technische Funktionsweise des Eyetrackers hilfreich sein.

4.2 Eyetracking und standardisierte mündliche Befragung

Im skizzierten Setting wurde die schriftliche Nachher-Befragung *nach* der Präsentation einer *Treatmentreihe* erhoben. Eine Kombination mit *schriftlicher* Befragung drängt sich weniger auf, wenn die post-rezeptive Erhebung *unmittelbar* an die jeweilige Stimulusrezeption anschließen soll – etwa, wenn die Rezipienten möglichst spontan und intuitiv Auskunft über den gerade zurückliegenden Rezeptionsprozess und die mit ihm verbundenen, nur im Kurzzeitgedächtnis gespeicherten, „flüchtigen“ Eindrücke geben sollen. Steht dabei zudem die Wirkung *einzelner* Stimuli bzw. mehrerer Stimulusreihen im Fokus, stellt sich die Frage, wie der Rhythmus „Stimuluspräsentation – Befragung – Stimuluspräsentation – Befragung“ in seinen verschiedenen Erhebungsstufen forschungspraktisch umgesetzt werden kann. Als Beispiel einer methodischen Umsetzung dient ein Studiendesign zur Analyse des Zusammenhangs von parafovealer bzw. peripherer und zentraler visueller Wahrnehmung, in der drei hintereinander geschaltete Treatment-Reihen mit originalen und modifizierten Werbeplakaten getestet wurden (vgl. Abb. 21).

Abbildung 21: Original-Stimulusmaterial in der Studie zur fovealen bzw. peripheren Wahrnehmung. In den vier Testgruppen wurden die Plakate im Original oder in modifizierter Form präsentiert (z. B. anders eingefärbt; vgl. Video 3). Dies entspricht einem between-subject-design. Eine Stimulusreihe umfasste 5 Plakate, die Reihenfolge wurde randomisiert. Jedes Plakat wurde für 1,8 Sekunden präsentiert. Unmittelbar im Anschluss an jede Treatmentreihe erfolgte die post-rezeptive Kurzbefragung durch einen anwesenden Interviewer. An der Studie nahmen 37 Versuchspersonen teil; die Zuteilung zu einer Experimentalgruppe erfolgte zufällig



Dabei sollte nach jeder Treatment-Reihe eine Befragung erfolgen – unter anderem zur Erhebung ungestützter und gestützter Erinnerungen an im parafovealen Wahrnehmungsraum erschienene Objekte. Da ein permanenter Ortswechsel auschied – die Laborzeit aber zugleich minimiert werden sollte – erschien eine schriftliche Befragungen suboptimal: Zu groß erschien das Risiko, dass der Proband während seiner Bearbeitung des Fragebogens das Labor unvorhergesehen lange „besetzte“. Eine Alternative stellte die Kombination aus Eyetracking und *mündlicher* standardisierter Befragung dar (Mayer, 2009; Bortz & Döring, 2006): Nach Präsentation einer Treatmentreihe, bei der der Blickverlauf am Eyetracker aufgezeichnet wurde, sollte der Proband einige kurze Fragen zu den rezipierten Stimuli mündlich beantworten. Während der Befragte dabei möglichst spontan und intuitiv antworten sollte, sollte er den Blick weiter geradeaus auf den Monitor richten. Neben der Annahme, dass dieses Vorgehen weniger Zeit beansprucht, wurde vermutet, dass die mündliche Befragung den Rezipienten auch weniger „kognitiv“ involvierte als eine entsprechende schriftliche Befragung (Möhring & Schlütz, 2010, S. 128; Mayer, 2009; Bortz & Döring, 2006, S. 237). Zudem wur-

de ein Vorteil darin gesehen, dass sich die Befragung unmittelbar an die Rezeption anschließen konnte – die Eindrücke des Rezipienten also noch möglichst „frisch“ waren (vgl. Scherer & Schlütz, 2002).

Dass der Eyetracking-Prozess nach erfolgter Präsentation des ersten Treatments über eine mündliche Befragung durch einen anwesenden Interviewer unterbrochen werden sollte, erschien zunächst contra-intuitiv – der Proband hätte von der Interaktion mit dem Interviewer abgelenkt werden und dabei auch den Blick vom Eyetracker abwenden können, was wiederum eine (störende) Neu-Kalibrierung des Eyetrackers notwendig gemacht hätte. Da hier keine Erfahrungswerte vorlagen, wurde das Setting einem Pretest unterzogen: Mit je fünf studentischen Probanden wurde die Versuchsanordnung in zwei Varianten getestet, einmal in Kombination mit schriftlicher PAPI-Befragung, einmal mit mündlicher Befragung durch einen Interviewer. Die zentralen Fragen, die in der Vorstudie geklärt werden sollten, bezogen sich einerseits auf die forschungspraktische Durchführbarkeit: 1) Lenkt der Interviewer den Rezipienten beim Eyetracking-Prozess ab? Zeigt der Eyetracking-Befund entsprechend Brüche im Scanpath? 2) Wenn ja: Gibt es nach einer möglichen Unterbrechung des Eyetracks „Wiederaufnahmeschwierigkeiten“ des Eyetracking-Records? 3) Andererseits war methodisch zu bedenken, inwieweit die zwischengeschaltete Befragung nach der ersten Rezeptionsphase Verzerrungseffekte auf die nachfolgende Rezeption ausübte: 4) Beeinflusst die Befragung die nachfolgende Rezeption? 5) Zeigen sich Veränderungen im Scanpath?

Nach Evaluation der Vorstudie fiel die Entscheidung für die Kombination Eyetracking plus mündliche Befragung. Bei der Vorstudie zeigte sich zunächst, dass das Ablenkungspotential durch den Interviewer gering ausfiel. Die Situation erschien vergleichbar mit einer Videoaufzeichnung bei einer Gruppendiskussion: Nach kurzer Eingewöhnung und entsprechendem Briefing – der eigentlichen Testreihe war ein Probegedurchlauf zur Eingewöhnung vorgelagert – konzentrierten sich die Rezipienten auf die Stimuluspräsentation und wendeten den Blick nicht vom Eyetracking-Monitor ab. Unter der Bedingung, dass der Interviewer nicht aktiv versuchte, Blickkontakt zum Probanden herzustellen (dies war eine besonders betonte Interviewer-Anweisung), lag die visuelle Aufmerksamkeit durchgehend auf den Treatments. Im gesamten Testdurchlauf gab es nur eine kurze Situation, in der der Proband seinen Blick doch dem Interviewer zuwandte (nachdem dieser versucht hatte, Blickkontakt zum Probanden herzustellen); hier gelang dem Eyetracker (Tobii T120) die Wiederaufnahme der Blickregistrierung jedoch mühelos. Brüche im Scanpath gab es daher kaum. Die zeitnahe mündliche Befragung direkt nach Präsentation des Treatments war in ihrer Umsetzung einfach möglich; ein Platzwechsel konnte vermieden werden. Die Probanden konnten ihre Antworten intuitiv und spontan abgeben; dabei motivierte das Setting zusätzlich, nicht allzu lange über die Antworten nachzudenken. Dies verkürzte nicht nur die Laborzeiten – sondern unterstützten vermutlich auch das Ziel, das „kognitive Involvement“ der Rezipienten nicht aktiv zu erhöhen, weil die Antworten nicht auf zeitlich länger zurückliegenden Erinnerungen bzw. Rekonstruktionen basierten (Scherer & Schlütz, 2002).

Während sich die Methodenkombination aus Eyetracking und mündlicher Befragung demnach im Beispielsetting in ihrer forschungspraktischen Umsetzung

bewährte, legte die Auswertung der Hauptstudie ein anderes methodisches Problem offen: Obwohl die Testfragen mit dem Ziel konzipiert wurden, die eigentliche Intention der Befragung möglichst zu kaschieren, induzierte die Befragung einen Verzerrungseffekt, der das Blickverhalten der Probanden ab der zweiten Testreihe beeinflusste (vgl. prototypisch Video 3-1, 3-2 und 3-2).

VIDEO 3-1. Bitte klicken!

Video 3-1: Beispiel des *Scanpath Replay* als Prozessbetrachtung der Scanpaths eines zufällig ausgewählten Rezipienten bei Rezeption der kompletten *Testreihe 1* in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio); Betrachtungszeit pro Plakatmotiv 1,8 Sekunden

VIDEO 3-2. Bitte klicken!

Video 3-2: Beispiel des *Scanpath Replay* als Prozessbetrachtung der Scanpaths des zufällig ausgewählten Rezipienten bei Rezeption der kompletten *Testreihe 2* in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio); Betrachtungszeit pro Plakatmotiv 1,8 Sekunden

VIDEO 3-3. Bitte klicken!

Video 3-3: Beispiel des *Scanpath Replay* als Prozessbetrachtung der Scanpaths des zufällig ausgewählten Rezipienten bei Rezeption der kompletten *Testreihe 3* in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio); Betrachtungszeit pro Plakatmotiv 1,8 Sekunden

Während grundsätzlich plausibel davon ausgegangen werden kann, dass die Probanden ihre zentrale visuelle Aufmerksamkeit während der 1,8 Sekunden Rezeptionszeit tendenziell stimulus-driven auf die prägnanten Plakatelemente legen (insbesondere die Bildmotive) – wohingegen im peripheren Wahrnehmungsraum (z. B. am Rand) positionierte Logos kaum fokussiert werden sollten – zeigt die Analyse der Blickverläufe ein anderes Bild: Zwar wurde das Logo in der ersten Testreihe von nur rund 15 Prozent der Probanden fokussiert; nach der ersten mündlichen Befragung richteten aber bereits zwei Drittel der 37 Probanden ihre visuelle Aufmerksamkeit auf die „peripheren“ Bereiche (in der dritten Treatmentreihe sogar 80 Prozent der Probanden). Diese Beeinflussung des Blickverlaufs ist vor dem Hintergrund der theoretischen Grundlagen visueller Wahrnehmung plausibel: Wahrscheinlich veränderten die Fragen des Interviewers die Intention der visuellen Wahrnehmung und gaben ein neues „goal“ vor. Vereinfacht formuliert änderte sich die Rezeptionsaufgabe durch die Befragung von „einfach anschauen“ in „nach Informationen suchen“, weil die Fragen dem Probanden implizit ein neues Ziel vorgaben (vgl. Friedman & Liebelt, 1981). Damit ist anzunehmen, dass die Befragung einen Wechsel von einer ursprünglich exogen kontrollierten, stimu-

lus-driven Wahrnehmung – die sich bei der Rezeption der ersten Treatmentreihe noch idealtypisch im Blickverlauf zeigte – zu einer eher endogenen Kontrolle bzw. goal-driven Wahrnehmung induzierte (Proulx, 2007; Yantis, 2002; Brouwer, 1998). Auf die Erkenntnis, dass die Rezeptionsintention die kognitive Steuerung der Blickverläufe ändert, weisen bereits die frühen Studien von Yarus (1967) hin: „People will view a picture differently based on what they are looking for“ (Duchowski, 2007, S. 12; vgl. Wright, 1998; Findlay, 1997). Dadurch ließ sich eine „natürliche“ Rezeption der Stimuli im Beispielsetting nicht mehr erfassen; die Eyetracking-Ergebnisse der zweiten und dritten Testreihe waren konfundiert. Erstaunlich ist das Auftreten dieses Verzerrungseffekts vor allem, weil die Treatments nur für die sehr kurze Expositionszeit von 1,8 Sekunden präsentiert wurden; eine Anpassung der visuellen Wahrnehmung erfolgte also recht schnell.

Methodisch lassen sich aus diesem Befund zwei Erkenntnisse ableiten: Einerseits zeigt sich, dass sich Eyetracking – unter bestimmten Bedingungen – gut durch eine *post-rezeptive, mündliche* Befragung ergänzen lässt. Die Kombination bietet sich für Fragestellungen an, bei denen sich die Nachher-Befragung unmittelbar an die Rezeption des Stimulus anschließen sollte (vgl. Scherer & Schlütz, 2002). Andererseits ist zu berücksichtigen, dass die Nachher-Befragung, um Verzerrungseffekte zu vermeiden, nur im Abschluss an den ersten Stimulus bzw. die erste Stimulusreihe erfolgen sollte, weil die Befragung zu eine Veränderung der Rezeptionsintention führen kann.

4.3 Eyetracking und teil-standardisierte mündliche Befragungen (Leitfadeninterviews)

Neben der Kombination mit post-rezeptiven, quantitativen Befragungsmethoden können einige Fragestellungen den Einsatz von *qualitativen Befragungen* notwendig machen, etwa wenn Rückschlüsse auf tiefer liegende Deutungen, Interpretationen, auf subjektiven Sinn, auf individuelle Empfindungen, Assoziationen, Motive oder Gedankengänge gezogen werden sollen (Lueger, 2000; Flick, 2005; Hopf, 1982). Dies kann auch sinnvoll sein, wenn der Blickverlauf mit der subjektiven Sicht des Rezipienten auf sein Rezeptionserleben oder seine individuellen Erfahrungen mit dem Stimulus verglichen werden soll. Die Kombination von Eyetracking mit qualitativen Befragungen ermöglicht hierbei, die quantitativen Beobachtungsdaten um eine post-rezeptive sprachliche Erfassung von subjektiven Bedeutungs- und Sinnmustern (Lamnek, 2010, S. 317; Meyen, Löblich, Pfaff-Rüdiger, & Riesmeyer, 2011) zu ergänzen. Sind dabei konkrete und vergleichbare Aussagen über den *visuellen Stimulus* bzw. *dessen Rezeption* gewünscht, bieten sich teilstandardisierte *Leitfadeninterviews* an (Flick, 2005). Im Unterschied zur standardisierten, quantitativen Befragung ist das qualitative Leitfadeninterview offener und flexibler angelegt (Hoffmann-Riem, 1980), es können mehr Details erfasst werden, „eben alles, was für den Befragten von Bedeutung ist“ (Lamnek, 2010, S. 311; vgl. Hopf, 1982). Die meisten Forschungsfragen, für die eine Methodenkombination der Beobachtung des Blickverhaltens mit der Entschlüsselung der damit verbundenen subjektiven Bedeutungs- und Sinnmuster sinnvoll

erscheint, dürften auf der Überlegung basieren, dass – über die (beobachtete) Medienrezeption bzw. über das Medienhandeln hinaus – für die Interpretation dieses Handelns das Wissen über die Bedeutungen entscheidend ist, die die Rezipienten damit verbinden.

Dabei stellt allerdings das Spannungsverhältnis von intentionalem vs. non-intentionalem Blickverhalten eine große Herausforderung dar, denn es ist in diesem Kontext theoretisch nicht plausibel zu argumentieren, dass die subjektiven Bedeutungs- und Sinnmuster den eigentlichen Blickverlauf erklären können; denn dieser läuft nicht nur in weiten Teilen unbewusst ab, weshalb beim Blickverhalten streng genommen auch nicht von *Handeln* gesprochen werden kann (vgl. Weber, 1980; die Voraussetzung der Intentionalität könnte lediglich für die Phasen einer endogenen, bewusst intendierten Blicksteuerung angenommen werden), sondern wird auch exogen durch den Stimulus gesteuert. Es ist daher nicht anzunehmen, dass die Dokumentation, Rekonstruktion, Interpretation und Erklärung des Konstitutionsprozesses sozialer Realität (Lamnek, 2010, S. 318) die Erkenntnisse über das *Blickverhalten* bzw. den *Prozess visueller Wahrnehmung* differenziert. Dagegen sind post-rezeptive Leitfadeninterviews sehr wohl sinnvoll, wenn es um die Verarbeitung, Einordnung, Interpretation und Bewertung des Gesehenen vor dem Hintergrund des subjektiven *Sinn- bzw. Relevanzssystems* des Rezipienten geht.

Abbildung 21: Links: Original-Stimulus (Werbeplakat der Firma Eastpak aus der Built-to-Resist-Kampagne 2009); Mitte: Beispiel eines „Gazeplot“, d. h. auf den Stimulus projizierte Visualisierung der Scanpaths von 12 zufällig ausgewählten Probanden über eine Rezeptionszeit von 4 Sekunden; rechts: „Heatmap“, d. h. auf den Stimulus projizierte Visualisierung der Aufmerksamkeitsallokation dieser 12 Probanden in einer „Aufmerksamkeitslandschaft“ über eine Rezeptionszeit von 4 Sekunden

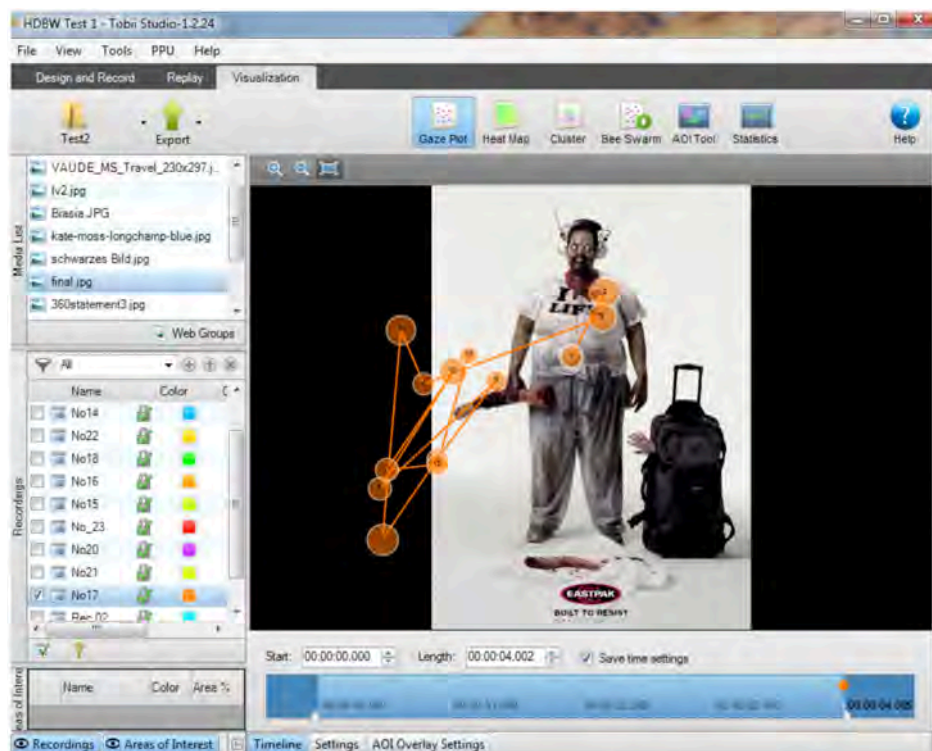


VIDEO 4. Bitte klicken!

Video 4: *Bee Swarm* als Prozessbetrachtung der Scanpaths der „schock-affinen“ Rezipienten bei Rezeption des Schockmotivs (Werbeplakat der Firma Eastpak aus der Built-to-Resist-Kampagne 2009) über eine Betrachtungszeit von 4 Sekunden in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio)

Ein Beispiel, in dem dies für zentral erachtet wurde, ist eine Studie zur Wahrnehmung, Interpretation und Bewertung von *Schock-Kommunikation*: Nach einer kurzen Einführung in das Vorgehen sowie der erfolgten individuellen Kalibrierung des Eyetrackers, wurde den Probanden eine Treatmentreihe mit elf Werbemotiven präsentiert, darunter Motive, die einen „Schockeffekt“ beabsichtigten (im Sinne einer visualisierten, intendierten Normverletzung; vgl. Abb. 21; Video 4 und Video 5). Dem folgte ein post-rezeptives qualitatives Leitfadenterview. Spezifische Fragen zum Prozess der visuellen Wahrnehmung bzw. zum Blickverlauf wurden nicht gestellt. Stattdessen standen Fragen im Vordergrund, die auf das Verständnis, die Interpretation, die Sinnkonstruktion, die Einordnung oder auch die ethisch-moralische Bewertung der Treatments abzielten. Dabei ging es u. a. auch um die Frage, ob und welche Tabus die Schockmotive tangierten, ob und welche Werte sie verletzten, welche spontanen Assoziationen und Empfindungen damit einhergingen, ob und welche Handlungsanreize mit der Rezeption verbunden waren. Die Ergebnisse der qualitativen Befragung lieferten dementsprechend keine zusätzlichen Erkenntnisse darüber, welche Informationen foveal fixiert worden waren, auch nicht warum – sehr wohl aber darüber, *wie* die foveal fixierten Informationen vom Rezipienten aufgenommen, verstanden, assoziiert und interpretiert wurden. Zudem konnten die Befunde der qualitativen Interviews einige Hinweise zur Identifikation bestimmter Rezeptionstypen liefern (z. B. „schock-affine“, „schock-neutrale“ und „schock-averse“ Rezipienten; zu einer methodisch ähnlichen Typologie-Ableitung aus Eyetracking-Befunden und Leitfaden-Interviews vgl. Schumacher, 2009).

Abbildung 22: Screenshot der Scanpath-Analyse eines „schock-aversen“ Rezipienten in der Analysesoftware Tobii Studio zeigt „Vermeiderverhalten“



VIDEO 5. Bitte klicken!

Video 5: *Scanpath Replay* als Prozessbetrachtung der Scanpaths eines „schock-aversen“ Rezipienten bei Rezeption der komplette Testreihe in einer Videosequenz (Analyse mit Tobii Studio); Vermeiderverhalten bei Rezeption des Schock-Motivs (Werbeplakat der Firma Eastpak aus der Built-to-Resist-Kampagne 2009); Betrachtungszeit pro Plakatmotiv 4 s

Exemplarisch zeigt Abbildung 22 den Blickverlauf eines „schock-aversen“ Rezipienten, der in dem Leitfadeninterview u. a. angab, „kein Blut sehen zu können [...] wirklich nicht, das klingt vielleicht kindisch oder so, aber ist halt so, da kann ich einfach nicht hingucken, basta“: Nach den ersten drei Fixationen des Schock-Motivs (und damit nach weniger als einer halben Sekunde) richtet der Proband den Blick nach links auf den Blackscreen und verweilt dort für etwa 2 Sekunden.

Zwar konnte die vergleichende Auswertung der Blickverläufe in dieser Studie hinsichtlich prägnanter Unterschiede zwischen den Rezeptionstypen nur *explorativ* erfolgen, die Befunde können aber gut als Grundlage für eine Anschlussstudie

dienen. Kritisch zu reflektieren bleibt, dass die beiden Methoden Eyetracking und qualitative Befragung auf *zwei divergenten Ebenen* ansetzen – eine echte Synchronisation der Daten ist damit weder methodisch noch theoretisch plausibel. Vielmehr liefert die Kombination Erkenntnisse auf zwei nachgelagerten Wahrnehmungs- bzw. Informationsverarbeitungsstufen, die sich in ihrem Aussagegehalt ergänzen können.

4.4 Eyetracking und Real-Time-Response Measurement

Die Real-Time-Response-Messung (RTR) als computergestützte, apparative Erhebungsmethode ermöglicht, die Reaktionen der Probanden nahezu in Echtzeit zu erfassen (vgl. Maier, Maier, Maurer, Reinemann, & Meyer, 2009). Thorson und Reeves (1986, S. 549) nennen die grundlegende Implikation der methodischen Integration eines Real-Time-Response-Measurement: „A primary assumption [...] is that mental activity occurring *before, during and after* the processing of a target message can dramatically influence the information retained, the length it is remembered, and the association with past experience“. Gerade im Kontext der Wahrnehmung und Bewertung visueller Stimuli erfordern viele Fragestellungen, die unmittelbar vor, während oder nach der Rezeption auftretenden Bewertungen möglichst rezeptionsbegleitend oder rezeptionsnah zu erfassen. Hier bietet sich die Registrierung kurzfristiger Wahrnehmungen und Bewertungen über RTR als „quasi-online Indikator“ (Richter, 2008, S. 17) an. Operationalisiert wird dies über ein reaktives, affektives Bedienen eines Drehreglers oder Drehknopfes durch den Probanden, gelegentlich über das Drücken bestimmter Tastenkombinationen (Hughes, 1992, S. 64). Aus forschungstechnischer Perspektive besteht das RTR-System also im Wesentlichen aus einem Set von funkgesteuerten „Fernbedienungen“ mit einem Dreh- oder Drückmechanismus, oft einem Drehregler. Diesen *RTR-Dials* ist eine variabel einzustellende Skalierung hinterlegt. Die Probanden können mithilfe des ihnen zur Verfügung gestellten RTR-Dials ihre Bewertung meist stufenlos durch Drehen oder Drücken des Reglers einstellen, und zwar entweder unmittelbar nach oder kontinuierlich während der Darbietung des Stimulus. Die Bewertung kann hierbei – sofern der Proband eine entsprechende Einführung erhält – in hohem Maße intuitiv und spontan erfolgen. Die Bewertungen der Probanden werden – kontinuierlich bzw. nach Abgabe der unmittelbaren Post-Bewertung – per Funk digital an einen zentralen Computer geleitet, der die Messwerte aufzeichnet. Abbildung 23 zeigt exemplarisch das RTR-System *Perception Analyzer*. Im Vergleich zu traditionellen Erhebungsverfahren bietet die RTR-Messung den Vorteil, dass die Zeit zwischen der Stimulus-Exposition und der Reaktions- bzw. Rezeptionsmessung des Probanden minimal ist; der Rezipient kann seinen Eindruck nahezu unmittelbar wiedergeben. Dabei kann von einer *Reliabilität* und *Validität* der RTR-Messung zur Erfassung unmittelbarer Rezipienteneindrücke ausgegangen werden, die wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht wird (Reinemann, Maier, Faas, & Maurer, 2005; Millard, 1992, S. 12; Hollonquist & Suchman, 1979).

Abbildung 23: Exemplarisches Realtime-Response-System Perception Analyzer (MS Interactive)



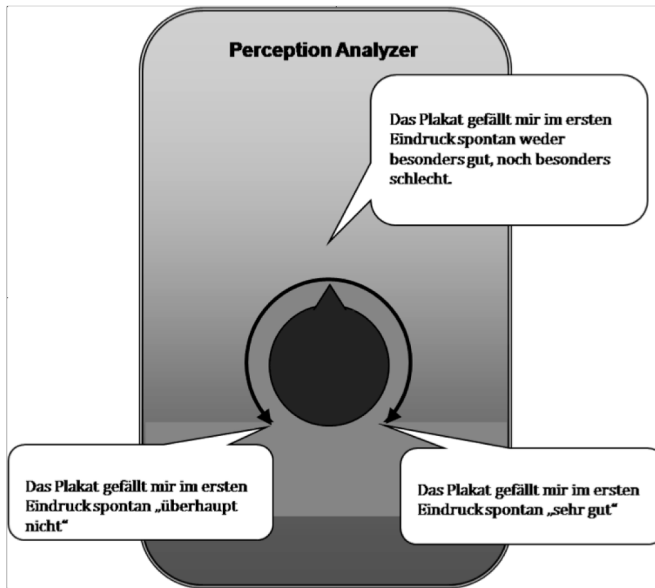
Das erste RTR-System wurde bereits in den 1930er Jahren entwickelt (unter dem Namen *Program Analyzer* im Princeton Radio Research Project; vgl. Lazarsfeld & Stanton, 1979; Millard, 1992; Hughes, 1992). Seit den ersten Pionierstudien hat sich eine enorme methodische und technische Weiterentwicklung der Real-Time-Response Messung vollzogen (vgl. Millard, 1992). Die wissenschaftliche Einsatzfähigkeit von RTR-Messungen wurde in Deutschland in jüngerer Zeit vor allem durch ihre Nutzung im Rahmen der Analyse der TV-Debatten der letzten Bundestagswahlkämpfe bekannt (Maurer & Reinemann, 2003, 2005; Maurer, Reinemann, Maier, & Maier, 2007; vgl. Jarman, 2005). Hier wurde die RTR-Messung im „klassischen“ Sinn als Instrument zur *kontinuierlichen rezeptionsbegleitenden Messung* eingesetzt, während der gesamten Betrachtung der TV-Duelle gaben die Rezipienten fortwährend Bewertungen bzw. Wahrnehmungsurteile über die TV-Duelle ab; diese wurden etwa alle 1,5 Sekunden mittels RTR-Dial erfasst und dokumentiert.

Der Vorteil einer Kombination von RTR mit Blickaufzeichnungsverfahren liegt auf der Hand: Entsprechend der Eyetracking-Prämissen kann zwar von einem Zusammenhang zwischen visueller Wahrnehmung und Verarbeitung ausgegangen werden; ungeklärt bleibt dabei aber nicht nur, welche spezifischen kognitiven Verarbeitungsprozesse bei Fixation einzelner visueller Informationen ablaufen (Hayhoe, 2004, S. 268; vgl. Viviani, 1990), sondern auch, wie die Rezipienten diese *bewerten*. Hier helfen RTR-Systeme, spontane Bewertungen wie ein „Level of Liking“ *unmittelbar* bzw. *unmittelbar im Anschluss an die Rezeptionssituation*

zu erfassen (Thorson & Reeves, 1985: 550; Biocca, Prabu, & West, 1994, S. 27). Entsprechend formulieren Boyd und Hughes (1992, S. 655): „[Realtime methods] are also preferable to *immediate post exposure measures* in that individuals are unable to provide retrospective responses”.

Im Fokus soll nun diese zweite Operationalisierung stehen; verdeutlicht wird die Umsetzung am Beispiel der bereits skizzierten Studie zur Wahrnehmung und Bewertung von Wahlplakaten (Geise & Brettschneider, 2010; Geise, 2011), in der RTR in der ersten Erhebungsphase post-rezeptiv eingesetzt wurde, um die Blickverlaufsmessung durch eine nonverbale, intuitive Erfassung der Valenzbewertung bzw. des spontanen „Ersteindrucks“ (*pre-attentive Valenz*) von Wahlplakaten durch „Post-RTR“ unmittelbar nach der Rezeption zu erfassen. Den Probanden wurde dazu ein Set aus 20 Wahlplakaten randomisiert für je 0,5 Sekunden Rezeptionszeit präsentiert; die kurze Präsentationszeit wurde in Anlehnung an Tachistoskoptests gewählt (vgl. Kroeber-Riel, Weinberg, & Gröppel-Klein, 2009, S. 325f.). Ziel war dabei, die erste Phase der visuellen Rezeption und Orientierung zu erfassen. Im Versuchsablauf wurde den Probanden zunächst ein kurzer Überblick über den bevorstehenden Ablauf gegeben. Neben einer Erklärung des gesamten Ablaufs wurde besonders darauf geachtet, den Aufbau von Leistungsdruck aus Sicht der Probanden zu vermeiden und die kognitiven Anforderungen der Valenzbewertung zu klären. Nach individueller Kalibrierung des Eyetrackers machten sich die Probanden an einem Teststimulus mit der Funktionsweise des RTR-Dials vertraut. Nachdem die Versuchsanweisung auf dem Monitor gelesen und mit Mausclick bestätigt wurden, folgten die 20 Plakatmotive. Die Motive wurden den Teilnehmern jeweils nur 0,5 Sekunden lang dargeboten. Jeweils nach diesem Kontakt bewerteten die Probanden mit Hilfe des RTR-Dials den Ersteindruck des Plakats affektiv und nonverbal durch spontane Einstellung des Drehreglers; die hinterlegte Skala von 1 bis 10 war den Probanden nicht bekannt und nicht ersichtlich; im Vorfeld der Messung wurde ihnen anhand einer schematischen Abbildung sowie an einem Test-Stimulus die Funktionsweise der RTR-Dial sowie die Dimensionen der Valenzbewertung erklärt (vgl. Abb. 24).

Abbildung 24: Schematische Darstellung des RTR-Dials zur Vorlage im Versuchsaufbau.



Die Versuchsanweisung: „Wir zeigen Ihnen jetzt gleich an diesem Monitor eine Reihe von Plakaten. Bitte schauen Sie sich diese Plakate einfach einmal an. Sie sehen diese Plakate nur ganz kurz. Dennoch möchten wir nach jedem Plakat wissen: Wie wirkt dieses Plakat auf Sie? Bitte antworten Sie nach jedem Plakat so spontan wie möglich. Für die Antwort nutzen Sie bitte den kleinen Drehregler, der vor Ihnen liegt. Das ist ganz einfach: Je negativer Ihr erster Eindruck ist, desto weiter drehen Sie das Rädchen nach links. Je positiver Ihr erster Eindruck ist, desto weiter drehen Sie das Rädchen nach rechts. Probieren Sie das bitte nun einmal aus, damit Sie ein Gefühl für das Drehrädchen bekommen. Haben Sie Ihre Bewertung vorgenommen, drehen Sie den Drehregler bitte wieder auf die Mittelposition. Das ist wichtig, damit Sie immer von der gleichen Position aus starten können ...“ (vgl. Video 6).

Für die Kombination von „Post-RTR“ und Eyetracking lässt sich resümieren, dass die Teilnehmer nach kurzer Einführung in die Bedienung des RTR-Dials kaum Schwierigkeiten mit der affektiven, spontanen post-rezeptiven Valenzbewertung hatten. Zwar war die Nutzung des Drehreglers anfangs etwas ungewohnt, zugleich aber auch intuitiv möglich; Unterschiede zwischen verschiedenen Probandengruppen (z. B. zwischen verschiedenen Alters- oder Bildungsstufen) konnten nicht beobachtet werden. Insgesamt zeigte sich, dass das Drehen des RTR-Dials die Probanden effektiv in die Lage versetzte, innerhalb kürzester Zeit eine Bewertung ihrer pre-attentiven Anmutung abzugeben – ohne dass die Probanden den jeweiligen Stimulus zuvor reflektiert betrachten konnten. Bei einer Rezeptionszeit von 0,5 Sekunden erfolgte damit ergänzend zum Eyetracking (vgl.

Abbildung 16) eine Valenzmessung, für die viele Probanden äußerten, sie hätten nur eine vage Vorstellung von dem, was sie gerade bewerteten – wie es auch den theoretischen Implikationen der pre-attentiven Wahrnehmung entspricht. Damit zeigte sich im skizzierten Setting als besonderer Vorteil der Methodenkombination, dass die post-rezeptive Bewertung 1) *unmittelbar* nach der Rezeption der *einzelnen* visuellen Stimuli, 2) in hohem Maße *intuitiv* und 3) *sehr spontan* erfolgen konnte. Dabei konnte die Zeit zwischen der Stimulus-Exposition und der Reaktions- bzw. Rezeptionsmessung des Probanden minimiert und Halo-Effekte der Befragung vermieden werden.

VIDEO 6. Bitte klicken!

Video 6: Betrachtung des Scanpath eines Rezipienten im Zeitverlauf bei Rezeption der gesamten Treatmentreihe (20 randomisiert präsentierte Wahlplakate); pro Stimulus 0,5 Sekunden Betrachtungszeit (Analyse mit Tobii Studio); nach jedem Stimulus gab der Proband eine Valenzbewertung mittels RTR-Dial ab

Der angesprochene „Vorteil“ des Methodeneinsatzes von „Post-RTR“ muss allerdings zugleich als Nachteil gesehen werden: die post-rezeptive Messung der Valenzbewertungen erfolgte eben *nicht unmittelbar*, sondern nur *nahezu unmittelbar*. Mit Fahr und Früh (2011) ist hier aber auf das methodisches Problem hinzuweisen: „Danach ist nicht dabei“ (Fahr & Früh, 2011). Tatsächlich existieren zahlreiche Settings, in denen der ausschließliche Einsatz von „post-viewing measures“ methodisch unangemessen ist. Für entsprechende Fragen bietet sich RTR im „klassischen“ Sinn an – als Instrument zur *kontinuierlichen, rezeptionsbegleitenden Messung*. Hierbei geben die Probanden während der gesamten Rezeptionssituation fortwährend Bewertungen bzw. Wahrnehmungsurteile über den Stimulus ab. Damit existiert kaum zeitlicher Abstand zwischen der Stimulus-Exposition und der Reaktions- bzw. Rezeptionsmessung des Probanden; lediglich ein kleiner „time-lag“ ist einzukalkulieren. Mit Hilfe der Online-Messung kann der Rezipient seinen Eindruck unmittelbar wiedergeben; sofern er eine entsprechende Einführung erhält, kann die Bewertung hierbei in hohem Maße intuitiv und problemlos rezeptionsbegleitend erfolgen. Da die Urteile in schneller Abfolge und relativ spontan abgegeben werden, ist davon auszugehen, dass der Proband das jeweilige Einzelurteil wenig reflektiert bzw. den Einzelurteilen eine geringe kognitive Kontrolle zu Grunde liegt. Die apparativ gestützte, rezeptionsbegleitende Selbstbeobachtung erfolgt dabei meist *eindimensional* (Biocca, David, & West, 1994); die Probanden geben beispielsweise an, für wie verständlich, interessant oder anregend sie die gerade perzipierten Informationen bewerten.

Dem entspricht, dass der Einsatz einer kontinuierlichen, rezeptionsbegleitenden RTR-Messung in Kombination mit Eyetracking Rezeptionssituationen von gewisser zeitlicher Dauer voraussetzt, etwa die Rezeption einer Videosequenz. Werden, wie in dem Beispiel zum „Post-RTR“ skizziert, Stimuli nur sehr kurz exponiert, bietet sich RTR nicht an. Nicht sinnvoll ist RTR zudem für statisches Stimulusmaterial, da hier nicht von einer Änderung der Bewertung im Zeitverlauf auszu-

gehen ist. Forschungspraktisch ist außerdem zu bedenken, dass der Einsatz nur für Rezeptionssituationen geeignet ist, in denen der Proband bis zu einem gewissen Grad „passiver“ Rezipient bleibt (wenn er „Zuschauer“ im Wortsinn ist) – der Einsatz in interaktiven Rezeptionssituationen (z. B. bei der Nutzung von Internetseiten) ist schon daher kaum möglich, weil die „Sekundäraufgabe“ der RTR-Bewertung ein kontinuierliches Bedienen des RTR-Dials verlangt. Doch auch für eher „passive“ Rezeptionssituationen ist zu berücksichtigen, dass die Bedienung des RTR-Dials Aufmerksamkeit bindet. Eine zu starke Ablenkung wäre gerade in der Kombination mit Eyetracking problematisch, das auf die *Fokussierung der Aufmerksamkeit* auf den Stimulus angewiesen ist.

Methodologisch interessant ist hier eine Studie zur Wahlwerbung im Bundestagswahlkampf 2009, in der sowohl das beschriebene „Post-RTR“ als auch das klassische RTR zum Einsatz kamen; die forschungspraktische Umsetzung lässt sich dabei gut vergleichen. In dem Beispielsetting wurde die Wahrnehmung, Bewertung sowie kognitive Medienwirkung (inbes. Recall, Cued Recall, Recognition, Wissenszuwachs) von Wahlplakaten und Wahlwerbespots in einem within-subject-design vergleichend untersucht (Wichmann & Geise, 2010). Nach einer kurzen Vorher-Befragung erfolgte eine entsprechender Einweisung und individueller Kalibrierung des Eyetrackers. Dann wurde der ersten Gruppe der Probanden – insgesamt nahmen an der Studie circa 50 Personen teil, die nach Alter, Bildung, Parteiidentifikation und Geschlecht quotiert wurden – ein Set aus 20 Wahlplakaten der im Bundestag vertretenen Parteien (jeweils 4 pro Partei) für je 0,5 Sekunden randomisiert präsentiert (Gruppe 2 wurde in Phase 1 mit Wahlwerbespots konfrontiert). Die Probanden wurden gebeten, die Einzelmotive jeweils unmittelbar im Anschluss an die Rezeption per „Post-RTR“ nonverbal hinsichtlich des subjektiven Gefallens spontan zu bewerten (die Valenzbewertung folgte der oben skizzierten Operationalisierung; Geise & Brettschneider 2010). Dem folgte eine computergestützte, schriftliche Nachher-Befragung zu den rezipierten Motiven. Im Anschluss daran wurden die Probanden aus Gruppe 1 in einer zweiten Treatmentphase mit jeweils einem Wahlwerbespot der Parteien konfrontiert (Gruppe 2 wurde in Phase 2 mit Wahlplakaten konfrontiert); dabei wurde der Blickverlauf aufgezeichnet. Während der Rezeption des Wahlwerbespots sollten die Probanden das Gesehene hinsichtlich ihres subjektiven Gefallens bewerten; die Bewertung erfolgte durch rezeptionsbegleitendes Bedienen des RTR-Dials („RTR“). Der zweiten Rezeptionsphase schloss sich eine nochmalige computergestützte, schriftliche Befragung zu den Spots an.

Die Erfahrungen mit der so realisierten Methodenkombination führen zu einer Relativierung der forschungspraktischen Einsetzbarkeit, zumindest im getesteten Setting. Während die Anwendung des „Post-RTR“ die Probanden nach entsprechender Anweisung wieder ohne Probleme in die Lage versetzte, unmittelbar im Anschluss an die Rezeption der Wahlplakate eine spontane Valenzbewertung abzugeben, führt das Bedienen der RTR-Dials während der Rezeption der Wahlwerbespots bei mehreren Probanden zu einer zu starken Ablenkung: Sie schauten während der Rezeption auf das Dial, der Eyetracker „verlor“ die Augenfixation und es dauerte einige Sekunden, bis der Eyetrackingprozess wieder aufgenommen werden konnte. Obwohl diese Störung nur bei einigen Probanden auftrat, zeigte

sich doch, dass die Methodenkombination nicht unproblematisch war. Möglicherweise könnte das Problem durch eine längere Trainingsphase überwunden werden, bei denen sich die Probanden mit der Erhebungssituation stärker vertraut machen. Dennoch legt es einen zentralen Nachteil der Methode offen: RTR ist ein reaktives Verfahren, das den Rezeptionsprozess erheblich verändern kann. Dabei liegen mit Fahr und Fahr (2009) sogar Befunde vor, nach denen der Einsatz von RTR eine physiologisch messbare Veränderung der Aktivierung induziert. Problematisch erscheint auch der „Zwang der kontinuierlichen Bewertung“, die mitunter zur methodisch problematischen Erfassung von „Non-Opinions“ führt. Ein weiteres Problem resultiert aus der Fragestellung, wie die Phasen zu bewerten sind, in denen die Probanden keine Drehbewegung vornahmen: Gaben Sie hier keine Bewertung ab? Oder blieb ihre Bewertung in dieser Phase lediglich konstant? Die größte methodische Herausforderung ergab sich allerdings aus der Notwendigkeit der Synchronisation von Eyetracking und RTR-Daten, die mit zwei voneinander unabhängigen Softwaresystemen aufgenommen wurden. Die Synchronisation war zunächst nur auf dem Individualdaten-Niveau möglich, wobei der Beginn der visuellen Perzeption den Startwert der Synchronisation mit dem RTR-Dial ausgeben sollte. Forschungspraktisch ergaben sich aber – durch divergente „Reaktionszeit“ der Probanden bis zum Beginn der RTR-Bewertung sehr divergente Anfangszeiten von RTR-Bewertung und Rezeption des Video-Treatments. Die Rezeptions- bzw. Evaluationsverläufe zeitlich einfach auf einen bestimmten Punkt zu „normieren“ erwies sich als unbefriedigend, weil die Daten nicht mehr exakt zu synchronisieren waren – gerade die exakte Synchronisation aber den Vorteil der Methodenkombination ausmachen sollte. Für eine Replikation der Methodenkombination sollte daher unbedingt eine zusätzliche zeitliche Erfassung der jeweiligen Startpunkte bedacht werden.

4.5 Eyetracking und Lautes Denken

Eine andere Möglichkeit, näher an den Prozess visueller Wahrnehmung und Informationsverarbeitung heranzurücken, bieten rezeptionsbegleitende Verfahren zur Gewinnung sprachlicher Daten wie die Methode des *Thinking Aloud* bzw. des *Lauten Denkens* (Duncker, 1935; Ericsson & Simon, 1980, 1993; van Someren, Barnard, & Sandberg, 1994). Die Methodenkombination eignet sich, wenn die Eyetracking-Befunde mit präzisen Erkenntnissen über bestimmte Teilprozesse der Rezeption ergänzt werden sollen – beispielsweise, wenn rekonstruiert werden soll, welche Entscheidungen zur Selektion bestimmter Zeitungsinhalte geführt haben oder welche Gedankengänge einer bestimmten Rezeptionsreihenfolge auf einer Website zu Grunde lagen (vgl. Schumacher, 2009).

Die Methode geht auf klassische Selbstbeobachtungsverfahren zurück und weist einige Gemeinsamkeiten zur *Introspektion* auf (vgl. Lüer & Spada, 1990). Die Idee beim Lauten Denken ist, dass die Probanden über eine gewisse Anleitung selbst in die Lage versetzt werden, Informationen über die ihnen bewussten, handlungsbegleitenden Kognitionen während der Rezeption zu geben. Zwei wesentliche methodische Anforderung sind zu berücksichtigen: Erstens sollte den Probanden klar sein, dass sie selbst *keine Interpretation*, sondern lediglich eine *verbale*

Erfassung ihrer kognitiven Prozesse liefern sollen. Zweitens sollten sie darauf trainiert werden, alle Gedanken auch wirklich zu verbalisieren – egal wie individuell, irrelevant, unsystematisch oder unplausibel sie ihnen erscheinen, denn oft beinhaltet der „gedankliche Entscheidungsweg“ höheres Aufschlusspotential als die eigentliche Entscheidung (Beyer & Gerlach, 2011, S. 78). Gelingt dies, dient Lautes Denken der *rezeptionsbegleitenden Verbalisierung von Überlegungen, Wahrnehmungen und Empfindungen* – „to access the underlying thought processes, reasoning, and behaviours involved in analysing and solving the problem“ (Ericsson & Simon, 1993). Da die Erfassung während der Rezeptionssituation erfolgt, liefert die Methode validere Daten als eine retrospektive Befragung nach der Rezeption; Gedächtnisfehler und Verfälschungen durch Interpretationen oder Erklärungsversuche der Probanden werden reduziert. Von Vorteil ist zudem, dass sich die Methode technisch einfach umsetzen und mit Eyetracking kombinieren lässt; die meisten Eyetracking-Systeme haben eine Möglichkeit der Audio-Protokollierung bereits integriert.

Zu den Nachteilen der Methode, die sich auch in der forschungspraktischen Umsetzung gezeigt haben, zählt, dass das Verfahren wenig intuitiv ist, in der Regel für den Probanden eine schwierige Gewöhnungsphase voraussetzt und nicht alle Probanden gleichermaßen bereit und in der Lage sind, ihre Gedanken zu verbalisieren; auch gibt es immer wieder Probanden, die berichten, dass ihnen die sprachliche Protokollierung unangenehm oder „peinlich“ war oder sie sich dabei „lächerlich“ vorkamen. Da wahrscheinlich ist, dass sich dies negativ auf die Datenqualität auswirkt, sollten die Thinking-Aloud-Protokolle in diesen Fällen aus der weiteren Analyse ausgeschlossen werden. Forschungspraktisch ist außerdem zu bedenken, dass der Einsatz der Methode in Kombination mit Blickaufzeichnungsverfahren auf Rezeptionssituationen von gewisser zeitlicher Dauer beschränkt ist – wenn den Probanden, wie in den obigen Beispielen zur Plakatrezeption skizziert, Stimuli nur für eine sehr kurze Expositionszeit angeboten werden, bietet sich das Laute Denken allein aufgrund der geringen Rezeptionszeit nicht an. Zwar zeigen Kalkofen, Körber und Strack (2011) in einer Studie zur Analyse der *person repetition blindness* exemplarisch eine Methodenkombination von Eyetracking und Lautem Denken, die auch für kurze Rezeptionszeiten anwendbar ist; hier stand die Analyse des Rezeptionsprozesses allerdings nicht im Vordergrund. Stattdessen wurde die Methode des rezeptionsbegleitenden Lauten Denkens eingesetzt, um die *Bildung bzw. Abgabe eines ästhetischen Urteils bei Rezeption* eines Kunstwerks zu erfassen. Als Versuchsanweisung wurde formuliert: „Während sich Ihr ästhetisches Urteil bildet, sagen Sie bitte, was Ihnen durch den Kopf geht. Denken Sie laut! Nach 45 Sekunden verschwindet das Bild“ (Kalkofen, Körber, & Strack, 2011, S. 279). Unmittelbar im Anschluss an die Rezeption sollten die Probanden dann noch eine „Benotung“ des Bildes abgeben; diese Bewertung wurde ebenfalls über (postrezeptive) Lautes Denken erfasst.

Eine weitere Einschränkung der Methode betrifft die grundsätzlichere Frage, inwieweit sich kognitive Prozesse *überhaupt* sinnvoll und vollständig verbalisieren lassen. Hier ist zunächst zu berücksichtigen, dass sich die Methode des Lauten Denkens auf die Erfassung von potenziell bewussten und reflektionsfähigen Kognitionen beschränkt. Zudem entziehen sich Teile des Denkens allein aufgrund

ihrer Komplexität der Verbalisierung oder Imagination (Hussy, 1986; vgl. Dunker, 1945); auch laufen einige zentrale kognitive Prozesse so schnell ab, dass eine rezeptionsbegleitende Verbalisierung unmöglich ist. Dagegen erscheint die Methode gut geeignet zur Rekonstruktion kognitiver Prozesse bei Aufgaben, die auf einer systematisch-hierarchischen Abfolge von Denkopoperationen basieren (vgl. Knoblich & Öllinger, 2008; Hussy, 1984).

Auch ist zu bedenken, dass das Verfahren stark *reaktiv* ist. Durch das Laute Denken wird der Proband von der eigentlichen Rezeptionssituation abgelenkt. Zudem greift die Methode in den Prozess der visuellen Wahrnehmung ein und verändert ihn. So kann die Bearbeitung der „Sekundäraufgabe“ des Lauten Denkens während der Rezeption einen Einfluss auf das Blickverhalten haben (Schweiger, 2001, S. 121); das gilt insbesondere, wenn die Primäraufgabe hochkomplex ist (Van den Haak, De Jong, & Schellens, 2003). Daneben können, ähnlich wie bei anderen Befragungstechniken, Verzerrungseffekte aufgrund sozialer Erwünschtheit auftreten oder „Non-Opinions“ erhoben werden. Fraglich bleibt zudem, wie Time-Lags und Stillephasen interpretiert werden sollen.

Als post-rezeptive Alternative zu dem üblichen Verfahren des rezeptionsbegleitenden Lauten Denkens gilt das *retrospektive Laute Denken*. Hier wird der Proband im Anschluss an die Medienrezeption bzw. die Eyetracking-Phase mit seinem aufgezeichneten Blickverlauf konfrontiert und gebeten, diesen erläuternd zu kommentieren (van Someren, Barnard, & Sandberg, 1994; Bilandzic, 2005). Während dadurch der Vorteil der rezeptionsbegleitenden Erfassung entfällt, werden die Probleme der parallelen Beanspruchung des Probanden und die daraus resultierenden Verzerrungen vermieden. Dass auch retrospektive Thinking-Aloud-Protokolle eine valide und reliable Möglichkeit zur Ergänzung der Blickaufzeichnungsbefunde sein können, zeigen Guan, Lee, Cuddihy und Ramey (2006) in einer der seltenen Methodenevaluationen zum Thema. Insbesondere hat sich die Methodenkombination als sinnvoll erwiesen, wenn es um die Rezeption von Onlinemedien (vgl. Holmqvist, Holsanova, Barthelson, & Lundqvist, 2003) oder Usability-Untersuchungen mit komplexen Stimuli (Eger, Ball, Stevens, & Dodd, 2007; Ehmke & Wilson, 2007) geht.

Als Anwendungsbeispiel soll hier eine Rezeptionsstudie von Schumacher (2009, 2010) zur Nutzung von dynamischen Online-Inhalten mit Fokus auf die Dimensionen Interaktion und Multimodalität dienen (als Beispiel einer anwendungsorientierten Usability-Studie kann eine Studie zur Rezeption der Internetseiten deutscher Bundestagsparteien im Vergleich dienen: Haselhoff, 2009). Schumacher (2009, S. 105) setzt Lautes Denken in Verbindung mit Eyetracking als „Methode zur Erhebung individuellen Verstehens“ ein; Ziel ist auch hier, das Verständnis des individuellen Rezeptionsprozesses zu erweitern, insbesondere hinsichtlich der komplexen Interpretations- und Entscheidungsabläufe, die der Rezeption zu Grunde liegen (2009, S. 105; vgl. Bucher, Schumacher, & Duckwitz, 2007; Bucher & Schumacher, 2006). Dabei ergänzt er Eyetracking sowohl mit der Methode des *rezeptionsbegleitenden* als auch mit der Methode des *retrospektiven Lauten Denkens* (Bilandzic, 2005, S. 362): Nach entsprechenden Briefing sowie der individuellen Kalibrierung des passiven Eyetrackers wurden die Probanden gebeten, verschiedene multimodale, interaktive Internetangebote zu nutzen (von

zdf.de sowie *washingtonpost.com*). Die Nutzung erfolgte nicht ausschließlich ungestützt; neben einer Phase der freien, zeitlimitierten Exploration erhielten die Probanden einen Leitfaden mit einigen kleinen Rezeptionsaufgaben, die sie lösen sollten (z. B. „Bitte klicken Sie jetzt einmal in den Bereich Windenergie und dort auf den zweiten Button *So funktioniert's*. Schauen Sie sich diesen Abschnitt bitte vollständig an. Lassen Sie den Ton dabei laufen“; Schumacher, 2009, S. 297ff.). Bei der freien Exploration und beim Lösen der Aufgaben auf den Webseiten wurden die Probanden mittels Eyetracking beobachtet; während der Phase der freien Exploration sollten sie ihre Gedanken mit der Methode des Lauten Denkens verbalisieren. Da die Internetangebote auch multimodale Stimuli enthielt (insbesondere Animationen/Sequenzen mit Audio-Output) wurde für diese Rezeptionsphasen auf die Methode des *retrospektiven Lauten Denkens* zurückgegriffen (Schumacher, 2009, S. 106); hier verbalisierten die Probanden ihre Gedanken nach Erfüllung der Primäraufgaben. Anschließend wurden die Stimuli mit den Probanden noch einmal gemeinsam gesichtet und anhand eines Leitfadens (halbstandardisierte Nachher-Befragung) besprochen, um stärker vergleichbare Aussagen zu ausgewählten Themenfeldern zu gewinnen und sie bei der späteren Analyse vergleichen zu können. Während die ersten beiden Phasen entsprechend der Anweisung vom Probanden selbstständig gestaltet wurden, wurde die Befragungsphase stärker vom Interviewer bzw. *Moderator* begleitet. Dieser hatte hier die Möglichkeit, gezielte Rückfragen zu stellen und auch Themen anzusprechen, die im Lauten Denken noch nicht ausreichend expliziert wurden (z. B. „Schildern Sie bitte, wie Sie sich durch das Angebot bewegt haben? Wie beurteilen Sie die Navigation?“; Schumacher, 2009, S. 298). Bedeutsam ist dabei die Möglichkeit, das Gespräch über im Blickverlauf deutlich gewordenen Irritationen, Probleme oder Orientierungsschwierigkeiten des Probanden zu vertiefen (z. B. „Die Karte hier hat links eine Legende, die haben Sie nicht genutzt – warum?“; Schumacher, 2009, S. 299).

Durch dieses kombinierte Verfahren konnten die teilweise unspezifischen Eyetracking-Befunde durch Ergänzung der Thinking-Aloud-Protokolle erweitert und spezifiziert werden. Da dem Test größtenteils Aufgaben zu Grunde lagen, die auf einer systematisch-hierarchischen Abfolge von Denkopoperationen basierten (Knoblich & Öllinger, 2008), eignete sich das Laute Denken gut, um Erkenntnisse über kognitive Vorgänge der Rezipienten zu ziehen. Die stimulusgestützte Nachher-Befragung erfüllte die Funktion des „Nacherlebens der Rezeptionssituation.“ Da Eyetracking-Daten und Thinking-Aloud-Aussagen ein schlüssiges Gesamtbild ergeben, erscheint die Methodenkombination sinnvoll für Usability- und Rezeptionsstudien, die auf einen starken Anwendungsbezug zielen oder bei denen das Nutzungsverhalten als zentrale Untersuchungsebene gilt (Schumacher, 2010, 2009). Wie Holsanova (2011, 2008, 1998) zeigen konnte, liefert die Methodenkombination auch Erkenntnisse über den Prozess der Decodierung, Kategorisierung und Entschlüsselung komplexer visueller Informationen (z. B. Gemälde); das gilt insbesondere, wenn – wie bei Holsanova operationalisiert – eine Synchronisation der Verbalisierungen des Lauten Denkens mit dem Blickverlauf auf Millisekundenbasis vorgenommen wird. Hierzu fasst Holsanova (2011, S. 310) zusammen: „This combination of data illuminates mental processes and attitudes and

can thus be used as a sensitive tool for understanding the dynamics of the ongoing perception process. My data suggest that it is not only a recognition of objects that matters but also *how the picture appears to the viewers*. [...] Viewers report about a) referents, states and events, b) colours, sizes and attributes, c) compositional aspects, d) they mentally group the perceived objects into more abstract entities, e) compare picture elements, f) express attitudes, associations, g) report about mental states.“ Die Erfahrungen mit dieser Variante zeigen allerdings auch, dass einige Probanden bei retrospektiver Betrachtung zu einer bloßen Verbalisierung des Blickverlaufs neigen, ohne Einblicke in die hinterliegenden Entscheidungsabläufe zu geben oder geben zu können. Neben diesem *Deskriptionseffekt* ist zu bedenken, dass der Zugriff auf die kognitiven Prozesse nicht mehr spontan erfolgt (Ericsson & Simon, 1996), so dass wichtige Informationen den Probanden nicht mehr präsent sind oder falsch erinnert werden. Problematisch ist daneben, dass einige Probanden dazu tendieren, ihr Handeln nachträglich zu plausibilisieren und zu rationalisieren; das gilt insbesondere – vermutlich aus Gründen sozialer Erwünschtheit – wenn der Blickverlauf bestimmte Verzögerungen oder Schwierigkeiten beim Lösen der Aufgaben offenbart.

Da sich die Methode des (retrospektiven) Lauten Denkens auf die Erfassung von potenziell bewussten und reflektionsfähigen Kognitionen beschränkt, erscheint das Verfahren nur weniger sinnvoll, wenn von einer stark exogenen, stimulus-driven Kontrolle des Blickverlaufs auszugehen ist, denn der damit einhergehende Anteil an unbewussten Wahrnehmungsreaktionen ließe sich nicht erfassen. Methodisch zu bedenken ist jedoch auch der Einsatz für Settings, in denen Tasks im Mittelpunkt stehen, da die visuelle Wahrnehmung des Rezipienten hier bereits durch die *Aufgabe* des Probanden gelenkt wird – und bereits durch diese Operationalisierung einen hohen Anteil an endogener Wahrnehmungskontrolle (und wahrscheinlich geringerer exogener Kontrolle) aufweist – eine „natürliche“ Rezeption der Stimuli lässt sich hier also kaum erfassen.

Diese Einschränkungen verweisen allerdings auf ein grundsätzlicheres Problem retrospektiver Methoden: Informationen *zum Rezeptionsprozess* können nach Ablauf des Prozesses nicht zuverlässig erfasst werden; das Rezeptionserleben wird in der Rückschau oft anders dargestellt als während der Rezeption tatsächlich wahrgenommen (vgl. Fahr & Früh, 2011). Zudem können flüchtige, sehr dynamische Phänomene (wie Spannung, Emotionen, Erleben, spontane Urteile etc.) nicht mehr erfasst werden. Diese Einschränkungen sollten berücksichtigt werden. Das gilt insbesondere, wenn die Analyse des *Prozesses* der visuellen Wahrnehmung im Fokus steht. Hier liegt die einzige Möglichkeit in der Ergänzung der Eyetracking-Prozessmessung mit anderen Prozessmessverfahren.

5. Eyetracking: Potentiale und Grenzen

Ziel war es, Wissen über Grundlagen, Theorien und Anwendungen von Eyetracking als Methode in der Kommunikations- und Medienwissenschaft zusammenzutragen, die forschungspraktische Umsetzung exemplarisch zu diskutieren und kritisch zu reflektieren. Deutlich geworden ist, dass Eyetracking als apparatives, physiologisches, rezeptionsbegleitendes Beobachtungsverfahren einen faszinieren-

den Einblick in den Prozess der visuellen Wahrnehmung erlaubt – der auch einige Rückschlüsse auf die kognitiven Verarbeitungsprozesse während der Medienrezeption zulässt. Eyetracking ermöglicht damit einen „Einblick“ in den Prozess der visuellen Wahrnehmung, den andere Methoden (noch) nicht leisten und besitzt damit enormes Aufklärungspotential für die Untersuchung unmittelbar auf dem visuellen Rezeptionsprozess basierender Fragestellungen. Dabei ist die Methode vielseitig einsetzbar, wobei das Spektrum möglicher Methodenkombinationen sicher nicht ausgereizt ist. So lassen sich bei Kombination von Eyetracking mit anderen physiologischen Prozessmessverfahren – z. B. Messungen des Hautwiderstands, der Herzfrequenz oder der Hirnströme (EEG) – spannende und differenziertere Einblicke in den Prozess visueller Wahrnehmung und Informationsverarbeitung erwarten, die auch das theoretische und methodische Verständnis des Gegenstandsbereichs erweitern könnten. Auch daran zeigt sich, dass die Entwicklung der Methode nicht abgeschlossen ist; eine weitere Ausdifferenzierung durch technische Innovationen und wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt, insbesondere auch hinsichtlich der komplex verschachtelten Prozesse visueller Wahrnehmung und Informationsverarbeitung, ist zu erwarten. So vielversprechend die systematische Operationalisierung von Eyetracking als Methode der empirischen Kommunikationsforschung aber auch ist – deutlich geworden ist auch, dass Eyetracking zum gegenwärtigen Zeitpunkt (noch) *keine problemlose Methode* ist: Bei kritischer Betrachtung fällt auf, dass der wissenschaftliche Einsatz zur Erhebung von Blickverlaufsdaten, ihre Analyse und Interpretation bis heute mit einigen Einschränkungen verbunden ist, die es differenziert zu reflektieren gilt. Als Ausblick sollen daher einige der zentralen Einschränkungen thematisiert werden – nicht zuletzt als Impuls für eine weiterführende Auseinandersetzung mit der Methode.

Als *erstes* ist einzuräumen, dass das menschliche System visueller Informationsaufnahme und -verarbeitung zwar die am besten untersuchte Sinnmodalität ist (Duchowski, 2007; Mühlendyck & Rüssmann, 1990), dennoch ist seine *wissenschaftliche Dechiffrierung* höchst komplex und bis heute nicht abgeschlossen. Das gilt insbesondere für die Erforschung spezifischer kognitiver und neurophysiologischer Teilprozesse und ihre Integration (vgl. Befunde der *attentiven Neurowissenschaft*: Bullier, 2001, 2004; Singer, 2005; Snodderly, Kagan, & Gur, 2001; Asaad, Rainer & Miller, 2000). Methodisch entspricht dieser Situation, dass es bis heute Unsicherheiten gibt, was die Gültigkeit und den Geltungsbereich zentraler Prämissen der Blickbewegungsforschung sowie der sich daraus ableitenden Indikatoren betrifft. Eine zentrale Einschränkung, die angesprochen wurde, betrifft die gängige Differenzierung von Wahrnehmung als entweder exogen oder endogen kontrollierter Prozess. Denn wie gezeigt werden konnte, impliziert die Komplexität der visuellen Wahrnehmung, dass diese eben nicht binär codiert ist. Wenn aber von einer Interdependenz zwischen stimulus- und goal-driven Wahrnehmung auszugehen ist, stellt sich die Frage, wie der Wechsel von endogener zu exogener Wahrnehmungskontrolle empirisch erfasst werden kann – die bisherigen Eyetracking-Systeme bzw. Auswertungsstrategien scheinen hierfür keine Lösung anzubieten.

Eine ähnliche Einschränkung liegt für die Analyse des Blickverlaufs als holistisches Gesamtkonstrukt vor: Während interaktiv-dynamische Modelle visueller

Informationsverarbeitung (Bullier, 2001, 2004; Singer, 2005) die Idee nahelegen, dass Blickverläufe wohl eher hinsichtlich ihrer *holistischen* als ihrer sequentiellen Struktur analysiert werden sollten, denn diese dürfte für die anzunehmende holistische Struktur der kognitiven Informationsverarbeitung größeres Aufklärungspotential bieten, fokussiert die gängige Auswertungspraxis noch auf die Analyse der hierarchischen Wahrnehmungssequenz. Zudem stellt sich die Frage, ob sich das *holistische Gesamtkonstrukt Blickverlauf* überhaupt sinnvoll über Einzelindikatoren abbilden lässt – wie bisher üblich – und wie sich diese wiederum zu einer analytischen Gesamtperspektive verbinden lassen. Diese methodisch-analytische Frage ist bislang nicht befriedigend gelöst, auch wenn einige Ansätze hier wegweisend erscheinen (Feusner & Lukoff, 2008). Gegenwärtig jedoch kann kaum von einer etablierten oder standardisierten Auswertungsstrategie gesprochen werden, die die eindimensionalen Eyetracking-Daten in eine multidimensionale Analyseperspektive zurückführt (vgl. Geise & Bachl, 2010).

Methodisch entspricht dem *zweitens*, dass ein Großteil der experimentellen Untersuchungen der bisherigen Studien, auch noch der letzten Jahre, die visuelle Wahrnehmung in *sehr restriktiven Kontexten* untersucht hat, in denen beispielsweise Probanden auf das Erscheinen eines einfachen Stimulus reagieren sollten (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003, S. 142). Das Auge ist aber nicht nur ein visueller Sensor, sondern wird auch aktiv zur Exploration der Umgebung eingesetzt (ebd.). Hierbei ist die Exploration einerseits mit den laufenden Handlungen verbunden, andererseits kann die Blickbewegung diesen aber auch voraus sein (etwa eine halbe Sekunde beim Basteln, Lesen oder Autofahren; vgl. Buswell, 1920; Land & Furneaux, 1997). Zudem spielen Blickbewegungen oft in komplexen kommunikativen Interaktionen eine wesentliche Rolle (Joos, Rötting, & Velichkovsky, 2003, S. 142). Vor allem in jüngerer Zeit wird Blickverhalten daher zunehmend in Studien mit dynamischeren und natürlicheren Umgebungen eingesetzt (Kickmeier-Rust, Hillemann, & Albert, 2011; Schumacher, 2010; Pretorius, Gelderblom, & Chimbo, 2010; Walter, 2009; Findlay & Brown, 2006a, 2006b) – wobei die Weiterentwicklung der Eyetracking-Technologie (z. B. mit mobilen Eyetrackern wie den *Eyetracking-Glasses*) dieser inhaltlichen Erweiterung des Forschungsfeldes auch stark entgegenkommt. Zu fragen ist allerdings, inwieweit die Erkenntnisse auf die visuelle Wahrnehmung, Rezeption und Verarbeitung von komplexem Stimulusmaterial (z. B. Werbespots oder virtuelle Realitäten im Computerspielen) übertragen werden können; anzunehmen ist beispielsweise, dass die Erweiterung auf dynamische Stimuli oder dynamische Umgebungen zu einer Zunahme an möglichen messbaren Blickbewegungsmustern führt (vgl. Pannasch 2003).

Drittens geht mit der aktuellen Forschungslage einher, dass den methodisch gut dokumentierten Ergebnissen an sehr spezifischen und differenzierten Detailfragestellungen – z. B. zur gut beforschten *visuellen Suche* (Bertera & Rayner, 2000; Findlay & Walker, 1999; Findlay & Gilchrist, 1998; Findlay, 1997; Doll, 1993; Wolfe, 1993; Todd & Kramer, 1993; Treisman, 1991; Treisman & Gelade, 1980; Noton & Stark, 1971a, 1971b) oder auch zur Analyse räumlicher Szenenerkennung (*Scene Perception*; vgl. Rayner, 1998; Henderson & Hollingworth, 1998; Kennedy, 1992; Kroll, 1992; Rayner & Pollatsek, 1992) – eine unzureichende

Forschungslage zu umfassenderen Fragestellungen und Untersuchungsanlagen bei der Analyse komplexer Stimuli gegenübersteht, wie sie gerade für kommunikations- und medienwissenschaftliche Forschungen typisch sind.

Viertens zeigt die kritische Auseinandersetzung mit der Methode, dass die Eyetracking-Daten häufig vorwiegend zur *Deskription* bestimmter Wahrnehmungsverläufe herangezogen werden; weiterführende statistische Auswertungen sind hingegen seltener. Dabei ergibt sich die oft paradoxe Situation, dass das *quantitative* Verfahren der apparativen, physiologischen Blickregistrierung zur Datenerhebung eingesetzt wird, die so gewonnenen quantitativen Daten aber weitgehend qualitativ analysiert und interpretiert werden. Wie Hembrooke, Feusner und Gay (2006, S. 41) resümieren, beschränkt sich die Auswertung der Eyetracking-Befunde oftmals auf einen „visual comparison“, der interpretativ analysiert wird. Begünstigt wird diese Situation dadurch, dass die Methode Eyetracking mit der Illusion einhergeht „augenscheinlich“ auswert- und interpretierbar zu sein. Doch gerade weil die Aufzeichnung des Blickverlaufs vielschichtige Rückschlüsse auf Prozesse visueller Wahrnehmung und Verarbeitung erlaubt, ist die Methode reflektiert einzusetzen: Die *vermeintliche* „Augenscheinvalidität“ (Schroiff, 1987, S. 189) der ersten deskriptiven Eyetracking-Ergebnisse sollte nicht dazu verleiten, die Eigenheiten der Methode auszublenden. Denn diese sind bei der Operationalisierung und auch der Messung und Auswertung zu beachten, um zu angemessenen Ergebnissen und Interpretationen zu gelangen (Geise & Schumacher, 2011). Die Kombination einer grundlegend theoretisch fundierten Perspektive auf das Phänomen visueller Wahrnehmung einerseits und die methodische Reflektion der Anwendung der Eyetracking-Technologie im Forschungsprozess andererseits erleichtern nicht nur das Verständnis der Methode und ihrer Zusammenhänge, sie bilden die *Grundlage* ihrer systematischen Anwendung und Analyse.

Eine Ursache für das *Fehlen standardisierter Analyse- und Interpretationsverfahren* ist sicher darin begründet, dass der Einsatz der Methode – trotz der enormen technischen Weiterentwicklung – bis heute sehr aufwendig ist. Die Installation eines Eyetracking-Systems (bei Tablemounted-Systemen ggf. in einer Laborumgebung) erfordert hohe Investitionskosten und setzt auf Seiten der Mitarbeiter eine intensive Einarbeitungszeit voraus. Auch der Aufwand der Datenerhebung ist relativ hoch (noch mehr gilt dies für Headmounted-Systeme, bei denen die Blickverlaufsdaten erst aufwendig mit dem Stimulus synchronisiert werden müssen). Die Eyetracking-Aufzeichnungen können nur in Einzelsitzungen mit den Probanden realisiert werden, was nicht nur eine entsprechende technische Vorbereitung, sondern auch einen hohen Personalaufwand beim Durchführen der Untersuchungsreihen erfordert: Die Aufzeichnung wird in der Regel von einem Moderator begleitet, ein weiterer Mitarbeiter kontrolliert und steuert parallel dazu die Eyetracking-Technik. Daher lassen sich repräsentative Fallzahlen kaum realisieren (Schumacher, 2010, S. 180); insgesamt sind Eyetracking-Studien mit größeren Fallzahlen bis heute sehr selten zu finden (Radach, Lemmer, Vorstius, Heller, & Radach, 2003, S. 612; vgl. Geise, 2011). Zu berücksichtigen ist allerdings auch, dass das implizite „Anwendungs- und Erfahrungswissen“ des Einsatzes von Eyetracking zur Analyse kommunikations- und medienwissenschaftlicher Fragestellungen – insbesondere auch, was Lösungen der Standardisierung von Analyse-

und Interpretationsverfahren betrifft – sicherlich größer ist als das bisher explizierte Wissen; das wird auch an der immer noch großen Bedeutung grauer Literatur (insbesondere von Conference Paper, Conference Proceedings und Working Paper) und des informell organisierten Erfahrungsaustausches deutlich.

Problematisch ist dabei *fünftens* die bis heute *fehlende Vergleichbarkeit* der bisherigen Befunde: Da eine Standardisierung der methodischen Umsetzung und Operationalisierung weitgehend fehlt und der methodische Einsatz von Eyetracking noch sehr fragmentiert ist, sind die Ergebnisse der vorliegenden Studien schwer vergleichbar. Diese fehlende Vergleichbarkeit resultiert auch aus den oftmals sehr unterschiedlichen Stimuli, die in den Eyetracking-Studien verwendet werden: Hier steht die vielfältige Einsetzbarkeit von Eyetracking, das – eingebettet in das jeweils spezifische Setting – potentiell zur Analyse der visuellen Wahrnehmung *aller visuell wahrnehmbarer Stimuli* geeignet ist, der Vergleichbarkeit der Ergebnisse entgegen. Diese Situation wird auch dadurch unterstützt, dass in den Eyetracking-Studien unterschiedliche Systeme und Systemtypen zum Einsatz kommen, die teilweise mit unterschiedlichen Parametern operieren. Empirische Befunde deuten dabei darauf hin, dass divergente Befunde in verschiedenen Studienanlagen teilweise über die Operationalisierungen bestimmter Parameter im Eyetracking-System (z. B. die Algorithmen zur apparativen Identifikation von Fixationen und Sakkaden) erklärt werden können (Karn, 2000); eine Vergleichbarkeit ist momentan also schon aus rein technischen Gründen nur partiell gegeben. Insgesamt zeigt sich daher, dass systematische Methodenstudien und Methodenevaluationen zum Thema noch ausstehen; hier wären Anschlussforschungen wünschenswert.

„What does an image of an eye reveal about the world and the person and *how can this information be extracted?*“ (Nishino & Nayar, 2008, S. 154) – diese Frage stand am Beginn dieses Methodenüberblicks. Am Ende konnte sie sicher nicht abschließend beantwortet werden. Möglicherweise aber stellen sich nach Reflexion der Methode weiterführende Anschlussfragen, oder, was wünschenswert wäre, es gibt Impulse für neue – inhaltlich oder methodisch motivierte – Eyetracking-Studien, die zur Weiterentwicklung der Methode für die Kommunikations- und Medienwissenschaft beitragen. Besonders die Kombination von Eyetracking mit anderen (apparativen) physiologischen Prozessmessmethoden – beispielsweise Messungen des Hautwiderstands, der Herzfrequenz, der Hirnströme (EEG), mit Bildgebenden Verfahren (MRT, fMRT) oder mit Methoden der rezeptionsbegleitenden Analyse nonverbaler Kommunikation bzw. Facial Action Coding System (FAQS) – verspricht hierbei enormes Aufklärungspotential, inhaltlich wie methodisch. Auch aus inhaltlicher Perspektive bietet die Methode Eyetracking noch viele Einsatzmöglichkeiten: Beispielsweise ließe sich Eyetracking einsetzen, um im Rahmen der (Online-)Fragebogenforschung systematische Evaluationen der Testmaterialien durchzuführen und Irritationen, Verständnisschwierigkeiten oder Verzerrungseffekte des Fragebogaufbaus zu erkennen (auch im Sinne eines apparativen Methoden-Pretests). Ein weiterer Forschungsbereich, bei dem der Einsatz von Eyetracking vielversprechend erscheint, ist beispielsweise die Analyse von Visual Framing-Prozessen; hierbei ließen sich über Eyetracking zahlreiche bisher implizit formulierte Prämissen (z. B. dass das Bild aufgrund der früh-

zeitigeren Perzeption wahrscheinlich eher den Text rahmt), empirisch prüfen – detailliertere Aussagen über auftretende Framingeffekte wären möglich. Das gilt auch für alle Einsatzbereiche einer empirischen Feldforschung (z. B. das Selektions- bzw. Rezeptionsverhalten von Wählern im sozialen Feld Straßenwahlkampf), vor allem, da die ständige Weiterentwicklung der Methode das Einsatzgebiet und die forschungspraktische Integration der Methode zunehmend eher erlaubt.

Literatur

- Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A., & Wolf, J. (Hrsg.). (2007). *Methodik der empirischen Forschung*. Wiesbaden: Gabler.
- Anderson, J. R. (2007). *Kognitive Psychologie*. Heidelberg, Berlin: Spektrum.
- Ansorge, U., & Leder, H. (2010). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: VS.
- Asaad, W. F., Rainer, G., & Miller, E. K. (2000). Task-Specific Neural Activity in the Primate Prefrontal Cortex. *Journal of Neurophysiology*, 84(1), 451-459.
- Aslin, R. N., & McMurray, B. (2004). Automated Corneal-Reflection Eye Tracking in Infancy: Methodological Developments and Applications to Cognition. *Infancy*, 6(2), 155-163.
- Backs, R. W., & Walrath, L. C. (1992). Eye Movement and Pupillary Response Indices of Mental Workload during Visual Search of Symbolic Displays. *Applied Ergonomics* 23(4), 243-254.
- Backs, R. W., & Walrath, L. C. (1995). Ocular Measures of Redundancy Gain during Visual Search of Color Symbolic Displays. *Ergonomics*, 38(1995), 1831-1840.
- Balota, D., & Rayner, K. (1991). Word recognition processes in foveal and parafoveal vision: the range of influence of lexical variables. In D. Besner & G. Humphreys (Hrsg.), *Basic Processes in Reading: Visual Word Recognition* (S. 198-232). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Barnard, W. A., Breeding, M., & Cross, H. (1984). Object Recognition as a Function of Stimulus Characteristics. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22, 15-18.
- Beatty, J. (1982). Task-Evoked Pupillary Responses, Processing Load, and the Structure of Processing Resources. *Psychological Bulletin* 91(2), 276-292.
- Bellman, S., Schweda, A., & Varan, D. (2009). Viewing Angle Matters. Screen Type Does Not. *Journal of Communication*, 59(3), 609-634.
- Bente, G., Eschenburg, F., & Fürstjes, M. (2007). Im Auge des Nutzers. Eye-Tracking in der Web-Usability-Forschung. In M. Welker & O. Wenzel (Hrsg.), *Online-Forschung 2007* (S. 185-219). Köln: Halem.
- Benway, J. P. (1998). *Banner Blindness: The irony of attention grabbing on the World Wide Web*. Paper presented at the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting, Santa Monica.
- Benway, J. P. (1998). *Banner Blindness: The irony of attention grabbing on the World Wide Web*. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting* (S. 463-467). Santa Monica.
- Bertera, J., & Rayner, K. (2000). Eye movements and the span of the effective stimulus in visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 62(3), 576-585.
- Beyer, R., & Gerlach, R. (2011). *Sprache und Denken*. Wiesbaden: VS.

- Beymer, D., Orton, P., & Russell, D. (2007). An Eye Tracking Study of How Pictures Influence Online Reading. In C. Baranauskas, P. Palanque, J. Abascal & S. Barbosa (Hrsg.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2007* (Vol. 4663, S. 456-460). Springer: Berlin / Heidelberg.
- Bilandzic, H. (2005). Lautes Denken. In L. Mikos (Hrsg.), *Qualitative Medienforschung* (S. 362-370). Konstanz: UVK.
- Biocca, F., Prabu, D., & West, M. (1994). Continuous Response Measurement (CRM): A Computerized Tool for Research on the Cognitive Processing of Communication Messages. In A. Lang (Hrsg.), *Measuring Psychological Responses to Media* (S. 15-64). Hillsdale: Routledge.
- Blank, G., Lee, R. M., & Fielding, N. (Hrsg.). (2008). *The Sage Handbook of Online Research Methods*. Sage: London.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin.
- Boyd, T. C., & Hughes, D. G. (1992). Validating Realtime Response Measures. In J. F. Sherry & B. Sternthal (Hrsg.), *Advances in Consumer Research* (Vol. 19, S. 649-656). Provo: Association for Consumer Research.
- Brosius, H.-B. (1983). *Verarbeitung visuell präsentierter Szenen*. Münster: LIT.
- Brosius, H.-B., Koschel, F., & Haas, A. (2008). *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung* (4. Aufl.). Wiesbaden: VS.
- Brouwer, R. (1998). *One Feature to Rule them All. The Dependencies between Position, Colour and Form*. Leiden: Leiden University.
- Bucher, H.-J., & Barth, C. (1998). Rezeptionsmuster der Online-Kommunikation. Empirische Studie zur Nutzung der Internetangebote von Rundfunkanstalten und Zeitungen. *Media Perspektiven*, 10, 517-523.
- Bucher, H.-J., & Schumacher, P. (2006). The relevance of attention for selecting news content. An eye-tracking study on attention patterns in the reception of print and online media. *Communications*, 31(3), 347-368.
- Bucher, H.-J., & Schumacher, P. (2011). *Interaktionale Rezeptionsforschung. Theorie und Methode der Blickaufzeichnung in der Medienforschung*. Wiesbaden: VS.
- Bucher, H.-J., Schumacher, P., & Duckwitz, A. (2007). *Mit den Augen der Leser: Broad-sheet- und Kompakt-Format im Vergleich. Eine Blickaufzeichnungsstudie zur Leser-Blatt-Interaktion*. Darmstadt: IFRA Special Report.
- Bucy, E. P., & Grabe, M. E. (2007). Taking Television Seriously: A Sound and Image Bite Analysis of Presidential Campaign Coverage, 1992–2004. *Journal of Communication*, 57(4), 652-675.
- Bullier, J. (2001). Integrated Model of Visual Processing. *Brain Research Review*, 36, 96-107.
- Bullier, J. (2004). Neural Basis of Vision. In H. Pashler & S. Yantis (Hrsg.), *Steven's Handbook of Experimental Psychology. Vol. 1* (S. 1-40). New York: John Wiley & Sons.
- Bullier, J., Hupé, J.-M., James, A. C., & Girard, P. (2001). The role of feedback connections in shaping the responses of visual cortical neurons. *Progress in Brain Research*, 134, 193-204.
- Bundesen, C., & Habekost, T. (2008). *Principles of Visual Attention: Linking Mind and Brain. Oxford Portraits in Science*. Oxford, New York: Oxford University Press.

- Buscher, G., Dumais, S. T., & Cutrell, E. (2010). *The good, the bad, and the random: an eye-tracking study of ad quality in web search*. Paper presented at the Proceeding of the 33rd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval.
- Buswell, G. T. (1920). *An Experimental Study of the Eye-Voice Span in Reading*. Chicago: University of Chicago Press.
- Buswell, G. T. (1922). *Fundamental Reading Habits. A Study of Their Development*. Chicago: University of Chicago Press.
- Buswell, G. T. (1935). *How people look at pictures. A study of the psychology and perception in art*. Chicago: University of Chicago Press.
- Caldara, R., & Mielliet, S. (2011). iMap: a novel method for statistical fixation mapping of eye movement data. *Behavior Research Methods*, 43(3), 1-15.
- Carpenter, R. H. (1988). *Movements of the Eyes*. London: Pion.
- Carpenter, R. H. (1991). *Eye Movements. Vision and Visual Dysfunction*. London: Macmillan Press.
- Carpenter, R. H., & Robson, J. (1999). *Vision Research. A Practical Guide to Laboratory Methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Ceder, A. (1977). Drivers' Eye Movements as Related to Attention in Simulated Traffic Flow Conditions. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 19(6), 571-581.
- Childers, T. L., & Houston, M. J. (1984). Conditions for a Picture Superiority Effect on Consumer Memory. *Journal of Consumer Research*, 11(2), 643-654.
- Chuang, H.-H., & Liu, H.-C. (2011). Effects of Different Multimedia Presentations on Viewers' Information-Processing Activities Measured by Eye-Tracking Technology. *Journal of Science Education and Technology*, 1-11.
- Cowen, L., Ball, L. J., & Delin, J. (2002). An Eye Movement Analysis of Webpage Usability *People and Computers XVI (Proceedings of HCI 2002)* (S. 317-335). London: Springer.
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of Processing: A Framework for Memory Research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- d'Ydewalle, G., Desmet, G., & Van Rensbergen, J. (1998). Film Perception: The Processing of Film Cuts. In G. Underwood (Hrsg.), *Eye Guidance in Reading and Scene Perception* (S. 357-368). Oxford: Elsevier.
- DeCarlo, D., & Santella, A. (2002). Stylization and abstraction of photographs. *ACM Trans. Graph.*, 21(3), 769-776.
- Delabarre, E. B. (1898). A Method of Recording Eye Movements. *American Journal of Psychology*, 9(4), 572-574.
- Deubel, H. (1998). Die Rolle der visuellen Aufmerksamkeit bei der Selektion von Blickbewegungszielen. In H. H. Bülthoff, M. Fahle, K. R. Gegenfurtner & H. A. Mallot (Hrsg.), *Visuelle Wahrnehmung: Beiträge zur 1. Tübinger Wahrnehmungskonferenz, Konferenzproceedings*. Kirchentellinsfurt: Knirsch.
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (1996). Saccade Target Selection and Object Recognition. Evidence for a Common Attentional Mechanism. *Vision Research*, 36(12), 1827-1837.
- Diamond, M. R., Ross, J., & Morrone, M. C. (2000). Extraretinal Control of Saccadic Suppression. *The Journal of Neuroscience*, 20(9), 3449-3455.

- Diekamp, O., & Schweiger, W. (2001). Zur visuellen Wahrnehmung von Webseiten – Ergebnisse einer Rezeptionsstudie mit dem Mouse-Tracking-Verfahren. In K. Beck & W. Schweiger (Hrsg.), *Attention please! Online-Kommunikation und Aufmerksamkeit* (S. 197-214). München: Reinhard Fischer.
- Dodge, R. (1900). Visual Perception During Eye Movements. *Psychological Review*, 7, 454-465.
- Dodge, R. (1904). The participation of the eye movements in the visual perception of motion. *Psychological Review*, 11(1), 1-14.
- Dodge, R., & Cline, T. S. (1901). The angle velocity of eye movements. *Psychological Review*, 8(2), 145-152, 152a, 153-157.
- Dogusoy, B., & Cagiltay, K. (2009). An Innovative Way of Understanding Learning Processes: Eye Tracking. In J. Jacko (Hrsg.), *Human-Computer Interaction. Interacting in Various Application Domains* (S. 94-100); Springer: Berlin/Heidelberg.
- Doherty, S., O'Brien, S., & Carl, M. (2010). Eye Tracking as an MT Evaluation Technique. *Machine Translation*, 24, 1-13.
- Doll, T. J. (1993). *Preattentive processing in visual search*. Paper presented at the Human Factors and Ergonomics Society - 37th annual.
- Duchowski, A. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods*, 34(4), 455-470.
- Duchowski, A. T. (2003). *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. London: Springer.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. London: Springer.
- Duncker, K. (1935). *Zur Psychologie des produktiven Denkens*. Berlin: Springer.
- Duncker, K. (1945). *On Problem Solving* (Vol. 58). Washington: American Psychological Association.
- Eger, N., Ball, L., Stevens, R., & Dodd, J. (2007). *Cueing Retrospective Verbal Reports in Usability Testing Through Eye-Movement Replay*. Paper presented at the People and Computers XXI – HCI... but not as we know it: Proceedings of HCI 2007.
- Ehmke, C., & Wilson, S. (2007). Identifying Web Usability Problems from Eye-Tracking Data. In L. J. Ball, M. A. Sasse, C. Sas, T. C. Ormerod, A. Dix, P. Bagnall & T. McEwan (Hrsg.), *People and Computers XXI – HCI... but not as we know it: Proceedings of HCI 2007* (S. 119-128). London: British Computer Society.
- Ellis, S. R., & Smith, J. D. (1985). Patterns of Statistical Dependency in Visual Scanning. In R. Groner, G. W. McConkie & C. Menz (Hrsg.), *Eye Movements and Human Information Processing*. Amsterdam: Elsevier.
- Ellis, S. R., & Stark, L. (1986). Statistical Dependency in Visual Scanning. *Human Factors*, 28(4), 421-438.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1980). Verbal Reports as Data. *Psychological Review*, 87(3), 215-251.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis. Verbal reports as data*. Cambridge: MIT Press.
- Fahr, A., & Fahr, A. (2009). Reactivity of Real-Time Response Measurement: The Influence of Employing RTR Techniques on Processing Media Content. In J. Maier, M. Maier, V. Meyer, M. Maurer, & C. Reinemann (Hrsg.), *Real Time Response Measurement in Social Sciences* (S. 45-61). Frankfurt a. M.: Lang.

- Fahr, A., & Fröh, H. (2011). *Danach ist nicht dabei*. Im Druck.
- Fang, Y., Lüer, G., Lass, U., & Ulrich, M. (1987). Eye Movements Patterns in a Visual Matching Task as Indicators for Multiple Coding. In J. K. O'Regan & A. Lévy-Schoen (Hrsg.), *Eye Movements. From Physiology to Cognition* (S. 301-311). Amsterdam: Elsevier.
- Fellmann, F. (2011). Vom Selbstbild zum Selbstbewusstsein. Evolutionsbiologische Grundlagen der Bildwissenschaften. In K. Sachs-Hombach & R. Trotzke (Hrsg.), *Bilder, Sehen, Denken. Zum Verhältnis von Begrifflich-Philosophischen und Empirisch-Psychologischen Ansätzen in der Bildwissenschaftlichen Forschung* (S. 52-65). Köln: von Halem.
- Feusner, M., & Lukoff, B. (2008). *Testing for Statistically Significant Differences Between Groups of Scan Patterns*. Paper presented at the Eye Tracking Research & Application ETRA, Savannah, Georgia.
- Findlay, J. M. (1997). Saccade Target Selection during Visual Search. *Vision Research*, 37, 617-631.
- Findlay, J. M. (2005). Covert Attention and Saccadic Eye Movements. In I. Laurent, R. Geraint & K. T. John (Eds.), *Neurobiology of Attention* (S. 114-116). Burlington: Academic Press.
- Findlay, J. M., & Brown, V. (2006). Eye scanning of multi-element displays: II. Saccade planning. *Vision Research*, 46(1-2), 216-227.
- Findlay, J. M., & Brown, V. (2006). Eye scanning of multi-element displays: I. Scanpath planning. *Vision Research*, 46(1-2), 179-195.
- Findlay, J. M., Brown, V., & Gilchrist, I. D. (2001). Saccade Target Selection during Visual Search: The Effect of Information from the Previous Fixation. *Vision Research*, 41, 87-95.
- Findlay, J. M., & Gilchrist, I. D. (1998). Eye Guidance and Visual Search In G. D. M. Underwood (Hrsg.), *Eye Guidance* (S. 295-312). Oxford: Elsevier Science.
- Findlay, J. M., & Gilchrist, I. D. (2003). *Active Vision. The Psychology of Looking and Seeing*. Oxford, New York.
- Findlay, J. M., & Walker, R. (1999). A model of saccade generation based on parallel processing and competitive inhibition. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(04), 661-674.
- Fischer, B. (1990). Neurophysiologische Grundlagen willkürlicher zielgerichteter Blicksprünge. In H. Mühlendyck & W. Rüssmann (Hrsg.), *Augenbewegung und visuelle Wahrnehmung. Physiologische, psychologische und klinische Aspekte*. (S. 44-46). Stuttgart: Thieme.
- Fischer, H. (1995). *Entwicklung der visuellen Wahrnehmung*. Weinheim: Beltz.
- Fleischer, A. G., & Becker, G. (1993). Eye Movements and Mental Workload During Process Control. In H. Luczak, A. Cakir & G. Cakir (Hrsg.), *Work with Display Units* (S. 481-487). Amsterdam: Elsevier.
- Fleischer, A. G., & Becker, G. (1999). Mentaler Informationsfluss und Augenbewegungen bei der Prozessüberwachung. In M. Rötting & K. Seifert (Hrsg.), *Blickbewegungen in der Mensch-Maschine- Systemtechnik* (S. 87-105). Sinzheim: Pro Universitate.
- Flick, U. (2005). *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung*. Tübingen: RoRoRo.
- Freeman, J., & Ambady, N. (2010). MouseTracker: Software for studying real-time mental processing using a computer mouse-tracking method. *Behavior Research Methods*, 42(1), 226-241.

- Friedman, A., & Liebelt, L. S. (1981). On the Time Course of Viewing Pictures with a View towards Remembering. In D. F. Fisher, R. A. Monty & J. W. Senders (Hrsg.), *Eye Movements. Cognition and Visual Perception* (S. 137-155). Hillsdale.
- Früh, H., & Fahr, A. (2006). Erlebte Emotionen. *Publizistik*, 51(1), 24-38.
- Gale, A. G. (2003). Eye Movements in Communication and Media Applications. In J. Hyöna, R. Radach & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye. Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (S. 729-732). Amsterdam: North Holland.
- Galley, N. (1989). Saccadic Eye Movement Velocity as an Indicator of (De)Activation. A Review and Some Speculations. *Journal of Psychophysiology*, 3, 229-244.
- Garcia, M. R., & Stark, P. (1991). *Eyes on the News*. St. Petersburg: The Poynter Institute.
- Geise, S. (2011). *Vision that matters. Die Wirkungs- und Funktionslogik Visueller Politischer Kommunikation am Beispiel des Wahlplakats*. Wiesbaden: VS.
- Geise, S., & Bachl, M. (2010, 22. 6. 2010). *What They See is What You Get: Using Cluster Analysis of Eye Tracking Data for Advanced Identification of Visual Perception Types*. Paper presented at the ICA Pre-Conference „Researching (Popular) Media in the Age of Convergence: Methodological Innovations in the Study of Media Industries, Texts, Technologies and Audiences“. Singapur.
- Geise, S., & Bachl, M. (2010, 12.-14. 5. 2010). *Eyetracking - Methodeninnovation für Medieninnovationen?* Paper presented at the 55. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Publizistik- und Kommunikationswissenschaft, Ilmenau.
- Geise, S., & Brettschneider, F. (2010). Die Wahrnehmung und Bewertung von Wahlplakaten. Ergebnisse einer Eyetracking-Studie. In T. Faas, K. Arzheimer, & S. Roßteutscher (Hrsg.), *Information, Wahrnehmung, Emotion. Politische Psychologie in der Wahl- und Einstellungsforschung (DVPW)* (S. 71-96). Wiesbaden: VS.
- Geise, S., & Schumacher, P. (2011). Eyetracking. In T. Petersen & C. Schwender (Hrsg.), *Methoden der Visuellen Kommunikationsforschung* (S. 349-371) Köln: von Halem.
- Godijn, R., & Theeuwes, J. (2003). The Relationship between Exogenous and Endogenous Saccades and Attention. In J. Hyöna, R. Radach & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye. Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (S. 3-26). Amsterdam: North Holland.
- Goldberg, J. H., & Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(6), 631-645.
- Goldberg, J. H., Stimson, M. J., Lewenstein, M., Scott, N., & Wichansky, A. M. (2002). *Eye tracking in Web Search Tasks: Design Implications*. Paper presented at the Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA)
- Goldberg, J. H., & Wichansky, A. M. (2003). Eye Tracking in Usability Evaluation: a Practitioner's Guide. In R. Radach, J. Hyöna & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (S. 493-516). Oxford: Elsevier Science.
- Goldstein, B., Irtel, H., Lay, M., & Plata, G. (2002). *Wahrnehmungspsychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Goldstein, B. E. (2008). *Wahrnehmungspsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Goldstein, B. E., & Fink, S. I. (1981). Selective Attention in Vision: Recognition Memory for Superimposed Line Drawings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 954-967.

- Gordon, I. E. (2004). *Theories of Visual Perception*. New York: Wiley.
- Granka, L., Feusner, M., & Lorigo, L. (2008). Eye Monitoring in Online Search. In R. I. Hammoud (Hrsg.), *Passive Eye Monitoring. Algorithms, Applications and Experiments* (S. 347-372). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Grier, R. A. (2004). *Visual Attention and Web Design*. University of Cincinnati, Cincinnati.
- Gross, S., & Haus, E. (2004). *Anatomie und Physiologie*. München: Elsevier.
- Grüßlbauer, J., & Kapf, I. (2011). Eyetracking: Hardware- und Softwarelösungen. *Arbeitsbericht des Instituts für Medienwirtschaft der FH St. Pölten*, (2/2011). Retrieved from http://www.fhstp.ac.at/forschung/institute_bereiche/institut fuer medienwirtschaft/unsereprojekte/eyetracking-hardware-und-softwareloesungen/Eyetracking_Hardware_und_Softwareloesungen.pdf (19.10.2011).
- Guan, Z., Lee, S., Cuddihy, E., & Ramey, J. (2006). *The Validity of the Stimulated Retrospective Think-Aloud Method as Measured by Eye Tracking*. Paper presented at the CHI 06 - Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems.
- Guillery. (1898). Ueber die Schnelligkeit der Augenbewegungen. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 73(1), 87-116.
- Guski, R. (2000). *Wahrnehmung. Psychologie der menschlichen Informationsaufnahme*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Häder, M. (2006). *Empirische Sozialforschung*. Wiesbaden: VS.
- Hammoud, R. I. (2008). *Passive Eye Monitoring. Algorithms, Applications and Experiments*. Berlin: Springer.
- Harris, C. M. (1989). The Ethology of Saccades: A Non-Cognitive Model. *Biological Cybernetics*, 60(6), 401-440.
- Haselhoff, A. (2009). Wie benutzerfreundlich sind die Webseiten der deutschen Bundestagsparteien? Eine Studie zur Benutzerfreundlichkeit und Gebrauchstauglichkeit der Internetseiten deutscher Bundestagsparteien im Vergleich. Retrieved 28.08.2011, from https://komm.uni-hohenheim.de/uploads/media/Studie_Webseiten_01.pdf
- Hayhoe, M., & Ballard, D. (2005). Eye movements in natural behavior. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(4), 188-194.
- Hayhoe, M., Shrivastava, A., Myruczek, R., & Pelz, J. (2003). Visual Memory and Motor Planning in a Natural Task. *Journal of Vision*, 3, 49-63.
- Hayhoe, M. M. (2004). Advances in Relating Eye Movements and Cognition. *Infancy*, 6(2), 267-274.
- Helmholtz, H. (1863). Ueber die normalen Bewegungen des menschlichen Auges. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 9(2), 153-214.
- Hembrooke, H., Feusner, M., & Gay, G. (2006). *Averaging scan patterns and what they can tell us*. Paper presented at the Eye Tracking Research & Application ETRA San Diego, California.
- Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (1988). Eye movements during scene viewing. In G. Underwood (Hrsg.), *Eye guidance in reading and scene perception* (S. 269-293). Amsterdam: Elsevier.
- Herendy, C. (2009). How to Research Peoples First Impressions of Websites? Eye-Tracking as a Usability Inspection Method and Online Focus Group Research. In C. Godart, N. Gronau, S. Sharma & G. r. m. Canals (Hrsg.), *Software Services for e-Business and e-Society* (Vol. 305, S. 287-300). Springer: Boston.

- Hofer, N., & Mayerhofer, W. (2010). Die Blickregistrierung in der Werbewirkungsforschung: Grundlagen und Ergebnisse. *Der markt*, 49(3), 143-169.
- Hoffman, J. E. (1996). Visual Attention and Eye Movements. In H. Pashler (Hrsg.), *Attention* (S. 119-154). London: University College London Press.
- Hoffman, J. E. (1999). Stages of Processing in Visual Search and Attention. In B. H. Challis & B. M. Velichkovsky (Hrsg.), *Stratification in Cognition and Consciousness*. (S. 43-71). Amsterdam: John Benjamins Publishing.
- Hoffmann-Riem, C. (1980). Die Sozialforschung einer interpretativen Soziologie. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 32, 339-372.
- Hogendoorn, H., Carlson, T., Vanrullen, R., & Verstraten, F. (2010). Timing divided attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(8), 2059-2068.
- Höger, R. (1990). Präattentive Bewertungsprozesse bei der Wahrnehmung von Bildern. *Schweizerische Zeitschrift für Psychologie*, 49, 173-180.
- Höger, R. (2011). Aufmerksamkeit und Blickbewegungen. Wie wir Bilder durchmustern. In K. Sachs-Hombach & R. Trotzke (Hrsg.), *Bilder, Sehen, Denken. Zum Verhältnis von Begrifflich-Philosophischen und Empirisch-Psychologischen Ansätzen in der Bildwissenschaftlichen Forschung* (S. 253-264). Köln: von Halem.
- Hollonquist, T., & Suchman, E. A. (1979). Listening to the Listener. In P. F. Lazarsfeld & F. N. Stanton (Hrsg.), *Radio Research 1942-43*. (S. 265-334). New York: Duell, Sloane & Pearce.
- Holmqvist, K., Holsanova, J., Barthelson, M., & Lundqvist, D. (2003). Reading or Scanning? A Study of Newspaper and Net Paper Reading. In J. Hyöna, R. Radach & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye. Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (S. 657-670). Amsterdam: North Holland.
- Holmqvist, K., Holsanova, J., Barthelson, M., & Lundqvist, D. (2003). Eye Movements in the Processing of Print Advertisements. In J. Hyöna, R. Radach & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye. Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. (S. 657-670). Amsterdam: North Holland.
- Holmqvist, K., & Wartenberg, C. (2005). The Role of Local Design Factors for Newspaper Reading Behaviour – An Eye-Tracking Perspective. *Lund University Cognitive Studies*, 127, 1-21.
- Holsanova, J. (1998). Visual and Verbal Focus Patterns when Describing Pictures. In W. Becker, H. Deubel & T. Mergner (Hrsg.), *Current Oculomotor Research: Physiological and Psychological Aspects* (S. 303-304). New York: Kluwer, Plenum.
- Holsanova, J. (2008). *Discourse, Vision and Cognition*. Amsterdam: Benjamin.
- Holsanova, J. (2011). How We Focus Attention in Picture Viewing, Picture Description and Mental Imagery. In K. Sachs-Hombach & R. Trotzke (Hrsg.), *Bilder, Sehen, Denken. Zum Verhältnis von Begrifflich-Philosophischen und Empirisch-Psychologischen Ansätzen in der Bildwissenschaftlichen Forschung* (S. 291-313). Köln: von Halem.
- Holsanova, J., & Holmqvist, K. (2006). Entry points and reading paths on newspaper spreads: comparing a semiotic analysis with eye-tracking measurements. *Visual Communication*, 5(1), 65-93.
- Hopf, C. (1982). Norm and Interpretation. Einige methodische und theoretische Probleme der Erhebung und Analyse subjektiver Interpretationen in qualitativen Untersuchungen. *Zeitschrift für Soziologie*, 11(3), 307-329.
- Hubel, D. (1989). *Auge und Gehirn. Neurobiologie des Sehens*. Heidelberg: Spektrum.

- Huey, E. B. (1898). Preliminary Experiments in the Physiology and Psychology of Reading. *The American Journal of Psychology*, 9(4), 575-586.
- Huey, E. B. (1920). On the Psychology and Physiology of Reading. I. *American Journal of Psychology*, 11(3), 283-302.
- Hughes, A., Wilkens, T., Wildemuth, B., & Marchionini, G. (2003). Text or Pictures? An Eyetracking Study of How People View Digital Video Surrogates, Image and Video Retrieval. In E. Bakker, M. Lew, T. Huang, N. Sebe & X. Zhou (Hrsg.), (Vol. 2728, pp. 1-6). Springer: Berlin.
- Hughes, D. G. (1992). Realtime Response Measures Redefine Advertising Wearout. *Journal of Advertising Research*, 32(3), 61-77.
- Hussein, T., Gaulke, W., Hartmann, A., & Ziegler, J. (2010). Wahrnehmung, Nutzung und Akzeptanz von systemgenerierten Produktempfehlungen. In J. Ziegler & A. Schmidt (Hrsg.), *Mensch & Computer 2010* (Vol. 83-92). München: Oldenbourg.
- Hussy, W. (1984). *Denkpsychologie I. Geschichte, Begriffs- und Problemlöseforschung, Intelligenz*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hussy, W. (1986). *Denkpsychologie II. Schlußfolgern, Urteilen, Kreativität, Sprache, Entwicklung, Aufmerksamkeit*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Inhoff, A.-W., & Radach, R. (1998). Definition and Computation of Oculomotor Measures in the Study of Cognition. In G. Underwood (Hrsg.), *Eye Guidance in Reading and Scene Perception* (S. 29-54). Amsterdam: Elsevier.
- Isfort, A. (1986). Extraktion von Indikatoren zur Beschreibung von Blickverhalten. In L. J. Issing, H. D. Mickasch & J. Haack (Hrsg.), *Blickbewegung und Bildverarbeitung. Kognitionspsychologische Aspekte visueller Informationsverarbeitung* (S. 129-136). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Jacob, R. J. K., & Karn, K. S. (2003). Eye Tracking in Humancomputer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises. In J. Hyona, R. Radach & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movements* (S. 573-605). London: Elsevier.
- Jarman, J. W. (2005). Political Affiliation and Presidential Debates. *American Behavioral Scientist*, 49(2), 229-242.
- Javel, E. (1878). Essai sur la Physiologie de la Lecture. *Annales d'Oculistique*, 79, 97-117, 240-274.
- Jenkins, M., & Harris, L. (Hrsg.). (2001). *Vision and Attention*. New York: Springer.
- Joensson, E. (2005). *If Looks Could Kill – An Evaluation of Eye Tracking in Computer Game*. School of Computer Science and Engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Joos, M., Rötting, M., & Velichkovsky, B. M. (2003). Bewegungen des menschlichen Auges: Fakten, Methoden und innovative Anwendungen. In G. Rickheit, T. Herrmann & W. Deutsch (Hrsg.), *Psycholinguistics / Psycholinguistik. An International Handbook / Ein internationales Handbuch* (S. 142-168). New York, Berlin: de Gruyter.
- Josephson, S. (2005). Eye Tracking Methodology and the Internet. In K. Smith, S. Moriarty, G. Barbatsis & K. Kenney (Hrsg.), *Handbook of Visual Communication. Theory, Methods and Media* (S. 63-80). Mahwah: Routledge.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye Fixations and Cognitive Processes. *Cognitive Psychology*, 8(4), 441-480.

- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A Theory of Reading. From Eye Fixations to Comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329-354.
- Kalkofen, H., Körber, B., & Strack, M. (2011). Was Wurde aus Wickhoffs „Kontinuierender Darstellungsweise“? Ein Fall von Person Repetition Blindness. In K. Sachs-Hombach & R. Trotzke (Hrsg.), *Bilder, Sehen, Denken. Zum Verhältnis von Begrifflich-Philosophischen und Empirisch-Psychologischen Ansätzen in der Bildwissenschaftlichen Forschung* (S. 265-290). Köln: von Halem.
- Karn, K. S. (2000). "Saccade pickers" vs. "fixation pickers": the effect of eye tracking instrumentation on research. Paper presented at the Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications.
- Kaya, M. (2007). Verfahren der Datenerhebung. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (S. 49-64). Wiesbaden: Gabler.
- Kennedy, A. (1992). The Spatial Coding Hypothesis. In K. Rayner (Hrsg.), *Eye movements and visual cognition: Scene perception and reading* (S. 379-396). New York: Springer.
- Kickmeier-Rust, M., Hillemann, E., & Albert, D. (2011). Tracking the UFOs Paths: Using Eye-Tracking for the Evaluation of Serious Games Virtual and Mixed Reality - New Trends. In R. Shumaker (Hrsg.), (Vol. 6773, S. 315-324). Springer: Berlin.
- Kirchner, H., & Thorpe, S. J. (2006). Ultra-rapid Object Detection with Saccadic Eye Movements: Visual Processing Speed Revisited. *Vision Research*, 46, 1762-1776.
- Knoblich, G., & Öllinger, M. (2008). Problemlösen und logisches Schließen. In J. Müsseler (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (S. 553-598). Heidelberg: Spektrum.
- Kowler, E., Anderson, E., Doshier, B., & Blaser, E. (1995). The role of attention in the programming of saccades. *Vision Research*, 35(13), 1897-1916.
- Krcmar, M. (2011). Word Learning in Very Young Children From Infant-Directed DVDs. *Journal of Communication*, 61(4), 780-794.
- Kroeber-Riel, W. (1993). *Bildkommunikation. The New Science of Imagination*. München: Vahlen.
- Kroeber-Riel, W., & Esch, F.-R. (2004). *Strategie und Technik der Werbung. Verhaltenswissenschaftliche Ansätze*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Kroeber-Riel, W., Weinberg, P., & Gröppel-Klein, A. (2009). *Konsumentenverhalten*. Stuttgart: Vahlen.
- Kroll, J. F. (1992). Making a Scene: The Debate about Context Effects for Scenes and Sentences. In K. Rayner (Hrsg.), *Eye Movements and Visual Cognition: Scene Perception and Reading* (S. 284-292). New York: Springer.
- Krummenacher, J., Mühlennen, A., von, & Müller, H. J. (2005). Selektive Aufmerksamkeit. In B. Kersten (Hrsg.), *Praxisfelder der Wahrnehmungspsychologie* (S. 13-32). Huber: Bern.
- Küpper, N. (1990). Recording of Visual Reading Activity. Research into Newspaper Reading Behaviour. Retrieved 24.08.2010, from www.editorial-design.com/leseforschung/Eyetrackstudy.pdf
- Lambert, R. H. (1976). Recent Developments in High-Speed Data Processing and Unobtrusive Monitoring of the Eyes. In R. A. Monty & J. W. Senders (Hrsg.), *Eye Movement and Psychological Processes* (S. 167-172). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Lamnek, S. (2010). *Qualitative Sozialforschung*. Weinheim: Beltz.
- Land, M., Mennie, N., & Rusted, J. (1999). The roles of vision and eye movements in the control of activities of daily living. *Perception*, 28(11), 1311-1328.

- Land, M. F., & Furneaux, S. (1997). The Knowledge Base of the Oculomotor System. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B. Biological Sciences*, 382, 1231-1239.
- Land, M. F., & Lee, D. N. (1994). Where we look when we steer. [10.1038/369742a0]. *Nature*, 369(6483), 742-744.
- Land, M. F., & McLeod, P. (2000). From Eye Movements to Actions: How Batsmen Hit the Ball. *Nature America*, 3, 1340-1345.
- Lass, U., & Lüer, G. (1990). Blickbewegungsverhalten als Indikator für Gedächtnisbildung. *Augenbewegung und visuelle Wahrnehmung. Physiologische, psychologische und klinische Aspekte.*, 79-82.
- Lazarsfeld, P. F., & Stanton, F. N. (Hrsg.). (1979). *Radio Research 1942-43*. New York: Duell, Sloane & Pearce.
- Leder, H. (2011). Bilder als Kunst. Psychologische Ansätze. In K. Sachs-Hombach & R. Troitzke (Hrsg.), *Bilder , Sehen, Denken. Zum Verhältnis von Begrifflich-Philosophischen und Empirisch-Psychologischen Ansätzen in der Bildwissenschaftlichen Forschung*. (S. 181-191). Köln: von Halem.
- Leiri, F. (1928). Über die Wahrnehmung während Augenbewegungen. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 119(3), 711-718.
- Leven, W. (1986). Blickregistrierung in der Werbeforschung. In L. J. Issing, H. D. Mickasch & J. Haack (Hrsg.), *Blickbewegung und Bildverarbeitung. Kognitionspsychologische Aspekte visueller Informationsverarbeitung* (S. 147-172). Frankfurt: Peter Lang.
- Leven, W. (1991). *Blickverhalten von Konsumenten. Grundlagen, Messung und Anwendung in der Werbeforschung*. Heidelberg: Physika.
- Lim, L., Rosenbaum, A. L., & Demer, J. L. (1995). Saccadic Velocity Analysis in Patients with Divergence Paralysis. *Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus*, 32, 76-81.
- Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 6-14.
- Liversedge, S. P., Rayner, K., White, S. J., Vergilino-Perez, D., Findlay, J. M., & Kentridge, R. W. (2004). Eye movements when reading disappearing text: is there a gap effect in reading? *Vision Research*, 44(10), 1013-1024.
- Loftus, G. R. (1981). Tachistoscopic Simulations of Eye Fixations on Pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory*, 7, 369-376.
- Lohse, G. L. (1997). Consumer Eye Movement Patterns on Yellow Pages Advertising. *Journal of Advertising*, 26(1), 61-73.
- Lueger, M. (2000). *Grundlagen qualitativer Feldforschung*. München: UTB.
- Lüer, G., & Spada, H. (1990). Denken und Problemlösen. In H. Spada (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie*. Bern: Huber.
- Lütters, H. (2004). *Online-Marktforschung. Eine Positionsbestimmung im Methodenkanon der Marktforschung unter Einsatz eines webbasierten Analytic Hierachy Process (webAHP)*. Wiesbaden: DUV.
- Magnuson, J. S. (2005). Moving Hand Reveals Dynamics of Thought. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(29), 9995-9996.
- Maier, J., Maier, M., Maurer, M., Reinemann, C., & Meyer, V. (2009). *RTR Measurement in the Social Sciences*. Frankfurt am Main: Peter Lang.

- Manhartsberger, M., & Zellhofer, N. (2005). Eye Tracking in Usability Research: What Users Really See. *Usability Symposium 2005: Empowering Software Quality: How Can Usability Engineering Reach These Goals?* (OCG publication), 198, 141-152.
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: WH Freeman.
- Maurer, M., & Reinemann, C. (2003). *Schröder gegen Stoiber: Nutzung, Wahrnehmung und Wirkung der TV-Duelle*. Wiesbaden: Westdeutscher.
- Maurer, M., Reinemann, C., Maier, J., & Maier, M. (Hrsg.). (2007). *Schröder gegen Merkel. Wahrnehmung und Wirkung des TV-Duells 2005 im Ost-West-Vergleich*. Wiesbaden: VS.
- May, J. G., Kennedy, R. S., Williams, M. C., Dunlap, W. P., & Brannan, J. R. (1990). *Acta Psychologica*, 75(Eye Movement Indices of Mental Workload.), 75-89.
- Mayer, H. O. (2009). *Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung und Auswertung*. München: Oldenbourg.
- McConkie, G., & Rayner, K. (1975). The Span of the Effective Stimulus During a Fixation in Reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 17(6), 578-586.
- McConkie, G. W., Underwood, N. R., Zola, D., & Wolverton, G. S. (1985). Some Temporal Characteristics of Processing During Reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 168-186.
- McLeskey, J., Levie, W. H., & Fleming, M. L. (1982). Selective Attention to Visual Stimuli: The Need to Combine Theory and Research. *Journal of Special Education Technology*, 5, 23-32.
- Menz, C., & Groner, R. (1986). Blickpfade bei der Bildbetrachtung. In L. J. Issing, H. D. Mickasch & J. Haack (Hrsg.), *Blickbewegung und Bildverarbeitung. Kognitionspsychologische Aspekte visueller Informationsverarbeitung* (S. 83-102). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Meyen, M., Löblich, M., Pfaff-Rüdiger, S., & Riesmeyer, C. (2011). *Qualitative Forschung in der Kommunikationswissenschaft: Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: VS.
- Mikasch, H. D., & Haack, J. (1986). Blickbewegungsforschung. Einführung in die physiologischen Grundlagen, Techniken und in die Problem- und Anwendungsbereiche. In L. J. Issing, H. D. Mickasch & J. Haack (Hrsg.), *Blickbewegung und Bildverarbeitung. Kognitionspsychologische Aspekte visueller Informationsverarbeitung* (S. 11-36). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Millard, W. J. (1992). A History of Handsets for Direct Measurements of Audience Response. *International Journal of Public Opinion Research*, 4, 1-17.
- Miura, T. (1986). Coping with Situational Demands: A Study of Eye Movements and Peripheral Vision Performance. In A. G. Gale, M.H. Freeman, C. M. Haslegrave, P. Smith & S. P. Taylor (Hrsg.), *Vision in Vehicles* (S. 205-216). Amsterdam: Elsevier.
- Möhring, W., & Schlütz, D. (2010). *Die Befragung in der Medien- und Kommunikationswissenschaft*. Wiesbaden: VS.
- Molnar, F. (1981). About the role of visual exploration in aesthetics. In H. Day (Hrsg.), *Advances in Instinsic Motivation and Aesthetics* (S. 385-413). New York: Plenum.
- Morin, C. (2011). Neuromarketing: The New Science of Consumer Behavior. *Society*, 48(2), 131-135.
- Mühlyndyck, H., & Rüssmann, W. (1990). *Augenbewegung und visuelle Wahrnehmung. Physiologische, psychologische und klinische Aspekte*. Stuttgart: Enke.

- Müsseler, J. (2008). *Allgemeine Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Spektrum.
- Mussnug, J., & Stowasser, S. (2003). Blickbewegungsanalyse zur Bewertung piktographischer Visualisierungen. *MMI-Interaktiv*, 6, 51-64.
- Nishino, K., & Nayar, S. K. (2008). Extraction of Visual Information from Images of Eyes. In R. I. Hammoud (Hrsg.), *Passive Eye Monitoring. Algorithms, Applications and Experiments* (S. 153-177). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Nodine, C. F., Carmody, D. P., & Kundel, H. L. (1978). Searching for „Nina“. In J. W. Senders, D. F. Fisher & R. A. Monty (Hrsg.), *Eye Movements and the Higher Psychological Functions* (S. 241-258). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Noton, D., & Stark, L. (1971a). Scanpaths in saccadic eye movements while viewing and recognizing patterns. *Vision Research*, 11(9), 929-942, IN923-IN928.
- Noton, D., & Stark, L. (1971b). Eye movements and visual perception. *Scientific American*, 224(6).
- O'Regan, J. K., & Lévy-Schoen, A. (Hrsg.). (1987). *Eye Movements. From Physiology to Cognition*. Amsterdam: Elsevier.
- Oehme, A., & Jörgensohn, T. (2006). Arbeitskreis Blickbewegung: Chancen und Schwächen der Blickanalyse bei der Bewertung von Objekten. *MMI-Interaktiv*, 10, 3-6.
- Ohno, T., Hara, K., & Inagaki, H. (2008). Simple-to-Calibrate Gaze Tracking Method. In R. I. Hammoud (Hrsg.), *Passive Eye Monitoring. Algorithms, Applications and Experiments* (S. 111-131). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Ollermann, F., Hamborg, K.-C., & Reinecke, S. (2004). Visuelles Orientierungsverhalten bei der Betrachtung von Internetseiten. In R. Keil-Slawik, H. Selke & G. Szwillus (Hrsg.), *Mensch und Computer 2004: Allgegenwärtige Interaktion* (S. 85-94). München: Oldenbourg.
- Olsen, A., Schmidt, A., Marshall, P., & Sundstedt, V. (2011). *Using eye tracking for interaction*. Paper presented at the Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems.
- Oster, P. J., & Stern, J. A. (1980). Measurement of eye movements - Electrooculography. In I. Martin & P. H. Venable (Hrsg.), *Techniques in psychophysiology* (S. 275-309). Chichester: Wiley.
- Pannasch, S. (2003). *Ereignisbezogene Veränderungen der visuellen Fixationsdauer*. TU Dresden, Dresden.
- Papenmeier, F., & Huff, M. (2010). DynAOI: A tool for matching eye-movement data with dynamic areas of interest in animations and movies. *Behavior Research Methods*, 42(1), 179-187.
- Paul, N., & Ruel, L. (2007). Navigating slide shows: What do people choose when every choice is possible? *Online Journalism Review*.
- Piccoli, B., Perris, R., Gratton, I., & Grieco, A. (1985). Vision e Lavoro. Nota II: Metodo per lo Studio della Funzionalità Visiva in Lavoro. *Medicina del Lavoro*, 76(39).
- Pieters, R., Rosbergen, E., & Wedel, M. (1999). Visual Attention to Repeated Print Advertising: A Test of Scanpath Theory. *Journal of Marketing Research*, 36, 424-438.
- Pinker, S. (1986). *Visual Cognition*. Cambridge: MIT Press.
- Pomplun, M., Reingold, E. M., & Shen, J. (2001). Peripheral and parafoveal cueing and masking effects on saccadic selectivity in a gaze-contingent window paradigm. *Vision Research*, 41(21), 2757-2769.

- Poole, A., & Ball, L. J. (2005). Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research. In C. Ghaoui (Hrsg.), *Encyclopedia of Human Computer Interaction* (S. 211-219). Idea Group: Pennsylvania.
- Posner, M., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 109, 160-174.
- Posner, M. I. (1995). Attention in Cognitive Neuroscience. In M. S. Gazzaniga (Hrsg.), *The Cognitive Neurosciences* (S. 615-624). Cambridge: MIT Press.
- Pretorius, M., Gelderblom, H., & Chimbo, B. (2010). *Using eye tracking to compare how adults and children learn to use an unfamiliar computer game*. Paper presented at the Proceedings of the 2010 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists.
- Proulx, M. (2007). *The Strategic Control of Attention in Visual Search- Top-Down and Bottom-Up Processes*. Saarbrücken: VDM.
- Raab, G., Unger, A., & Unger, F. (2004). *Methoden der Marketing-Forschung. Grundlagen und Praxisbeispiele*. Wiesbaden: Gabler.
- Radach, R., Lemmer, S., Vorstius, C., Heller, D., & Radach, K. (2003). Eye Movements in the Processing of Print Advertisements. In J. Hyöna, R. Radach & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye. Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (S. 609-632). Amsterdam: North Holland.
- Rayner, K. (1975). The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology*, 7(1), 65-81.
- Rayner, K. (1978). Eye Movements in Reading and Information Processing. *Psychological Bulletin*, 85(3), 618-660.
- Rayner, K. (1982). Visual Selection in Reading, Picture Perception and Visual Search. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Hrsg.), *Attention and performance X* (S. 67-96). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124, 372-422.
- Rayner, K., Miller, B., & Rotello, C. M. (2008). Eye movements when looking at print advertisements: the goal of the viewer matters. *Applied Cognitive Psychology*, 22(5), 697-707.
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1989). *The Psychology of Reading*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1992). Eye movements and scene perception. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 46(3), 342-376.
- Rayner, K., Rotello, C., Stewart, A. J., Keir, J., & Duffy, S. A. (2001). Integrating Text and Pictorial Information. Eye Movements when Looking at Print Advertisements. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7(3), 219-226.
- Reeves, A., & Sperling, G. (1986). Attention Gating in Short Term Visual Memory. *Psychological Research*, 93, 180-206.
- Reinemann, C., Maier, J., Faas, T., & Maurer, M. (2005). Reliabilität und Validität von RTR-Messungen. *Publizistik*, 50(1), 56-73.
- Reinemann, C., & Maurer, M. (2005). Unifying or Polarizing? Short-Term Effects and Postdebate Consequences of Different Rhetorical Strategies in Televised Debates. *Journal of Communication*, 55(4), 775-794.

- Richter, T. (2008). Forschungsmethoden der Medienpsychologie. In B. Batinic & M. Appel (Hrsg.), *Medienpsychologie* (S. 3-76). Heidelberg: Springer.
- Righi, G., Blumstein, S. E., Mertus, J., & Worden, M. S. (2009). Neural Systems underlying Lexical Competition: An Eye Tracking and fMRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(2), 213-224.
- Robinson, E. (1963). How an Advertisement's Size Affects Responses to it. *Journal of Advertising Research*, 3, 16-24.
- Roche, D., & King, A. (2010). Alcohol impairment of saccadic and smooth pursuit eye movements: impact of risk factors for alcohol dependence. *Psychopharmacology*, 212(1), 33-44.
- Rosbergen, E., Wedel, M., & Pieters, R. (1990). Analyzing visual attention to repeated print advertising using scanpath theory. University Library Groningen, SOM Research School.
- Rößger, P. (1997). *Die Entwicklung der Pupillometrie zu einer Methode der Messung mentaler Beanspruchung in der Arbeitswissenschaft*. Sinzheim: Pro-Universitate.
- Rötting, M. (1999a). Typen und Parameter von Augenbewegungen. In M. Rötting & K. Seifert (Hrsg.), *Blickbewegungen in der Mensch-Maschine-Systemtechnik* (S. 1-18). Sinzheim: Pro Universitate.
- Rötting, M. (1999b). Methoden zur Registrierung von Augenbewegungen. In M. Rötting & K. Seifert (Hrsg.), *Blickbewegungen in der Mensch-Maschine-Systemtechnik* (S. 19-34). Sinzheim: Pro Universitate.
- Rötting, M. (2001). *Parametersystematik der Augen- und Blickbewegungen für arbeitswissenschaftliche Untersuchungen*. Aachen: Shaker.
- Rötting, M., & Seifert, K. (Hrsg.). (1999). *Blickbewegungen in der Mensch-Maschine-Systemtechnik*. Sinzheim: Pro Universitate.
- Roughton, G. (1997). The Impact of IT on Market Research: The Last 10 Years and the Next 10 Years. *Journal of the Market Research Society*, 34(2), 119-125.
- Russell, M. (2005). Using Eye-Tracking Data to Understand First Impressions of a Website. *Usability News*, 7(1).
- Saito, S. (1992). Does Fatigue Exist in a Quantitative Measurement of Eye Movements? *Ergonomics*, 35, 607-615.
- Salvucci, D., D., & Goldberg, J., H. (2000). Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols, *Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications* %@ 1-58113-280-8 (S. 71-78). Palm Beach Gardens, Florida, United States: ACM.
- Scheier, C. (2005). Wie wirken Plakate? Neue Methoden und Erkenntnisse. In W. J. Koschnick (Hrsg.), *Focus Jahrbuch 2005* (S. 265-289). München: Focus Magazin Verlag.
- Scheier, C., & Heinsen, S. (2003). Aufmerksamkeitsanalyse. In S. Heinsen & P. Vogt (Hrsg.), *Usability praktisch umsetzen: Handbuch für Software, Web, Mobile Devices und andere interaktive Produkte* (S. 154-169). München: Hanser.
- Scheier, I. H. (1958). What is an »Objective Test«? *Psychological Reports*, 4, 147-157.
- Schellings, G., & Broekkamp, H. (2011). Signaling task awareness in think-aloud protocols from students selecting relevant information from text. *Metacognition and Learning*, 6(1), 65-82.

- Scherer, H., & Schlütz, D. (2002). Gratifikation à la minute: Die zeitnahe Erfassung von Gratifikationen. In P. Rössler, S. Kubisch & V. Gehrau (Hrsg.), *Empirische Perspektiven der Rezeptionsforschung* (S. 133-151). München: Fischer.
- Schierwagen, A. (1998). Visuelle Wahrnehmung und Augenbewegung. Neuronale Mechanismen der Sakkadenkontrolle. In K. Sachs-Hombach & K. Rehkämper (Hrsg.), *Bild - Bildwahrnehmung - Bildverarbeitung. Interdisziplinäre Beiträge zur Bildwissenschaft* (S. 275-284). Wiesbaden: DUV.
- Schleicher, R., Galley, N., Briest, S., & Galley, L. (2008). Blinks and saccades as indicators of fatigue in sleepiness warnings: looking tired? *Ergonomics*, 51(7), 982-1010.
- Schneider, W., & Maasen, S. (1998). *Mechanisms of Visual Attention: A Cognitive Neuroscience Perspective. A Special Issue of the Journal Visual Cognition*. East Sussex: Psychology Press.
- Schnell, R., Hill, P. B., & Esser, E. (1999). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenbourg.
- Schroiff, H.-W. (1986). Zum Stellenwert von Blickbewegungsdaten bei der Mikroanalyse kognitiver Prozesse. In L. J. Issing, H. D. Mickasch & J. Haack (Hrsg.), *Blickbewegung und Bildverarbeitung. Kognitionpsychologische Aspekte visueller Informationsverarbeitung*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Schroiff, H.-W. (1987). Zum Stellenwert von Blickbewegungsdaten bei der Analyse kognitiver Prozesse. *Zeitschrift für Psychologie*, 195, 189-208.
- Schumacher, P. (2009). *Rezeption als Interaktion. Wahrnehmung und Nutzung multimodaler Darstellungsformen im Online-Journalismus*. München: Nomos.
- Schumacher, P. (2010). Blickaufzeichnung mit dynamischen Online-Inhalten. In N. Jakob, T. Zerback, O. Jandura & M. Maurer (Hrsg.), *Das Internet als Forschungsinstrument und -gegenstand in der Kommunikationswissenschaft* (S. 178-193). Köln: von Halem.
- Schweiger, W. (2001). *Hypermedien im Internet*. München: R. Fischer.
- Sherman, S. M., & Guillery, R. W. (2002). The Role of the Thalamus in the Flow of Information to the Cortex. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 357(1428), 1695-1708.
- Shukla, M., Wen, J., White, K., & Aslin, R. (2011). SMART-T: A system for novel fully automated anticipatory eye-tracking paradigms. *Behavior Research Methods*, 43(2), 384-398.
- Sibert, L. E., & Jacob, R. J. K. (2000). *Evaluation of Eye Gaze Interaction*. Paper presented at the Proceedings of the ACM CHI 2000 Human Factors in Computing Systems Conference
- Singer, W. (2005). Das Bild in uns. Vom Bild zur Wahrnehmung. In C. Maar & H. Burda (Hrsg.), *Iconic Turn. Die neue Macht der Bilder* (S. 56-76). Köln: Dumont.
- Skrebitzky, A. (1871). Ein Beitrag zur Lehre von den Augenbewegungen. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 17(1), 107-116.
- Slykhuis, D., Wiebe, E., & Len, A. (2005). Eye-Tracking Students' Attention to PowerPoint Photographs in a Science Education Setting. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5), 509-520.
- Snodderly, M., Kagan, I., & Gur, M. (2001). Selective activation of visual cortex neurons by fixational eye movements: Implications for neural coding. *Visual Neuroscience*, 18(02), 259-277.

- Snowdden, R., Thompson, P., & Troscianko, T. (2006). *Basic Vision. An Introduction to Visual Perception*. Oxford: Oxford University Press.
- Solso, R. L. (2005). *Kognitive Psychologie*. Heidelberg: Springer.
- Stager, P., & Angus, R. (1978). Locating crash-sites in simulated air-to-ground visual search. *Human Factors*, 20(4), 453-466.
- Starch, D. (1966). *Measuring Advertisements Readership and Results*. New York: McGraw Hill.
- Stark Adam, P., Quinn, S., & Edmonds, R. (2007). *Eyetracking the News: The Poynter Institute*.
- Stark, L. W., & Choi, Y. S. (1996). Experimental metaphysics: The scanpath as an epistemological mechanism. In H. S. S. W.H. Zangemeister & C. Freksa (Hrsg.), *Advances in Psychology* (Vol. 116, S. 3-69). Amsterdam: North-Holland.
- Stenfors, I., & Holmqvist, K. (2005, 23.-25.09.2005). *The strategic control of gaze direction when avoiding Internet ads*. Paper presented at the European Conference on Eye Movements 10, Utrecht.
- Stenfors, I., Morén, J., & Balkenius, C. (2003). Behavioural Strategies in Web Interaction. A View from Eye-Movement Research. In J. Hyöna, R. Radach & H. Deubel (Hrsg.), *The Mind's Eye. Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (S. 633-644). Amsterdam: North Holland.
- Stern, J. A., Walrath, L. C., & Goldstein, R. (1984). The Endogenous Eyeblink. *Psychophysiology*, 21(1), 981-985.
- Sternberg, R. (2009). *Cognitive Psychology*. Belmont: Wadsworth.
- Theeuwes, J. (1993). Visual Selective Attention. A Theoretical Analysis. *Acta Psychologica*, 83(2), 93-154.
- Theobald, A., Dreyer, M., & Starsetzki, F. (2003). *Online-Marktforschung. Theoretische Grundlagen und praktische Erfahrungen*. Wiesbaden: Gabler.
- Thorson, E., & Reeves, B. (1986). Effects of Over-Time Measures of Viewer Liking and Activity During Programs and Commercials on Memory for Commercials. *Advances in Consumer Research*, 13, 549-553.
- Todd, S., & Kramer, A. F. (1993). *Attentional Guidance in Visual Attention*. Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 37th Annual Meeting, SantaMonica, CA.
- Treisman, A. (1991). Search, Similarity and the Integration of Features between and within Dimensions. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 27, 652-676.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A Feature Integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Triesch, J., Ballard, D. H., Hayhoe, M. M., & Sullivan, B. T. (2003). What you see is what you need. *Journal of Vision*, 3(1), 86-94.
- Troy, M. E., Chen, S. C., & Stern, J. A. (1972). Computer Analysis of Eye Movement Patterns During Visual Search. *Aerospace Medicine*, 43, 390-394.
- Tullis, T. (2007). Older Adults and the Web: Lessons Learned from Eye-Tracking. In C. Stephanidis (Hrsg.), *Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity* (Vol. 4554, S. 1030-1039). Berlin / Heidelberg: Springer.

- Unema, P. (1999). Blickbewegungen und mentale Anstrengung. In M. Rötting & K. Seifert (Hrsg.), *Blickbewegungen in der Mensch-Maschine-Systemtechnik* (S. 35-43). Sinzheim: Pro Universitate.
- Unema, P., & Rötting, M. (1990). Differences in Eye Movements and Mental Workload Between Experienced and Inexperienced Motor Vehicle Drivers. In D. Brodan (Hrsg.), *Visual Search* (S. 193-202). London: Taylor & Francis.
- Van den Haak, M., De Jong, M. D., & Schellens, P. J. (2003). Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols: testing the usability of an online library catalogue. *Behaviour & Information Technology*, 22(5), 339-351.
- van der Heijden, L. (2004). *Attention in Vision. Perception, Communication and Action*. Hove: Psychology Press.
- van Gog, T., & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 95-99.
- van Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. C. (1994). *The Think Aloud Method. A Practical Guide to Modelling Cognitive Processes*. London: Academic Press.
- Velichkovsky, B., Sprenger, A., & Pomplum, M. (1997). Auf dem Weg zur Blickmaus: Die Beeinflussung der Fixationsdauer durch kognitive und kommunikative Aufgaben. In R. Liskowsky, B. M. Velichkovsky & W. Wüschmann (Hrsg.), *Software-Ergonomie '97: Usability Engineering: Integration von Mensch-Computer-Interaktion und Software-Entwicklung* (S. 317-327). Stuttgart: Teubner.
- Velichkovsky, B. M. (2001). Levels of Processing: Validating the Concept. In M. Naveh-Benjamin, M. Moscovitch & H. L. Roediger III (Hrsg.), *Perspectives on Human Memory and Cognitive Aging: Essays in Honour of Fergus I.M. Craik* (S. 48-70). Philadelphia: Psychology Press.
- Velichkovsky, B. M., Dornhoefer, S. M., Pannasch, S., & Unema, P. J. A. (2000). *Visual fixations and level of attentional processing*. Paper presented at the Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications.
- Velichkovsky, B. M., & Hansen, J. P. (1996). *New Technological Windows to Mind: There is More in Eyes and Brains for Human Computer Interaction*. Paper presented at the Proceedings of CHI '96.
- Velichkovsky, B. M., Pomplun, M., & Rieser, J. (1996). Attention and Communication: Eye-Movement-Based Research Paradigms. In W. H. Zangemeister, H. S. Stiehl & C. Freksa (Hrsg.), *Visual Attention and Cognition* (S. 125-154). Amsterdam: Elsevier.
- Viviani, P. (1990). Eye Movements and Visual Search: Cognitive, Perceptual and Motor Control Aspects. In E. Kowler (Hrsg.), *Eye Movements and Their Role in Visual and Cognitive Processes* (S. 353-394). Amsterdam: Elsevier.
- Walter, V. (2009). *Eyetracking in Second-Life: Eine Explorative Analyse zur Wahrnehmung in Virtuellen Welten*. Frankfurt: Book on Demand.
- Weber, H., & Fischer, B. (1995). Gap Duration and Location of Attention Focus Modulate the Occurrence of Left/Right Asymmetries in the Saccadic Reaction Times of Human Subjects. *Vision Research*, 35, 987-998.
- Weber, M. (1980). *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriß der verstehenden Soziologie*. Tübingen: Mohr.
- Wedel, M., & Pieters, R. (2000). Eye Fixations on Advertisements and Memory for Brands: A Model and Findings. *Marketing Science*, 19, 297-312.

- Whitehead, N. J. (1998). *An Investigation of Eye Monitoring and Task Discrimination in the Human-Computer Interface*, University of Dundee.
- Wichmann, W., & Geise, S. (2010). *Visual Campaigning in the 2009 Federal Election in Germany*. Paper presented at the IAMCR Communication and Citizenship, Braga, Portugal.
- Wohlschläger, A., & Backes, V. (2007). Augenbewegungen. In F. Schneider & G. R. Fink (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (S. 157-163). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Wolfe, J. M. (1993). *Guided Search 2.0: The Upgrade*. Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 37th Annual Meeting.
- Wooding, D. S. (2002). *Fixation Maps: Quantifying Eye-Movement Traces*. Paper presented at the Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA) 2002, New York.
- Wright, R. D. (1998). *Visual Attention. Vancouver Studies in Cognitive Psychology*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Yarbus, A. (1967). *Eye Movements and Vision*. New York: Plenum Press.
- Yom, M., & Wilhelm, T. H. (2004). Methoden und Erkenntnisse der Web-Usability-Forschung. In A. Zerfaß & H. Zimmermann (Hrsg.), *Usability von Internet-Angeboten. Grundlagen und Fallstudien* (Stuttgarter Beiträge zur Medienwirtschaft Nr. 10, S. 25-38). Stuttgart: HDM.
- Young, L. R. (1976). Physical Characteristics of the Eye Used in Eye-Movement Measurement. In R. A. Monty & J. W. Senders (Hrsg.), *Eye Movements and Psychological Processes* (S. 155-157). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Zakia, R. D. (2002). *Perception and Imaging*. Boston, Oxford, Auckland, Melbourne: Focal Press.
- Zambarbieri, D. (2003). E-TRACKING: Eye Tracking Analysis in the Evaluation of e-Learning Systems. In D. Harris, V. Duffy, M. Smith & C. Stephanidis (Hrsg.), *Human-Centred Computing. Cognitive, Social and Ergonomic Aspects* (S. 617-621). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Zimbardo, P. G., & Gerrig, R. (2008). *Psychologie*. München: Pearson Studium.