



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Out of sight – still in mind?

Blickbewegungs- und Wahrnehmungsstudie zur Relevanz
von Enkodierungsprozessen und Betrachtungsschemata bei
der Verarbeitung spiegelverkehrter Kunstwerke

Verfasserin

Julia Platzer

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Jänner 2010

Studienkennzahl: A298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Prof. Dr. Helmut Leder

BESONDERER DANK GILT AN DIESER STELLE PROF. DR. HELMUT LEDER FÜR DIE BETREUUNG
MEINER DIPLOMARBEIT UND DIPL.-ING. FRANK FELGNER FÜR DIE HILFE BEI DER
TECHNISCHEN UMSETZUNG DER STUDIE.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	THEORETISCHER TEIL	5
2.1	Das visuelle System	5
2.1.1	Das Auge.....	5
2.1.2	Subkortikale visuelle Zentren	7
2.1.3	Okulomotorik und Blickmotorik	9
2.2	Eyetracking	10
2.2.1	Methoden	10
2.2.2	Relevante Parameter	12
2.3	Interaktion von bottom-up und top-down Prozessen.....	14
2.4	Die Fluency-Hypothese	16
2.5	Laterale Organisation und Wahrnehmungspräferenz	19
2.6	Blickbewegungen bei mentaler Imagination und Wiedererkennung.....	22
2.7	Zielsetzung und Hypothesen der Studie	28
2.7.1	Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency	29
2.7.2	Stabilisierung der Scanpaths.....	31
2.7.3	Überprüfung einer erfolgreichen Verknüpfung von Titel und Bild.....	32
2.7.4	Überprüfung der Originalerkennung und des Gefallensurteils.....	32
3	EMPIRISCHER TEIL	35
3.1	Methode	35
3.1.1	Versuchspersonen	35
3.1.2	Apparatur	35
3.1.3	Stimulusmaterial	36
3.1.4	Vorstudien.....	38
3.1.5	Ablauf	39
3.2	Aufbereitung und Auswertung der Daten.....	46
3.2.1	String-Editing Analysis.....	46
3.2.2	Automatisierung der Scanpath-Extraktion.....	50
3.2.3	SPSS.....	50

4	ERGEBNISSE.....	53
4.1	Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency	53
4.1.1	Mittelwerte und Standardabweichungen – 4 Stimulusgruppen – 2 Bedingungen.....	53
4.1.2	Repeated Measures ANOVA.....	56
4.2	Stabilisierung der Scanpaths.....	56
4.3	Fragebögen.....	58
4.3.1	Fragebogen – Bildtitel	59
4.3.2	Fragebogen - Erkennen des Originals und Gefallensurteil.....	59
4.4	Post-hoc Analyse	60
4.4.1	Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency	60
4.4.2	Spiegelung des Grids	64
4.5	AOI Hits.....	66
4.5.1	Erste Fixation.....	66
4.5.2	Zweite Fixation.....	68
5	DISKUSSION	69
5.1	Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency	69
5.2	Stabilisierung der Scanpaths.....	74
5.3	Überprüfung einer erfolgreichen Verknüpfung von Titel und Bild.....	74
5.4	Überprüfung Originalerkennung und Gefallen.....	75
5.5	Conclusio	75
	LITERATURVERZEICHNIS.....	79
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	85
	TABELLENVERZEICHNIS.....	87
	APPENDIX	89
	A. Abstracts	89
	B. Stimuli	91
	C. Presentation Code.....	107
	D. Java Code	119

1 Einleitung

„Der Mensch steht der Welt nicht gegenüber, sondern ist Teil des Lebens, in dem die Strukturen, der Sinn, das Sichtbarwerden aller Dinge gründen.“
(*Das Sichtbare und das Unsichtbare*, Maurice Merleau-Ponty, 1959-1961)

Lediglich im Bereich der Fovea Centralis der Retina gibt es eine ausreichende Dichte an Rezeptoren, die den Menschen befähigen, innerhalb eines sehr kleinen Bereiches seines Gesichtsfeldes scharf zu sehen und Details aus seiner Umwelt zu erkennen.

Blickbewegungen, so genannte *Fixationen* und *Sakkaden*, sind somit notwendig, um wichtige Informationen für unser Handeln aus der Umwelt bereitzustellen, während das Handeln gleichzeitig durch unsere Wahrnehmung gesteuert werden muss. Der hochkomplexe Wahrnehmungsprozess des Sehens unterliegt der willkürlichen Kontrolle des Menschen und wird durch selektive Aufmerksamkeit, *top-down* und *bottom-up* Kognitionsprozesse und auch durch Erwartungen gesteuert. Stark und Ellis (1981) betonen eindringlich die immense Bedeutung der wissenschaftlichen Untersuchung der Blickbewegungen für das Erforschen der der visuellen Wahrnehmung zugrunde liegenden Kognitionsprozesse: „*Eye movements can at very least be considered as tags or experimentally accessible quantities that scientists can observe to understand underlying processes of cognition.*“ (Stark & Ellis, 1981; zitiert nach Solso, R., 1996, p.129).

Der Fokus der vorliegenden explorativen Studie liegt allerdings nicht ausschließlich darauf, *wohin* die Aufmerksamkeit des Menschen gelenkt wird, sondern es soll viel mehr hinterfragt werden, *warum* er bestimmte Blickbewegungen zeigt. Besteht die Möglichkeit, dass Blickbewegungen nicht nur ein Nebenprodukt der Wahrnehmung sind und lediglich die momentane Aufmerksamkeit des Betrachters auf bestimmte Inhalte widerspiegeln? *Kann es sein, dass diesen eine viel wichtigere und vor allem aktive Rolle beim Enkodieren und Wiederabrufen von Gedächtnisinhalten zugeschrieben werden muss?*

In mittlerweile zahlreichen Studien der Wahrnehmungsforschung konnte gezeigt werden, dass Blickbewegungen beim Betrachten von Bildern stark den Blickbewegungen bei darauf folgender visueller Vorstellung derselbigen ähneln und somit den Inhalt einer

Szene widerspiegeln (Brandt & Stark, 1997; Gbadamosi & Zangemeister, 2001; Laeng & Teodorescu, 2002). Ähnliche Blickbewegungen konnten darüber hinaus beim wiederholten Betrachten und Wiedererkennen derselben Stimuli gefunden werden (Underwood, Foulsham & Humphrey, 2009).

Geht man von den aktuellen Forschungsbefunden aus, ist es umso erstaunlicher, dass bislang ununtersucht blieb, welches Blickverhalten nach erfolgter Enkodierung von Stimuli beim Wiedererkennen derselben Stimuli in ihrer spiegelverkehrten Version gezeigt wird. Basierend auf den Konzepten der *Feature-Ring* Hypothese (Noton & Stark, 1971; nach Brandt, 2001), die von einem zur Vorstellung notwendigen „zyklischen“ Durchlaufen aller Features eines Stimulus durch Fixationen und Sakkaden ausgeht und die das (Wieder)-Erkennen als eine sensomotorische Repräsentation eines enkodierten Musters durch eine bestimmte Abfolge von Blickbewegungen determiniert, und dem Konzept der *Fluency*, das von einer „flüssigeren“ Informationsverarbeitung und einem daraus resultierenden hedonischen Lustgewinn bei der kognitiven Verarbeitung „familiärer“ Stimuli ausgeht, soll untersucht werden, ob die zur Originalversion enkodierten Blickbewegungen initial an die spiegelverkehrten Bilder angelegt werden. Einerseits soll die Existenz von enkodierten Blickbewegungen beim Wiedererkennen bekannter Stimuli bewiesen werden, andererseits soll festgestellt werden, ob diese anfangs ähnlichen Blickbewegungen gezeigt werden, um einen möglichst „flüssigen“ Informationsverarbeitungsprozess beizubehalten.

Zweifellos hat das Betrachten von berühmten, aber spiegelverkehrten, Kunstwerken eine befremdliche Wirkung auf uns und löst mitunter Irritationen beim Betrachter aus. Die vorliegende Studie soll Klarheit darüber schaffen, *ob diese Verfremdungseffekte durch die anfänglich unpassenden Blickbewegungen beim Betrachten der Bilder hervorgerufen werden?* An diesem Punkt soll allerdings keineswegs Halt gemacht werden, sondern die Forschungsfrage und deren Ergebnisse sollen auch vor dem Hintergrund möglicher anderer Wahrnehmungstheorien als Erklärung für dieses Phänomen diskutiert werden. Der traditionelle Forschungsbereich der Interaktion zwischen aufmerksamkeitsgesteuerten „high-level“ top-down Prozessen und den reizanbahnenden „low-level“ bottom-up Prozessen soll dabei ebenso behandelt werden, wie eine mögliche Erklärung für die Bevorzugung links bzw. rechts lokalisierter Bildelemente und des *picture-reversal-effects* aufgrund zerebraler Hemisphärendominanz im Zusammenhang mit kulturellen Faktoren wie

beispielsweise der Lesegewohnheit oder personenspezifischen Faktoren wie der Händigkeit.

Abschließend sollen, um auf die ursprüngliche Fragestellung zurückzukommen, auch die Konsequenzen, die ein Beleg der Blickbewegungen als aktiven Part der Speicherung und des Abrufens von Informationen mit sich bringt, überlegt werden. Anknüpfend an die Feature-Ring Hypothese kann dabei die *perceptual activity theory* (Thomas, 1999) als eine aktuelle Wahrnehmungstheorie herangezogen werden. Diese beschreibt die Wahrnehmung nicht nur als bloßes Abspeichern von Bildinhalten in unserem Gedächtnis, sondern als einen aktiven prozeduralen Prozess, bei dem es auch zu einer Enkodierung der Art und Weise, wie Objekte durch sensomotorische und motorische Prozesse wahrgenommen werden, und wie und in welcher Form die Aufmerksamkeit gelenkt wird, kommt.

In vorliegender explorativer Studie werden während einer extensiven Lernphase, die durch dreimalige Präsentation der Originalbilder erfolgt, die Blickbewegungen jeder Versuchsperson aufgezeichnet. Nach einem Tag Pause kommt es zur erneuten Präsentation derselben teilweise spiegelverkehrt dargestellten Stimuli unter gleichzeitiger Aufzeichnung der sakkadischen Augenbewegungen durch Eye-Tracking. Mittels *string-editing-analysis* werden jeweils Anfangs- und Folgeteile der während der beiden Testzeitpunkte gewonnenen Blickbewegungspfade miteinander verglichen, um Ähnlichkeiten bei der Betrachtung der Original- und spiegelverkehrten Versionen feststellen zu können.

2 Theoretischer Teil

Der theoretische Teil dieser Arbeit befasst sich anfänglich mit dem komplexen Aufbau des menschlichen visuellen Systems, um eine Grundlage für das Verständnis der danach beschriebenen neurobiologischen Funktionsweisen der Okulo- und Blickmotorik zu schaffen und um die von der Anatomie des menschlichen Sehapparates abhängige Methodik des Eyetrackings sowie seine relevanten Parameter deutlicher erfassen zu können. Anschließend werden bereits vorhandene Ergebnisse der in der Einleitung bereits erwähnten Bereiche der Wahrnehmungsforschung gegenübergestellt, diskutiert und münden am Ende dieses theoretischen Teils in der Ausführung der Zielsetzung und den Hypothesen der vorliegenden Studie.

2.1 *Das visuelle System*

Im folgenden Abschnitt wird das visuelle System des Menschen nach Birbaumer und Schmidt (1999) und Pinel (2007) näher erläutert. Zu Beginn wird die Anatomie und Organisation des menschlichen Auges beschrieben. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei auf den Bereich und die Funktionsweise der Fovea Centralis gelegt, da diese den unabdingbar für das scharfe Sehen und die Detailerkennung wichtigsten Funktionsbereich darstellt. Danach erfolgt eine Erläuterung der im menschlichen Gehirn befindlichen subkortikalen und visuellen Zentren mit besonderer Betonung der retinotopen Organisation des visuellen Kortex und der für die Wahrnehmung stringenten Interaktion verschiedener Gehirnareale. Am Ende dieses Kapitels wird auf die Steuerung der Blickbewegungen durch subkortikale Strukturen eingegangen und die Möglichkeiten ihrer Messung im darauf folgenden Kapitel erläutert.

2.1.1 **Das Auge**

Das für den Menschen sichtbare Lichtspektrum liegt in etwa zwischen 400 und 700 Nanometer. Das für das Sehen unbedingt notwendige Licht gelangt durch die Hornhaut (*Kornea*) und die Pupille ins Augenninnere. Letztere wird von der *Iris* oder *Regenbogenhaut* umgeben, die als Blende fungiert und das Ausmaß des Lichteinfalls bestimmt. Hinter der Iris befindet sich die durch *Zonularfasern* und *Ziliarmuskeln* aufgehängte Linse. Je nach Nah- oder Fern-Sehen kommt es zu einer Erhöhung oder Senkung der Brechkraft durch eine Krümmung der Linse (*Akkommodation*). Der Großteil des Auges besteht aus dem

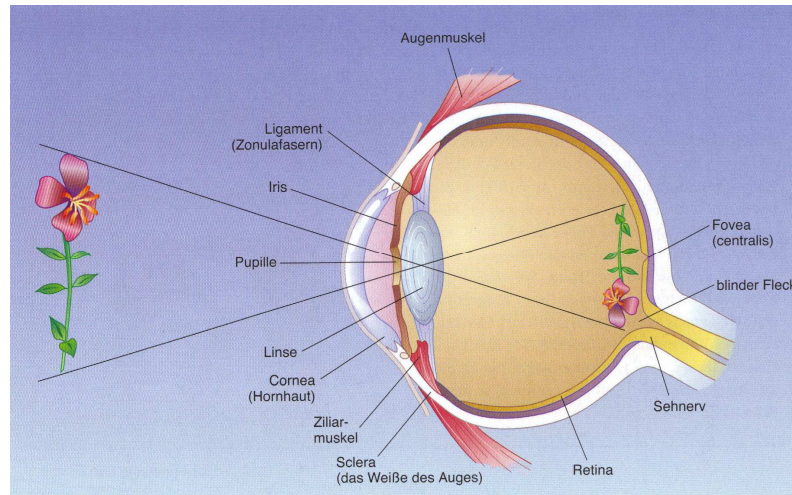


Abbildung 1. Schematische Abbildung des menschlichen Auges. Quelle: Pinel, J. P. J. (2007)

gallertartigen *Glaskörper*, der für die runde Form des Auges verantwortlich ist. Die Kornea, die vordere Augenkammer und die Linse des menschlichen Auges bilden ein am Kopf stehendes und stark verkleinertes Bild der Umwelt auf unserer Netzhaut (*Retina*) an der Rückseite des Auges ab.

In der Retina finden sich zwei verschiedene Typen von Photosensoren – einerseits die für das photopische Sehen (Farbsehen) verantwortlichen *Zapfen*, andererseits die für das skotopische Sehen (Schwarz-Weiss Sehen) zuständigen *Stäbchen*. In diesen Photosensoren befindet sich ein eingelagerter Sehfärbstoff (bei den Stäbchen: Rhodopsin, bei den Zapfen: Jodopsin, Zapfenopsin), der bei Lichteinfall zerfällt und zu einer Änderung des Sensorpotentials führt. Nachgeschaltet nach den Photosensoren befinden sich die sogenannten Ganglienzellen, deren Axone den Sehnerv bilden. Diese geben über Aktionspotentiale die erhaltenen Informationen an das Gehirn weiter. Der Signalfluss zwischen Photosensoren und Ganglienzellen wird über die dazwischen liegenden Horizontal-, Bipolar- und Amakrinzellen moduliert. Die Sehgrube (*Fovea Centralis*) der Retina ermöglicht dem Menschen scharfes Sehen innerhalb der zentralen 5 Sehwinkelgrade seines Gesichtsfeldes, denn nur in diesem retinalen Bereich des Auges gibt es eine ausreichende Dichte an Rezeptoren, die eine Detailerkennung unserer Umwelt möglich macht. Hier befinden sich ausschließlich Zapfen – wohingegen am Rand der Retina beinahe nur Stäbchen liegen.

Mithilfe von *rezeptiven Feldern* wird die große Menge der von den rund 125 Millionen Photorezeptoren eingehenden Information reduziert und an etwa 1 Million

nachgeschaltete Ganglienzellen weitergeleitet. Die rezeptiven Felder bestehen aus einem Zentrum und einem Umfeld. Diese sind stets entgegengesetzt erregt und gehemmt oder umgekehrt. Nachgeschaltete Zellen werden beispielsweise nur aktiv, wenn der Signalreiz einen bestimmten Schwellenwert überschreitet. Die Zapfen der Fovea Centralis stellen eine Ausnahme dar und projizieren direkt 1:1 auf die nachgeschalteten Ganglienzellen, womit sie zu einer wesentlichen Erhöhung der Sehschärfe an diesem Punkt beitragen.

2.1.2 Subkortikale visuelle Zentren

Die beiden Sehnerven (*Nervi optici*) treffen an der Schädelbasis in der Sehnervenkreuzung (*Chiasma opticum*) aufeinander. Die äußeren Teile der *Nervi optici* laufen ungekreuzt weiter, die inneren Teile werden an der Gegenseite weitergeführt. Der rechte Teil eines wahrgenommenen Bildes wird somit spiegelverkehrt auf dem Kopf stehend als linker Teil des Bildes auf die Retina projiziert und wiederum zur rechten Gehirnhälfte weitergeleitet.

Nach der *Chiasma opticum* laufen Verzweigungen zur *Prätektalen Region* und zu den *Colliculi superiores*, die für die Augenmotorik verantwortlich sind. Im seitlichen Kniehöcker (*Corpus geniculatum laterale, CGL*), ein Kern des Thalamus, endet der Großteil der *Nervi optici*. Von dort gelangen die visuellen Informationen über die Sehstrahlung zur primären Sehrinde im Hinterhauptlappen (*primärer visueller Kortex, V1, BA 17*). Neben der primären Sehrinde liegen die *sekundäre* und *tertiäre Sehrinde* (*V2-V5, BA18, BA19*). Alle drei Bereiche sind über das *Corpus Callosum* mit der anderen Gehirnhälfte verbunden.

Der CGL besteht aus sechs verschiedenen Neuronenschichten, die abwechselnd dem ipsi- und kontralateralem Auge zugeordnet sind und Informationen der jeweils dem CGL gegenüberliegenden Gesichtshälfte erhalten. Die beiden oberen Schichten werden als magnozelluläre Schichten (*M-Schichten*) bezeichnet und lassen sich durch große Zellkörper und eine schnelle Reizweiterleitung beschreiben. Diese bekommen ihren Input durch die retinalen Ganglienzellen der Stäbchen, sind unempfindlich gegenüber Farbwahrnehmung und spielen vermutlich eine Rolle in Bezug auf Bewegungs-, Orts- und Geschwindigkeitswahrnehmung.

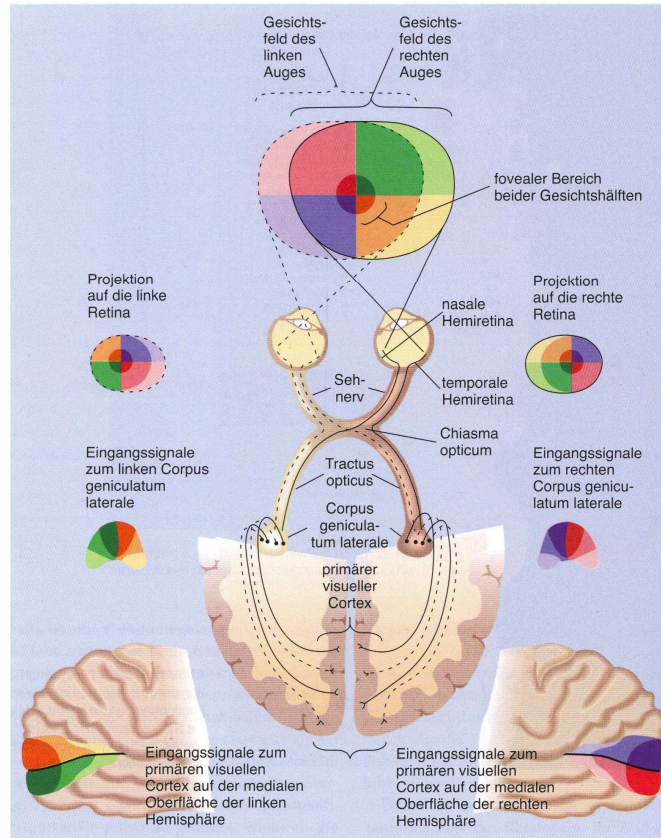


Abbildung 2. Die retino-geniculo-striäre Sehbahn. Quelle: Pinel, J. P. J. (2007)

Die darunter liegenden vier Schichten sind die so genannten parvozellulären Schichten (*P-Schichten*), die sich durch kleine Zellkörper und eine langsame Reizweiterleitung auszeichnen. Nur mithilfe des parvozellulären Systems ist Farbwahrnehmung möglich und darüber hinaus ermöglicht es Form-, Schärfe- und Objekterkennung. Der primäre visuelle Kortex ist *retinotop* organisiert, i. e. benachbarte erregte Neurone werden in der Retina von benachbarten Neuronen im primären visuellen Kortex bildgetreu abgebildet. Der Bereich der Fovea Centralis beansprucht in der V1-Region ein mindestens gleich großes Gebiet wie die gesamte übrige Retina für sich. Der primäre visuelle Kortex besteht aus sechs verschiedenen Zellschichten – die *Area Striata*, wobei die meisten Nervenfasern der Sehstrahlung zur Schicht IV, der inneren Körnerschicht, führen.

Die Informationsverarbeitung in der V1-Region erfolgt senkrecht zur Schädeldecke und in so genannten *okulären Dominanzsäulen*, die abwechselnd Informationen aus dem linken und rechten Auge verarbeiten. Die *Orientierungssäulen*, oder Untersäulen der okulären Dominanzsäulen, sind für die Reaktion auf bewegte Kontrastgrenzen verantwortlich. Dazwischen befinden sich Neurone, die besonders auf farbige Reize

reagieren. Die Schicht IV zeichnet sich durch seine einfachen Zellen aus, darüber und darunter befinden sich komplexe und hyperkomplexe Zellen, die stärker von bewegten Reizmustern angesprochen werden.

Die sekundäre und tertiäre Sehrinde erhält afferente Informationen aus der V1-Region, wobei jeder Bereich der sekundären und tertiären Sehrinde spezielle Aspekte verarbeitet, i. e. in der V2-Region werden farbspezifische, bewegte und formspezifische Informationen verarbeitet, die V3-Region zeichnet verantwortlich für bewegte Konturen und Gestalterkennung und in der V4-Region werden Objekte aufgrund ihrer charakteristischen Farbe erkannt. Visuelle Wahrnehmung funktioniert nur bei Zusammenarbeit und Aktivierung dieser drei Bereiche. Informationen aus der sekundären und tertiären Sehrinde gelangen danach in *visuelle Assoziations- und Integrationsregionen*, wobei die retinotopische Organisation nach und nach verloren geht. Das Erkennen von Objekten findet dabei größtenteils durch die Assoziationsfelder im unteren Temporallappen statt, die Lokalisation von Objekten und die Kontrolle von visuell gesteuerten Blickbewegungen durch die Assoziationsfelder des Parietallappens sowie des präfrontalen Kortex und die emotionale Bewertung eines Objektes durch das limbische System.

2.1.3 Okulomotorik und Blickmotorik

Die Steuerung eines Auges (*Okulomotorik*) und beider Augen (*Blickmotorik*) wird von der bereits in Abschnitt 2.1.2 erwähnten Prätektalen Region und den Colliculi superiores im Hirnstamm übernommen. Dort werden nicht nur Signale aus dem visuellen System, sondern auch Informationen aus anderen Bereichen, wie z. B. dem Kleinhirn, dem Gleichgewichtssystem oder dem Hörorgan verarbeitet. Durch Bewegen unseres Kopfes kann das Gesichtsfeld horizontal um maximal 60° und nach oben und unten um 40° verschoben werden. Der Augapfel wird von sechs verschiedenen Augenmuskeln umgeben und kann horizontal, vertikal und torsional bewegt werden. Die Augenmuskeln sind einerseits dafür verantwortlich, dass beide Augen stets gemeinsam bewegt werden können (*konjugierte Augenbewegung*), andererseits kann bei der Akkomodation die Sehachse entsprechend verschoben werden (*Konvergenz- oder Divergenzbewegung*).

Rasche Augenbewegungen, so genannte *Sakkaden*, sind notwendig, um ständig wechselnde Sehziele fokussieren (*Fixationen*) und ausreichend erkennen zu können. Beim aufmerksamen Betrachten von Objekten werden diese durch Konturen,

Konturunterbrechungen und Konturüberschneidungen gemäß der Gestaltwahrnehmung und ihrer Bedeutung für das Individuum gelenkt. Demnach stellt die Aufzeichnung von Blickbewegungen ein wichtiges physiologisches Maß zur Untersuchung von Wahrnehmung und der visuellen Vorstellung zugrunde liegender kognitiver Vorgänge dar.

2.2 *Eyetracking*

Die Methode des *video-basierten corneal reflection Eye-tracking* kann als die momentan am weitesten verbreitete und modernste Technik zur Blickbewegungsmessung bezeichnet werden und wird auch in vorliegender Studie zur Aufzeichnung der Blickbewegungen verwendet. Darüber hinaus gibt es auch zahlreiche andere Methoden der Blickbewegungsmessung, auf die, vor einer ausführlichen Beschreibung des video-basierten Eye-trackings, nur kurz eingegangen wird.

2.2.1 **Methoden**

Die *Elektrookulographie (EOG)* basiert auf der Ermittlung der Differenz des elektrischen Spannungspotentials der das Auge umgebenden Muskeln. Dabei werden mehrere Elektroden links und rechts, oder auch über und unter den Augen angebracht. Ausgehend von einem konstanten Spannungsunterschied zwischen der Vorder- und Rückseite der Retina, wobei die Kornea positiv und die Rückseite des Augapfels negativ geladen ist, kommt es bei einer Bewegung der Augen in Richtung einer oder mehrerer Elektroden zu einer Spannungsdifferenz, die gemessen werden kann.

Die Anwendung von *skleralen Kontaktlinsen* oder so genannten *search coils* stellt eine der exaktesten, aber vielleicht auch unangenehmsten Möglichkeiten zur Blickbewegungsmessung dar. Dabei wird eine Kontaktlinse mit einem mechanischen oder optischen Referenzobjekt, z. B. eine kleine Drahtspule, direkt im Auge platziert. Rund um das Auge wird mithilfe von Magneten ein elektromagnetisches Feld erzeugt. Während sich das Referenzobjekt durch dieses Feld bewegt, entsteht durch Induktion elektrischer Strom, anhand dessen die Augenbewegungen gemessen werden können.

Die hier verwendete Methode des video-basierten corneal reflection Eye-Trackings kann auch als *Point of Regard Measurement (POR, Blickachsenmessung)* bezeichnet werden. Berechnet wird dabei üblicherweise der Vektor zwischen der Reflektion einer Lichtquelle (zumeist Infrarot-Licht) an der Kornea und dem Pupillenmittelpunkt, aber auch

die Ermittlung anderer Faktoren wie beispielsweise Pupillenform oder die Position des Limbus (i. e. Übergang von Horn- zu Lederhaut des Auges) zählen zu den Methoden des video-basierten Eye-Trackings. Die Reflektion an der Kornea wird auch *Purkinje-Bild* (Crane, 1994) genannt. Analog zum anatomischen Aufbau des Auges ergeben sich je nach Reflektionsfläche vier verschiedene Purkinje-Bilder (siehe Abbildung 3).

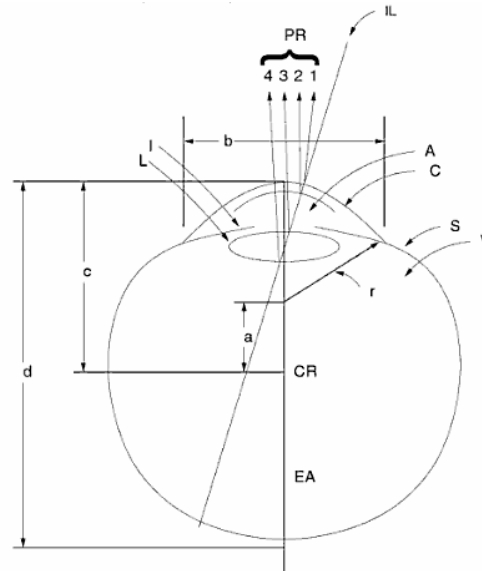


Abbildung 3. Purkinje-Bild. PR, Purkinje Reflektion; 1, Reflektion an der äußeren Oberfläche der Kornea; 2, Reflektion an der inneren Oberfläche der Kornea; 3, Reflektion an der äußeren Oberfläche der Linse; 4, Reflektion an der inneren Oberfläche der Linse; IL, Lichtquelle; A, Kammerwasser; C, Kornea; S, Sklera; V, Glaskörper; I, Iris; L, Linse; CR, Rotationszentrum; EA, Augenachse. Quelle: Duchowski (2003)

Beim video-basierten Eye-Tracking wird meistens nur das erste Purkinje-Bild errechnet, um mithilfe von Kalibrierungspunkten den POR zu bestimmen. Die an einer fixen Position befindliche Lichtquelle erzeugt dabei ein relativ stabiles Purkinje-Bild, während der Augapfel bzw. die Pupille frei rotiert. Manche so genannte DPI (dual-Purkinje-image) Eye-Tracker verwenden dabei auch das erste und das vierte Purkinje-Bild. Es können weiters zwei verschiedene Arten von video-basiertem Eye-Tracking abhängig von der Position der Lichtquelle unterschieden werden. Beim *Bright Pupil- Tracking*, das als weniger störanfällig gilt und einen größeren Pupille-Iris-Kontrast erzeugt, befindet sich die Lichtquelle auf derselben Achse, den das Licht ins Auge nimmt. Die Retina fungiert als Retroreflektor und das Licht erzeugt bei der Reflektion zurück zu seinem Ursprung eine helle Pupille. Befindet sich die Lichtquelle abseits des optischen Weges, dann erscheint die Pupille schwarz, da das Licht nach der Reflektion von der Pupille weggeleitet wird und

man spricht vom so genannten *Dark Pupil-Tracking*. Je nach Setting und Anspruch kann beim Eye-Tracking mittlerweile in Bezug auf zahlreiche Faktoren variiert werden.

Einerseits ist es möglich die Blickbewegungen monokular (ein Auge) oder auch binokular (beide Augen) aufzuzeichnen, andererseits stehen sowohl fixe table-mounted oder head-stable Systeme als auch head-mounted oder mobile Systeme zur Auswahl. Die Vor- und Nachteile dieser Systeme ergeben sich vor allem durch etwaige Einschränkungen der Bewegungsfreiheit des Kopfes und durch komplizierte Berechnung der Daten bei den mobilen Apparaturen.

2.2.2 Relevante Parameter

Erst durch das Wechselspiel von Fixationen und Sakkaden ist es dem Menschen möglich seine Aufmerksamkeit auf bestimmte Wahrnehmungsinhalte zu lenken und wenn es notwendig ist, sich auch wieder von diesen zu lösen. Just und Carpenter (1976) gehen von einer Abhängigkeit und dadurch bedingten Steuerung der Blickbewegungen durch die visuelle Aufmerksamkeit aus und postulieren, dass demnach der Ort der Fixation und der Fokus der Aufmerksamkeit zusammenfallen. Posner (1984) spricht in diesem Zusammenhang von *engagement* und *attentional disengagement*. Bei Fixation eines Objektes wird die Aufmerksamkeit des Betrachters an diese Stelle gebunden (*engagement*). Solange der Betrachter seine Aufmerksamkeit nicht von dem fixierten Objekt lösen kann (*attentional disengagement*), ist auch keine Fixation des nächsten Objektes möglich. Fixationen und Sakkaden stellen somit die wichtigsten empirisch messbaren Parameter bei der Blickbewegungsmessung dar und sollen folgend näher beschrieben werden.

2.2.2.1 Fixationen

Nach Joos, Rötting und Velichkovsky (2002, p.18) ist eine Fixation „...*der Zustand, bei dem das Auge sich bezüglich eines Sehobjektes in ‚relativem‘ Stillstand befindet.*“ Dieser Zustand wird als „relativ“ bezeichnet, da das menschliche Auge feinen Mikrobewegungen unterliegt. Die Aufgabe des Mikrotremors ist es, bei andauernder Fixation desselben Objektes das Auge dennoch in Bewegung zu halten, damit Lichtreize stets auf unterschiedliche Sehzellen treffen können und somit eine lang andauernde Fixation eines Objektes überhaupt möglich machen. Die Fixationsdauer (*fixation duration*)

kann den Autoren zufolge zwischen 100-2000ms liegen, auch Expressfixationen mit einer Dauer von 50ms sind möglich (Velichkovsky, Sprenger & Pomplun, 1997). Die Fixationsdauer ist vom jeweiligen Setting und der dadurch entstehenden Anforderung abhängig. Inhoff und Radach (1998) sprechen in diesem Sinne von der *eye-mind assumption*, bei der sie die Fixationsdauer vom Erfolg der parallel stattfindenden kognitiven Informationsverarbeitung abhängig sehen. Rayner (1978) postuliert diesbezüglich zwei konkurrierende Modelle. Die Hypothese, dass eine kognitive Verarbeitung kurz nach der Fixation und somit zeitlich verschoben passiert, steht der Hypothese gegenüber, dass kognitive Prozesse parallel zu den Fixationen ablaufen und diese mentalen Vorgänge somit eine Determinante der Fixationsdauer darstellen.

2.2.2.2 Sakkaden

Sakkaden sind die schnellsten Bewegungen, die vom menschlichen Auge ausgeführt werden können. Die Sakkadengeschwindigkeit (*saccadic velocity*) wird auch zur Messung der Beeinträchtigung der Vigilanz bei Substanzenmissbrauch, bei neurologischen Erkrankungen oder bei Schläfrigkeit genutzt. Die erste Ableitung der *saccadic velocity* ist die Sakkadenbeschleunigung (*saccadic acceleration*), die zum Beispiel zur Messung des Verhältnisses zwischen Beschleunigung und Abbremsung der Blickbewegungen während einer Sakkade (*skewness*) verwendet werden kann. Die Sakkadenlatenz (*saccadic latency*) wird als Zeit zwischen Präsentation des Objektes und Ansetzen zum Start der Sakkade in Richtung des Objektes angesehen. Man unterscheidet dabei Sakkadenlatenzen, bei denen eine Lösung von der vorhergehenden Fixation und die Entscheidung bezüglich Fokussierung eines neuen Zieles notwendig ist, solche bei denen die Loslösung schon stattgefunden hat, aber noch keine Entscheidung und Zielfokussierung stattgefunden hat und die so genannten „Expresssakkaden“, bei denen der Weg zu den Zielkoordinaten sehr rasch erfolgt. Die Größe der Sakkadenamplitude (*saccadic amplitude*) ist von den Anforderungen durch unsere Umwelt abhängig und sinkt gleichzeitig mit der Größe des *functional field of views* bei erhöhter Komplexität der Aufgabe (z. B. Williams, 1995).

2.2.2.3 Areas of Interest (AOIs)

Das Vorhandensein von Fixationen und Sakkaden wird in der Regel nicht nur für bestimmte spezifische Koordinaten eines Bildes eruiert, sondern für spezifische

Gesamtbereiche oder spezielle Objektgruppen von Stimuli. Diese vordefinierten Bereiche eines Stimulus werden *Areas of Interest* (AOIs) genannt. Die Gesamtzeit, mit der eine AOI betrachtet wird, definiert sich als *gaze duration*. Die *first pass gaze duration* dient dabei als Maß zur Objekterkennung, da sie die Dauer zwischen erster Fixation eines Objektes und darauf folgender Loslösung von demselben angibt. Velichkovsky, Pomplun und Rieser (1996) legen eine nach der Fixationsdauer gewichtete zweidimensionale Gauß'sche Verteilung um das Fixationszentrum und nennen das so entstandene Aufmerksamkeitsdiagramm *attentional landscape*.

2.3 *Interaktion von bottom-up und top-down Prozessen*

Wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, ermöglicht die komplexe Struktur und Funktionsweise des visuellen Systems einerseits eine detaillierte Wahrnehmung der Umwelt, die wiederum die Grundlage des menschlichen Handelns darstellt, andererseits bestimmt das Verhalten des Menschen die Lenkung seiner Aufmerksamkeit auf Inhalte, die bedeutsame Informationen beinhalten. Dieses Phänomen beschreiben Kolb und Whishaw (1996) als selektive Aufmerksamkeit und sprechen von so genannten *attentional windows*, die geöffnet werden, wenn für den Betrachter saliente Informationen im Blickfeld auftauchen. Das bedeutet, dass sich der menschliche Wahrnehmungsprozess aus einem Wechselspiel von *bottom-up* Prozessen und *top-down* Prozessen ergibt. Bottom-up Prozesse stehen dafür, dass bestimmte Reize durch ihre Farbe, Intensität, Form, und Anordnung ansprechender (Treisman & Gelade, 1980) sind und wahrscheinlicher wahrgenommen werden als andere. Top-down Prozesse zeichnen sich dadurch aus, dass denjenigen Reizen selektiv Aufmerksamkeit geschenkt wird, die für eine Zielerreichung oder Handlungsdurchführung notwendig sind.

Auch für die vorliegende Studie ist die Diskussion dieses Forschungsbereiches unerlässlich, da das Enkodieren und Wiedererkennen von Bildinhalten nach Underwood, Foulsham und Humphrey (2009), analog zu bottom-up und top-down Prozessen, zwei verschiedene Arten von Informationsverarbeitung repräsentieren könnte. Die Autoren beschäftigen sich mit dem Vergleich von Blickbewegungsmustern beim Enkodieren und Wiedererkennen von Bildern im Zusammenhang mit spezifischem Vorwissen der Versuchspersonen und präsentieren eine Überprüfung des Saliency-Map-Models (Itti & Koch, 2000). Die Autoren merken in Anlehnung an Yarbus (1967), der die Abhängigkeit

des Blickbewegungsmusters von der Aufgabenanforderung zeigen konnte (auch DeAngelus & Pelz, 2009), an, dass während des Enkodierens die charakteristischen Bildinhalte eingehend studiert werden, aber beim Wiedererkennen vielmehr eine Suche nach ebendiesen charakteristischen Features des Bildes erfolgen könnte. Underwood et al. (2009) schlagen weiters vor: „*A better estimate would be provided by a comparison of scan patterns on two successive viewings of a picture where the purpose of inspection is held constant.*“ (Underwood et al., 2009, p.823). Diese Anforderung erfüllt die vorliegender Studie insofern, da verschiedene Stimuli in einer ersten Testphase dreimalig präsentiert und enkodiert werden und in einer zweiten Testphase erneut von den Versuchspersonen betrachtet und wiedererkannt werden können, allerdings ohne eine Instruktion, die die Notwendigkeit des Lernens oder Wiedererkennens für eine erfolgreiche Bewältigung der Aufgabe vorgeben würde.

Eine Vielzahl traditioneller zeitgenössischer Informationsverarbeitungstheorien beschäftigt sich mittlerweile damit, wie *low-level* Features unsere Wahrnehmung anbahnen und *high-level* Features unsere Aufmerksamkeit auf bestimmte saliente Bereiche lenken (Tatler, 2009). Neisser (1974) beschreibt beispielsweise, dass es noch vor einer fokussierten und selektiven Wahrnehmung eines bestimmten Objektes auch die Existenz einer *pre-attentive* Wahrnehmungsstufe geben könnte, innerhalb welcher bereits Zusammenhänge und bestimmte Bildfeatures wahrgenommen werden können (Cupchik, Vartanian, Crawley & Mikulis, 2009). Cupchik et al. (2009) betonen weiters das Vorwissen, das bei diesen Informationsverarbeitungsprozessen eine große Rolle spielt und führen an, dass Kunstlaien bei der Kunstwahrnehmung automatisch dazu tendieren, Objekte als solche identifizieren zu wollen.

Die *Guided-Search-Theory* (Wolfe, Cave & Franzel, 1989) integriert beide Ansätze der „low-level“ und „high-level“ Verarbeitung, geht von einer parallelen bottom-up und top-down „Aktivierungs-Entschlüsselung“ der wahrgenommenen Reize aus und bezeichnet Farbe, Ausrichtung, Krümmung, Abstand, Häufigkeit, Bewegung, Tiefe, Glanz etc. als Kategorien von Eigenschaften, die *pre-attentive* wahrgenommen werden (Wolfe (1996); zitiert nach Clark (2006)). Die Wichtigkeit des ersten Eindrucks auf die Verarbeitung neuer Informationen wird auch von Gawronski, Alshut, Grafe, Nespethal, Ruhmland und Schulz (2002) betont, wonach es zu Assimilationseffekten bei der Beurteilung neuer Informationen kommt und Erst-Informationen stärker gewichtet werden als nachfolgende.

Cupchik und Berlyne (1979) beschreiben ebenfalls, wie schnell Versuchspersonen auf *collative properties* reagieren und konnten zeigen, dass nach der Vorgabe von 12 sowohl Original-Werken als auch „artifizuell“ angefertigten Kunstwerken für einen Zeitraum von nur 50ms die Versuchspersonen in der Lage waren, Urteile bezüglich Komplexität, Geordnetheit, Gefälligkeit und Spannung zu fällen.

Itti und Koch (2000) entwickelten einen Algorithmus, der die Maximalwerte der Verteilung von Farbe, Intensität und Orientierung eines Bildes identifizieren und somit die *saliency* (Bedeutsamkeit) eines Bildes repräsentieren sollte. Die Software soll vorausberechnen können, auf welche Punkte im Bild der Betrachter seine Aufmerksamkeit lenken wird und in welcher Reihenfolge diese betrachtet werden. Underwood et al. (2009) konnten jedoch keine Gemeinsamkeiten zwischen der durch die Software generierten Saliency-Map und dem tatsächlichen Blickverhalten der Versuchspersonen finden.

Leder, Oeberst, Belke und Augustin (2004) präsentieren ein Modell der ästhetischen Wahrnehmung, in dem veranschaulicht wird, wie top-down und bottom-up Prozesse bei der Informationsverarbeitung und Kunstwahrnehmung miteinander agieren, um schließlich ein bestimmtes ästhetisches Urteil und eine spezifische ästhetische Emotion zu generieren (siehe auch Abschnitt 2.4 und Abbildung 4).

2.4 Die Fluency-Hypothese

Kognitive Informationsverarbeitungsprozesse bei der Bildwahrnehmung laufen im Menschen nicht nur als automatische, durch subkortikale Regionen gesteuerte, neutrale Sequenzen ab, sondern können, je nach erfolgreicher Bewältigung dieser, positive oder negative Emotionen erzeugen und somit unsere Wahrnehmung beeinflussen. Bereits Zajonc postulierte 1980 positive affektive Reaktionen durch wiederholtes Darbieten eines Reizes als „*the phenomenon of increasing preference for objects that can be induced by virtue of mere repeated.*“ (Zajonc, 1980, p.160) und nannte dieses Phänomen bereits davor den *mere-exposure-effect* (Zajonc, 1968).

Gemäß der hedonic fluency hypothesis (Winkielman, Schwarz, Fazendeiro & Reber, 2003) führt eine hohe Fluency, i. e. die Leichtigkeit, mit der ein Stimulus schnell und effizient kognitiv verarbeitet werden kann, bei der Informationsverarbeitung zu einem hedonischen Lustgewinn und somit auch zu einem höheren Gefallensurteil beim

Betrachter. „The more fluently perceivers can process an object, the more positive is their aesthetic response.“ (Winkielman et al., 2003, p.2)

Das Einbeziehen der Fluency-Hypothese und des mere-exposure-effects in das theoretische Konstrukt der vorliegenden Studie erscheint elementar, denn die dreimalige Präsentation der Stimuli während der Lernphase soll, neben der Enkodierung der Blickbewegungen, auch eine hohe Vertrautheit und Familiarität in Bezug auf die verwendeten Stimuli bei den Versuchspersonen bewirken. Bei spiegelverkehrter Präsentation der Stimuli in der zweiten Testphase könnten die Versuchspersonen, nach Erkennen der Reize als bekannte Werke, dazu tendieren, anfänglich die gelernten ursprünglichen Blickbewegungen zu zeigen, um durch das Beibehalten dieser „easy-processing“ Strategie einen Lustgewinn durch eine erfolgreiche Stimulusverarbeitung zu erreichen.

Generell kann zwischen *perceptual fluency* und *conceptual fluency* unterschieden werden. Während bei der *perceptual fluency* das Hauptaugenmerk auf den physikalischen Stimuluseigenschaften (z. B. Klarheit der Stimuli, Kontrastverhältnis, Präsentationsdauer und Wiederholung (Novemsky, Dhar, Schwarz & Simonson, 2007; Zajonc, 1968; nach Elste, 2009)) und deren kognitiver Verarbeitung liegt, steht bei der *conceptual fluency* die Erinnerung an Stimuluseigenschaften und deren Bedeutsamkeit für den Betrachter im Vordergrund (Lee & Labroo, 2003).

Winkielman und Cacioppo (2001) untersuchten mittels Elektromyografie (EMG) die Eigenschaften der *perceptual fluency* und fanden heraus, dass diese mit einer Aktivierung des Zygomaticus Major (i. e. Gesichtsmuskel, der für das Lächeln verantwortlich ist) einhergeht. Zwischen dem Gefallensurteil von Bildern, die mit einer passenden Kontur desselben Bildes geprint worden waren, und dem Zygomaticus Major sowie dem Corrugator Supercilli (i. e. Gesichtsmuskel, der für das Stirnrunzeln verantwortlich ist) ergab sich dabei auf einer positiv formulierten Skala ein positiver Effekt.

Leder, Carbon und Ripsas (2006) untersuchten, ob elaborative und deskriptive Titel einen Einfluss auf die Kunstwahrnehmung haben. Es konnte gezeigt werden, dass im Sinne der *conceptual fluency* nach kurzer (1s) Präsentationszeit deskriptive Titel und bei mittlerer (10s) Präsentationszeit der Stimuli elaborative Titel das Verständnis beim Betrachter erhöhten.

Winkielman et al. (2003, p.194) merken jedoch an, dass es gerechtfertigt ist perceptual und conceptual fluency zu einem einzigen Fluency-Konstrukt zusammenzufassen, da beide Konstrukte unweigerlich einen Einfluss auf das Urteil des Betrachters haben. Die Autoren führen an, dass beispielsweise perzeptuelle Manipulationen, z. B. eine Wiederholung des Figur-Hintergrund Kontrasts, sich auf konzeptuelle Urteile wie Berühmtheit oder Wahrheit auswirken können (Jacoby, Kelley, Brown & Jasechko, 1989; Reber & Schwarz, 1999) oder konzeptuelle Manipulationen wie semantisches Priming perzeptuelle Urteile über Wahrnehmungsdauer oder Klarheit (Masson & Caldwell, 1998) beeinflussen können.

Das Betrachten und Wiedererkennen von Kunstwerken könnte als eine Interaktion zwischen *objektiver fluency* (i. e. Leichtigkeit der Verarbeitung bei mentalen Prozessen charakterisiert durch hohe Geschwindigkeit und niedrigen Ressourcenverbrauch, die dem Individuum nicht unbedingt bewusst sind (Reber, Wurtz & Zimmermann, 2004)) und *subjektiver fluency* (i. e. Leichtigkeit der Verarbeitung als bewusster mentaler Prozess (Reber et al., 2004)) gesehen werden, da die Wahrnehmung von bestimmten Farben und Formen eines Bildes durch unser visuelles System quasi automatisiert passiert, aber eine Interpretation dieser Merkmale erst durch subjektive Theorien des Individuums erfolgt. Eine hohe Fluency bei der Informationsverarbeitung könnte auch ein Indikator für erfolgreiches Erkennen und Interpretieren eines Zieles darstellen und somit in der Person affektive Reaktionen hervorrufen (Winkielman et al., 2003).

Auch Leder et al. (2004) betonen in ihrem Modell der ästhetischen Wahrnehmung (siehe Abbildung 4) die Komponenten der Vertrautheit, der Prototypikalität und der Übertreibung (*peak shift*) von Bildern als wichtige Stimuluseigenschaften beim Prozess der ästhetischen Informationsverarbeitung. Demnach beeinflusst das Vorwissen zu einem Kunstwerk das Stadium der impliziten Informationsintegration beim Betrachten von Kunst, in dem eine ständige sowohl bewusste als auch automatische affektive Evaluation des Stimulus vorangetrieben wird und welches in eine explizite Klassifikation bezüglich Stil und Inhalt des Stimulus übergeht. Durch mere-exposure könnte beispielsweise ein hohes Ausmaß an Vertrautheit erreicht werden, welches wiederum gemäß den Gesetzen der Fluency einen positiven Effekt auf die ästhetische Emotion hat. Generell hat es den Anschein, dass ästhetische Emotion und ästhetisches Urteil direkt proportional voneinander abhängen, jedoch hängt deren Ausprägung auch vom Grad der Expertise des Betrachters und von situationsspezifischen Variablen ab. Demnach gehen

Leder et al. (2004) davon aus, dass auch der Fall eines negativen ästhetischen Urteils begleitet von positiver ästhetischer Emotion durch die erfolgreiche Informationsverarbeitung eines Stimulus möglich ist. Allerdings ist eine Differenzierung zwischen ästhetischem Urteil und ästhetischer Emotion laut Autoren eher bei Experten als bei Laien zu erwarten.

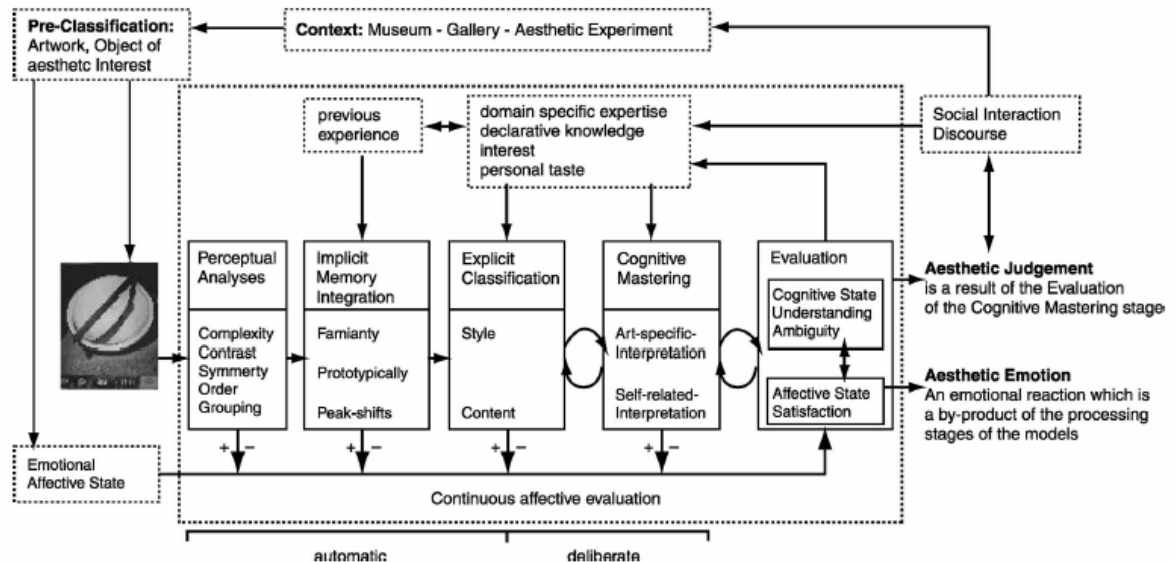


Abbildung 4. Modell der ästhetischen Wahrnehmung. Quelle: Leder et al. (2004)

2.5 Laterale Organisation und Wahrnehmungspräferenz

Nicht nur bei erfolgreicher Informationsverarbeitung, wie es das soeben beschriebene Konzept der Fluency vorschlägt, entstehen Emotionen, die wiederum eine Präferenz für einen bestimmten Stimuli bedingen können, eine Bevorzugung bestimmter Stimuli kann auch durch die spezielle Anordnung der salienten Objekte und Informationen in bestimmten Bereichen eines Bildes entstehen. Aus diesem Forschungsbereich werden verschiedene Gründe für dieses Phänomen vorgeschlagen, welche von kulturellen Faktoren, wie beispielsweise Lesegewohnheiten, bis hin zu individuellen Faktoren, wie der Händigkeit, reichen.

In der Vergangenheit erfolgten zahlreiche Untersuchungen, die sich mit der Manipulation des als balanciert angenommenen strukturellen Aufbaus von Original-Kunstwerken und der anschließenden Messung des Gefallensurteils beim Betrachter auseinandersetzten. Diese Experimente beziehen sich auf die *visual-rightness-theory*, die

besagt „*that a visually right composition is more likely to suffer from perturbation because it is more likely to move away from an ideal state*“ (Kulka, 1989; zitiert nach Vartanian, Martindale, Podsiadlo, Overbay and Borkum, 2005, p.496). Locher, Stappers und Overbeeke (1999) betonen, dass nicht notwendigerweise alle spezifischen Punkte in einem Kunstwerk für die „visuelle Richtigkeit“ relevant sind, sondern vielmehr das strukturelle Skelett eines Kunstwerkes. Arnheim und andere Kunsttheoretiker bezeichnen die „Balance“ einer Komposition als primäres Designprinzip, anhand welches sich Künstler bei der Strukturierung ihrer Bilder leiten lassen. Dabei geht es vor allem um vertikale und horizontale Verteilung, um die Reizausrichtung bzw. Hinweisrichtung und um die Position der interessierenden Bereiche des Bildes (Locher et al., 1999).

Levy (1976) (nach Chokron & De Agostini, 2000) beschäftigt sich, unabhängig von der Struktur und Balance von Kunstwerken, mit den Auswirkungen, die die Händigkeit auf die ästhetische Präferenz beim Betrachten von Bildern hat. Den Versuchspersonen wurden Landschaftsbilder in ihrer Original- und in ihrer spiegelverkehrten Version gezeigt und diese mussten entscheiden, welche Version sie bevorzugten. Es zeigte sich, dass Rechtshänder Bilder mit den bedeutsamsten Objekten auf der rechten Seite präferierten. Die Autorin geht bei der Interpretation der Ergebnisse von einer selektiven Aktivierung der rechten Hemisphäre aus, die eine Bevorzugung der Aufmerksamkeit auf die linke Raumseite produziert, und um diese Unausgewogenheit auszugleichen, werden Bilder mit dem wichtigen Inhalt auf der rechten Seite bevorzugt.

Gaffron (1950) geht davon aus, dass Menschen aus westlichen Kulturen Bilder generell in einem Bogen von links unten nach rechts oben betrachten. Als Grund, warum Bilder mit einer höheren Gewichtung der rechten Seite bevorzugt werden, gibt er eine Dominanz der linken Hemisphäre bei Rechtshändern an, die zu einem „overprocessing“ des rechten visuellen Feldes führt und betrachtet diese spezielle Blickbewegungskurve als Form der Kompensation für diese Asymmetrie (nach Palmer, Gardner & Wickens, 2008).

Beaumont (1985) schlägt eine alternative Erklärung für die Präferenz von Bildern mit salienten Informationen auf der rechten Seite vor. Objekte auf der rechten Seite eines Bildes würden eine Blickbewegung in Richtung rechts bedingen, was wiederum zu einer erhöhten Möglichkeit einer Wahrnehmung von Stimuli im linken Gesichtsfeld und zu einer Analyse der Bildinformationen durch die rechte Hemisphäre führt (nach Nachson, Argaman & Luria, 1999).

McLaughlin, Sabsevitz, Hutwelker und Muller (2002) untersuchten in ihrer Studie den sogenannten *picture-reversal-effect (PRE)*. Dieser zeichnet sich durch eine Änderung des Gefallensurteils beim Betrachten von Bildern durch eine spiegelverkehrte Darstellung derselben aus. Genauer genommen werden jene Bilder von Rechtshändern bevorzugt, die eine Bewegung von links nach rechts beschreiben. Den Versuchspersonen wurden sukzessive Original- und spiegelverkehrte Versionen von Bildern vorgelegt und dabei ihr Präferenzurteil abgefragt. Es zeigte sich, dass die Bevorzugung einer Bewegung von links nach rechts dann wegfiel, wenn zwischen den Bilderpaaren andere Bilder, die ein Urteil erforderten, oder (un)gemusterte Stimuli, eingefügt wurden. Der Effekt zeigte sich jedoch überraschenderweise, wenn zwischen den Bilderpaaren Fragen zu Definitionen von abstrakten Begriffen beantwortet werden mussten. McLaughlin et al. (2002) folgern daraus, dass die wichtige Information in der Gedächtnisspur, von der die Bevorzugung der von links-nach-rechts dargestellten Bewegung abhängt, von geometrischer Natur ist.

Einen anderen Zugang wählten Nachson et al. (1999) in ihrer Studie zur Überprüfung der Bevorzugung von links-rechts oder rechts-links dominanten Bildern. Die Autoren wollten aufklären, ob tatsächlich eine zerebrale Hemisphärendominanz für dieses Phänomen verantwortlich sein könnte, oder ob kulturelle Faktoren wie Schreib- und Lesegewohnheiten für die Präferenz bestimmter Objektpositionen verantwortlich sind. 138 sowohl rechtshändige als auch linkshändige Versuchspersonen, von denen die eine Hälfte arabische und hebräische Schreib- und Lesegewohnheiten (von rechts nach links) und die andere Hälfte russische Schreib- und Lesegewohnheiten (von links nach rechts) pflegte, sollten sich zwischen den Original- und gespiegelten Versionen von Gesichts- und Körperprofilen für die bevorzugte Variante entscheiden. Es zeigte sich kein signifikantes Ergebnis bezüglich des Faktors Links- oder Rechtshänder, aber arabische und hebräische Versuchspersonen eindeutig rechtsdominante Darstellungen von Bildern und russische Versuchspersonen die linksdominante Darstellungen der Stimuli präferierten. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Chokron und De Agostini (2000) bei der Untersuchung der Präferenzurteile von französischen und israelischen Versuchspersonen. Erstere bevorzugten klar Stimuli, die eine Tendenz der Anordnungsdominanz nach rechts aufwiesen, letztere Stimuli, deren Reizausrichtung klar in die linke Richtung tendierte.

Für die vorliegende Studie sind die oben angeführten Einflüsse durch zerebrale, individuelle oder kulturelle Faktoren auf Blickgewohnheiten beim Betrachten von Bildern

und auf die Ausbildung ästhetischer Präferenzurteile bezüglich Links-Rechts-Objektanordnung von großer Bedeutung, da diesen, unabhängig von erfolgter Enkodierung der Blickbewegungsmuster während der Lernphase der Stimuli, eine tragende Rolle bezüglich des Zeigens von bestimmten Blickbewegungsstrategien der Versuchspersonen zukommen könnte. Je nach Dominanz und Ausprägung dieser Wahrnehmungssehgewohnheiten, könnte der interessierende *Mirror-Reversal Effekt* (i. e. das Zeigen der ursprünglich enkodierten Blickbewegungen bei anfänglicher Betrachtung der spiegelverkehrten Werke) beim Betrachten der spiegelverkehrten Bilder sofort durchbrochen werden.

2.6 *Blickbewegungen bei mentaler Imagination und Wiedererkennung*

In zahlreichen Blickbewegungsstudien konnten große Ähnlichkeiten zwischen *aktivem Sehen* und *visual imagery* bzw. Gemeinsamkeiten bei kognitiver Verarbeitung dieser Komponenten festgestellt werden (Körper, 2003). Die Möglichkeit des Generierens von Nachbildern beim Betrachten von optischen Reizen wurde schon sehr früh eingehend untersucht und nachgewiesen (z. B. Hess, 1894; Broerse & Crassini, 1984).

Yarbus (1967) betonte, dass wir unsere Umwelt mithilfe von Blickbewegungen ständig explorieren und beweist, dass der Fokus der Aufmerksamkeit von der Aufgabenanforderung abhängig ist. Yarbus berühmte Studie wurde an 17 Versuchspersonen und mithilfe moderner Eye-Tracking Technik repliziert (DeAngelus & Pelz, 2009). Hebb (1968) postulierte, dass Wahrnehmung eine Integration der Resultate mehrerer auf ein Objekt gerichteter Blickbewegungen sei und dass, wenn Blickbewegungen für die Wahrnehmung mechanisch notwendig seien, diese motorischen Prozesse auch eine Organisationsfunktion für sowohl Wahrnehmung als auch für die mentale Vorstellung besitzen. „*If the image is a reinstatement of the perceptual process it should include the eye movements (and in fact usually does); and if we can assume that the motor activity, implicit or overt, plays an active part we have an explanation of the way in which the part-images are integrated sequentially.*“ (Hebb, 1968, p.470; zitiert nach Laeng & Teodorescu, 2002).

Neisser geht zur etwa selben Zeit (1974) von der Existenz eines visuellen Gedächtnisses aus, das die verschiedensten Teilbereiche eines Bildes zu einem, von uns als Ganzes, wahrgenommenen Gesamtobjekt verbindet. Ähnlich wie Hebb (1968) betont er,

dass die mentale Vorstellung nicht als Wiederbelebung eines im Gedächtnis abgespeicherten Bildes gesehen werden sollte, sondern als eine gleichrangige Aktivität zwischen visuellem Gedächtnis und entsprechenden Blickbewegungen (Neisser, 1974).

Noton und Stark stellten 1971 die *Scanpath-Theory* der seriellen Bildwahrnehmung auf. Der *Scanpath* stellt dabei beim Vorstellen, Betrachten und Abrufen eines Bildes ein durch sowohl motorische Aspekte (Sakkaden) als auch durch sensorische Aspekte (Fixationen) geleitetes Blickbewegungsmuster dar (siehe Abbildung 5). Es wird angenommen, dass das Objekt der Betrachtung durch seine Merkmale (*Features*) und durch die zur seriellen Wahrnehmung dieser Features notwendigen Blickbewegungen intern repräsentiert wird. Um ein bestimmtes Bild zu erkennen oder wieder zu erkennen, muss der so genannte *Feature-Ring* durchwandert werden. „Wiedererkennen eines Musters hieße demnach, die ‚sensomotorische Repräsentation‘ eines gespeicherten Musters durch eine bestimmte Abfolge von Fixationen und Sakkaden zu bestätigen.“ (Brandt & Stark, 1997; zitiert nach Brandt, 2001). Der in Abbildung 5 dargestellte Feature-Ring veranschaulicht die einzelnen Hauptmerkmale eines Bildes (A, B, C, D, E und F) und die zur Vorstellung oder (Wieder)-Erkennung notwendigen Blickbewegungen und deren Richtung (Pfeile).

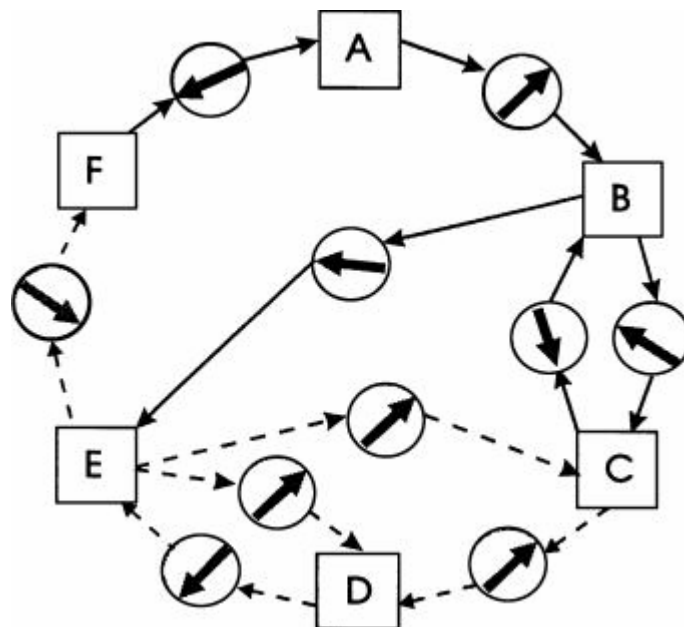


Abbildung 5. Der Feature-Ring. Quelle: Gbadamosi und Zangemeister, 2001, p.2)

Ellis und Stark (1978) verwendeten als Stimulusmaterial den „Necker-Würfel“ und fanden, dass der Output unseres repräsentationalen Gedächtnisses eine dreidimensionale Struktur besitzt – trotz der Zweidimensionalität des Reizmaterials (nach Brandt & Stark, 1997). Kosslyn und Shin (1994) versuchten, ein neurobiologisches Erklärungsmodell für den Prozess des (Wieder-)Erkennens und Vorstellens von Bildern zu finden. Die Autoren gehen davon aus, dass komplexe extrastriäre Areale des Gehirns in das retinotop V1-Areal projizieren und dadurch die Visualisierung eines mental entworfenen Bildes bedingen. Die Area Striata könnte hierbei als visueller Puffer fungieren und dabei veranlassen, dass nur eine beschränkte Anzahl an visueller Information zur gleichen Zeit verarbeitet wird, wodurch eine sequentielle Aktivierung visueller Gedächtnisinhalte und eine selektive Lenkung der Aufmerksamkeit zusätzlich notwendig wäre (Kosslyn, 1978; zitiert nach Brandt & Stark, 1997).

Brandt und Stark (1997) selbst konnten zeigen, dass die Blickbewegungen bei der Vorstellung zuvor gesehener unterschiedlicher schachbrettförmiger Muster sich sehr stark ähneln und gehen somit von einem gemeinsamen Repräsentationsmedium für beide kognitive Funktionen aus. Die Stimuli wurden dabei in sieben verschiedene *regions of interest* (ROIs) geteilt. Die Scanpaths innerhalb dieser Regionen wurden sowohl für die Betrachtungsbedingung als auch für die Vorstellungsbedingung aufgezeichnet und anschließend durch *string-editing-analysis* auf Ähnlichkeit miteinander verglichen.

Gbadamosi und Zangemeister (2001) konnten die Ergebnisse von Brandt und Stark (1997) reproduzieren, verwendeten aber für ihre Studie Kunstwerke verschiedener Stile. Die Autoren betonen, dass die Blickbewegungen von Person zu Person unterschiedlich sind und somit nicht miteinander verglichen werden können, aber dass jede Versuchsperson einen klar reproduzierbaren Scanpath bei mehrmaliger Präsentation desselben Stimuli zeigt. Darüber hinaus entdeckten sie, dass nach mehrmaligen Vorstellungsdurchgängen mit auch längeren Pausen die Ähnlichkeit der einzelnen *imagery scanpaths* immer mehr zunahm. Sie benennen dieses Phänomen als *progressive consistency of imagery* und interpretieren dies als einen Konsolidierungsprozess der mentalen Repräsentation des Bildes. Hollingworth, Williams und Henderson (2001) stellten fest, dass es bei der Betrachtung von Stimuli, bei denen nur einzelne Objekte geändert worden waren, und diese Änderung vom Betrachter nicht explizit erkannt wurde, zu längeren Fixationszeiten kam als bei der Betrachtung der Originalstimuli.

In der, in Abschnitt 2.3 bereits erwähnten, Studie von Underwood et al. (2009) verfolgen die Autoren einen Ähnlichkeitsvergleich zwischen den Blickbewegungsmustern beim Enkodieren und Wiedererkennen von Bildern und zwischen erstmaligem Wiedererkennen und dem Wiedererkennen der Bilder nach einer Woche.

21 Versuchspersonen bekamen die Instruktion, die gezeigten Bilder möglichst gut zu lernen, um bei der darauf folgenden Wiedererkennungphase gut abzuschneiden. Während der Wiedererkennungphase mussten die Versuchspersonen mittels forced-choice Vorgabe entscheiden, ob sie die Bilder zuvor bereits gesehen hatten oder nicht. In beiden Bedingungen konnte gezeigt werden, dass eine signifikante Ähnlichkeit der Blickbewegungsmuster zwischen den jeweiligen Durchgängen bestand. Untersucht wurde ebenfalls der Einfluss des Fachwissens auf Effekte der Saliency. Jeweils 15 amerikanische Studenten mit dem Kerngebiet „Amerikanischer Bürgerkrieg“ und 15 Studenten der Fachrichtung Ingenieurwesen sahen Bilder aus dem amerikanischen Bürgerkrieg, Bilder mit Maschinen und Bilder mit Landschaften (Kontrollgruppe). Hierbei stellte sich heraus, dass die aufgezeichneten Blickbewegungsmuster sich mehr ähnelten, wenn das Fachwissen der Versuchsperson mit den entsprechenden Stimuli der Fachgruppe zusammenfiel.

Die Autoren distanzieren sich allerdings bei der Interpretation der Ergebnisse von der Scanpath-Theory aufgrund, ihrer Meinung nach, fehlender Beweise für dieselbige. Diese begründen sie anhand einer Studie von Biederman, Rabinowitz, Glass und Stacy (1974), die meinen, dass das Essentielle eines Bildes auf den ersten Blick enkodiert oder wiedererkannt werden kann und sprechen von nicht ausreichenden Belegungen für die Abspeicherung von Bildfeatures gemeinsam mit Blickbewegungen. Weiters weisen Underwood et al. (2009) auf hohe Schwankungen bezüglich der Ähnlichkeit der Blickbewegungsmuster einer Versuchsperson beim Betrachten eines gleichen Stimuli hin und beziehen sich dabei auf Mannan, Ruddock und Wooding (1996). Underwood et al. (2009) gehen in ihrer Diskussion davon aus, dass das Blickbewegungsmuster einer Versuchsperson davon abhängig ist, ob das betrachtete Bild hohes Interesse erzeugt. Durch die höhere Ähnlichkeit der Blickbewegungsmuster beim Betrachten der Stimuli einer gewissen Fachrichtung durch einen Experten in dieser, betonen die Autoren die Möglichkeit der Existenz von individuellen Blickbewegungen, die sich eher bildbezogen als ein genereller Scanning Prozess darstellt.

Zu der Kritik Underwoods et al. (2009) an der Scanpath-Theory von Noton und Stark (1971) ist anzumerken, dass die von Biederman et al. (1974) durchgeführte Studie keine Eye-Tracking Untersuchung beinhaltet und deswegen eine Aussage über das Nicht-Vorhandensein von Blickbewegungen bei nur kurzer Präsentationsdauer (20-300ms) nicht zulässig erscheint. Darüber hinaus präsentieren neuere Forschungsergebnisse die Möglichkeit von äußerst kurzen Fixationsdauern (siehe Abschnitt 2.2.2.1), die dennoch eine Wahrnehmung von Informationen möglich machen (siehe Abschnitt 2.3 „pre-attentive processing“). Weiters führen die Autoren eine Studie von Mannan et al. (1996) an, die beweisen soll, dass es nur zu geringen Ähnlichkeiten der Blickbewegungen einer Versuchsperson beim mehrmaligen Betrachten ein und desselben Stimulus kommt. Tatsächlich kann aber aufgrund einer Reihe aktuellerer Studien bewiesen werden, dass es zumindest zu einer hohen Ähnlichkeit der Blickbewegungspfade einer Person beim Enkodieren und bei mentaler Vorstellung desselben Stimulus kommt (Brandt & Stark, 1997; Gbadamosi & Zangemeister, 2001; Laeng & Teodorescu, 2002). Ein Beleg einer hohen Ähnlichkeit der sogenannten „Scanpaths“ beim Enkodieren und bei erneuter Präsentation desselben Stimulus soll in vorliegender Studie angestrebt werden.

Laeng und Teodorescu (2002) versuchten ebenfalls eine Überprüfung der Funktion der Blickbewegungen beim Enkodieren von schachbrettförmigen Mustern (Brandt & Stark, 1997) und farbigen Bildern und anschließender mentaler Vorstellung derselbigen. Dabei sahen sie sich einerseits mit der Hypothese konfrontiert, dass, auch im Sinne der Scanpath-Theory, Kommandos an die Augen und andere propriozeptive Informationen gemeinsam mit der visuellen Repräsentation im Gedächtnis als eine Form von räumlicher Kodierung abgespeichert werden könnten. Das Ausführen der gleichen oder ähnlichen Blickbewegungen beim erneuten Abrufen dieser Informationen könnte die Art und Weise, wie Teile mentaler Bilder in unserem Gedächtnis repräsentiert werden, beeinflussen. Andererseits könnten Blickbewegungen bei mentaler Vorstellung der Stimuli nur ein Nebenprodukt des Stattfindens eines Vorstellungsprozesses widerspiegeln, jedoch gleichzeitig irrelevant für diesen selbst sein. Dies würde bedeuten, dass beim Prozess der mentalen Vorstellung Blickbewegungen der momentanen Aufmerksamkeit des Betrachters als Begleiterscheinung folgen, jedoch unabhängig davon, ob zu dem Zeitpunkt ein Objekt im Geiste betrachtet wird oder nicht.

Insgesamt 20 Studenten sahen Bilder mit schachbrettförmigen Mustern (20s) oder farbige Bilder mit einem Fisch als Zielobjekt (15s). Ein Teil der Versuchspersonen wurde instruiert, sich beim Betrachten auf den Bildmittelpunkt zu konzentrieren, dem anderen Teil wurde ein freies Betrachten des Stimulus gewährt. Auf diese Lernphase folgte stets eine Imaginationsphase derselben Dauer mit geöffneten Augen, während der die Versuchspersonen ihre Augen frei bewegen durften. In einer dritten Bedingung durften die Versuchspersonen die Bilder während der Lernphase frei betrachten, und sollten sich während der Imaginationsphase auf das Zentrum des Bildes konzentrieren.

Die Ergebnisse dieser Studie brachten zum Ausdruck, dass die Fixationsdauer, die beim Betrachten von spezifischen Stellen im Bild während der Lernphase festgestellt wurde, hoch mit der aufgezeichneten Fixationsdauer beim Betrachten derselben Stellen während der Imaginationsphase korrelierte. Ebenso ergab sich zwischen der Enkodierungs- und Imaginationsphase eine Korrelation bezüglich der Reihenfolge, in der Punkte im Bild fixiert wurden. Versuchspersonen, die während der Lernphase angehalten wurden, ihren Blick auf das Zentrum des Bildes zu konzentrieren, taten dies auch unaufgefordert bei der Imagination derselben. Jene Versuchspersonen, die die Stimuli während der Lernphase frei betrachten durften, jedoch sich bei der Imagination auf das Zentrum ihres Gedächtnisbildes konzentrieren sollten, zeigten eine verringerte Fähigkeit Strukturen des Bildes abzurufen.

Laeng und Teodorescu (2002) schlussfolgern aus den Resultaten ihrer Studie, dass Blickbewegungen während mentaler Imagination nicht epiphänomenal auftreten, sondern den Prozess des Generierens eines mentalen Bildes aktiv unterstützen. Die Autoren betonen bei der Interpretation ihrer Ergebnisse den aktiven Charakter (*active vision*) der Wahrnehmung und berufen sich unter anderem auf die perceptual activity theory von Thomas (1999). Wahrnehmung soll dabei mehr als einen Enkodierungsprozess von Bildinformationen in unserem Gedächtnis darstellen. Im Zuge des Wahrnehmungsprozesses könnten vielmehr auch sensomotorische und motorische Informationen abgespeichert werden, die die Art und Weise wie Objekte wahrgenommen werden, und in welcher Form Aufmerksamkeit gelenkt wird, repräsentieren. Das Generieren von mentalen Bildern wäre somit ein Durchwandern der entsprechenden Motorprozesse und die erhaltenen motorischen Informationen, z. B. der Augen oder Hände, würden somit einen elementaren Teil der perzeptuellen Wahrnehmung darstellen.

2.7 Zielsetzung und Hypothesen der Studie

Basierend auf den bisher angeführten und diskutierten Wahrnehmungs- und Informationsverarbeitungstheorien soll vorliegende explorative Studie erstmals den Verfremdungseffekt beim Betrachten spiegelverkehrter Kunstwerke untersuchen und anhand der Ergebnisse sollen mögliche Ursachen für dieses bisher empirisch nicht greifbare Phänomen erörtert werden. Weiters sollen verschiedene Ansätze bezüglich der Funktionalität von Blickbewegungen beim Betrachten und Wiedererkennen von Bildern genauer durchleuchtet und mit den gewonnenen Eye-Tracking Daten belegt oder widerlegt werden.

Sowohl die ausführlich beschriebenen Konstrukte der Feature-Ring Theorie und der Theorie einer aktiven Wahrnehmung (active vision) als auch das Konzept der Fluency sprechen klar für die Möglichkeit anfänglich ähnlicher Scanpaths beim Betrachten von Original- und spiegelverkehrten Versionen. Kulturelle Faktoren wie beispielsweise die Schreib- und Lesegewohnheit, generelle Scanningstrategien beim Betrachten von Bildern oder das Erfassen der essentiellen Informationen auf den ersten Blick könnten jedoch den *Mirror-Reversal Effekt* sofort durchbrechen und zu einem augenblicklichen Generieren der zum spiegelverkehrten Bild entsprechenden Blickbewegungen führen.

Zusammenfassend soll mit vorliegender Studie analysiert werden, ob nach einer extensiven Lernphase, in welcher Originalwerke den Versuchspersonen mehrmals präsentiert werden und somit ein hoher Grad an Vertrautheit erzeugt wird, die Blickbewegungen, die beim Betrachten der Originalwerke enkodiert wurden, auch bei der Präsentation der spiegelverkehrten Versionen initial an das Bild angelegt werden. Es werden einerseits berühmte Kunstwerke als Stimulusmaterial verwendet, da bei diesen durch oftmaliges Betrachten von einem besonders hohen Vertrautheitsmaß ausgegangen werden kann und diese hohe Familiarität ein hohes Maß an Fluency bewirken soll, andererseits wird eine Bedingung mit unbekannten Bildern des Thematic Apperception Tests (siehe Abschnitt 3.1.3.1) durchgeführt, um eine Bedingung mit einem möglichst ausgeglichenen Ausmaß an Vertrautheit bei allen Versuchspersonen zu verwenden.

2.7.1 Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency

Forschungsannahme 1

Mirror-Reversal durchbricht Wahrnehmungsfluency unmittelbar.

Als Konsequenz zeigen sich keine anfänglich ähnlichen Scanpaths.

Somit sollte es beim Vergleich der ersten fünf Fixationen der Lernphase und der ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung der spiegelverkehrten Stimuli (LvD_a) mit den darauf folgenden fünf Fixationen beider Durchgänge (LvD_b) keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Ähnlichkeit der Scanpaths geben.

→ **Hypothese 0:** $LvD_a \approx LvD_b$

Bei einem Vergleich der ersten fünf Fixationen der Lernphase und der ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung der spiegelverkehrten Stimuli (LvD_a) mit den ersten fünf Fixationen der Lernphase und den ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung derselben Stimuli (LvD_c) sollte sich ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Ähnlichkeit zeigen, da durch den Mirror-Reversal die Wahrnehmungsfluency unmittelbar durchbrochen wird und sich somit die anfänglichen Scanpaths der gleich bleibenden Bedingung (GL) ähnlicher sein sollten als die Scanpaths der wechselnden Bedingung (WL).

→ **Hypothese 0_GL_WL:** $LvD_c < LvD_a$

Beim Vergleich der Levenshtein-Distanz (siehe Abschnitt 3.2.1.2) der jeweils ersten fünf Fixationen der Lernphase und der ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung der spiegelverkehrten Stimuli des TAT mit der der berühmten Bilder ist anzunehmen, dass es keinen Unterschied bezüglich der ersten Blickbewegungen beim Betrachten der berühmten Bilder (LvD_a_bB) und der Bilder des TAT (LvD_a_TAT) gibt, da man davon ausgehen kann, dass die berühmten Bilder den Versuchspersonen vor der Testung noch nicht ausreichend bekannt waren und die dazugehörigen Blickbewegungen deshalb im Vergleich zu den Bildern des TAT nicht besser enkodiert wurden.

→ **Hypothese 0_TAT_bB:** $LvD_a_bB \approx LvD_a_TAT$

Forschungsannahme 2

Wahrnehmungssehgewohnheit dominiert holistische Bildverarbeitung.

Mirror-Reversal durchbricht Wahrnehmungsfluency nach anfänglich ähnlichen Scanpaths.

Somit sollten die ersten fünf Fixationen der Lernphase und die ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung der spiegelverkehrten Stimuli (LvD_a) aufgrund einer hohen Wahrnehmungsfluency ähnlicher sein als die darauf folgenden fünf Fixationen beider Durchgänge (LvD_b).

→ **Hypothese 1:** $LvD_a < LvD_b$

Bei einem Vergleich der ersten fünf Fixationen der Lernphase und der ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung der spiegelverkehrten Stimuli (LvD_a) mit den ersten fünf Fixationen der Lernphase und den ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung derselben Stimuli (LvD_c) sollte sich kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Ähnlichkeit zeigen, da in beiden Fällen angenommen wird, dass die Versuchspersonen anfänglich versuchen, den einfachsten und „flüssigsten“ Weg der Informationsverarbeitung beizubehalten und die ursprünglich enkodierten Blickbewegungen zeigen. Das bedeutet, dass sich dieser Effekt solange zeigt, bis der Mirror-Reversal den Versuchspersonen bewusst wird und die Wahrnehmungsfluency unterbrochen wird.

→ **Hypothese 1_GL_WL:** $LvD_a \approx LvD_c$

Beim Vergleich der Levenshtein-Distanz der jeweils ersten fünf Fixationen der Lernphase und der ersten fünf Fixationen bei der Betrachtung der spiegelverkehrten Stimuli des TAT mit der der berühmten Bilder ist anzunehmen, dass entweder die jeweils ersten Blickbewegungen beim Betrachten der berühmten Bilder (LvD_a_bB) ähnlicher sind als die der Bilder des TAT (LvD_a_TAT), da man davon ausgehen kann, dass die berühmten Bilder den Versuchspersonen bereits vor der Testung bekannt waren und durch die nochmalige Lernphase besser enkodiert wurden oder dass die jeweils ersten Blickbewegungen beim Betrachten der Bilder des TAT (LvD_a_TAT) aufgrund ihrer Neuartigkeit für den Betrachter und des Wegfalls möglicher Einflüsse und Störungen beim Enkodieren durch Vorwissen ähnlicher sind als die der berühmten Bilder (LvD_a_bB).

→ **Hypothese 1_TAT_bB:** $LvD_a_bB < LvD_a_TAT$ oder $LvD_a_bB > LvD_a_TAT$

2.7.2 Stabilisierung der Scanpaths

Weiter soll über alle Versuchsdurchgänge untersucht werden, ob es zu einer Stabilisierung der Scanpaths beim Betrachten derselben Stimuli (gleichbleibende Bedingung, i. e. keine Spiegelung) kommt.

→ **Hypothese 0_SB:** $LvD_{c+d}(DG1; DG2) < LvD_{c+d}(DG4; DG5)$ oder $LvD_{c+d}(DG1; DG2) > LvD_{c+d}(DG4; DG5)$

→ **Hypothese 1_SB:** $LvD_{c+d}(DG1; DG2) \approx LvD_{c+d}(DG4; DG5)$

Tabelle 1. Nomenklatur der zu vergleichenden Levenshtein-Distanzen und der verwendeten Hypothesenkürzel.

<i>Wechselnde Bedingung_alle Stimuli</i>		
Fixationen	1-5	6-10
Ähnlichkeit Testung 1 zu Testung 2	LvD_a	LvD_b
<i>Wechselnde Bedingung_TAT</i>		
Fixationen	1-5	6-10
Ähnlichkeit Testung 1 zu Testung 2	LvD_a_TAT	LvD_b_TAT
<i>Wechselnde Bedingung_berühmte Bilder</i>		
Fixationen	1-5	6-10
Ähnlichkeit Testung 1 zu Testung 2	LvD_a_bB	LvD_b_bB
<i>Gleichbleibende Bedingung_alle Stimuli</i>		
Fixationen	1-5	6-10
Ähnlichkeit Testung 1 zu Testung 2	LvD_c	LvD_d

GL... gleichbleibende Bedingung
 WL... wechselnde Bedingung
 bB... Bedingung mit berühmten Bildern
 TAT... Bedingung mit Bildern des TAT
 SB... Stabilisierung der Scanpaths
 TM... Title-Matching
 OE... Originalerkennung
 GU... Gefallensurteil
 DG... Durchgang

2.7.3 Überprüfung einer erfolgreichen Verknüpfung von Titel und Bild

Um sicherzustellen, dass während der ersten Testung die Stimuli inklusive ihrer Titel, welche später als Hinweiscues fungieren sollen, ausreichend enkodiert werden und somit ein hohes Maß an Vertrautheit, das als Voraussetzung für das Generieren von Fluency-Effekten in dieser Studie gelten soll, erzeugt wird, wird den Versuchspersonen nach der ersten Testung ein Fragebogen (FB) mit *title-matching* Aufgaben vorgelegt.

- **Hypothese 0_TM:** Die dreimalige Lernphase von 13 Sekunden pro Bild und Titel während Testung 1 genügt nicht, um eine ausreichende Verknüpfung zwischen Bild und dazugehörigem Bildtitel zu garantieren.
- **Hypothese 1_TM:** Die dreimalige Lernphase von 13 Sekunden pro Bild und Titel während Testung 1 genügt, um eine ausreichende Verknüpfung zwischen Bild und dazugehörigem Bildtitel zu garantieren.

2.7.4 Überprüfung der Originalerkennung und des Gefallensurteils

Um zu überprüfen, ob den Versuchspersonen während der gesamten Testung bewusst ist, welche der Bilder in ihrer originalen Version dargestellt werden, wird den Versuchspersonen zum Ende der zweiten Testung ein *forced-choice* Fragebogen vorgelegt. Damit soll herausgefunden werden, ob es zu einer Beeinflussung der Blickbewegungen durch Vorwissen der Versuchspersonen kommt.

- **Hypothese 0_OE:** Der Großteil der vorliegenden Stimuli wird richtig als originale Version erkannt.
- **Hypothese 1_OE:** Der Großteil der vorliegenden Stimuli wird nicht richtig als originale Version erkannt.

Darüber hinaus soll das Gefallensurteil der Versuchspersonen im Bezug auf die präsentierten Stimuli erhoben werden. Nach dem Prinzip der mere-exposure, das ein höheres Gefallensurteil für vertraute Stimuli vorhersagt, sollten zumindest die Originale der berühmten Kunstwerke besser gefallen als die spiegelverkehrten Versionen bzw. die Bilder des TAT, da diese Bilder den Versuchspersonen schon vor dem Testzeitpunkt bekannt waren.

- **Hypothese 0_GU:** Es gibt keinen Unterschied in Bezug auf das Gefallensurteil hinsichtlich der verschiedenen Stimulusgruppen.

→ **Hypothese 1_GU:** Der Großteil der Versuchspersonen bevorzugt aufgrund des mere-exposure Effekts und aufgrund der darauf folgenden flüssigeren Informationsverarbeitung die berühmten Kunstwerke.

3 Empirischer Teil

3.1 Methode

3.1.1 Versuchspersonen

An der Studie nahmen insgesamt 10 Versuchspersonen (5 männlich, 5 weiblich) teil. Das Durchschnittsalter der Versuchspersonen betrug 20,8 Jahre und alle Versuchspersonen verfügten über eine normale Sehschärfe oder über eine mittels Sehhilfe korrigierte normale Sehschärfe. Keine der Versuchspersonen litt an Farbenblindheit. Alle Versuchspersonen waren Psychologie-Studenten des ersten Abschnitts. Die Teilnahme an der Studie wurde mit einem Prüfungsbonus honoriert.

3.1.2 Apparatur

Zur Messung der Blickbewegungen wurde ein *iView X™ Hi-Speed Eyetracker* der Firma *Sensomotoric Instruments* (SMI) verwendet. Der *iView X™ Hi-Speed Eyetracker* ermöglicht nicht-invasives, video-basiertes, dark-pupil Tracking mit einer Samplingrate von 1250 Hz. Es erfolgte ausschließlich eine Aufzeichnung der Blickbewegungskordinaten des linken Auges mithilfe der Aufnahmesoftware *iViewX* (Version 1.05.09). Die Präsentation der Stimuli erfolgte mittels der *Neurobehavioral Systems Software Presentation* auf einem 17-Zoll Monitor. Die Auflösung der präsentierten Stimuli betrug 1024x768 Pixel. Die Versuchspersonen wurden angewiesen, ihr Kinn auf der vorhergesehenen Stütze zu positionieren, die Stirn fest anzupressen und sich während der Aufzeichnung möglichst wenig zu bewegen. Der Abstand der Versuchspersonen zum Präsentationsmonitor betrug 59 Zentimeter.

Zu Beginn der Aufzeichnung wurde für jede Versuchsperson eine 5-Punkt-Kalibrierung durchgeführt, um eine ideale Einstellung der Augenparameter zu garantieren. Bei Verschlechterung oder Verlust des Signals während der Testung (beispielsweise durch Bewegungen der Versuchsperson), erfolgte eine 3-Punkt-Kalibrierung bis ein präzises Signal wiederhergestellt werden konnte. Die Präsentation der Stimuli und die Aufzeichnung der Blickbewegungskordinaten wurden auf zwei mit dem Präsentationsrechner verbundenen Monitoren überwacht. Auf dem ersten Monitor konnte die korrekte Präsentation der Stimuli verfolgt werden, auf dem zweiten konnte mittels

durch hochkomplexe Farbkombinationen ausgeschlossen werden kann und andererseits, weil die abgebildeten Objekte besonders gut geeignet scheinen um individuelle Assoziationen und Geschichten beim Betrachten hervorzurufen und aus diesem Grund auch eine bessere Enkodierung des Bildmaterials erreicht werden könnte.

Die Bildnummern stehen für die Reihenfolge, in der die Bilder den Klienten vorgelegt wurden und die Buchstaben hinter den Bildnummern beschreiben lediglich für welche Gruppe von Personen, das Bild bestimmt war, z. B. B – Boys, G – Girls, F – Females, M – Males. Weder Bildnummer noch Buchstaben spielen im Zusammenhang mit diesem Experiment eine Rolle. Die für die Experimentalbedingung gewählten 12 Schwarz-Weiß-Bilder des TAT zeichnen sich durch eine ausgeprägte Links-Rechts-Anordnung der dargestellten Objekte aus. Im Gegensatz dazu sind bei den 12 als Distraktoren verwendeten Bildern des TAT die Hauptobjekte zentral im Bild angeordnet.



Abbildung 7. Links: TAT_2 weist eine eindeutige Links-Rechts-Ausprägung der dargestellten Objekte auf (Mädchen, Bäuerin, Pferd, Knecht, Haus etc.) und wurde somit der Experimentalbedingung zugeteilt. Rechts: Die dargestellten Objekte (Junge, Noten, Geige etc.) in TAT_1 befinden sich in der Mitte des Bildes und dieses ist somit Bestandteil der Distraktorengruppe.

3.1.3.2 Berühmte Bilder

Die 24 farbigen Werke setzten sich aus 12 sehr bekannten Werken, die der Experimentalbedingung zugeordnet wurden und aus 12 relativ unbekannten Werken, die als Distraktoren und Kontrollgruppe gegenüber den berühmten Werken fungieren sollten, zusammen. Erstere wurden nach dem Gesichtspunkt des Bekanntheitsgrades ausgewählt, i. e. es wurden jene Kunstwerke verwendet, von denen angenommen werden kann, dass sie einem Großteil der Versuchspersonen bekannt sind. Die 12 relativ unbekannten

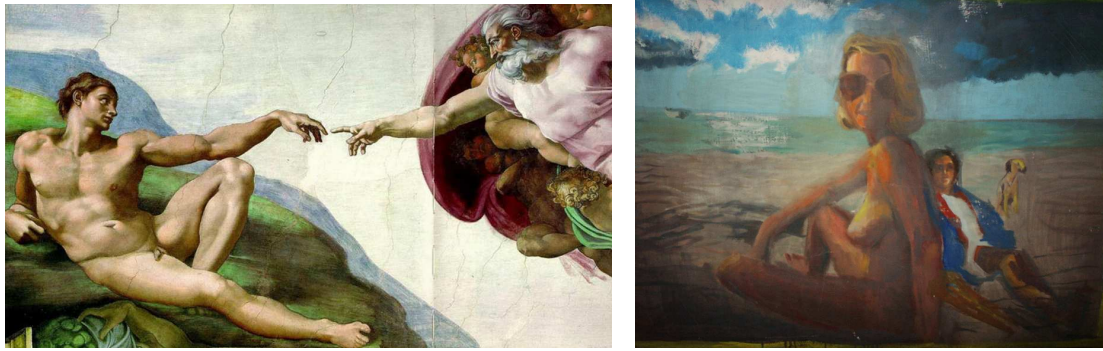


Abbildung 8. Links: „Die Erschaffung Adams“ von Michelangelo – ein Bild mit sehr hohem Bekanntheitsgrad und daher Teil der Experimentalgruppe. Rechts: „A day at the clothing optional beach“ – der Künstler dieses Bildes ist unbekannt. Das Bild wurde im Museum of Bad Art (MOBA) ausgestellt und wurde der Distraktorengruppe zugeteilt.

Kunstwerke setzten sich aus farbigen Kunstwerken verschiedenster Stile und Epochen zusammen.

3.1.4 Vorstudien

Das Ziel der ersten Vorstudie war es, einen geeigneten Bildtitel für jedes Bild zu finden, welcher anschließend in der Hauptstudie vor der Präsentation jedes Bildes eingeblendet wurde. In der zweiten Vorstudie sollte überprüft werden, ob Versuchspersonen Originalwerke von spiegelverkehrten Werken unterscheiden können, um sicherzugehen, dass die Spiegelung eines Teils der Stimuli für die Versuchspersonen nicht offensichtlich ist.

3.1.4.1 Vorstudie 1

Mittels Fragebogen wurden 21 Versuchspersonen aufgefordert, einen möglichst prägnanten und aussagekräftigen Titel für jedes Bild anzugeben. Zehn Versuchspersonen sahen dabei die Hälfte der Bilder spiegelverkehrt und bei elf Versuchspersonen war die andere Hälfte der Bilder gespiegelt. Nach Erhalt der Antworten wurden alle vorgeschlagenen Titel untereinander aufgelistet, z. B.

- Schulmädchen am Feld
- Das Schulmädchen auf dem Land
- Mädchen mit Büchern vor dem Acker

- Mädchen vom Lande
- Mädchen mit Buch

Je nach Häufigkeit der dabei vorkommenden Begriffe ergab sich der endgültige Titel, z. B. „Mädchen auf dem Land“, da sowohl der Begriff „Mädchen“ als auch der Begriff „Land“ die am häufigsten tatsächlich vorgeschlagenen, oder zumindest die Oberbegriffe für die am häufigsten genannten Begriffe, darstellen. Die so gewonnenen Bildtitel wurden in der Hauptstudie drei Sekunden lang vor der Einblende eines jeden Bildes angezeigt und sollten als so genannte *cues* oder Hinweisreize fungieren, um das bereits gelernte Bild im zweiten Durchgang leichter aus dem Gedächtnis abrufbar zu machen.

3.1.4.2 Vorstudie 2

10 Versuchspersonen wurde ein Fragebogen vorgelegt, der klären sollte, ob es möglich ist, Originale und spiegelverkehrte Stimuli bei gleichzeitiger Präsentation zu unterscheiden. Dabei sahen die Versuchspersonen jeweils die Original- und die spiegelverkehrte Version eines Bildes nebeneinander und mussten angeben, welches der Bilder ihrer Meinung nach das Original sei. Die Bilderpaare wurden dabei randomisiert vorgegeben. Es zeigten sich keine signifikanten Effekte im Bezug auf das Erkennen der Originalversionen.

3.1.5 Ablauf

Das Experiment bestand aus zwei Testungen zwischen denen ein Tag Pause lag. Beide Testungen fanden im Kellerlabor des Instituts für Allgemeine Psychologie der Universität Wien statt. Die Versuchspersonen waren bei der Buchung ihrer Termine nicht über das Thema und den Zweck der Studie informiert, sondern wussten lediglich, dass es sich bei dem Experiment um eine Wahrnehmungsstudie handelt, in deren Zuge auch ihre Blickbewegungen aufgezeichnet werden.

3.1.5.1 Testung 1

Zu Beginn der Testung wurde mit allen Versuchspersonen ein Sehschärfetest und der Ishihara Kurztest auf Farbenschwäche durchgeführt, um die Normalsichtigkeit der

Tabelle 2. Überblick über Bildnamen, Titel und Zugehörigkeit zu Experimental- oder Distraktorbedingung der Stimuli.

TAT		
Experiment		
Nr.	Bildname	Titel
1	TAT_2	Mädchen auf dem Land
2	TAT_4	Liebespaar
3	TAT_5	Blick ins Zimmer
4	TAT_6GF	Das Gespräch
5	TAT_8BM	Die Operation
6	TAT_9BM	Der Mittagsschlaf
7	TAT_9GF	Die Beobachtung
8	TAT_12BG	Boot am Fluss
9	TAT_12M	Die Heilung
10	TAT_13MF	Trauer und Verzweiflung
11	TAT_16BM	Am Seil
12	TAT_17GF	Apokalypse
Distraktoren		
13	TAT_1	Lustlosigkeit
14	TAT_6BM	Der Streit
15	TAT_7GF	Die Ablenkung
16	TAT_7BM	Die Konversation
17	TAT_8GF	Träumerei
18	TAT_10	Trost
19	TAT_12F	Die Manipulation
20	TAT_13B	Einsamkeit
21	TAT_14	Am Fenster
22	TAT_15	Der Tod
23	TAT_18BM	Die Entführung
24	TAT_19	Das Monster
Berühmte Bilder		
Experiment		
Nr.	Bildname	Titel
1	The birth of Venus - Sandro Boticelli	Die Geburt der Venus
2	Persistence of Memory - Salvatore Dali	Die Beständigkeit der Erinnerung
3	Liberty leading the people - Eugène Delacroix	Die Freiheit führt das Volk
4	The Great Wave of Kanagawa - Hokusai	Die große Welle vor Kanagawa
5	The Creation of Adam - Michelangelo	Die Erschaffung Adams
6	Composition VIII - Wassily Kandinsky	Komposition
7	Guernica - Pablo Picasso	Guernica
8	The Starry Night - Vincent van Gogh	Sternennacht
9	Skrik - Edvard Munch	Der Schrei
10	The Last Supper - Leonardo da Vinci	Das letzte Abendmahl
11	Sunday afternoon - George Pierre Seurat	Sonntagnachmittag
12	Angels - Raffael	Die Engel
Distraktoren		
13	Bathers - Charles Demuth	Die Badenden
14	Fuji from Edo Castle - David Bull	Der Fisch
15	The little Pine - Emily Carr	Die kleine Föhre
16	Landscape - Francis Picabia	Landschaft
17	Explosion - George Grosz	Explosion
18	Ikkeisai Yoshiku	Waschtag
19	Boys - Kuzma Petrov-Vodkin	Die Jungen
20	Lamentation - Luca Signorelli	Wehklagen
21	Blumenstrauß - Maria Kegel-Maillard	Der Blumenstrauß
22	Harmony concord - Mikhail Nesterov	Harmonie
23	The day at the clothing optional beach - MOBA	Der Tag am Strand
24	Allegory - Piero di Cosimo	Die Allegorie

Versuchspersonen zu überprüfen. Die Dauer der Eye-Tracking Aufzeichnung betrug ca. 35 Minuten und die Gesamtdauer der ersten Testung ca. eine Stunde. Den Versuchspersonen wurde nochmals erklärt, dass es sich bei dem Experiment um eine Wahrnehmungsstudie handelt, bei der sie verschiedenste Bilder sehen und ihre Blickbewegungen aufgezeichnet werden würden. Es wurde betont, dass kein Grund zur Nervosität bestehe und sie nichts falsch machen könnten, da es lediglich darum gehe, die präsentierten Bilder aufmerksam zu betrachten.

Danach wurden die Versuchspersonen aufgefordert, hinter der Eye-Tracking Apparatur Platz zu nehmen und eine möglichst bequeme Sitzhaltung einzunehmen. Wurde diese gefunden, sollten die Versuchspersonen ihr Kinn auf der dafür vorgesehenen Stütze platzieren und die Stirn fest gegen die Apparatur pressen. Sodann erfolgten mithilfe der Kamera und der Eye-Tracking Software IViewX die Einstellungen zu einer optimalen Aufzeichnung der Blickbewegungen. Nach erfolgreicher Kalibrierung begann die Testung indem der Versuchsperson folgende Instruktion angezeigt wurde:

„Bei folgender Untersuchung werden Ihnen 48 verschiedene Bilder, von denen einige sehr berühmt sind, mehrmals präsentiert. Gleichzeitig zeichnen wir Ihre Blickbewegungen auf. Jedes Bild wird für 10 Sekunden angezeigt. Vor jedem Bild wird dessen Titel eingeblendet. Bitte betrachten Sie die Bilder aufmerksam und überlegen Sie bitte für jedes Bild, inwieweit die vorher eingeblendeten Bildtitel die dargestellten Bilder repräsentieren. Falls Sie blinzeln müssen, versuchen Sie dies während der Titeleinblende zu tun und nicht während des Bildes - dies könnte für die Aufzeichnung der Blickbewegungen hinderlich sein. Wenn Sie die Instruktion verstanden haben, und bereit sind, mit dem Experiment zu beginnen, dann drücken Sie bitte die linke Maustaste.“

Nach der Instruktion erfolgte die Präsentation sämtlicher Stimuli in jeweils drei Durchgängen. Die Versuchspersonen mussten dabei ein gelbes Fadenkreuz fixieren, nach einer Sekunde wurde für jeweils drei Sekunden der Bildtitel angezeigt und danach das entsprechende Bild für 10 Sekunden. In einem Durchgang wurden alle 48 Stimuli randomisiert angezeigt. Somit sah jede Versuchsperson jedes Bild dreimal für jeweils 10

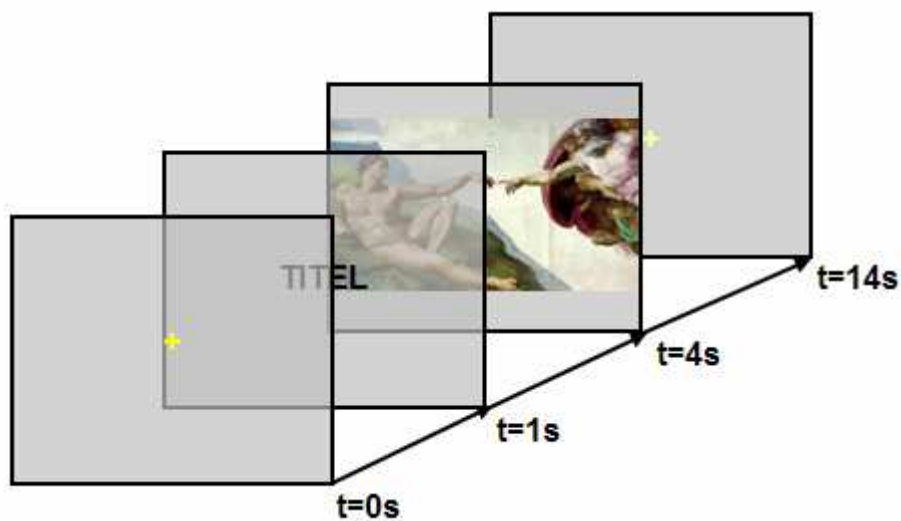


Abbildung 9. Zeitlicher Ablauf der Stimulusvorgabe.

Sekunden. Diese wiederholte Darbietung sollte als Lernphase dienen und zur Entwicklung von stabilen Scanpaths beim Betrachten der Bilder führen.

Um eine balancierte Vorgabe der Stimuli zu ermöglichen, wurden zwei sich ergänzende Versuchsbedingungen verwendet, i. e. bei Versuchsbedingung A wurde eine Hälfte der 48 Stimuli spiegelverkehrt eingelesen, bei Versuchsbedingung B die andere Hälfte der Stimuli. Jeweils 5 Versuchspersonen wurde Versuchsbedingung A und 5 Versuchspersonen wurde Versuchsbedingung B vorgegeben. Im Anschluss an die Blickbewegungsmessung sollte mittels einer *title-matching* Aufgabe überprüft werden, ob die Stimuli und die dazugehörigen Titel durch die mehrmalige Präsentation ausreichend gelernt wurden. Die Versuchspersonen erhielten einen Fragebogen mit den während der Testung gezeigten Stimuli der Experimentalbedingung. Unter jedem Bild befanden sich fünf mögliche Bildtitel, die randomisiert angeordnet wurden und die Versuchspersonen sollten die korrekten Bildtitel durch Ankreuzen markieren.

3.1.5.2 Testung 2

Die zweite Testung erfolgte nach einem Tag Pause und die Versuchspersonen wurden erneut aufgefordert, hinter der Eye-Tracking Apparatur Platz zu nehmen. Nach erfolgreicher Kalibrierung wurde auf dem Präsentationsmonitor folgende Instruktion für die zweite Testung angezeigt:

„Bei folgender Untersuchung werden Ihnen erneut die 48 Bilder der ersten Testung präsentiert. Gleichzeitig zeichnen wir Ihre Blickbewegungen auf. Jedes Bild wird für 10 Sekunden angezeigt. Vor jedem Bild wird dessen Titel eingeblendet. Bitte betrachten Sie die Bilder aufmerksam und überlegen Sie bitte für jedes Bild, inwieweit die vorher eingeblendeten Bildtitel die dargestellten Bilder repräsentieren. Falls Sie blinzeln müssen, versuchen Sie dies während der Titeleinblende zu tun und nicht während des Bildes - dies könnte für die Aufzeichnung der Blickbewegungen hinderlich sein. Wenn Sie die Instruktion verstanden haben, und bereit sind, mit dem Experiment zu beginnen, dann drücken Sie bitte die linke Maustaste.“

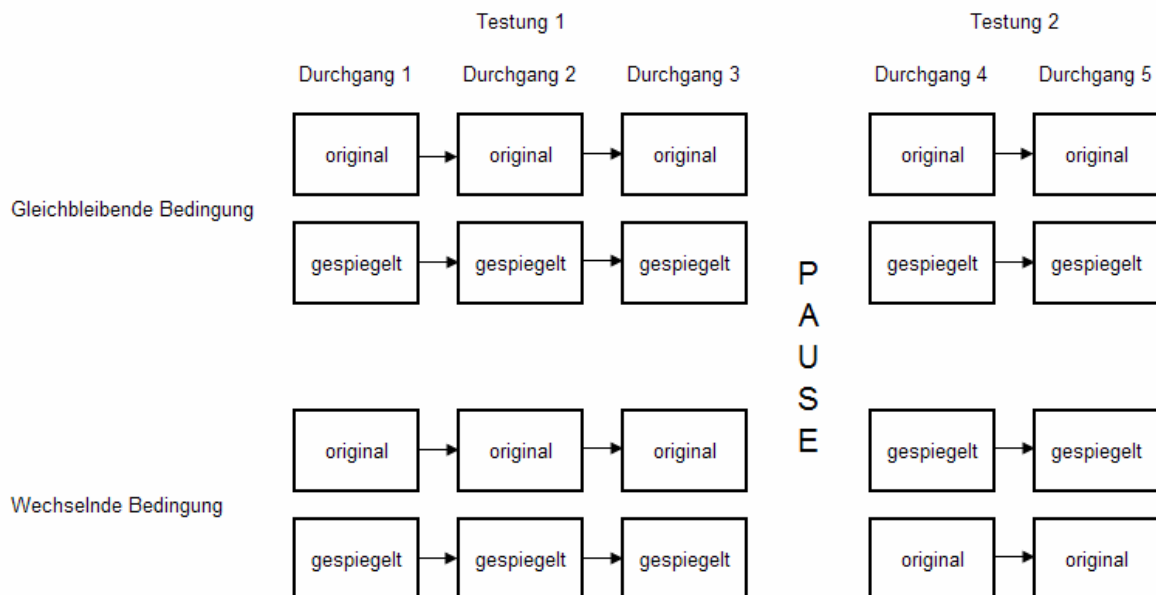


Abbildung 10. Überblick über gleichbleibende und wechselnde Präsentation der Stimuli abhängig von Zeitpunkt der Testung (Testung 1 und Testung 2).

Zu Zeitpunkt 2 wurden alle 48 Stimuli in nun nur zwei Durchgängen präsentiert, i. e. jede Versuchsperson sah jedes Bild zweimal für jeweils 10 Sekunden. Die Präsentation der Bilder innerhalb eines Durchgangs erfolgte randomisiert. Das Versuchsdesign verlangte, dass nun die Hälfte der in Originalversion gelernten Bilder gespiegelt präsentiert und die Hälfte der in spiegelverkehrter Version gelernten Bilder in der Originalversion angezeigt werden. Die übrigen Bilder wurden bei Testung 1 und Testung 2 in derselben Version gezeigt.

Nach der Instruktion mussten die Versuchspersonen erneut das gelbe Fadenkreuz fixieren und nach einer Sekunde wurde für drei Sekunden der Bildtitel eingeblendet, um die im ersten Durchgang gelernten Blickbewegungen zu aktivieren. Nach dem zweiten Durchgang wurde den Versuchspersonen ein *forced-choice* Fragebogen vorgelegt, bei dem ihnen jeweils das Original und das spiegelverkehrte Bild präsentiert wurde und sie entscheiden mussten, welche der beiden Versionen ihnen besser gefiele und welches sie für das Original hielten.

Tabelle 3. Überblick über gleichbleibende und wechselnde Präsentation der Stimuli abhängig von Stimulusgruppe, Version und Zeitpunkt der Testung.

TAT					
Experiment		Version A		Version B	
Nr.	Bildname	Testung 1	Testung 2	Testung 1	Testung 2
1	TAT_2	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
2	TAT_4	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
3	TAT_5	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
4	TAT_6GF	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>
5	TAT_8BM	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>
6	TAT_9BM	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>
7	TAT_9GF	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>
8	TAT_12BG	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>
9	TAT_12M	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>
10	TAT_13MF	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
11	TAT_16BM	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
12	TAT_17GF	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
Distraktoren		Testung 1	Testung 2	Testung 1	Testung 2
13	TAT_1	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
14	TAT_6BM	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
15	TAT_7GF	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
16	TAT_7BM	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original
17	TAT_8GF	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original
18	TAT_10	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original
19	TAT_12F	spiegelverkehrt	original	original	spiegelverkehrt
20	TAT_13B	spiegelverkehrt	original	original	spiegelverkehrt
21	TAT_14	spiegelverkehrt	original	original	spiegelverkehrt
22	TAT_15	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
23	TAT_18BM	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
24	TAT_19	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
Berühmte Bilder					

Experiment		Versuchsbedingung A		Versuchsbedingung B	
Nr.	Bildname	Testung 1	Testung 2	Testung 1	Testung 2
1	The birth of Venus - Sandro Boticelli	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
2	Persistance of Memory - Salvadore Dalí	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
3	Liberty leading the people - Eugène Delacroix	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
4	The Great Wave of Kanagawa -Hokusai	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>
5	The Creation of Adam - Michelangelo	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>
6	Composition VIII - Wassily Kandinsky	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>
7	Guernica - Pablo Picasso	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>
8	The Starry Night - Vincent van Gogh	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>
9	Skrik - Edvard Munch	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>	<i>spiegelverkehrt</i>
10	The Last Supper - Leonardo da Vinci	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
11	Sunday afternoon - George Pierre Seurat	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
12	Angels – Raffael	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>
Distraktoren		Testung 1	Testung 2	Testung 1	Testung 2
13	Bathers - Charles Demuth	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
14	Fuji from Edo Castle - David Bull	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
15	The little Pine - Emily Carr	original	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt
16	Landscape - Francis Picabia	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original
17	Explosion - George Grosz	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original
18	Ikkeisai Yoshiku	original	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original
19	Boys - Kuzma Petrov-Vodkin	spiegelverkehrt	original	original	spiegelverkehrt
20	Lamentation - Luca Signorelli	spiegelverkehrt	original	original	spiegelverkehrt
21	Blumenstrauß - Maria Kegel-Maillard	spiegelverkehrt	original	original	spiegelverkehrt
22	Harmony concord - Mikhail Nesterov	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
23	The day at the clothing optional beach - MOBA	spiegelverkehrt	spiegelverkehrt	original	original
24	Allegory - Piero di Cosimo	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>spiegelverkehrt</i>	<i>original</i>	<i>original</i>

3.2 Aufbereitung und Auswertung der Daten

3.2.1 String-Editing-Analysis

Die Auswertung erfolgte in Anlehnung an die bereits von Brandt und Stark (1997) und Gbadamosi und Zangemeister (2001) verwendete *string-editing-analysis*. Nachfolgend findet sich eine genaue Beschreibung der einzelnen Auswertungsschritte.

3.2.1.1 Begaze

Der erste Schritt der Datenaufbereitung erfolgte mithilfe von Begaze (Version 2.1), einer Software der Firma SMI. Diese dient sowohl zur Analyse und Visualisierung aufgenommener Eye-Tracking Daten als auch zur Strukturierung von Experimentalinformationen. Es besteht unter anderem die Möglichkeit Scanpaths in Echtzeit ablaufen zu lassen, sich Heatmaps anzeigen zu lassen oder AOIs zu erstellen.

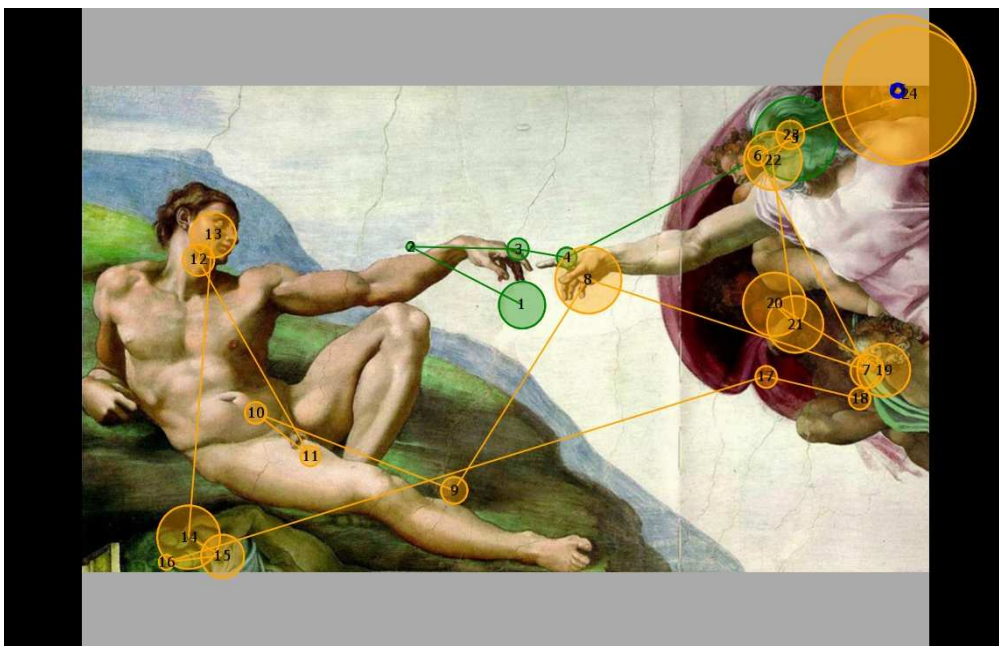


Abbildung 11. Mithilfe von Begaze visualisierter Scanpath.

Zu Beginn wurde ein 5 x 5 Grid von AOIs über sämtliche Original- und spiegelverkehrten Stimuli gelegt. Dadurch erhielt man 25 gleich große AOIs pro Stimulus. Die AOIs wurden dabei von links nach rechts und von oben nach unten alphabetisch mit Buchstaben benannt.

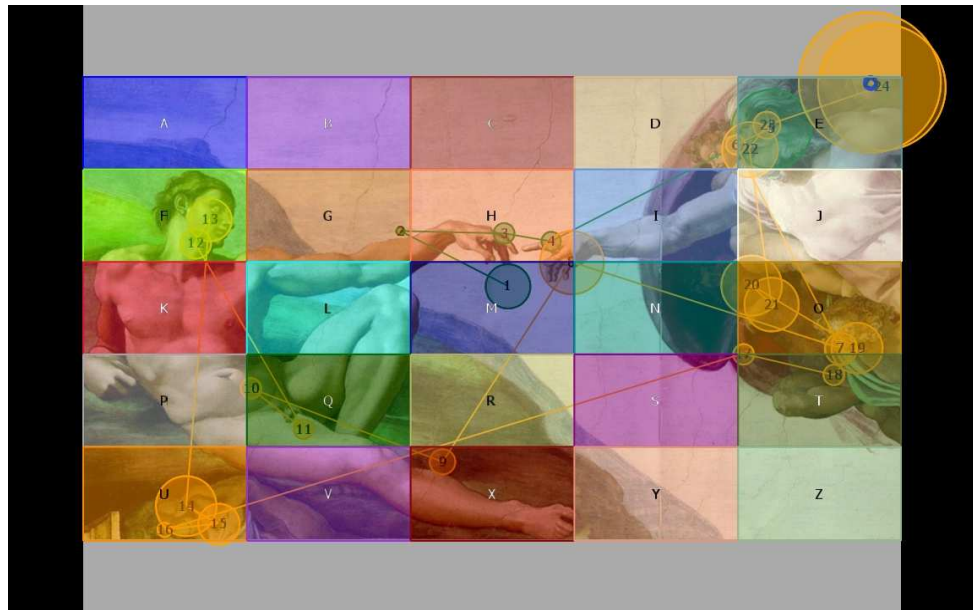


Abbildung 12. 5 x 5 Grid mit alphabetisch benannten AOIs und Fixationen innerhalb der AOIs.

Danach wurden die Eye-Tracking Daten jeder Versuchsperson für jedes Bild in eine Textdatei umgewandelt und exportiert. Aus dem Export-File war eindeutig ersichtlich, welche Fixationen welche AOI getroffen hatten (*Hits*). Durch Aneinanderreihung der einzelnen Fixationen bzw. Buchstaben in chronologischer Reihenfolge ergab sich eine mehr oder weniger lange Zeichenkette, ein so genannter *string*.

3.2.1.2 Levenshtein-Distanz

Die Levenshtein-Distanz wurde nach dem russischen Wissenschaftler Wladimir Lewenstein benannt und ist ein aus der Informationstheorie stammendes Maß für die Messung des Unterschiedes zwischen verschiedenen Zeichenketten (Sankoff & Kruskal, 1983). Praktische Anwendung findet die Levenshtein-Distanz beispielsweise bei der Konzeption von Rechtschreibprüfungen, bei der Spracherkennung, bei DNA-Analysen und Plagiatsprüfungen.

Bei der Berechnung der Levenshtein-Distanz wird die minimale Anzahl an Operationen, z. B. Einfügen, Ersetzen, Löschen von Buchstaben, die notwendig ist, um eine Zeichenkette in eine andere zu transformieren, ermittelt. Verschiedene Operationen werden unterschiedlich gewichtet, z. B. Einfügen oder Löschen mit „1“, Ersetzen mit „2“ (entspricht 1 x „Löschen“ und 1 x „Einfügen“).

Beispiel

string 1: ABBAECDDDD (Originalwerk)

string 2: ABBECDDDDE (spiegelverkehrte Version)

Dieses Beispiel zeigt welcher Aufwand (*cost*) notwendig ist, um string 1 in string 2 umzuwandeln. Durch Einfügen des Buchstaben „A“ (*cost*=1) und Löschen von „E“ (*cost*=1) kann string 2 in string 1 transformiert werden.

Beispiel

Einfügen „A“ in string 2:

string 1: ABBAECDDDD (Originalwerk)

string 2: ABBAECDDDDDE (spiegelverkehrte Version)

Löschen „E“ in string 2:

string 1: ABBAECDDDD (Originalwerk)

string 2: ABBAECDDDD (spiegelverkehrte Version)

Die Levenshtein-Distanz oder *string editing cost* beträgt somit $D=2$ und wird nun durch die Anzahl der Zeichen beider strings (*string length*) dividiert $\rightarrow 2/20 = 0,1$. Das Ergebnis stellt die normalisierte relative Distanz dar und dient als Maß zur Messung der Ähnlichkeit der verschiedenen strings bzw. Blickbewegungsabfolgen. Je kleiner dabei die normalisierte relative Levenshtein-Distanz ist, desto ähnlicher sind sich die Zeichenketten. Die Matrix des Algorithmus der Levenshtein-Distanz entspricht der Form $(n + 1) \times (m + 1)$, wobei n und m die Längen der zu vergleichenden strings sind.

$$\begin{aligned} D_{0,0} &= 0, \\ D_{i,0} &= i, \\ D_{0,j} &= j, \\ D_{i,j} &= \min \begin{cases} D_{i-1,j-1} & +0 \text{ (gleicher Buchstabe)} \\ D_{i-1,j-1} & +2 \text{ (Ersetzen)} \\ D_{i-1,j} & +1 \text{ (Einfügen)} \\ D_{i,j-1} & +1 \text{ (Löschen)} \end{cases} \end{aligned}$$

		A	B	B	A	E	C	D	D	D	D
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
B	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7
E	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5	6
C	5	4	3	2	2	2	1	2	3	4	5
D	6	5	4	3	3	3	2	1	2	3	4
D	7	6	5	4	4	4	3	2	1	2	3
D	8	7	6	5	5	5	4	3	2	1	2
D	9	8	7	6	6	6	5	4	3	2	1
E	10	9	8	7	7	7	6	5	4	3	2

Abbildung 13. Beispiel: Matrix mit 2 Beispielstrings. Die niedrigste string editing cost findet sich immer in der untersten rechten Zelle. Die minimale Anzahl an notwendigen Transformationschritten ist in der Abbildung grau unterlegt. Beginnend in der ersten Spalte, wird jedes Element einer Zeichenkette mit jedem Element der anderen Zeichenkette verglichen. Jede Zelle erhält dabei den niedrigsten der folgenden 4 Werte zugewiesen: entweder a) den Wert der Zelle direkt über ihr + 1 (string editing cost für „Einfügen“), b) den Wert der Zelle links neben ihr +1 (string editing cost für „Löschen“), c) den Wert der Zelle links oberhalb +2 (string editing cost für „Ersetzen“) oder d) den Wert der Zelle links oberhalb (falls keine Transformation notwendig ist).

Um zu überprüfen, ob die anfänglichen Blickbewegungen beim Betrachten der Werke bei der zweiten Testung denen bei der ersten Testung bei wechselnder Bedingung ähneln, wurde jeder string eines Scanpaths in zwei Teile geteilt. Sowohl die erste Fixation, die aufgrund ihrer Zeitnähe zur Titeleinblende in der Mitte des Bildes lag, als auch alle Fixationen unter 100ms wurden eliminiert.

Der erste Teil des strings beinhaltete die ersten fünf Fixationen, der zweite Teil die darauf folgenden fünf Fixationen. War einer der Teile kleiner als fünf Fixationen, i. e. Buchstaben, lang, wurde dieser nicht zur Berechnung miteinbezogen. Danach wurde die Levenshtein-Distanz zwischen den ersten fünf Fixationen eines der drei Durchgänge bei Testung 1 und den ersten fünf Fixationen des vierten Durchganges (Testung 2) nach oben beschriebener Methode manuell ermittelt. Dasselbe Vorgehen erfolgte mit den darauf folgenden fünf Fixationen der verschiedenen Durchgänge. Somit erhielt man zwei Werte anhand derer klar ersichtlich war, welches der beiden Fixationspaare sich mehr ähnelte.

3.2.2 Automatisierung der Scanpath-Extraktion

Da das in Abschnitt 3.2.1 beschriebene, händische Auswerten der Daten zu fehleranfällig und bei jeder kleineren Änderung an der Methode zu zeitintensiv gewesen wäre, wurde eine Java-Applikation entwickelt, die diese Vorgänge automatisiert. Darüber hinaus ergibt sich durch die Automatisierung eine erhöhte Freiheit in Bezug auf die Auswertung verschiedener Tracking-Durchgänge oder auf das Vergleichen von strings. Das Programm liest die Eye-Tracking Daten aus dem Datenfile ein, sucht anschließend alle Fixationen heraus, weist sie über vorher festgelegte *User Events* den Stimuli zu, bestimmt anhand der Koordinaten die AOIs und erhält damit den Scanpath. Über Parameter können anschließend die zu extrahierenden Bereiche festgelegt und ihre Levenshtein-Distanzen bestimmt werden.

3.2.3 SPSS

Der letzte Schritt der Auswertung erfolgte mit SPSS 16.0. Die normalisierten Levenshtein-Distanzen bzw. Ähnlichkeitsmaße der ersten fünf und darauf folgenden fünf Fixationen verschiedenster Durchgänge wurden in Abhängigkeit zur Stimuluszugehörigkeit (*TAT – Experimental*, *TAT – Distraktoren*, *berühmte Bilder – Experimental*, *berühmte Bilder – Distraktoren*) und zum Bedingungswechsel (gleichbleibende vs. wechselnde Bedingung) zur Mittelwertsberechnung und zur Berechnung multi-faktorieller Varianzanalysen mit Messwiederholung herangezogen. Da die Daten jedoch von jedem Bild pro Durchgang und jeder Versuchsperson vorhanden waren, mussten diese zuvor aggregiert und restrukturiert werden. Weiters erfolgte auch eine Auswertung der Fragebögen bzgl. Title-Matching, Originalerkennung und Gefallensurteil und die Levenshtein-Distanzen der aufeinander folgenden Durchgänge wurden miteinander verglichen um herauszufinden, ob sich mit wiederholter Präsentation der Stimuli die Stabilität der Scanpaths erhöht.

Bei der Auswertung wurde außerdem hinsichtlich der Faktoren variiert, i. e. es erfolgte auch eine Post-Hoc Analyse mit 4 Werten zum Faktor Bedingungswechsel (gleichbleibend: original-original, gespiegelt-gespiegelt, wechselnd: original-gespiegelt, gespiegelt-original). Ein weiterer Teil der Post-Hoc Auswertung war die Verwendung eines 5 x 5 Buchstaben-Grids in seiner horizontal gespiegelten Version (siehe Abschnitt 4.4.2). Zur Auswertung wurden jene Bilddaten verwendet, bei denen es zu einem

Bedingungswechsel gekommen war. Die dahinter stehende Überlegung war, dass ein Umlenken der Aufmerksamkeit auf tatsächliche Features des spiegelverkehrten Bildes schon am Anfang der Bildbetrachtung festgestellt werden könnte. Zum Abschluss wurde berechnet, wie häufig die erste Fixation des ersten Durchgangs (Testung 1) und die erste Fixation des vierten Durchgangs (Testung 2) in derselben AOI lagen. Dieselbe Berechnung wurde auch anhand der Daten zur zweiten Fixation durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency

4.1.1 Mittelwerte und Standardabweichungen – 4 Stimulusgruppen – 2 Bedingungen

Folgende Hypothesen sollen mittels der Ergebnisse dieses Teilkapitels überprüft werden (Hypothesenbeschreibung und Nomenklatur siehe Abschnitt 2.7.1)

- *Hypothese 0 vs. Hypothese 1*
- *Hypothese 0_TAT_bB vs. Hypothese 1_TAT_bB*
- *Hypothese 0_GL_WL vs. Hypothese 1_GL_WL*

Um zu einer ersten Übersicht über die Mittelwerte der verschiedenen Levenshtein-Distanzen (LvD) zwischen den Fixationsabschnitten zu gelangen, wurden als unabhängige Variablen die Stimulusgruppen

- *TAT – Experimental*
- *TAT – Distraktoren*
- *berühmte Bilder – Experimental*
- *berühmte Bilder – Distraktoren,*

als auch 2 verschiedene Versuchsbedingungen

- *gleichbleibende Bedingung (original – original, gespiegelt – gespiegelt)*
- *wechselnde Bedingung (original – gespiegelt, gespiegelt – original)*

herangezogen. Die Mittelwerte der LvD wurden dabei durch einen Vergleich jeder der ersten drei Durchgänge und deren Mittelwert (Testung 1) mit dem 4. Durchgang (Testung 2) ermittelt.

Wie in Tabelle 4 und Abbildung 14 ersichtlich, sind alle berechneten Mittelwerte der gleichbleibenden Bedingung niedriger als die Mittelwerte der wechselnden Bedingung. Darüber hinaus sind die Mittelwerte der LvD der ersten fünf Fixationen beider Bedingungen immer niedriger als die Mittelwerte der LvD der darauf folgenden fünf Fixationen. Weiters sind die Mittelwerte der LvD bei der Stimulusgruppe der berühmten Bilder durchgehend höher als bei der Stimulusgruppe der TAT.

Tabelle 4. Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) pro Stimulusgruppe über 2 Bedingungen. Berechnet wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen Durchgang 1 und 4 (LvD (DG1, DG4)), zwischen Durchgang 2 und 4 (LvD (DG2, DG4)), zwischen Durchgang 3 und 4 (LvD (DG3, DG4)) und zwischen den Mittelwerten der ersten 3 Durchgänge und Durchgang 4 (LvD (mean (DG1, DG2, DG3), DG4)).

		Gleichbleibende Bedingung							
		TAT				berühmte Bilder			
		Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
		LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
		<i>LvD (DG1, DG4)</i>							
mean		0.66	0.75	0.59	0.70	0.67	0.78	0.61	0.77
sd		0.08	0.03	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10	0.07
		<i>LvD (DG2, DG4)</i>							
mean		0.68	0.80	0.59	0.78	0.68	0.78	0.67	0.82
sd		0.13	0.06	0.10	0.08	0.06	0.08	0.09	0.06
		<i>LvD (DG3, DG4)</i>							
mean		0.70	0.79	0.64	0.74	0.69	0.78	0.67	0.83
sd		0.09	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07	0.07	0.07
		<i>LvD (mean (DG1, DG2, DG3), DG4)</i>							
mean		0.68	0.78	0.61	0.74	0.68	0.78	0.65	0.80
sd		0.09	0.04	0.06	0.05	0.07	0.06	0.04	0.03
		Wechselnde Bedingung							
		TAT				berühmte Bilder			
		Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
		LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
		<i>LvD (DG1, DG4)</i>							
mean		0.84	0.88	0.75	0.80	0.75	0.87	0.82	0.86
sd		0.06	0.06	0.10	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07
		<i>LvD (DG2, DG4)</i>							
mean		0.83	0.87	0.83	0.81	0.83	0.85	0.81	0.86
sd		0.09	0.05	0.07	0.07	0.08	0.05	0.07	0.07
		<i>LvD (DG3, DG4)</i>							
mean		0.86	0.87	0.82	0.85	0.85	0.87	0.82	0.86
sd		0.08	0.06	0.08	0.06	0.08	0.05	0.09	0.06
		<i>LvD (mean (DG1, DG2, DG3), DG4)</i>							
mean		0.84	0.87	0.80	0.82	0.81	0.86	0.81	0.86
sd		0.06	0.04	0.07	0.03	0.06	0.04	0.04	0.04

Der niedrigste Mittelwert der LvD findet sich für beide Bedingungen bei der Stimulusgruppe der Distraktoren des TAT für die ersten fünf Fixationen. Die höchsten Mittelwerte der LvD können für die gleichbleibende Bedingung bei der Stimulusgruppe der *berühmten Bilder* – *Experimental* und für die wechselnde Bedingung bei der Stimulusgruppe *TAT* – *Experimental* für die zweiten fünf Fixationen abgelesen werden.

Die größten Differenzen zwischen den Mittelwerten der LvD der ersten fünf und darauf folgenden fünf Fixationen kann bei gleichbleibender Bedingung bei der

Stimulusgruppe *TAT – Distraktoren* und *berühmte Bilder – Distraktoren* gefunden werden. Bei der wechselnden Bedingung findet sich bei der Gruppe der *berühmten Bilder – Experimental* und *berühmten Bilder – Distraktoren* ebenfalls eine erhöhte Differenz der Mittelwerte der LvD, wenn auch diese nicht so extrem ausfällt.

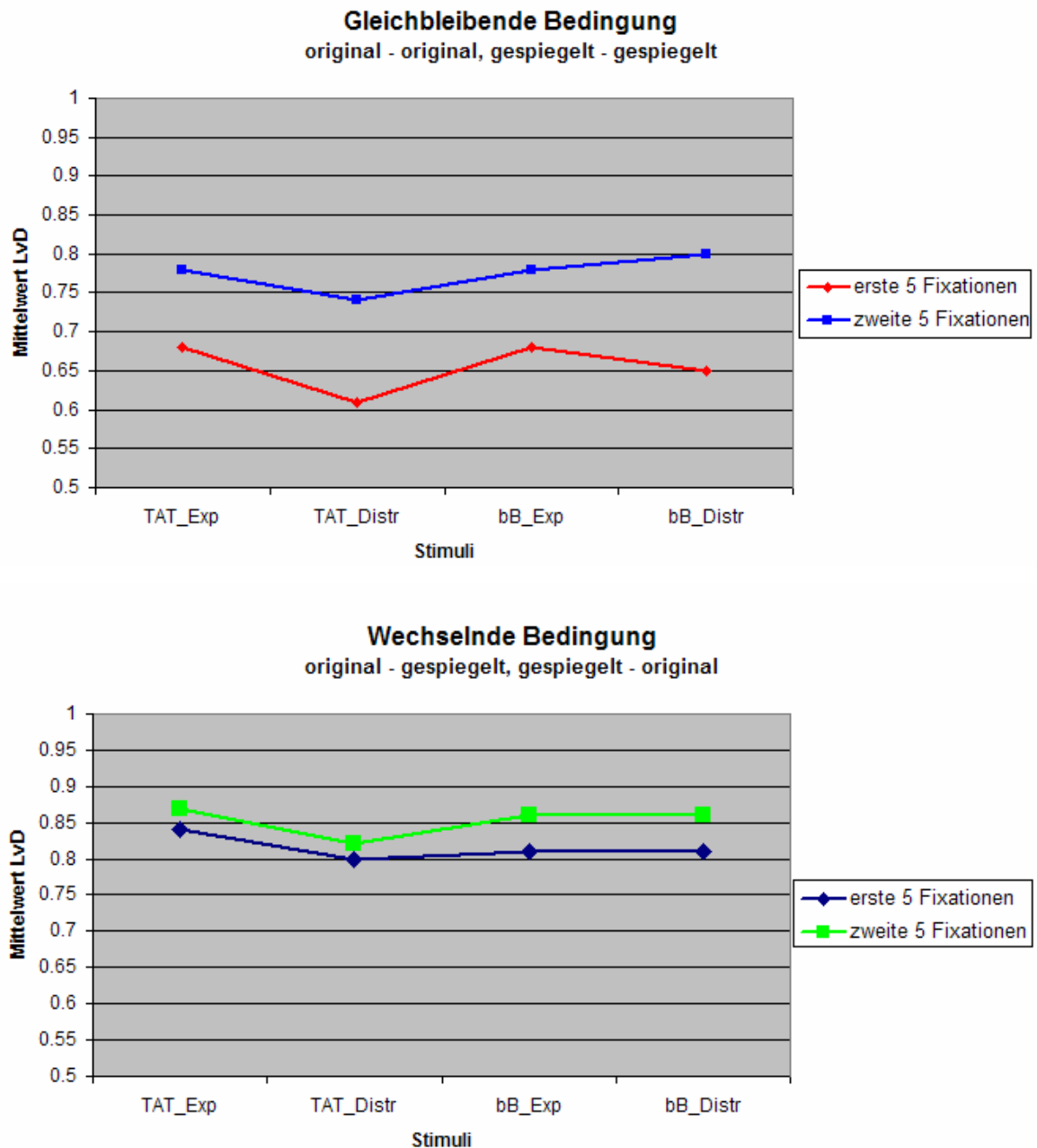


Abbildung 14. Liniendiagramme mit Mittelwerten der LvD der gleichbleibenden und wechselnden Bedingung mit Unterscheidung zwischen den ersten fünf und den darauf folgenden fünf Fixationen und vier Stimulusgruppen (*TAT_Exp*, *TAT_Distr*, *bB_Exp* und *bB_Distr*).

4.1.2 Repeated Measures ANOVA

Nach der Berechnung der Mittelwerte wurden anhand der drei Faktoren

- Stimulusgruppe (*TAT – Experimental, TAT – Distraktoren, berühmte Bilder – Experimental, berühmte Bilder – Distraktoren*),
- Bedingung (gleichbleibend, wechselnd) und
- LvD (LvD_5, LvD_5PLUS)

vier Varianzanalysen mit Messwiederholung oder *Repeated Measures ANOVA* für die vier zu vergleichenden Durchgänge durchgeführt. Wie in Tabelle 5 ersichtlich ergaben sich bei der ersten ANOVA zwischen DG1 und DG4 keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Faktoren. Bei der zweiten ANOVA (DG2, DG4) zeigte sich bereits eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Bedingung und LvD beobachtet werden ($F(1,9)=17.28, p<.01$). Bezug nehmend auf die dritte durchgeführte ANOVA (DG3, DG4) wurde wiederum eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren Bedingung und LvD gefunden ($F(1,9)=8.17, p<.05$). Daraus resultierend ergab sich auch eine signifikante Wechselwirkung für die ANOVA zwischen den Mittelwerten der Faktoren der ersten drei Durchgänge und dem vierten Durchgang ($F(1,9)=13.66, p<.01$). Eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren Stimuli und Bedingung, Stimuli und LvD und allen drei Faktoren konnte in keinem der Durchgänge gefunden werden.

4.2 Stabilisierung der Scanpaths

Folgende Hypothese soll mittels vorliegender Ergebnisse belegt oder widerlegt werden (siehe Abschnitt 2.7.2)

- *Hypothese 0_SB vs. Hypothese 1_SB*

Bei diesem Teil der Auswertung wurden die LvD der unmittelbar aufeinander folgenden Durchgänge untersucht um herauszufinden, ob es bei wiederholter Präsentation der Stimuli zur Erhöhung der Stabilität der Scanpaths kommt. Blickbewegungen, deren Ähnlichkeit über die Zeit ansteigt, sollten sich demnach in sinkenden oder zumindest gleichbleibenden LvD Werten zeigen.

Es wurden die LvD der ersten fünf und darauf folgenden fünf Fixationen bei gleichbleibender Bedingung aller vier Stimulusgruppen für alle aufeinander folgenden Durchgänge, i. e. DG1 – DG2, DG2 – DG3, DG3 – DG4, DG4 – DG5, berechnet.

Tabelle 5. Ergebnisse der Repeated Measures ANOVA der Faktoren Stimuli, Bedingung und LvD beim Vergleich von Durchgang 1 (DG1) mit Durchgang 4 (DG4), Durchgang 2 (DG2) mit DG4, Durchgang 3 (DG3) mit DG4 und der Mittelwerte der ersten drei Durchgänge (mean (DG1, DG2, DG3)) mit DG4.

Faktoren	df	Error df	F	Sign.
<i>DG1, DG4</i>				
Stimuli * Bedingung	3	7	2.59	.14
Stimuli * LvD	3	7	1.52	.29
Bedingung * LvD	1	9	4.02	.08
Stimuli * Bedingung * LvD	3	7	1.05	.43
<i>DG2, DG4</i>				
Stimuli * Bedingung	3	7	0.82	.52
Stimuli * LvD	3	7	1.09	.41
Bedingung * LvD	1	9	17.28**	.00
Stimuli * Bedingung * LvD	3	7	1.94	.21
<i>DG3, DG4</i>				
Stimuli * Bedingung	3	7	0.55	.66
Stimuli * LvD	3	7	0.94	.47
Bedingung * LvD	1	9	8.17*	.02
Stimuli * Bedingung * LvD	3	7	0.28	.84
<i>mean (DG1, DG2, DG3), DG4</i>				
Stimuli * Bedingung	3	7	2.57	.14
Stimuli * LvD	3	7	2.97	.11
Bedingung * LvD	1	9	13.66**	.01
Stimuli * Bedingung * LvD	3	7	1.12	.40

Anmerkung. *p < .05, **p < 0.01

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, kommt es tendenziell bis Durchgang 3 zu einem Anstieg der Werte und einem darauf folgenden Absinken. Bei der Stimulusgruppe TAT – Distraktoren sinkt der Endwert der LvD sogar unter Anfangswert. Dasselbe kann bei der Gruppe der berühmten Bilder – Experimental für die ersten fünf Fixationen beobachtet werden. Die angezeigten LvD Werte der ersten fünf Fixationen liegen bei allen Gruppen unter den Werten der darauf folgenden fünf Fixationen.

Tabelle 6. Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD_5 und LvD_5PLUS bei gleichbleibender Bedingung aller vier Stimulusgruppen für alle aufeinander folgenden Durchgänge.

Gleichbleibende Bedingung - Stabilisierung der Scanpaths								
	TAT				berühmte Bilder			
	Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
<i>LvD (DG1, DG2)</i>								
mean	0.61	0.71	0.60	0.78	0.69	0.76	0.65	0.79
sd	0.11	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05	0.09	0.05
<i>LvD (DG2, DG3)</i>								
mean	0.65	0.77	0.62	0.79	0.72	0.83	0.73	0.81
sd	0.08	0.06	0.11	0.08	0.07	0.11	0.09	0.06
<i>LvD (DG3, DG4)</i>								
mean	0.70	0.79	0.64	0.74	0.69	0.78	0.67	0.83
sd	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07	0.07	0.07
<i>LvD (DG4, DG5)</i>								
mean	0.65	0.80	0.59	0.74	0.68	0.79	0.68	0.79
sd	0.11	0.09	0.07	0.05	0.10	0.10	0.10	0.09

Abbildung 15 zeigt, dass die Stimulusgruppen *TAT – Distraktoren*, *berühmte Bilder – Experimental* und *berühmte Bilder – Distraktoren* bis zum dritten Durchgang ansteigen und danach entweder auf beinahe den Anfangswert absinken (Stimulusgruppe *berühmte Bilder*) oder sogar unter diesen sinken (Stimulusgruppe *TAT – Distraktoren*). Die Endwerte der Stimulusgruppen *TAT – Experimental*, *berühmte Bilder – Experimental* und *berühmte Bilder – Distraktoren* liegen in etwa demselben Wertebereich. Die Gruppe der *TAT – Distraktoren* verzeichnet durchgehend einen flacheren Verlauf, deutlich niedrigere LvD Werte und weist den niedrigsten Endwert auf.

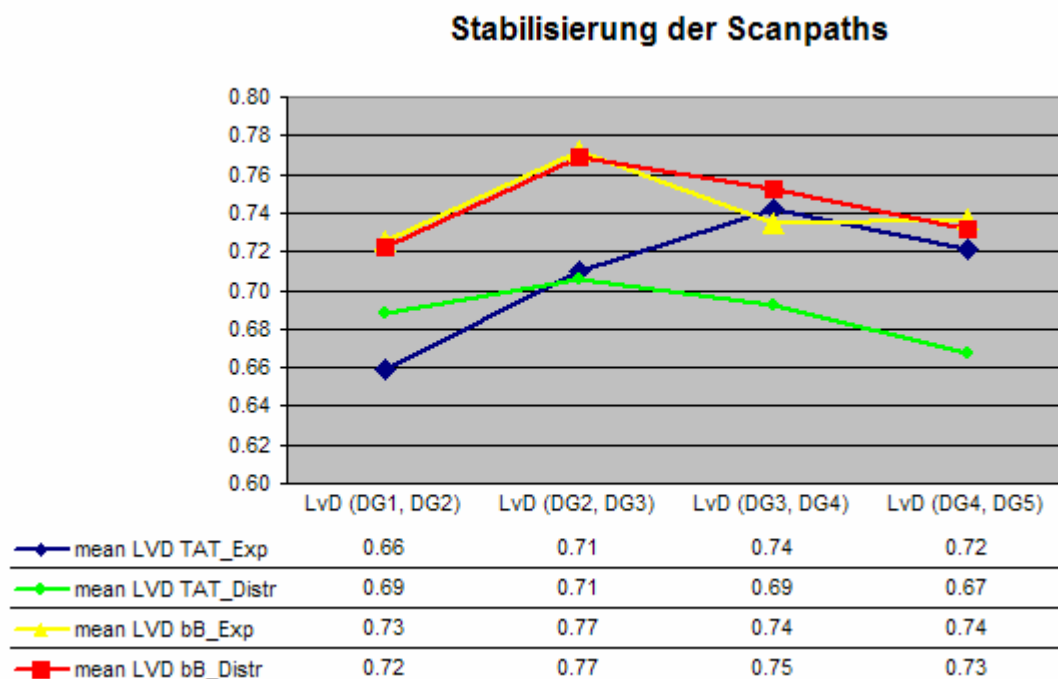


Abbildung 15. Mittelwerte der LvD bei gleichbleibender Bedingung aller 4 Stimulusgruppen für alle aufeinander folgenden Durchgänge.

4.3 Fragebögen

Im Anschluss an die erste Testung wurde den Versuchspersonen der *Fragebogen – Bildertitel* vorgegeben. Nach der zweiten Testung wurde der *Fragebogen – Erkennen des Originals und Gefallensurteil* vorgelegt.

4.3.1 Fragebogen – Bildtitel

Die Hypothese, die mittels folgender Ergebnisse geprüft werden sollte, war (siehe Abschnitt 2.7.3)

- *Hypothese 0_TM vs. Hypothese 1_TM*

Bei diesem Fragebogen wurde mittels einer title-matching Aufgabe geprüft, ob die Stimuli und die dazugehörigen Titel durch die dreimalige Präsentation ausreichend gelernt worden waren. Die Versuchspersonen erhielten einen Fragebogen mit den zuvor präsentierten 24 Stimuli der Experimentalbedingung. Unter jedem Bild befanden sich fünf während des Experiments präsentierte Bildtitel, jedoch nur ein richtiger, zum Bild passender Titel. Die Auswahl der vorgegebenen Bildtitel passierte randomisiert. Aus Tabelle 7 ist abzulesen, dass insgesamt nur drei Bildtitel nicht korrekt erkannt wurden, i. e. 99% der gelernten Bildtitel konnten auch nach dem Experiment wieder richtig zugeordnet werden.

Tabelle 7. Anzahl und Prozentwerte der richtig und falsch erkannten Bildtitel der Stimulusgruppen *TAT – Experimental* und *berühmte Bilder – Experimental* über gleichbleibende und wechselnde Bedingung.

	Fragebogen - Bildtitel			
	TAT_Exp	bB_Exp	total	%
vorgegeben	120	120	240	100%
Titel_richtig	118	119	237	99%
Titel_falsch	2	1	3	1%

4.3.2 Fragebogen - Erkennen des Originals und Gefallensurteil

Die mittels folgender Ergebnisse zu überprüfenden Hypothesen waren (siehe Abschnitt 2.7.4)

- *Hypothese 0_OE vs. Hypothese 1_OE*
- *Hypothese 0_GU vs. Hypothese 1_GU*

Dieser Fragebogen enthielt wiederum alle 24 Stimuli der Experimentalbedingung, die als Bilderpaare (jeweils das Original und das gespiegelte Bild) präsentiert wurden. Die Versuchspersonen mussten unter jedem Bilderpaar angeben, welches der beiden Bilder sie für die Originalversion hielten und welches der Bilder ihnen besser gefiel. Der Fragebogen

wurde als forced-choice Variante konzipiert, um ein klares Ergebnis zwischen den Originalen und gespiegelten Werken zu garantieren.

Tabelle 8. Anzahl und Prozentwerte der richtig und falsch erkannten Originale und Anzahl und Prozentwerte der Originale und spiegelverkehrten Werke, die ein höheres Gefallensurteil bewirkten.

Fragebogen - Erkennen des Originals und Gefallensurteil						
	TAT_Exp	%	bB_Exp	%	total	%
<i>Erkennen des Originals</i>						
vorgegeben	120	100%	120	100%	240	100%
Original_richtig	65	54%	64	53%	129	54%
Original_falsch	55	46%	56	47%	111	46%
<i>Gefallensurteil</i>						
vorgegeben	120	100%	120	100%	240	100%
Original_höheres GF	61	51%	61	51%	122	51%
SV_höheres GF	59	49%	59	49%	118	49%

Aus Tabelle 8 geht hervor, dass 54% der Originale richtig erkannt wurden. Die Originalversionen der berühmten Bilder wurden dabei circa genauso oft richtig erkannt wie die Originalversionen der Bilder des TAT und es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen *TAT – Original richtig erkannt* und *TAT – Original nicht erkannt* ($t(9)=1.342, p>.05$) und den Gruppen *berühmte Bilder – Original richtig erkannt* und *berühmte Bilder – Original nicht erkannt* ($t(9)=.739, p>.05$) festgestellt werden. Bezüglich des Gefallensurteils lässt sich aus den gewonnenen Daten keine signifikante Präferenz der Versuchspersonen für die Original- oder gespiegelten Versionen ablesen. Es können diesbezüglich auch keine markanten Unterschiede zwischen den beiden Stimulusgruppen *TAT – Experimental* ($t(9)=.246, p>.05$) und *berühmte Bilder – Experimental* ($t(9)=.176, p>.05$) gefunden werden.

4.4 Post-hoc Analyse

4.4.1 Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency

4.4.1.1 Mittelwerte und Standardabweichungen – 4 Stimulusgruppen – 4 Bedingungen

Um die signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Bedingung und LvD (siehe Abschnitt 4.1.2) näher zu untersuchen, wurde post-hoc eine weitere Berechnung der

Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD unter Verwendung folgender unabhängiger Variablen vorgenommen:

Stimulusgruppen

- *TAT – Experimental*
- *TAT – Distraktoren*
- *berühmte Bilder – Experimental*
- *berühmte Bilder – Distraktoren,*

Vier verschiedene Versuchsbedingungen

- gleichbleibende Bedingung 1 (original – original)
- gleichbleibende Bedingung 2 (gespiegelt – gespiegelt)
- wechselnde Bedingung 1 (original – gespiegelt)
- wechselnde Bedingung 2 (gespiegelt – original)

Die Mittelwerte der LvD wurden dabei durch einen Vergleich jeder der ersten drei Durchgänge (Testung 1) mit dem 4. Durchgang (Testung 2) ermittelt. Tabelle 9 zeigt, dass es bei gleichbleibender Bedingung 1 (original – original) eine Tendenz der Mittelwerte mit der Anzahl an Durchgängen zu steigen bzw. nach dem zweiten Durchgang wieder abzusinken, gibt. Die niedrigsten Mittelwerte sind bei der Stimulusgruppe der *TAT – Distraktoren* zu verzeichnen, die höchsten Mittelwerte bei der Bedingung *TAT – Experimental*.

Bei der gleichbleibenden Bedingung 2 (gespiegelt – gespiegelt) lässt sich ebenfalls eine Tendenz der Mittelwerte mit der Anzahl der Durchgänge zu steigen bzw. nach dem zweiten Durchgang wieder abzusinken beobachten. Die niedrigsten Mittelwerte verzeichnet wiederum die Gruppe der *TAT – Distraktoren*. Die höchsten Mittelwerte ergeben sich aus der Gruppe der *berühmten Bilder – Distraktoren*.

Bei einem Vergleich der beiden gleichbleibenden Bedingungen lassen sich außer geringfügig niedrigeren Mittelwerten der Stimulusgruppe *TAT – Experimental* in der Bedingung 2 keine nennenswerten Unterschiede berichten (siehe Tabelle 9). Bei näherer Untersuchung der Mittelwerte der wechselnden Bedingung 1 (original – gespiegelt) zeigt sich eine leichte Tendenz der Mittelwerte bis zum zweiten Durchgang zu sinken und danach entweder bis zu oder sogar über den Anfangsmittelwert hinaus zu steigen. Die niedrigsten Mittelwerte verzeichnet die Gruppe der *TAT – Distraktoren*, die höchsten Mittelwerte die Gruppe der *berühmten Bilder – Distraktoren*.

Tabelle 9. Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) pro Stimulusgruppe über 4 Bedingungen.

Gleichbleibende Bedingung 1 (original - original)								
	TAT				berühmte Bilder			
	Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
<i>LvD (DG1, DG4)</i>								
mean	0.67	0.80	0.56	0.70	0.69	0.80	0.60	0.77
sd	0.13	0.07	0.06	0.78	0.10	0.16	0.99	0.12
<i>LvD (DG2, DG4)</i>								
mean	0.67	0.85	0.58	0.79	0.66	0.78	0.62	0.81
sd	0.18	0.06	0.11	0.09	0.10	0.10	0.12	0.09
<i>LvD (DG3, DG4)</i>								
mean	0.71	0.82	0.65	0.77	0.65	0.79	0.68	0.81
sd	0.12	0.15	0.10	0.13	0.11	0.12	0.08	0.09
Gleichbleibende Bedingung 2 (gespiegelt - gespiegelt)								
	TAT				berühmte Bilder			
	Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
<i>LvD (DG1, DG4)</i>								
mean	0.65	0.71	0.61	0.70	0.65	0.76	0.61	0.77
sd	0.76	0.06	0.12	0.14	0.17	0.12	0.12	0.10
<i>LvD (DG2, DG4)</i>								
mean	0.70	0.75	0.61	0.77	0.71	0.78	0.72	0.83
sd	0.11	0.11	0.13	0.10	0.12	0.10	0.10	0.11
<i>LvD (DG3, DG4)</i>								
mean	0.68	0.76	0.63	0.72	0.73	0.77	0.67	0.85
sd	0.10	0.14	0.12	0.15	0.16	0.07	0.08	0.08
Wechselnde Bedingung 1 (original - gespiegelt)								
	TAT				berühmte Bilder			
	Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
<i>LvD (DG1, DG4)</i>								
mean	0.84	0.86	0.71	0.75	0.74	0.86	0.82	0.87
sd	0.07	0.11	0.11	0.08	0.09	0.07	0.08	0.07
<i>LvD (DG2, DG4)</i>								
mean	0.79	0.85	0.81	0.79	0.84	0.83	0.80	0.85
sd	0.11	0.09	0.09	0.08	0.15	0.07	0.11	0.09
<i>LvD (DG3, DG4)</i>								
mean	0.85	0.83	0.80	0.80	0.87	0.91	0.82	0.87
sd	0.09	0.09	0.09	0.10	0.07	0.06	0.09	0.08
Wechselnde Bedingung 2 (gespiegelt - original)								
	TAT				berühmte Bilder			
	Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
<i>LvD (DG1, DG4)</i>								
mean	0.83	0.89	0.79	0.84	0.76	0.88	0.82	0.85
sd	0.09	0.05	0.13	0.10	0.15	0.10	0.08	0.10
<i>LvD (DG2, DG4)</i>								
mean	0.86	0.88	0.85	0.83	0.83	0.87	0.82	0.87
sd	0.10	0.05	0.08	0.09	0.06	0.06	0.05	0.08
<i>LvD (DG3, DG4)</i>								
mean	0.86	0.91	0.85	0.89	0.83	0.83	0.82	0.86
sd	0.11	0.09	0.10	0.05	0.12	0.10	0.11	0.08

Die Mittelwerte der berühmten Bilder fallen bei dieser Bedingung marginal höher aus als die Mittelwerte der TAT Bilder. Die Mittelwerte der wechselnden Bedingung 2 (gespiegelt – original) zeigen keine Tendenz in eine bestimmte Richtung. Insgesamt steigen die Werte mit der Anzahl an Durchgängen, sporadisch ist ein schwaches Sinken nach dem zweiten Durchgang zu verzeichnen. Die niedrigsten Mittelwerte sind in der Gruppe berühmte Bilder – Experimental abzulesen, die höchsten in der Gruppe TAT – Experimental. Die Mittelwerte der berühmten Bilder fallen bei dieser Bedingung marginal niedriger aus als die Mittelwerte der TAT Bilder.

Beim Vergleich der beiden wechselnden Bedingungen können insgesamt niedrigere Mittelwerte für die Bedingung 1 verzeichnet werden. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Stimulusgruppe berühmte Bilder – Experimental zuteil, da untersucht werden sollte, ob die Vorkenntnis der Versuchspersonen in Bezug auf die berühmten Kunstwerke einen Einfluss auf die aufgezeichneten Blickbewegungen hatte. Erwartet wurde eine Diskrepanz in der wechselnden Bedingung 2, da hier bereits als Originale bekannte Kunstwerke in den ersten drei Durchgängen mehrmals spiegelverkehrt präsentiert wurden. Hinsichtlich dieser Fragestellung konnte neben dem Anstieg der Mittelwerte der LvD der ersten fünf Fixationen in beiden wechselnden Bedingungen auch ein Absinken der LvD_5PLUS für die wechselnde Bedingung 2 beobachtet werden. In der wechselnden Bedingung 1 kann in Bezug auf die interessierende Komponente eine anfänglich absinkende, aber ab zweitem Durchgang ansteigende LvD_5PLUS festgestellt werden.

Tabelle 10. Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) und dem Gesamtmittelwert (LvD_overall) über 4 Bedingungen.

	<u>LvD_5</u>	<u>LvD_5PLUS</u>	<u>LvD_overall</u>
	<i>original - original</i>		
mean	0.65	0.79	0.72
sd	0.18	0.16	0.17
	<i>gespiegelt - gespiegelt</i>		
mean	0.66	0.76	0.71
sd	0.17	0.11	0.14
	<i>original - gespiegelt</i>		
mean	0.81	0.84	0.82
sd	0.10	0.08	0.09
	<i>gespiegelt-original</i>		
mean	0.83	0.87	0.85
sd	0.10	0.08	0.09

4.4.1.2 Post-hoc Repeated Measures ANOVA

Als weiterer Teil der Post-hoc Analyse wurden anhand der drei Faktoren Stimulusgruppe (*TAT – Experimental*, *TAT – Distraktoren*, *berühmte Bilder – Experimental*, *berühmte Bilder – Distraktoren*), Bedingung (original – original, gespiegelt – gespiegelt, original – gespiegelt, gespiegelt – original) und LvD (LvD_5, LvD_5PLUS) drei Varianzanalysen mit Messwiederholung oder Repeated Measures ANOVA für die drei zu vergleichenden Durchgänge durchgeführt. Dabei ergab sich eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren LvD und Bedingung für die LvD zwischen dem 2. und 4. Durchgang ($(F(3,7)=7,86, p<.01)$).

4.4.2 Spiegelung des Grids

Ein weiterer Teil der Post-hoc Analyse war die Verwendung des 5 x 5 Buchstaben-Grids in seiner horizontal gespiegelten Version (siehe Abbildung 16). Danach kam es wiederum zur Berechnung der normalisierten LvD mithilfe der Buchstabenstrings. Zur Auswertung wurden aber nur jene Blickbewegungsdaten verwendet, die von den wechselnden Bedingungen 1 und 2 stammen. Es soll die Möglichkeit geprüft werden, dass sich die Versuchspersonen von Anfang an an den Bildinhalten des spiegelverkehrten Bildes orientieren und die ursprünglich gelernten Blickbewegungen nicht zeigen. Dieses Verhalten würde sich in kleinen LvD Werten widerspiegeln.

A	B	C	D	E
F	G	H	I	J
K	L	M	N	O
P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y

normaler Grid

E	D	C	B	A
J	I	H	G	F
O	N	M	L	K
T	S	R	Q	P
Y	X	W	V	U

horizontal gespiegelter Grid

Abbildung 16. Links: Der reguläre Buchstabengrid wurde bei Durchgang 1, Durchgang 2 und Durchgang 3 verwendet. Rechts: Der horizontal gespiegelte Buchstabengrid, der bei dieser Post-hoc Analyse für die Durchgänge 4 und 5 verwendet wurde.

Fixiert eine Versuchsperson in den Durchgängen 1-3 bestimmte Bildfeatures der Originalbilder, sodass sich ein Buchstabenstring von „A-G-M“ ergibt und in den Durchgängen 4 und 5 beim Betrachten der spiegelverkehrten Versionen dieselben Features, die bei einem gespiegelten Grid jetzt ebenfalls in den AOIs „A-G-M“ liegen, dann ergeben sich zwei vollkommen identische strings, die eine LvD von 0 zur Folge hätte. Kleine LvD Werte würden demnach bedeuten, dass die Blickbewegungen der Versuchsperson von Anfang an analog zum spiegelverkehrten Bild stattfinden.

4.4.2.1 Mittelwerte und Standardabweichungen

Zur Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den ersten fünf und darauf folgenden fünf Fixationen unter Verwendung des gespiegelten Grids, wurden die Faktoren Stimulusgruppe und wechselnde Bedingung herangezogen.

Wie man in Tabelle 11 ablesen kann erzielten die berühmten Werke höhere LvD Werte als die Bilder des TAT. Die höchsten Mittelwerte der LvD zwischen den ersten fünf Fixationen als auch den darauf folgenden fünf Fixationen wurden von der Stimulusgruppe der *berühmten Bilder* – *Experimental* erzielt. Die niedrigsten Mittelwerte erreichte die Stimulusgruppe *TAT* – *Experimental* bei den ersten fünf Fixationen, bei den darauf folgenden fünf die Gruppe der *TAT* – *Distraktoren*. Insgesamt überragten die Werte der LvD_5PLUS die Werte der LvD_5.

Tabelle 11. Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) pro Stimulusgruppe über den Faktor wechselnde Bedingung.

		Wechselnde Bedingung - Grid gespiegelt							
		TAT				berühmte Bilder			
		Exp		Distraktoren		Exp		Distraktoren	
		LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS	LvD_5	LvD_5PLUS
<i>LvD (DG1, DG4)</i>									
mean		0.58	0.75	0.60	0.70	0.73	0.81	0.74	0.80
sd		0.09	0.07	0.06	0.07	0.10	0.06	0.07	0.08
<i>LvD (DG2, DG4)</i>									
mean		0.64	0.78	0.68	0.74	0.72	0.85	0.75	0.85
sd		0.10	0.06	0.09	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07
<i>LvD (DG3, DG4)</i>									
mean		0.70	0.78	0.65	0.72	0.78	0.87	0.74	0.84
sd		0.09	0.05	0.12	0.08	0.08	0.06	0.07	0.80

4.5 AOI Hits

Um herauszufinden, ob die 1. Fixation des vierten Durchgangs (2. Testung – nach der Spiegelung der Bilder) in derselben AOI lag wie die 1. Fixationen der ersten drei Durchgänge (1. Testung – vor der Spiegelung der Bilder), wurde jeweils der erste Buchstabe des generierten Buchstabenstrings zweier Durchgänge miteinander verglichen und auf Übereinstimmung geprüft. Stimmten dabei die zwei zu vergleichenden Buchstaben überein, dann lag die erste Fixationen in derselben AOI wie bei Testung 1 und es wurde ein *AOI Hit* verzeichnet. Dasselbe Prozedere erfolgte danach auch mit der 2. Fixation bzw. mit dem jeweils zweiten Buchstaben der Buchstabenstrings.

4.5.1 Erste Fixation

Wie in Tabelle 12 abzulesen, nimmt bei der gleichbleibenden Bedingung die Anzahl und somit auch die Prozentwerte der 1. Fixationen in derselben AOI mit der Anzahl der Vergleichsdurchgänge, i. e. DG1 mit DG4, DG2 mit DG4 und DG3 mit DG4, ab. Beim Vergleich von DG3 mit DG4 lässt sich bei den Stimulusgruppen der *berühmten Bilder* – *Experimental* und der *TAT – Distraktoren* ein etwas höherer Wert als bei den zwei übrigen Stimulusgruppen feststellen. Darüber hinaus erzielen beide Distraktorengruppen marginal höhere Werte als die Gruppe der Experimentalstimuli. Auch bei der wechselnden Bedingung steigen die Werte der 1. Fixationen in derselben AOI mit der Anzahl der Vergleichsdurchgänge. Den höchsten Wert erlangt dabei die Stimulusgruppe der *TAT – Distraktoren*. Allgemein ergeben sich bei dieser Bedingung höhere Werte für die *TAT* Stimulusgruppe. Zusammenfassend kann in Abbildung 17 die Abnahme der Anzahl der 1. Fixationen in derselben AOI für beide Bedingungen beobachtet werden. Bei der gleichbleibenden Bedingung finden sich generell mehr AOI Hits als bei der wechselnden Bedingung.

Tabelle 12. Anzahl und Prozentwerte der 1. Fixationen zweier Vergleichsdurchgänge, die in derselben AOI lagen. Berechnet wurden die Werte durch Vergleichen der AOIs der 1. Fixation zwischen Durchgang 1 und 4 (DG1, DG4), zwischen Durchgang 2 und 4 (DG2, DG4), zwischen Durchgang 3 und 4 (DG3, DG4) für alle Stimulusgruppen über gleichbleibende und wechselnde Bedingung.

AOI Hits - 1. Fixation								
gleichbleibende Bedingung								
	TAT_Exp	TAT_Distr	total	%	bB_Exp	bB_Distr	total	%
<i>DG1, DG4</i>								
1FIX_AOI Hit	17	25	42	35%	15	26	41	34%
1FIX_no Hit	43	35	78	65%	45	34	79	66%
			120	100%			120	100%
<i>DG2, DG4</i>								
1FIX_AOI Hit	16	23	39	33%	14	22	36	30%
1FIX_no Hit	44	37	81	68%	46	38	84	70%
			120	100%			120	100%
<i>DG3, DG4</i>								
1FIX_AOI Hit	10	20	30	25%	17	13	30	25%
1FIX_no Hit	50	40	90	75%	43	47	90	75%
			120	100%			120	100%
wechselnde Bedingung								
	TAT_Exp	TAT_Distr	total	%	bB_Exp	bB_Distr	total	%
<i>DG1, DG4</i>								
1FIX_AOI Hit	5	15	20	17%	9	6	15	13%
1FIX_no Hit	55	45	100	83%	51	54	105	88%
			120	100%			120	100%
<i>DG2, DG4</i>								
1FIX_AOI Hit	6	4	10	8%	8	9	17	14%
1FIX_no Hit	54	56	110	92%	52	51	103	86%
			120	100%			120	100%
<i>DG3, DG4</i>								
1FIX_AOI Hit	2	14	16	13%	3	5	8	7%
1FIX_no Hit	58	45	103*	87%	56*	55	55	93%
			16	100%			63	100%

Anmerkung: * eine 1. Fixation in der Berechnung nicht berücksichtigt, da diese ausserhalb des Grids lag

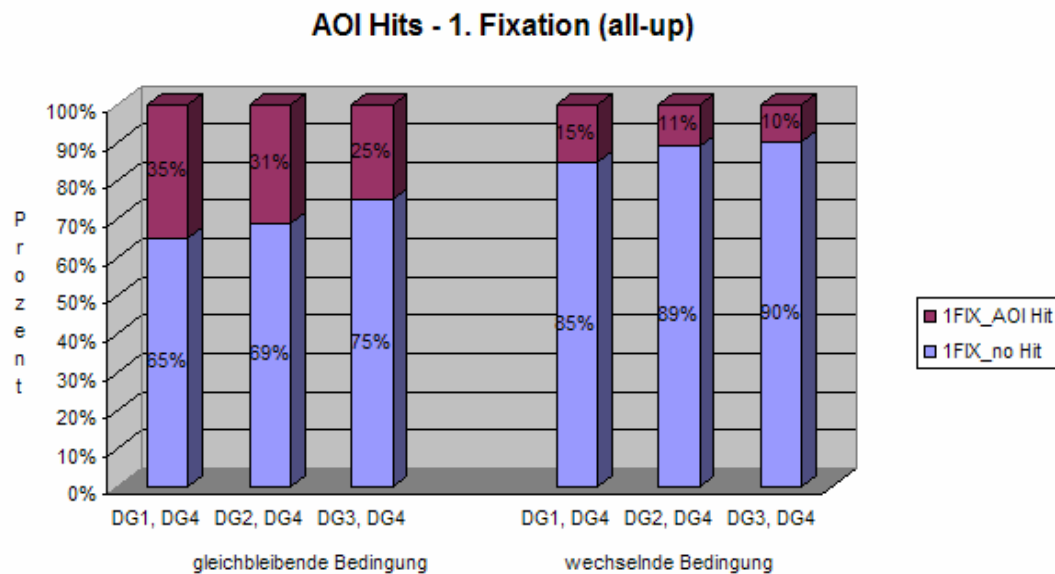


Abbildung 17. Gemittelte Prozentwerte der 1. Fixationen in derselben AOI der jeweiligen Durchgangsvergleiche. Berechnet wurden die Werte über gleichbleibende und wechselnde Bedingung.

4.5.2 Zweite Fixation

Abbildung 18 zeigt, dass auch die Anzahl und damit die Prozentwerte der 2. Fixationen in derselben AOI mit der Anzahl der Vergleichsdurchgänge, i. e. DG1 mit DG4, DG2 mit DG4 und DG3 mit DG4, abnehmen und dabei auch deutlich niedriger ausfallen als beim Vergleich der AOI Hits der 1. Fixationen.

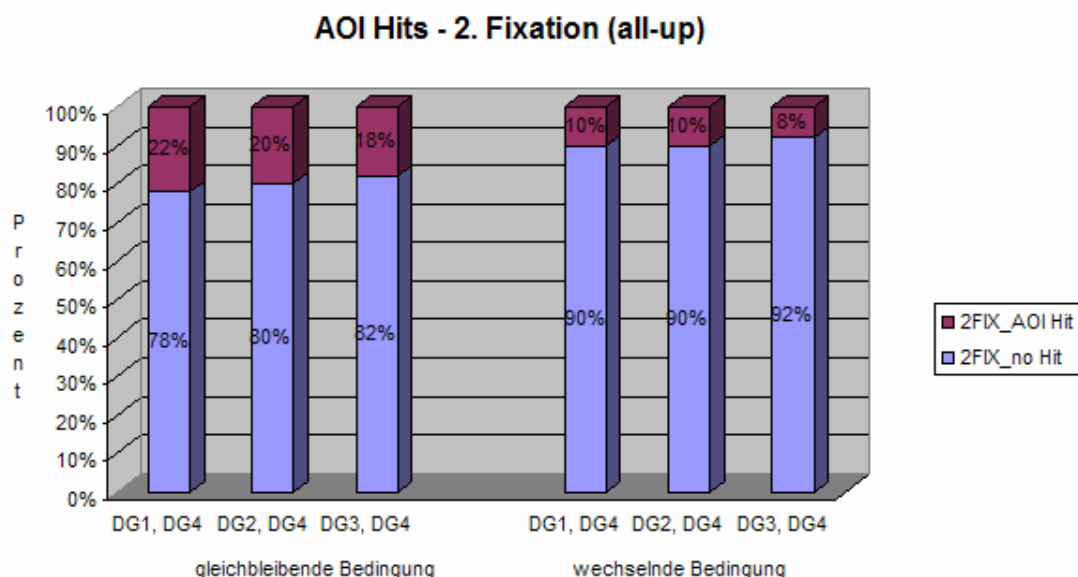


Abbildung 18. Gemittelte Prozentwerte der 2. Fixationen in derselben AOI der jeweiligen Durchgangsvergleiche. Berechnet wurden die Werte über gleichbleibende und wechselnde Bedingung.

5 Diskussion

Anhand der im Theorieteil (Abschnitt 2) ausführlich beschriebenen Wahrnehmungs- und Informationsverarbeitungstheorien, der während des Experiments aufgezeichneten Daten und der darauf folgenden Evaluierung, folgt nun eine Interpretation der gewonnenen Ergebnisse und eine Prüfung der zu Beginn aufgestellten Hypothesen.

5.1 *Dominanz von Mirror-Reversal und Wahrnehmungsfluency*

In vorliegender explorativer Wahrnehmungsstudie sollte die Enkodierung von Blickbewegungen beim Betrachten unterschiedlicher Kunstwerke und Bilder in ihrer Original- und spiegelverkehrten Version untersucht werden. Zwei verschiedene Forschungsansätze wurden dabei verfolgt und stehen sich nun bezüglich der erwarteten Ergebnisse gegenüber.

Die erste Forschungsannahme basiert auf einem unmittelbaren Durchbrechen der Wahrnehmungsfluency durch den Mirror-Reversal. Als Konsequenz zeigen sich keine anfänglich ähnlichen Scanpaths. Trotz der ausreichenden Ausbildung einer Sehgewohnheit durch mehrmalige Präsentation und anschließender Enkodierung der Stimuli während der ersten Testphase, durchbricht die Präsentation der spiegelverkehrten Stimuli die Wahrnehmungsfluency in der zweiten Testphase unmittelbar. Bei Präsentation eines weißen Screens mit der vorherigen Einblende des Titels als Hinweiscue würden die Versuchspersonen die eingelernten Blickbewegungen zeigen (Brandt & Stark, 1997; Gbadamosi & Zangemeister, 2001; Laeng & Teodorescu, 2002). Durch die Konfrontation mit einem neuen (spiegelverkehrten) Stimulus, könnte jedoch eine sofortige Konzentration auf das neue Reizmaterial erfolgen. Ein Abgleich mit den zuvor gelernten Originalwerken im Sinne eines Abgleichs mit einem Prototypen könnte ausschließlich mental passieren und keine Auswirkungen auf die anfänglich gezeigten Blickbewegungen haben (Kosslyn & Shin, 1994). Weiters könnten generelle Scanningstrategien beim Betrachten von Bildern (Gaffron, 1950) oder kulturelle Faktoren wie beispielsweise Schreib- und Lesegewohnheit (Nachson, Argaman & Luria, 1999; Chokron & DeAgostini, 2000) das Auftreten von anfänglich ähnlichen Scanpaths verhindern. Darüber hinaus vertreten manche Autoren die Meinung, dass ein einziger Blick ausreichend wäre, um die essentiellen Eigenschaften eines Bildes zu erkennen. (Biederman, 1974; Underwood, 2009).

Die zweite Forschungsannahme geht von einer Dominanz der Wahrnehmungssehgewohnheit in Bezug auf die holistische Bildverarbeitung aus. Diese Wahrnehmungssehgewohnheit könnte durch das Enkodieren der Blickbewegungen während der Lernphase entwickelt werden. Beim Wiedererkennen der spiegelverkehrten Werke könnten sich im Sinne der Feature-Ring Theorie, die eine Speicherung der Augenbewegungen beim Betrachten und der visuellen Vorstellung als aktiven, sensomotorischen Bestandteil der Wahrnehmung vorschlägt, zunächst die ursprünglich gelernten Blickbewegungen zeigen (Brandt & Stark, 1997; Gbadamosi & Zangemeister, 2001; Laeng & Teodorescu, 2002). Dem Konzept der Fluency zufolge (Winkielman et al., 2003) sollten die Versuchspersonen durch die Lernphase motiviert sein (mere-exposure-effect, Abschnitt 2.4) bei der Betrachtung der spiegelverkehrten Werke den „flüssigsten“ und lustvollsten Weg der Informationsverarbeitung zu wählen und somit beim Wiedererkennen die zuvor gelernten Blickbewegungen ausführen. Demnach würde Mirror-Reversal Wahrnehmungsfluency nach anfänglich ähnlichen Scanpaths durchbrechen.

Die Ergebnisse der ANOVA (vier Stimulusgruppen – gleichbleibende vs. wechselnde Bedingung) zeigen (siehe Abschnitt 4.1), dass eine signifikante Wechselwirkung zwischen dem Faktor Bedingung und der abhängigen Zielvariable LvD besteht. Die Gruppenmittelwerte der LvD der ersten fünf Fixationen fallen bei der wechselnden Bedingung niedriger aus als die der darauf folgenden fünf Fixationen. Somit sind sich die Scanpaths der ersten fünf Fixationen für die Bedingung mit Mirror-Reversal ähnlicher als die Scanpaths der darauf folgenden fünf Fixationen (**Hypothese 1: $LvD_a < LvD_b$**).

Durch die Bestätigung dieser Haupthypothese ergibt sich eine erste Tendenz in Richtung Verifikation der Forschungsannahme 2, die davon ausgeht, dass Wahrnehmungssehgewohnheit die holistische Bildverarbeitung dominiert und der Mirror-Reversal die Wahrnehmungsfluency erst nach anfänglich ähnlichen Scanpaths durchbrochen wird. Bei dieser Interpretation muss allerdings auch die Bedeutung der Größe der resultierenden LvD Werte näher untersucht werden. Die bereits im Abschnitt 3.2.1.2 genau beschriebene String-Editing Analyse verdeutlicht, dass die LvD Werte bei einer hohen Ähnlichkeit der Buchstabenstrings gegen 0 tendieren. Der Wert 1 würde einem komplett unähnlichen Buchstabenstringpaar entsprechen. Die berechneten LvD Werte für die wechselnde Bedingung bewegen sich in einem Wertrahmen von 0,75 – 0,88, was eine Ähnlichkeit von höchstens 1-2 Fixationen pro Stringpaar ausdrücken würde. Dies deutet

insgesamt auf eine eher geringe Ähnlichkeit der verglichenen Scanpaths hin, jedoch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass sich die ersten fünf Fixationen dennoch ähnlicher sind als der Rest des Blickbewegungspfades.

Beim Betrachten der Gruppenmittelwerte wird ersichtlich, dass bei gleichbleibender Bedingung die LvD Werte insgesamt niedriger (höhere Ähnlichkeit) und bei wechselnder Bedingung höher (kleinere Ähnlichkeit) ausfallen. Dies bedeutet, dass sich die Scanpaths insgesamt bei der Bedingung ohne Mirror-Reversal wenig überraschend mehr ähnelten als bei der Bedingung mit Mirror-Reversal, da beim Betrachten der spiegelverkehrten Versionen nach Erkennen des Mirror-Reversal die Blickbewegungen umschwenken und dem tatsächlichen Bildverlauf folgen könnten. Interessanterweise ist jedoch das Ähnlichkeitsmaß bei gleichbleibender Bedingung für die ersten fünf Fixationen besonders hoch, und auch, wie bei der wechselnden Bedingung, stets höher als das der darauf folgenden fünf Fixationen. Dies könnte darauf hinweisen, dass zu Beginn der Betrachtung eines Bildes eventuell häufiger dieselben fünf AOIs im Bild fixiert wurden, um den Stimulus als solchen zu erkennen und danach eine Konzentration auf andere noch nicht ausreichend betrachtete Bereiche des Bildes erfolgte. Vergleicht man zusätzlich die ersten fünf Fixationen beim Betrachten der Bilder der gleichbleibenden Bedingung mit denen der wechselnden Bedingung, so erweisen sich Erstere ähnlicher als Letztere (**Hypothese 0_GL_WL: $LvD_c < LvD_a$**). Dieses Ergebnis spricht für die Forschungsannahme 1, die besagt, dass Mirror-Reversal die Wahrnehmungsfluency unmittelbar durchbricht. Würden dieselben, während der Lernphase enkodierten, Blickbewegungen auch beim Betrachten der spiegelverkehrten Bilder gezeigt werden, sollten die ersten fünf Fixationen der wechselnden und gleichbleibenden Bedingung ein ungefähr gleich hohes Ähnlichkeitsmaß vorweisen. Interessant sind wiederum die ebenfalls hohen LvD Werte bei der gleichbleibenden Bedingung, die sich in einem Rahmen von 0,59 – 0,83 bewegen. Dies bedeutet, dass selbst beim mehrmaligen Betrachten derselben Bilder (kein Mirror-Reversal) nur in etwa 1-2 Fixationen von 5 in derselben AOI stattfanden.

In Bezug auf den Faktor Stimulus konnte keine Wechselwirkung mit den Faktoren Bedingung und Zielvariable LvD gefunden werden. Generell zeigt sich beim Betrachten der Mittelwerte, dass es kaum Unterschiede zwischen den Ähnlichkeitsmaßen der berühmten Bilder und der Bilder des TAT gibt (**Hypothese 0_TAT_BB: $LvD_a_{BB} \approx LvD_a_{TAT}$**). Deshalb kann angenommen werden, dass die berühmten Bilder den

Versuchspersonen vor der Testung noch nicht ausreichend bekannt waren und die dazugehörigen Blickbewegungen deshalb im Vergleich zu den Bildern des TAT nicht besser enkodiert wurden.

Die Gruppe der TAT-Distraktoren weist in beiden Bedingungen geringfügig höhere Ähnlichkeitsmaße bezüglich der Scanpaths auf als die übrigen Stimulusgruppen. Der Grund dafür könnte allerdings in der mittigen Anordnung der Objekte dieser Stimulusgruppe liegen (siehe 3.1.3.1), da es bei einer Spiegelung der zentral positionierten Hauptmerkmale leichter zu Fixationen in ähnlichen AOIs kommen könnte als bei der Betrachtung der Originalversionen. Das Betrachten der Experimentalbilder des TAT während der wechselnden Bedingung führte zu geringfügig niedrigeren Ähnlichkeitsmaßen als beim Betrachten der berühmten Bilder der Experimentalgruppe. Eine mögliche Erklärung könnte eine Irritation der Versuchspersonen durch die, im Vergleich zu den berühmten Bildern, eher ungewöhnlichen Schwarz-Weiss-Bilder und durch die Darstellung von teilweise bizarren, zweideutigen Motiven sein.

Um mögliche Zusammenhänge zwischen dem Vorwissen der Versuchspersonen in Bezug auf die Gruppe der berühmten Bilder und den blickmotorischen Vorgängen beim Einlernen dieser bereits bekannten Stimuli aufzudecken, wurde eine Post-Hoc Analyse mit dem 4-stufigen Faktor Bedingung (original-original, gespiegelt-gespiegelt, original-gespiegelt und gespiegelt-original) durchgeführt (siehe Abschnitt 4.4.1). Hier kann in der wechselnden Bedingung *original-gespiegelt* eine leichte Tendenz der LvD Werte bis zum zweiten Durchgang zu sinken und danach anzusteigen beobachtet werden, i. e. die Blickbewegungen beim Betrachten der Originalversion und der spiegelverkehrten Version werden sich zunächst immer ähnlicher, um ab dem dritten Durchgang wieder unähnlicher zu werden. Der Grund für das Ansteigen der LvD Werte (Sinken der Ähnlichkeit) ab dem 3. Durchgang könnte durch ein mögliches „Überlernen“ des Stimulusmaterials erklärt werden. Die Versuchspersonen könnten beim drittmaligen Betrachten desselben Stimulus für 10 Sekunden das Interesse am Reizmaterial teilweise verloren haben bzw. sich nun auf vorher nicht beachtete Details im Bild konzentrieren. Besondere Aufmerksamkeit galt der Untersuchung der zweiten wechselnden Bedingung *gespiegelt-original*, da hier bereits als Originale bekannte Kunstwerke in den ersten drei Durchgängen mehrmals spiegelverkehrt präsentiert und eingelernt wurden und mit Auffälligkeiten hinsichtlich des Blickbewegungsverhaltens gerechnet wurde. Hinsichtlich dieser Fragestellung konnte eine

Tendenz der LvD Werte leicht anzusteigen und danach abzusinken registriert werden. Dies bedeutet, dass sich die Scanpaths der Vergleichsdurchgänge zuerst immer unähnlicher wurden, um sich danach wieder ähnlicher zu werden. Diese Ergebnisse könnten auf einen Umlernprozess hindeuten, bei dem die Versuchspersonen die bereits vor der eigentlichen Testung enkodierten Blickbewegungen beim Betrachten derselben, nun aber gespiegelten Kunstwerke, wieder „verlernten“ und die neuen Blickbewegungsmuster im Gedächtnis abspeicherten.

Ein weiterer Teil der Post-Hoc Analyse stellte die Auswertung der wechselnden Bedingung mithilfe des 5 x 5 Buchstaben-Grids in seiner horizontal gespiegelten Version dar (siehe Abschnitt 4.4.2). Kleine LvD Werte bedeuten, dass die Blickbewegungen der Versuchsperson von Anfang an analog zum spiegelverkehrten Bild stattfanden. Insgesamt bewegten sich die Werte in einem ähnlichen Wertebereich wie die der gleichbleibenden Bedingungen und waren niedriger als in der wechselnden Bedingung. Aus diesen Ergebnissen kann geschlossen werden, dass sich die Versuchspersonen von Anfang an beim Betrachten eher an den tatsächlich spiegelverkehrt positionierten Hauptfeatures der Bilder orientierten. Die berühmten Werke erzielten bei diesem Vergleich deutlich kleinere Ähnlichkeitswerte als die Bilder des TAT. Der Grund dafür könnte an dem bereits vorhin erwähnten „Überlernen“ der berühmten Bilder liegen und der daraus resultierenden Konzentration der Aufmerksamkeit auf andere Bildinhalte.

Der letzte Teil der Post-Hoc Analyse beschäftigte sich mit der Frage, wie viele der 1. Fixationen beim Betrachten der Originale und beim späteren Betrachten derselben gespiegelten Werke in derselben AOI lagen. Bei der gleichbleibenden Bedingung finden sich generell mehr AOI Hits als bei der wechselnden Bedingung. Ebenso sprechen Prozentwerte von 10-15% der 1. Fixation und 8-10% der 2. Fixation in derselben AOI bei wechselnder Bedingung gegen eine hohe Ähnlichkeit anfänglicher Scanpaths. Außergewöhnlich erscheint bei diesem Teil der Auswertung, dass es auch bei gleichbleibender Bedingung keine hohen Prozentwerte im Bezug auf ein Zusammentreffen der 1. und 2. Fixation in derselben AOI gibt (25-35%; 13-22%) gab. Dies bedeutet, im Einklang mit der geringen Höhe der bisher gefundenen Ähnlichkeitsmaße, dass die Versuchspersonen allgemein bei mehrmaligem Betrachten der Stimuli nicht unbedingt anfänglich dieselben AOIs fixierten – unabhängig davon, ob es sich dabei um einen Original- oder einen spiegelverkehrten Stimulus handelte.

5.2 Stabilisierung der Scanpaths

Als weiterer grundlegender Teil der Untersuchung wurde ausgewertet, ob es zu einer Stabilisierung der Scanpaths beim Betrachten derselben Stimuli (keine Spiegelung) kommt (siehe Abschnitt 4.2). Blickbewegungen, deren Ähnlichkeit über die Anzahl der Durchgänge ansteigt, sollten sich demnach in sinkenden oder zumindest gleichbleibenden LvD Werten zeigen. Tendenziell konnte ein Anstieg der Werte bis zum dritten Durchgang und ein darauf folgendes Absinken in Richtung Ausgangswert beobachtet werden (**Hypothese 1_SB**: $LvD_{c+d}(DG1; DG2) \approx LvD_{c+d}(DG4; DG5)$). Diese Ergebnisse könnten bedeuten, dass die Versuchspersonen während der ersten drei Durchgänge die Features eines Bildes mittels immer unterschiedlicheren Blickbewegungspfaden erkundeten (lernen) und ab dem vierten Durchgang zu einer generelleren Blickbewegungsstrategie zurückkehren, die viel mehr auf ein „Erkennen“ als ein „Erkunden“, des Bildes abzielten.

5.3 Überprüfung einer erfolgreichen Verknüpfung von Titel und Bild

Um sicherzustellen, dass während der ersten Testung die Titel der Stimuli, welche später als Hinweiscues für das Abrufen der enkodierten Blickbewegungen fungieren sollten, ausreichend gespeichert wurden, wurde den Versuchspersonen nach der ersten Testung ein Fragebogen mit title-matching Aufgaben für die 24 Bilder der Experimentalbedingung vorgelegt (siehe Abschnitt 4.3.1). Eine Auswertung der Antworten ergab, dass 99% der gelernten Bildtitel auch nach dem Experiment wieder dem dazugehörigen Bild zugeordnet werden konnten (**Hypothese 1_TM**).

Diese Ergebnisse beweisen zwar eine ausreichende Abspeicherung der Faktoren Bild und Bildtitel miteinander – in Anbetracht der bisherigen Ergebnisse muss aber auch überlegt werden, ob die Fähigkeit des richtigen Zuordnens eines Bildtitels auch eine Garantie für das ausreichende Enkodieren von Blickbewegungen dieser Bilder darstellt, die durch das Absinken und erst späte Ansteigen (DG4, DG5) der Ähnlichkeitswerte bei der Überprüfung von stabilen Scanpaths in Frage gestellt werden kann.

5.4 Überprüfung Originalerkennung und Gefallen

Mittels Fragebogen wurde weiters untersucht, ob die Versuchspersonen während der Testung erkannten, welche der Bilder in ihrer originalen Version dargestellt wurden und ob es zu einer Beeinflussung der Blickbewegungen durch Vorwissen der Versuchspersonen kam. Anhand der Ergebnisse lässt sich erkennen, dass 54% der Originale als solche richtig erkannt wurden (**Hypothese 1_OE**). Die Originalversionen der berühmten Bilder wurden dabei circa genauso oft richtig erkannt wie die Originalversionen der Bilder des TAT. Aus diesen Ergebnissen lässt sich ablesen, dass die Versuchspersonen auch nach der Testung nicht beurteilen konnten, ob es sich bei den präsentierten Bildern um Originale oder ihre spiegelverkehrten Versionen handelt und ein Einfluss von Vorwissen bezüglich dieser Tatsache nicht angenommen werden kann.

Weiters sollte mit demselben Fragebogen das Gefallensurteil der Versuchspersonen im Bezug auf die präsentierten Stimuli der Experimentalbedingung ermittelt werden. Nach dem Prinzip der mere-exposure, das ein höheres Gefallensurteil für vertraute Stimuli vorhersagt, sollten zumindest die Originale der berühmten Kunstwerke aufgrund ihres Bekanntheitsgrads besser gefallen als die spiegelverkehrten Versionen bzw. die Bilder des TAT. Aus den gewonnenen Daten lässt sich allerdings keine Präferenz der Versuchspersonen für die Originale der berühmten Kunstwerke feststellen. Diese wurden von den Versuchspersonen als ebenso attraktiv beurteilt wie ihre spiegelverkehrten Versionen bzw. die Bilder des TAT (**Hypothese 0_GU**). Auch hier kann, wie bereits beim Vergleich des Einflussfaktors Stimuli auf die Gesamtstudie, angenommen werden, dass die berühmten Kunstwerke den Versuchspersonen vor der Testung nicht ausreichend genug bekannt waren oder die Lernphase von dreimal 13 Sekunden nicht genügte, um ein höheres Gefallensurteil gemäß den Gesetzen der Fluency zu bewirken.

5.5 Conclusio

Zusammenfassend liefern die Ergebnisse der vorliegenden explorativen Studie keine eindeutigen Beweise für das Annehmen oder Verwerfen von Forschungsannahme 1 oder 2. Die Verifikation der Haupthypothese 1 weist auf eine Bestätigung der Forschungsannahme 2 im Sinne einer Ausbildung einer Sehgewohnheit durch Enkodierung und dem darauf folgenden Wiederabruf von Blickbewegungen beim Betrachten von

spiegelverkehrten Kunstwerken durch das Zeigen der ursprünglich gelernten Blickbewegungen hin.

Die Tatsache, dass sich allerdings auch initial ähnlichere Blickbewegungspfade bei der Betrachtung derselben Bilder (gleichbleibende Bedingung) ergeben und die Ähnlichkeitswerte dieser niedriger ausfallen als bei der wechselnden Bedingung sprechen gegen eine Bestätigung der Beibehaltung gelernter Blickbewegungen gemäß der Wahrnehmungsfluency und der Feature-Ring Hypothese. Ebenso deuten die, für beide Bedingungen hoch ausfallenden, LvD Werte auf eine geringe Ähnlichkeit der anfänglichen Blickbewegungen in Bezug auf beide Bedingungen hin. Die Ergebnisse der Auswertung mittels gespiegeltem Grid liefern tendenziell Beweise für eine sofortige Konzentration der Aufmerksamkeit auf die tatsächlichen Hauptfeatures des spiegelverkehrten Bildes. Anhand der Ergebnisse der Evaluierung der Scanpathstabilität über alle Durchgänge der gleichbleibenden Bedingung könnte auch ein Beleg für nicht ausreichend enkodierte Blickbewegungsabfolgen in vorliegender Studie geliefert werden. Durch das anfängliche Sinken und dem, erst ab dem vierten Durchgang feststellbare, Ansteigen der Ähnlichkeit der Scanpaths beim Betrachten derselben Stimuli könnte davon ausgegangen werden, dass „Erkunden“ und „Erkennen“ zwei unterschiedliche mentale Prozesse darstellen (Underwood et al., 2009), welche sich auch in zwei unterschiedlichen Scanningstrategien äußern. Der Enkodierungsprozess der Blickbewegungen während der Phase des Erkennens könnte eventuell durch eine höhere Anzahl von Präsentationsdurchgängen stabilisiert werden und zu einem späteren Testzeitpunkt höhere Ähnlichkeitsmaße in Bezug auf die Stringvergleiche liefern. Auch der Einfluss von generellen Scanningstrategien, z. B. die Betrachtung in der Mitte eines Bildes zu starten und anschließend nach peripheren Bildinhalten abzutasten, könnte gegeben und für die anfänglich ähnlicheren Blickbewegungen während beider Bedingungen verantwortlich sein.

Ein Abgleich mit den zuvor gelernten Originalwerken könnte ausschließlich mental passieren (Kosslyn & Shin, 1994) oder auch bereits auf den ersten Blick (Biederman et al., 1974) und Auswirkungen auf das Abrufen der ursprünglich enkodierten Blickbewegungen haben. Kulturelle Faktoren (Nachson et al., 1999; Chokron & DeAgostini, 2000), die eine Bevorzugung der ausschließlich linken oder rechten Bildhälfte bedingen könnten, werden in vorliegender Studie größtenteils ausgeschlossen, da anhand der erhobenen Daten keine

Bevorzugung von links- oder rechtslastigen Wahrnehmungsinhalten durch die Versuchspersonen klar erkennbar sind.

Um in Folgeuntersuchungen zu eindeutigeren Ergebnissen bezüglich einer aktiven Rolle der Blickbewegungen im Zusammenhang mit der Enkodierung und Wiedererkennung von Bildern zu gelangen, könnte eine niedrigere Anzahl von gespiegelten Werken in der wechselnden Bedingung verwendet werden, da sich die Frage stellt, ob die Versuchspersonen durch den oftmaligen Wechsel zwischen Original- und spiegelverkehrter Version unbewusst die Spiegelverkehrung erkannten und somit ihre Blickbewegungen sofort an die tatsächlichen Features anpassten. Außerdem könnte die Motivation der Versuchspersonen ihr tatsächliches Blickverhalten zu zeigen, durch die Laborbedingungen gemindert und ihre Aufmerksamkeit durch die lange Lernphase strapaziert worden sein. Deshalb empfiehlt es sich bei weiterer Untersuchung dieser Forschungsfrage eine geringere Stimulianzahl zu verwenden und auf Experten im Bereich Kunstwahrnehmung als Versuchspersonen zurückzugreifen, da die Existenz von Fachwissen auf einem Gebiet die Entwicklung ähnlicher Scanpaths beim Enkodieren und Wiedererkennen unterstützen kann (Underwood, 2009). Weiters könnte die fehlende Zeitkomponente bezüglich der „anfänglichen“ gezeigten Blickbewegungen einen weiteren Grund für die uneindeutigen Ergebnisse der vorliegenden Studie darstellen. Es besteht die Möglichkeit, dass die jeweils ersten fünf Fixationen einer Blickbewegung nicht unbedingt innerhalb eines frühen Zeitfensters einer Blickbewegung abliefen, da sich diese theoretisch über ein Zeitfenster von 0-10s erstrecken könnten. Bei zukünftigen Untersuchungen könnten die Fixationen innerhalb der ersten zwei oder drei Sekunden bei wechselnder Bedingung aufgezeichnet und die gewonnenen Stringpaare miteinander verglichen werden. Ebenfalls könnte der, auch in der Literatur (Brandt & Stark, 1997; Gbadamosi & Zangemeister, 2001; Laeng & Teodorescu, 2002) oftmals verwendete, AOI-Grid zu groß sein, zu globale Ergebnisse liefern und für Kunstwerke mit vielen verschiedenen Features ungeeignet sein. Ein wichtiges Bildmerkmal könnte in vorliegender Studie beispielsweise innerhalb eines Bereiches von vier oder fünf AOIs liegen, jeweils beim Enkodieren und beim Wiedererkennen durch eine andere AOI angesteuert werden und somit trotzdem unähnliche Blickbewegungsnachweise generieren. Für weiterführende Folgeuntersuchungen empfiehlt es sich demnach, featureabhängige AOIs zu entwerfen oder eine Auswertung mittels direktem Koordinatenvergleich und Vektorenanalyse.

Abschließend ist zu bemerken, dass die durchgeführte Studie zweifelsohne einen umfassenden Einblick in das menschliche Blickbewegungs- und Wahrnehmungsverhalten beim Enkodieren von Bildinhalten liefert und die gefundenen Ergebnisse als Basis für eine Reihe interessanter und weiterführender Untersuchungen herangezogen werden sollten.

Literaturverzeichnis

- Beaumont, J. G. (1985). Lateral organization and aesthetic preference: The importance of Peripheral visual asymmetries. *Neuropsychologia*, 23, 103-113.
- Biederman, I., Rabinowitz, J. C., Glass, A. L. & Stacy, E. W. (1974). On the Information extracted from a Glance at a Scene. *Journal of Experimental Psychology*, 103(3), 597-600.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (1999). *Biologische Psychologie*. Heidelberg: Springer.
- Brandt, S. A. & Stark, L. W. (1997). Spontaneous Eye Movements During Visual Imagery Reflect the Content of the Visual Scene. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9 (1), 27-38.
- Broerse, J. & Crassini, B. (1984). Investigations of perception and imagery using CAEs: The role of experimental design and psychophysical method. *Perception & Psychophysics*, 35(2), 155-164.
- Chokron, S. & De Agostini, M. (2000). Reading habits influence aesthetic preference. *Cognitive Brain Research*, 10, 45-49.
- Crane, H. D. (1994). The Purkinje image eyetracker, image stabilization, and related forms of stimulus manipulation. In D. H. Kelly (Ed.), *Visual science and engineering* (pp. 15-89). New York: Marcel Dekker.
- Cupchik, G. & Berlyne, D. E. (1979). The perception of collative properties in visual stimuli. *Scandinavian Journal of Psychology*, 20(2), 93-104.
- Cupchik, G., Vartanian, O., Crawley, A. & Mikulis, D. J. (2009). Viewing artworks: Contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. *Brain and Cognition*, 70, 84-91.
- DeAngelus, M. & Pelz, J. B. (2009). Top-down control of eye-movements: Yarbus revisited. In B. Tatler (Ed.), *Eye Guidance in Natural Scenes* (p. 790-811). Hove: Psychology Press.
- Ellis, S. R. & Stark, L. (1978). Eye movements during the viewing of Necker cubes. *Perception*, 7, 575-581.
- Gaffron, M. (1950). Left and right in pictures, *Art Quarterly* 13, 312-331.
- Gawronski, B., Alshut, E., Grafe, J., Nespethal, J., Ruhmland, A. & Schulz, L. (2002). Prozesse der Urteilsbildung über bekannte und unbekannte Personen. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 33 (1), 25-34.
- Gbadamosi, J. & Zangemeister, W. H. (2001). Visual Imagery in Hemianopic Patients. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13 (7), 855-866.

Grüsser, O. J. & Grüsser-Cornehls, U. (1995). Gesichtssinn und Okulomotorik. In R. F. Schmidt & G. Thews (Eds.), *Physiologie des Menschen*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer.

Grüsser, O. J. & Landis, T. (1992). Vom Gesichtsfeldausfall zur „Seelenblindheit“. Alte und neue Konzepte zur Deutung von Störungen der visuellen Wahrnehmung bei Hirnläsionen. *Verh. Dtsch. Ges. Neurol.*, 7(3), 31.

Hebb, D. O. (1968). Concerning Imagery. *Psychological Review*, 75(6), 466-77.

Hollingworth, A., Williams, C.C. & Henderson, J. M. (2001). To see and remember: Visually specific information is retained in memory from previously attended objects in natural scenes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8 (4), 761-768.

Itti, L. & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, 40, 1489-1506.

Jacoby, L. L., Kelley, C., Brown, J. & Jasechko, J. (1989). Becoming Famous Overnight: Limits on the Ability to Avoid Unconscious Influences on the Past. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(3), 326-338.

Just M.A. & Carpenter P. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.

Kleist, K. (1934). *Gehirnpathologie*. Leipzig: Barth.

Kolb, B. & Wishaw, I. Q. (1996). *Neuropsychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Kosslyn, S. M., Ball, T. M. & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.

Kosslyn, S. M. & Shin, L. M. (1994). Visual mental images in the brain: Current issues. In: Farah, M. & Ratcliff, G. (Eds.). *The neuropsychology of high-level vision, collected tutorial essays*. 269-296.

Kruskal, J. B. (1983). An Overview of Sequence Comparison: Time Warps, string Edits and Macromolecules. *SIAM Review*, 25 (2), 201-237.

Kulka, T. (1989). Art and science: An outline of a Popperian aesthetics. *British Journal of Aesthetics*, 29, 197-212.

Laeng, B. & Teodorescu, D. (2002). Eye scanpaths during visual imagery re-enact those of perception of the same visual scene. *Cognitive Science*, 26, 207-231.

Leder, H., Belke, B., Oeberst, A. & Augustin, D. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *British Journal of Psychology*, 95, 489-508.

- Leder, H., Carbon, C. C. & Ripsas, A. L. (2006). Entitling art: Influence of title information on understanding and appreciation of paintings. *Acta Psychologica*, 121(2), 176-198.
- Lee, A. Y. & Labroo, A. A. (2003) The Effect of Conceptual and Perceptual Fluency on Brand Evaluation. *Journal of Marketing Research*, 41(2), 151-165.
- Levy, J. (1976). Lateral Dominance and Aesthetic Preference. *Neuropsychologia*, 14(4), 431-445.
- Locher, P., Stappers, P. & Overbeeke, K. (1999). An empirical evaluation of the visual rightness theory of pictorial composition. *Acta Psychologica*, 103, 261-280.
- Mannan, S. K., Ruddock, K. H., Wooding, D. S. (1996). The relationship between the locations of spatial features and those of fixations made during visual examination of briefly presented images. *Spatial Vision*, 10(3), 165-188.
- Masson, M. E. J. & Caldwell, J. I. (1998). Conceptually driven encoding episodes create perceptual misattributions. *Acta Psychologica*, 98, 183-210.
- McLaughlin, J. P., Sabsevitz, J. C., Hutwelker, E. A. & Muller, E. J. (2002). The Memorial Base for the Picture-Reversal Effect. *Empirical Studies of the Arts*, 20(1), 43-47.
- Murray, H. A. (1971). *Thematic Apperception Test*. Cambridge, MA: Harvard University Press. (Original work published 1943).
- Nachson, I., Argaman, E. & Luria, A. (1999). Effects of Directional Habits and Handedness on Aesthetic Preference for Left and Right Profiles. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 30, 106-114.
- Neisser, U. (1974). *Kognitive Psychologie*. Stuttgart: Klett-Cotta Stuttgart.
- Noton, D. & Stark, L. (1971). Scanpaths in eye movements during perception. *Science*, 171, 308-311.
- Novemsky, N., Dhar, R., Schwarz, N. & Simonson, I. (2007). Preference Fluency in Choice. *Journal of Marketing Research*, 44(3), 347-356.
- Palmer, S., Gardner, J. & Wickens, T. (2008). Aesthetic issues in spatial composition: effects of position and direction on framing single objects. *Spatial Vision*, 21(3-5), 421-449.
- Pinel, J. P. J. (2007). *Biopsychologie*. München: Pearson Studium.
- Rayner, K. (1978). Eye movements in reading and information procesing. *Psychological Bulletin*, 85(3), 618-660.

- Reber, R. & Schwarz, N. (1999). Effects of Perceptual Fluency on Judgments of Truth. *Consciousness and Cognition*, 8, 338-342.
- Reber, R., Wurtz, P. & Zimmermann, T. D. (2004). Exploring “fringe” consciousness: The subjective experience of perceptual fluency and its objective bases. *Consciousness and Cognition*, 13, 47-60.
- Sankoff, D. & Kruskal, J. (1983). An Overview of Sequence Comparison: Time Warps, String Edits, and Macromolecules. *Siam Review*, 25(2), 201-237.
- Solso, R. L. (1996). The Eyes Have It: Eye Movements and the Perception of Art. In *Cognition and the Visual Arts* (pp. 128-155). Cambridge: MIT Press.
- Stark, L., & Ellis, S.R. (1981). Scanpaths revisited: Cognitive models direct active looking. In D.F. Fisher, R.A. Monty and W. Senders (Eds.) *Eye Movements: Cognition and Visual Perception*. Hillsdale N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Tatler, B. W. (2009). Current understanding of eye guidance. In B. Tatler (Ed.), *Eye Guidance in Natural Scenes* (p. 777-789). Hove: Psychology Press.
- Thomas, N. J. T. (1999). Are Theories of Imagery Theories of Imagination? An Active Perception Approach to Conscious Mental Content. *Cognitive Science*, 23, 207-245.
- Treisman, A. M. & Gelade, G. (1980). A Feature-Integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Underwood, G., Foulsham, T. & Humphrey, K. (2009). Saliency and scan patterns in the inspection of real-world scenes: Eye movements during encoding and recognition. In B. Tatler (Ed.), *Eye Guidance in Natural Scenes* (p. 812-834). Hove: Psychology Press.
- Vartanian, O., Martindale, C., Podsiadlo, J., Overbay, S. & Borkum, J. (2005). The link between composition and balance in masterworks vs. paintings of lower artistic quality. *British Journal of Psychology*, 96, 493-503.
- Williams, Leonard J. (1995). Visual field tunneling in aviators induced by memory demands. *The Journal of General Psychology*, 122(2), 225-35.
- Winkielman, P. & Cacioppo, J. T. (2001). Mind at Ease Puts a Smile on the Face: Psychophysiological Evidence That Processing Facilitation Elicits Positive Affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81(6), 989-1000.
- Winkielman, P., Schwarz, N., Fazendeiro, T. A. & Reber, R. (2003). The Hedonic Marking of Processing Fluency: Implications for Evaluative Judgment. *Psychology of Evaluation*, 189-217.
- Wolfe, J. (1996). Visual search. In Harold Pashler (Ed.), *Attention* (pp.13-73). London: University College, London Press.

Wolfe, J. M., Cave, K. R. & Franzel, S. L. (1989). Guided Search: An alternative to the feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 15 (3), 419-433.

Yarbus, A. (1967). *Eye movements and vision*. New York: Plenum Press.

Zajonc, B. R. (1968). Attitudinal Effects of Mere Exposure. *Journal of Personality and Social Psychology Monograph Supplement*, 9(2), 1-27.

Zajonc, R. B. (1980). Feeling and Thinking. Preferences Need No Inferences. *American Psychologist*, 35 (2), 151-175.

Internetquellen

Brandt, S. A. (2001). Systemphysiologische Untersuchung zur Bedeutung des frontalen und parietalen Kortex für visuelle Leistungen beim Menschen. Habilitationsschrift: Humboldt-Universität zu Berlin.

<http://edoc.hu-berlin.de/habilitationen/brandt-stephan-a-2001-12-04/HTML/brandt.html>

08.12.2009 16:14

Clark, A. (2006). *Preattentive Precursors to Phenomenal Properties*. University of Connecticut.

<http://selfpace.uconn.edu/paper/ClarkAusPPPP.pdf>

06.01.2010 14:33

Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology: theory and practice*. Berlin: Springer.

<http://books.google.at/books?id=27jCNmafYU4C>

16.11.2009 11:45

Elste, R. (2009). *Markenbeurteilung bei einzigartigen Produkteigenschaften*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

<http://books.google.at/books?id=MqfdZKmPXq4C>

08.12.2009 16:13

Hess, C. (1894). Studien über Nachbilder. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 40(2), 259-279.

<http://www.springerlink.com/content/q052440214203240/>

08.12.09 18:18

Inhoff, A.W. & Radach, R. (1998). Definition and computation of oculomotor measures in the study of cognition. In G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception*. Amsterdam: Elsevier.

http://sanctuary.org/~ego/papers/inhoff_radach_oculomotor.pdf

18.01.2010 10:43

Joos, M., Rötting, M. & Velichkovsky, B. M. (2002). Bewegungen des menschlichen Auges: Fakten, Methoden und innovative Anwendungen. In G. Rickheit, T. Herrmann, W. Deutsch (Eds.), *Psycholinguistik: ein internationales Handbuch* (pp. 142-167). Berlin: de Gruyter.

<http://books.google.com/books?id=SdNrxkDgpcMC>

http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_mathematik_und_naturwissenschaften/fachrichtung_psychologie/i3/applied-cognition/publikationen/pdf/joos2002.pdf

08.12.2010 17:07

Körber, B. (2003). *Augenbewegungen bei der Betrachtung und Vorstellung komplexer visueller Szenen. Untersuchung an normalsichtigen Probanden und an Patienten mit Hemianopie oder Neglekt*. Düsseldorf: Heinrich-Heine-Universität.

<http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-2673/673.pdf>

19.05.2009 12:21

Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X: Control of language processes* (pp. 531-556). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

<http://www.psy.ed.ac.uk/people/anuthman/resources/Posner.BOOK.1984.pdf>

08.12.2009 18:04

Velichkovsky, B., Pomplun, M. & Rieser, J. (1996). Attention and communication: Eye-movement based research paradigms. In W. H. Zangenmeister, H. S Stiehl. & C. Freksa (Eds.), *Visual attention and cognition*. Amsterdam: Elsevier.

<http://books.google.com/books?id=vnE8qjzfq-MC>

08.12.2009 16:02

Maurice Merleau-Ponty

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Maurice_Merleau-Ponty&oldid=68633045

20.01.2010 10:48

SMI-Vision

<http://www.smivision.com/en/eye-gaze-tracking-systems/products/iview-x-hi-speed.html>

17.11.2009 15:18

Visueller Kortex

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Visueller_Cortex&oldid=61059925

09.11.2009 14:52

Search Coils

http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Search_coil&oldid=306882965

18.11.2009 14:53

Elektrookulografie

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Elektrookulografie&oldid=60517126>

18.11.2009 14:53

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Schematische Abbildung des menschlichen Auges.....	6
<i>Abbildung 2.</i> Die retino-geniculo-striäre Sehbahn.....	8
<i>Abbildung 3.</i> Purkinje-Bild.....	11
<i>Abbildung 4.</i> Modell der ästhetischen Wahrnehmung.....	19
<i>Abbildung 5.</i> Der Feature-Ring.....	23
<i>Abbildung 6.</i> Links: SMI iView X™ Hi-Speed Eyetracker. Rechts: IViewX Software mit Camera View.....	36
<i>Abbildung 7.</i> Links: TAT_2 weist eine eindeutige Links-Rechts-Ausprägung der dargestellten Objekte auf (Mädchen, Bäuerin, Pferd, Knecht, Haus etc.) und wurde somit der Experimentalbedingung zugeteilt. Rechts: Die dargestellten Objekte (Junge, Noten, Geige etc.) in TAT_1 befinden sich in der Mitte des Bildes und dieses ist somit Bestandteil der Distraktorengruppe.....	37
<i>Abbildung 8.</i> Links: „Die Erschaffung Adams“ von Michelangelo – ein Bild mit sehr hohem Bekanntheitsgrad und daher Teil der Experimentalgruppe. Rechts: „A day at the clothing optional beach“ – der Künstler dieses Bildes ist unbekannt.....	38
<i>Abbildung 9.</i> Zeitlicher Ablauf der Stimulusvorgabe.....	42
<i>Abbildung 10.</i> Überblick über gleichbleibende und wechselnde Präsentation der Stimuli abhängig von Zeitpunkt der Testung (Testung 1 und Testung 2).....	43
<i>Abbildung 11.</i> Mithilfe von Begaze visualisierter Scanpath.....	46
<i>Abbildung 12.</i> 5 x 5 Grid mit alphabetisch benannten AOIs und Fixationen innerhalb der AOIs.....	47
<i>Abbildung 13.</i> Beispiel: Matrix mit 2 Beispielstrings.....	49
<i>Abbildung 14.</i> Liniendiagramme mit Mittelwerten der LvD der gleichbleibenden und wechselnden Bedingung mit Unterscheidung zwischen den ersten 5 und den darauf folgenden fünf Fixationen und 4 Stimulusgruppen (TAT_Exp, TAT_Distr, bB_Exp und bB_Distr).....	55
<i>Abbildung 15.</i> Mittelwerte der LvD bei gleichbleibender Bedingung aller 4 Stimulusgruppen für alle aufeinander folgenden Durchgänge.....	58
<i>Abbildung 16.</i> Links: Der reguläre Buchstabengrid wurde bei Durchgang 1, Durchgang 2 und Durchgang 3 verwendet. Rechts: Der horizontal gespiegelte Buchstabengrid, der bei dieser Post-hoc Analyse für die Durchgänge 4 und 5 verwendet wurde.....	64

<i>Abbildung 17.</i> Gemittelte Prozentwerte der 1. Fixationen in derselben AOI der jeweiligen Durchgangsvergleiche. Berechnet wurden die Werte über gleichbleibende und wechselnde Bedingung.....	68
<i>Abbildung 18.</i> Gemittelte Prozentwerte der 2. Fixationen in derselben AOI der jeweiligen Durchgangsvergleiche. Berechnet wurden die Werte über gleichbleibende und wechselnde Bedingung.....	68

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1.</i> Nomenklatur der zu vergleichenden Levenshtein-Distanzen und der verwendeten Hypothesenkürzel.....	31
<i>Tabelle 2.</i> Überblick über Bildnamen, Titel und Zugehörigkeit zu Experimental- oder Distraktorbedingung der Stimuli.....	40
<i>Tabelle 3.</i> Überblick über gleichbleibende und wechselnde Präsentation der Stimuli abhängig von Stimulusgruppe, Version und Zeitpunkt der Testung.....	44
<i>Tabelle 4.</i> Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) pro Stimulusgruppe über 2 Bedingungen.....	54
<i>Tabelle 5.</i> Ergebnisse der Repeated Measures ANOVA der Faktoren Stimuli, Bedingung und LvD beim Vergleich von Durchgang 1 (DG1) mit Durchgang 4 (DG4), Durchgang 2 (DG2) mit DG4, Durchgang 3 (DG3) mit DG4 und der Mittelwerte der ersten 3 Durchgänge (mean (DG1, DG2, DG3) mit DG4.....	57
<i>Tabelle 6.</i> Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD_5 und LvD_5PLUS bei gleichbleibender Bedingung aller 4 Stimulusgruppen für alle aufeinander folgenden Durchgänge.....	57
<i>Tabelle 7.</i> Anzahl und Prozentwerte der richtig und falsch erkannten Bildtitel der Stimulusgruppen TAT – Experimental und berühmte Bilder – Experimental über gleichbleibende und wechselnde Bedingung.....	59
<i>Tabelle 8.</i> Anzahl und Prozentwerte der richtig und falsch erkannten Originale und Anzahl und Prozentwerte der Originale und spiegelverkehrten Werke, die ein höheres Gefallensurteil bewirkten.....	60
<i>Tabelle 9.</i> Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) pro Stimulusgruppe über 4 Bedingungen.....	62
<i>Tabelle 10.</i> Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) und dem Gesamtmittelwert (LvD_overall) über 4 Bedingungen.....	63
<i>Tabelle 11.</i> Mittelwerte und Standardabweichungen der LvD zwischen den jeweils ersten fünf Fixationen (LvD_5) und den darauf folgenden fünf Fixationen (LvD_5PLUS) pro Stimulusgruppe über den Faktor wechselnde Bedingung.....	65
<i>Tabelle 12.</i> Anzahl und Prozentwerte der 1. Fixationen zweier Vergleichsdurchgänge, die in derselben AOI lagen.....	67

Appendix

A. Abstracts

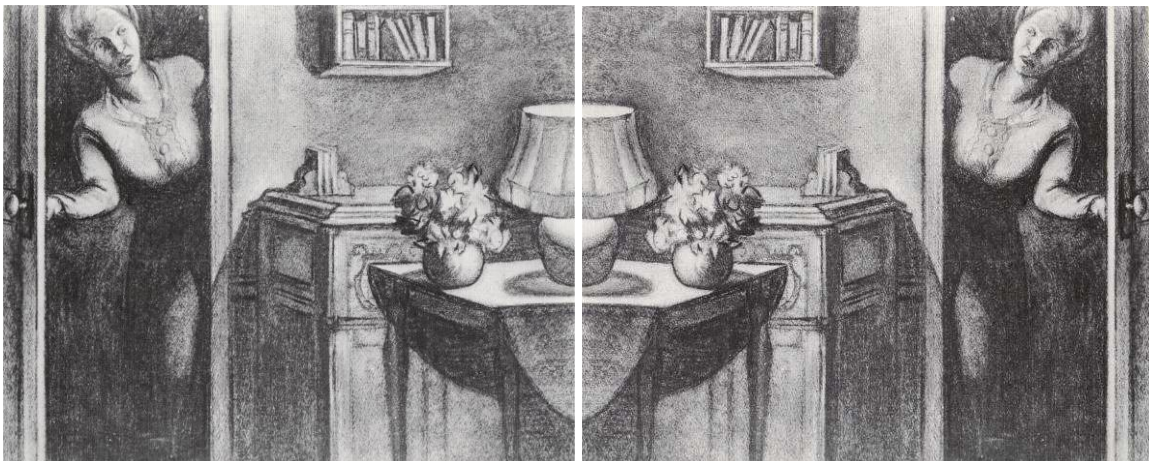
ABSTRACT. A disclosure of alienation effects resulting from viewing mirror-inverted scenes is attempted – based on numerous studies of perception research which assume that eye-movements deriving from subjects viewing scenes strongly resemble the eye-movements that are generated by a subsequent mere imagination of these stimuli. During an extensive learning period, 10 subjects are presented both famous and unknown pictures several times while their eye-movements are recorded simultaneously and, one day later, the presentation of the stimuli is varied from the original version to a mirror-inverted one for a determined number of stimuli. Thus a number of questions must be raised. First of all, if subjects tend to initially show the original scanpaths while they are viewing the mirror-inverted scenes – in order to stick to a more fluent information processing – and secondly, if these unfitting scanpaths are the reason why looking at mirror-inverted pictures appears to be so strange to us. Concluding, the first five fixations while viewing original and mirror-inverted pictures were more similar than the subsequent five fixations. However, this was also the case for the viewing condition without mirror-reversal and accordingly, a specific scanning strategy concerning image inspection and image recognition can be considered.

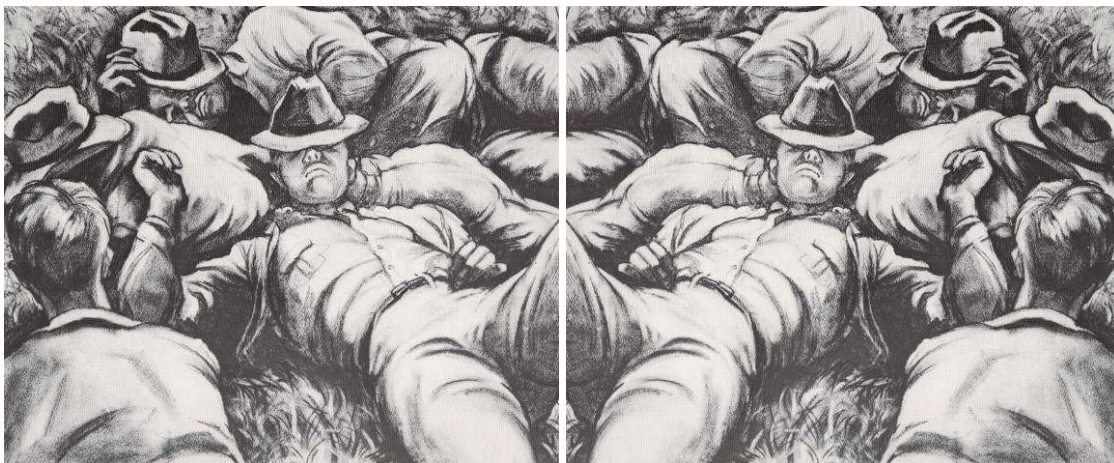
ABSTRACT. In mittlerweile zahlreichen Studien der Wahrnehmungsforschung konnte gezeigt werden, dass Blickbewegungen beim Betrachten von Bildern stark den Blickbewegungen bei darauf folgender visueller Vorstellung derselbigen ähneln und somit den Inhalt einer Szene widerspiegeln. Nach einer ausgedehnten Lernphase, die durch mehrmalige Präsentation der Originalbilder erfolgte, wurden die „scanpaths“ jeder VP aufgezeichnet. Nach einem Tag kam es zur erneuten Präsentation derselben, aber teilweise spiegelverkehrt dargestellten, Stimuli unter gleichzeitiger Aufzeichnung der sakkadischen Augenbewegungen. Untersucht wurde, basierend auf dem Konzept der „Fluency“, das von einer „flüssigeren“ Informationsverarbeitung bei „familiären“ Stimuli ausgeht und der „Feature-Ring“ Hypothese, welche das (Wieder)-Erkennen als eine sensomotorische Repräsentation eines enkodierten Musters durch eine bestimmte Abfolge von

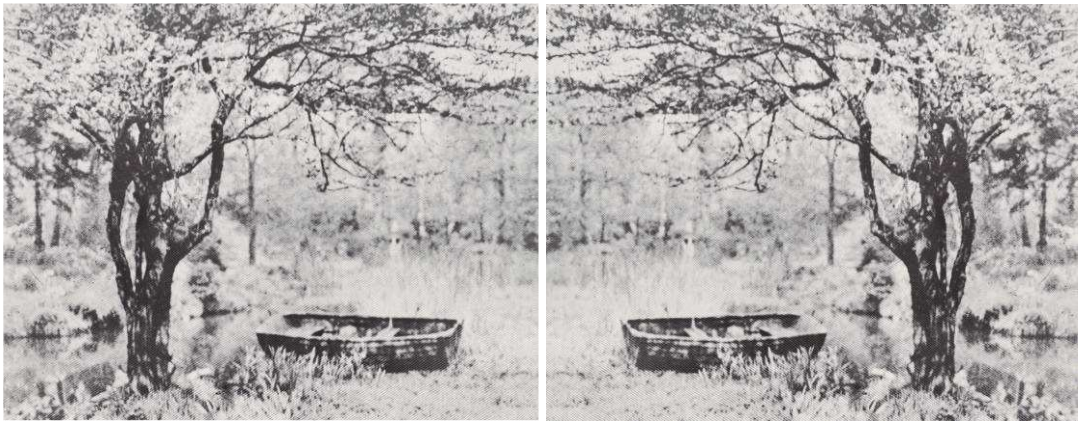
Blickbewegungen determiniert, ob die zur Originalversion zugehörigen Blickbewegungen initial an die spiegelverkehrten Bilder angelegt wurden. Somit soll verstanden werden, ob es die anfänglich unpassenden Scanpaths sind, die die Verfremdung seitenverkehrter Bilder ausmachen. Es zeigte sich, dass sich die ersten 5 Fixationen beim Betrachten von Originalbildern und spiegelverkehrten Werken mehr ähnelten, als die darauf folgenden 5 Fixationen. Dieses Ergebnis konnte allerdings auch in der Bedingung ohne Spiegelung der Stimuli gefunden werden, was daraufhinweisen könnte, dass sowohl beim Betrachten, als auch beim Wiedererkennen, eine bestimmte Scanningstrategie verfolgt wurde.

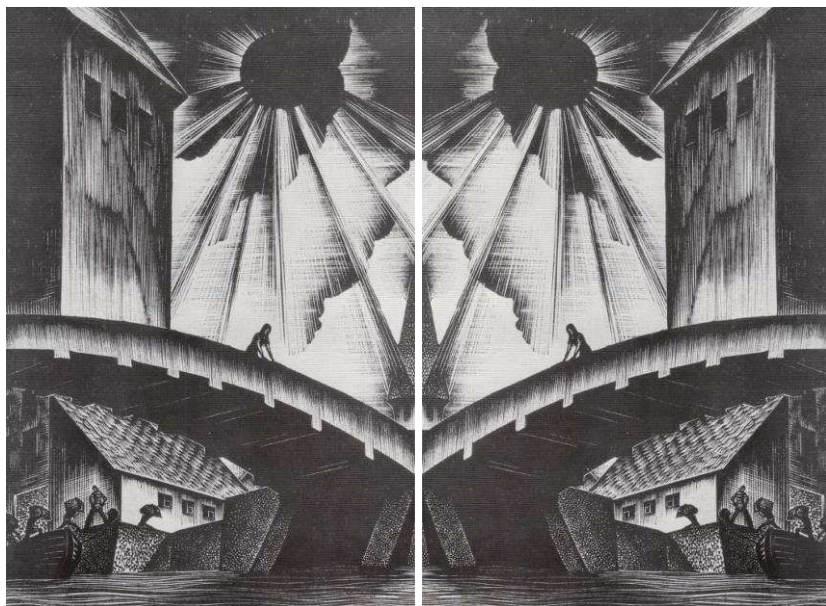
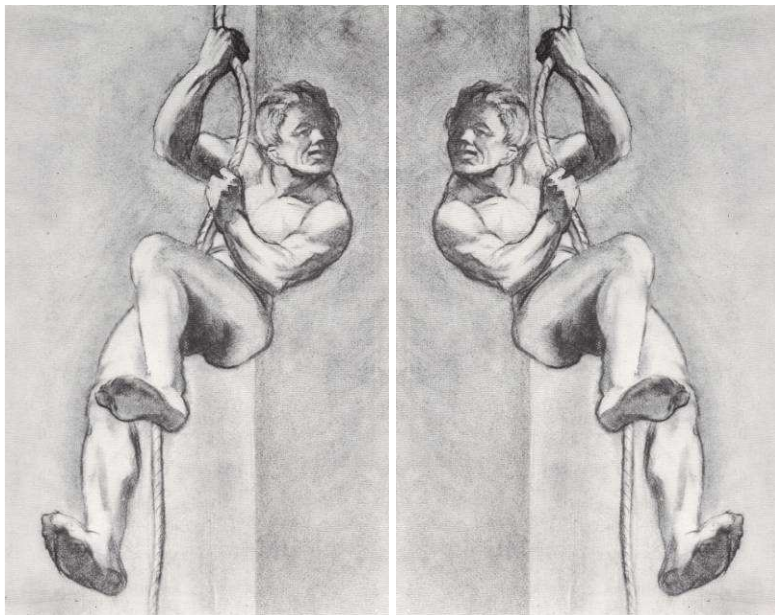
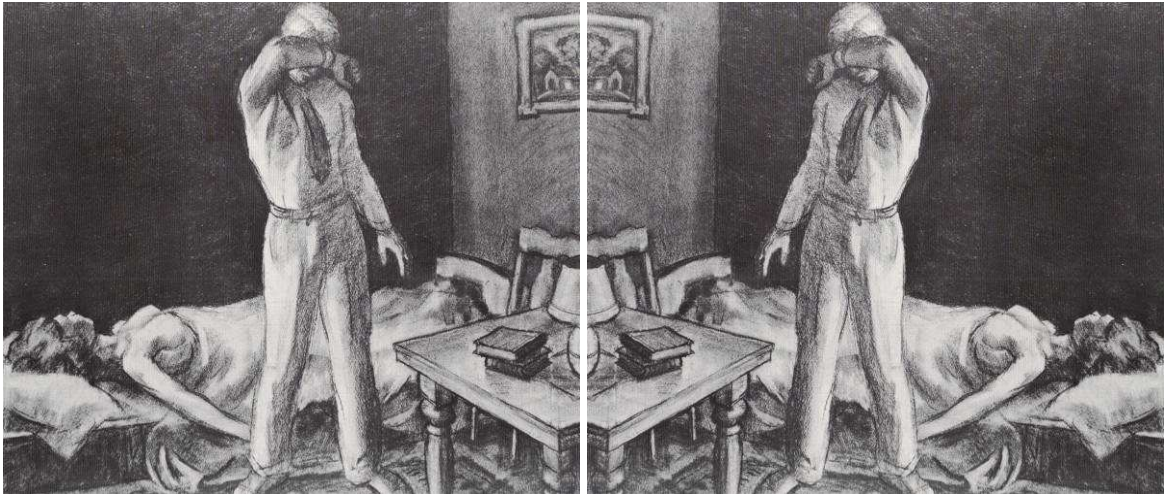
B. Stimuli

TAT – Experimental

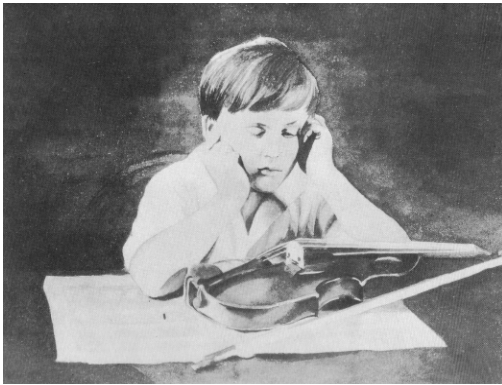






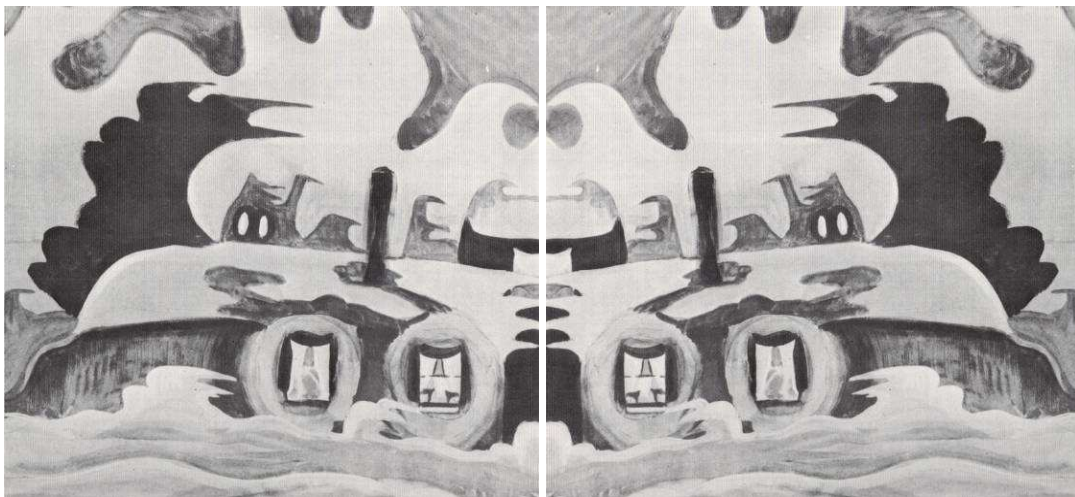
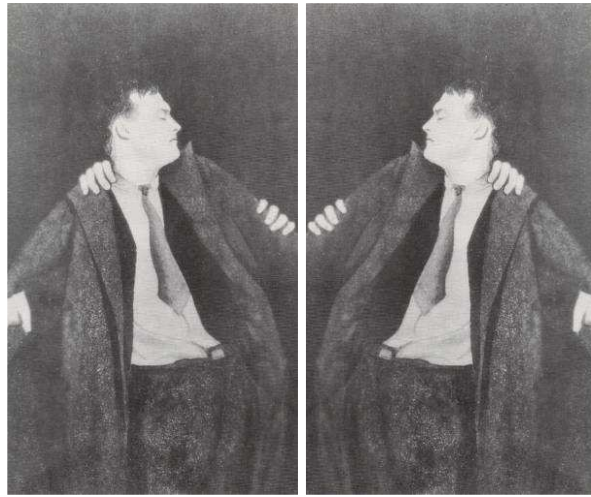


TAT – Distraktoren



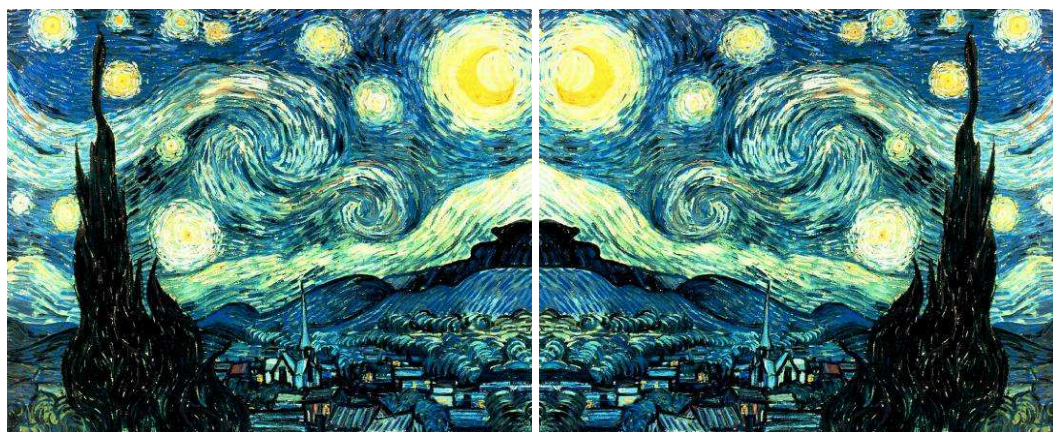
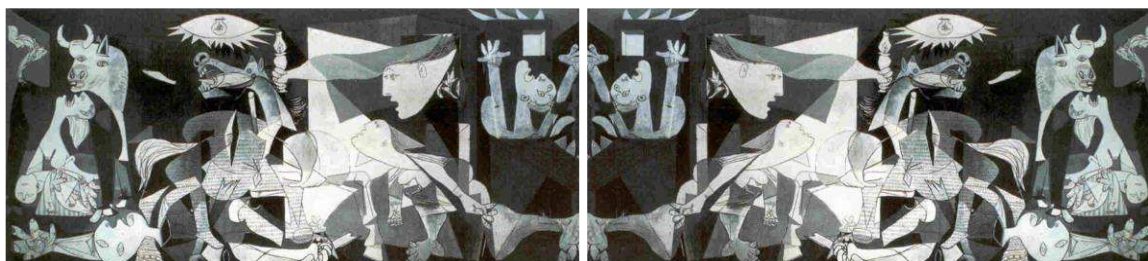
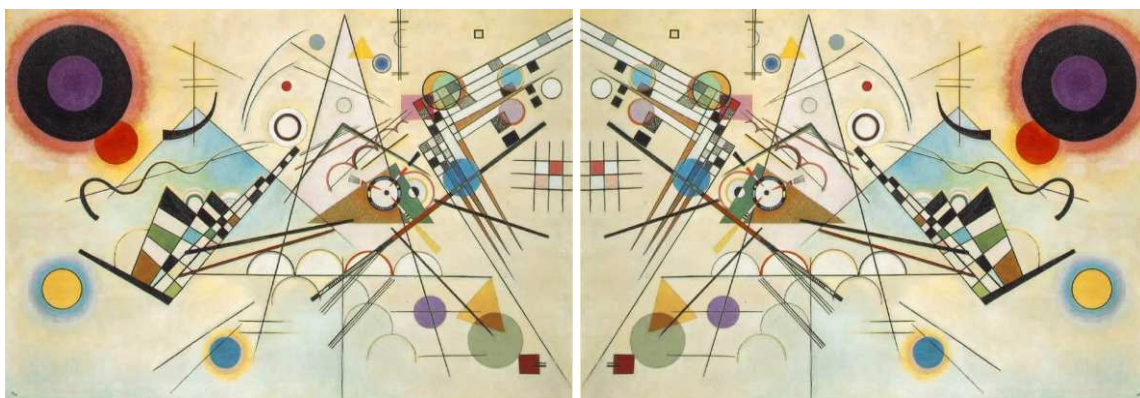
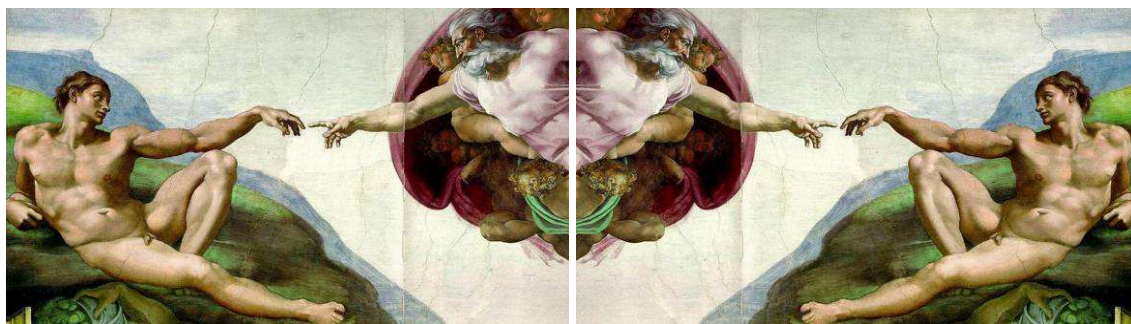


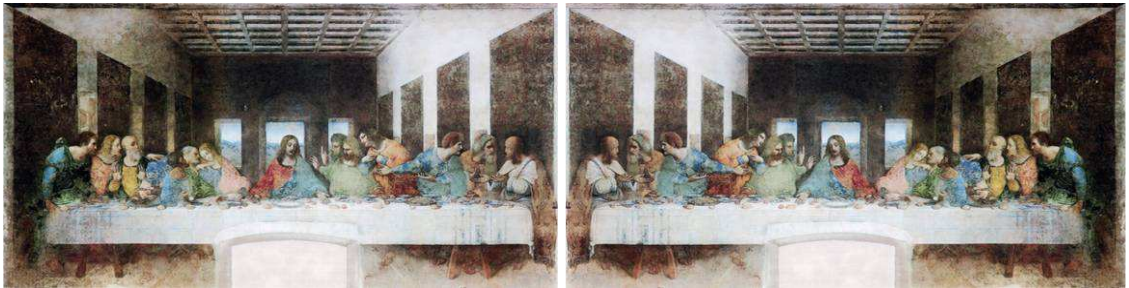




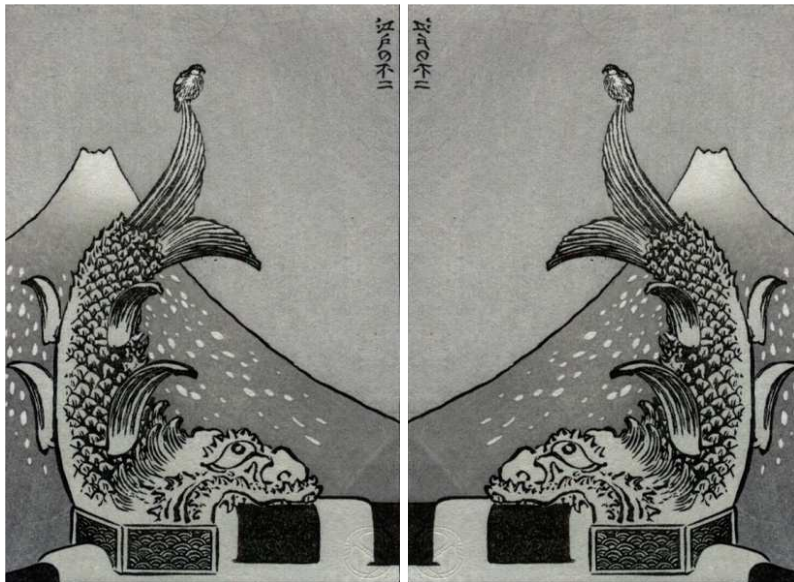
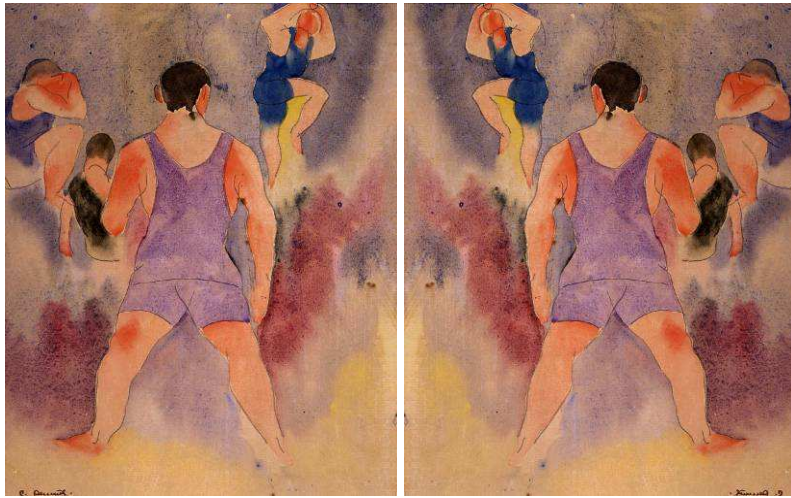
Berühmte Bilder – Experimental

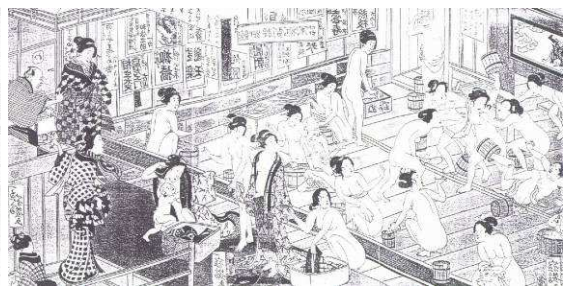
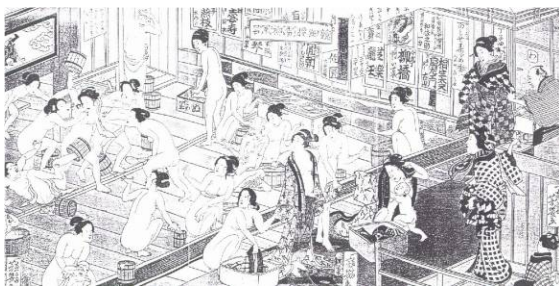






Berühmte Bilder – Distraktoren









C. Presentation Code

testung1.sce

```
scenario = "testung1.sce";
no_logfile = true;

pcl_file = "testung1.pcl";

active_buttons = 1;

default_background_color = 170,170,170;
default_text_color = 0, 0, 0;

begin;

picture {} default;

picture {
    bitmap {
        filename = "tracker\\target_yellow.bmp";
        trans_src_color = 255,255,255;
    };
    x = 0; y = 0;
} et_calibration;

picture {
    bitmap {
        filename = "tracker\\target_yellow.bmp";
        trans_src_color = 255,255,255;
    };
    x = 0; y = 0;
} crosshair;

trial {
    trial_duration = forever;
    trial_type = correct_response;

    picture {
        text {
            caption = "
Bei folgender Untersuchung werden Ihnen
48 verschiedene Bilder mehrmals präsentiert.
Gleichzeitig zeichnen wir Ihre Blickbewegungen auf.
Jedes Bild wird für 10 Sekunden angezeigt.
Vor jedem Bild wird dessen Titel eingeblendet.
Bitte betrachten Sie die Bilder aufmerksam und
überlegen Sie bitte für jedes Bild,
inwieweit die vorher eingeblendeten Bildtitel
die dargestellten Bilder repräsentieren.
Falls Sie blinzeln müssen, versuchen Sie dies während
der Titeleinblende zu tun und nicht während des Bildes -
dies könnte für die Aufzeichnung der Blickbewegungen hinderlich sein.
Wenn Sie die Instruktion verstanden haben,
und bereit sind, mit dem Experiment zu beginnen,
dann drücken Sie bitte die linke Maustaste.";
            font = "Times";
            font_size = 24;
        };
        x = 0; y = 0;
    };
    target_button = 1;
} instruction;

trial {
    trial_duration = 4000;

    picture {
        text {
            caption = "
Danke für deine Hilfe!";
            font = "Times";
```

```

        font_size = 36;
    };
    x = 0; y = 0;
};
time = 0;
duration = 4000;
} thanks;

trial {
    picture {};
    duration = 3000;
} black_screen;

array {
    bitmap { filename = "charles demuth_bathers.bmp"; description = "Die Badenden"; }
image;
    bitmap { filename = "david bull_fuji from edo castle.bmp"; description = "Der Fisch";
};
    bitmap { filename = "edvard munch_the scream.bmp"; description = "Der Schrei"; };
    bitmap { filename = "emilycarr_thelittlepine.bmp"; description = "Die kleine Föhre"; };
    bitmap { filename = "eugene delacroix_liberty leading the people.bmp"; description =
"Die Freiheit führt das Volk"; };
    bitmap { filename = "francis picabia_landscape.bmp"; description = "Landschaft"; };
    bitmap { filename = "georg seurat_sunday afternoon.bmp"; description =
"Sonntagnachmittag"; };
    bitmap { filename = "george grosz_explosion.bmp"; description = "Explosion"; };
    bitmap { filename = "hokusai_the great wave of kanagawa.bmp"; description = "Die große
Welle vor Kanagawa"; };
    bitmap { filename = "ikkeisai yoshiku.bmp"; description = "Waschtag"; };
    bitmap { filename = "kuzma petrov-vodkin_boys.bmp"; description = "Die Jungen"; };
    bitmap { filename = "leonardo da vinci_abendmahl.bmp"; description = "Das letzte
Abendmahl"; };
    bitmap { filename = "kandinsky_composition.bmp"; description = "Komposition"; };
    bitmap { filename = "luca signorelli_lamentation over the dead christ.bmp"; description
= "Wehklagen"; };
    bitmap { filename = "maria kegel-maillard_blumenstrauß.bmp"; description = "Der
Blumenstrauß"; };
    bitmap { filename = "michelangelo_the creation of adam.bmp"; description = "Die
Erschaffung Adams"; };
    bitmap { filename = "mikhail nesterov_harmony concord.bmp"; description = "Harmonie";
};
    bitmap { filename = "MOBA_a day at the clothing optional beach.bmp"; description = "Der
Tag am Strand"; };
    bitmap { filename = "picasso_guernica.bmp"; description = "Guernica"; };
    bitmap { filename = "piero di cosimo_allegory.bmp"; description = "Die Allegorie"; };
    bitmap { filename = "raffael_angels.bmp"; description = "Die Engel"; };
    bitmap { filename = "salvadore dali_persistence of memory.bmp"; description = "Die
Beständigkeit der Erinnerung"; };
    bitmap { filename = "sandro botticelli_the birth of venus.bmp"; description = "Die
Geburt der Venus"; };
    bitmap { filename = "vincent van gogh_starrynight.bmp"; description = "Sternennacht";
};
    bitmap { filename = "TAT_1.bmp"; description = "Lustlosigkeit"; };
    bitmap { filename = "TAT_2.bmp"; description = "Mädchen auf dem Land"; };
    bitmap { filename = "TAT_4.bmp"; description = "Liebespaar"; };
    bitmap { filename = "TAT_5.bmp"; description = "Blick ins Zimmer"; };
    bitmap { filename = "TAT_6BM.bmp"; description = "Der Streit"; };
    bitmap { filename = "TAT_6GF.bmp"; description = "Das Gespräch"; };
    bitmap { filename = "TAT_7BM.bmp"; description = "Die Konversation"; };
    bitmap { filename = "TAT_7GF.bmp"; description = "Die Ablenkung"; };
    bitmap { filename = "TAT_8BM.bmp"; description = "Die Operation"; };
    bitmap { filename = "TAT_8GF.bmp"; description = "Träumerei"; };
    bitmap { filename = "TAT_9BM.bmp"; description = "Der Mittagsschlaf"; };
    bitmap { filename = "TAT_9GF.bmp"; description = "Die Beobachtung"; };
    bitmap { filename = "TAT_10.bmp"; description = "Trost"; };
    bitmap { filename = "TAT_12BG.bmp"; description = "Boot am Fluss"; };
    bitmap { filename = "TAT_12F.bmp"; description = "Die Manipulation"; };
    bitmap { filename = "TAT_12M.bmp"; description = "Die Heilung"; };
    bitmap { filename = "TAT_13B.bmp"; description = "Einsamkeit"; };
    bitmap { filename = "TAT_13MF.bmp"; description = "Trauer und Verzweiflung"; };
    bitmap { filename = "TAT_14.bmp"; description = "Am Fenster"; };
    bitmap { filename = "TAT_15.bmp"; description = "Der Tod"; };
    bitmap { filename = "TAT_16BM.bmp"; description = "Am Seil"; };
    bitmap { filename = "TAT_17GF.bmp"; description = "Apokalypse"; };

```

```

        bitmap { filename = "TAT_18BM.bmp"; description = "Die Entführung"; };
        bitmap { filename = "TAT_19.bmp"; description = "Das Monster"; };
    } data;

    trial {
        trial_duration = 4000;

        picture {
            text {
                caption = "Bildtitel";
                font = "Times";
                font_size = 32;
            } title;
            x = 0; y = 0;
        };
        time = 1000;
        duration = 3000;
    } trial_title;

    trial {
        trial_duration = 10000;

        picture {
            bitmap image;
            x = 0; y = 0;
        } pic;
        time = 0;
        duration = 10000;
    } trial_picture;

```

testung1.pcl

```

string et_bmp = "ET_BMP \"C:\\experiments\\platzer_stimuli\\VersuchsbedingungA_1DG\\";

eye_tracker tracker = new eye_tracker( "{F62A86B9-6F75-49B7-944F-2B4DECA92F48}" );

int y_pos_eye;
int x_pos_eye;

tracker.start_tracking();
tracker.send_command( et_bmp + "tracker\\calibration.bmp\\" );
tracker.calibrate(et_calibrate_default, 5.0, 0.0, 0.0 );
tracker.start_data(dt_position, false);
eye_position_data eyepos;

int dummy10;

include "sub_calibration-check.pcl";
include "sub_wait4fixation_y.pcl";

two_cross_check();

tracker.send_command( "ET_CLR" );
tracker.set_recording(true);
eyepos = tracker.last_position_data();
y_pos_eye = int(eyepos.y());
x_pos_eye = int(eyepos.x());

instruction.present();

black_screen.present();

loop int run = 1
until run > 3
begin
    data.shuffle();

    loop int i = 1
    until i > data.count()
    begin
        # two cross check between trials
        loop until

```

```

        wait4fixation(10)==true
    begin
        two_cross_check();
    end;

    title.set_caption(data[i].description());
    title.redraw();
    pic.set_part(1, data[i]);
    trial_title.present();

    # Splits filepath into its parts to extract filename
    array<string> parts[1];
    data[i].filename().split("\\", parts);
    tracker.send_command( et_bmp + parts[parts.count()] + "\\");
    tracker.send_string(data[i].description());

    trial_picture.present();

    tracker.send_string("ende");
    tracker.send_command( et_bmp + "tracker\\empty_bitmap.bmp\\");

    i = i + 1;
end;

run = run + 1;
end;

black_screen.present();

thanks.present();

tracker.set_recording(false);
tracker.stop_data(dt_position);
tracker.stop_tracking();

```

testung2.sce

```

scenario = "testung2.sce";
no_logfile = true;

pcl_file = "testung2.pcl";

active_buttons = 1;

default_background_color = 170,170,170;
default_text_color = 0, 0, 0;

begin;

picture {} default;

picture {
    bitmap {
        filename = "tracker\\target_yellow.bmp";
        trans_src_color = 255,255,255;
    };
    x = 0; y = 0;
} et_calibration;

picture {
    bitmap {
        filename = "tracker\\target_yellow.bmp";
        trans_src_color = 255,255,255;
    };
    x = 0; y = 0;
} crosshair;

trial {
    trial_duration = forever;
    trial_type = correct_response;

    picture {

```

```

        text {
            caption = "
Bei folgender Untersuchung werden Ihnen
erneut die 48 Bilder des ersten Durchgangs präsentiert.
Gleichzeitig zeichnen wir Ihre Blickbewegungen auf.
Jedes Bild wird für 10 Sekunden angezeigt.
Vor jedem Bild wird dessen Titel eingeblendet.
Bitte betrachten Sie die Bilder aufmerksam und
überlegen Sie bitte für jedes Bild,
inwieweit die vorher eingeblendeten Bildtitel
die dargestellten Bilder repräsentieren.
Falls Sie blinzeln müssen, versuchen Sie dies während
der Titeleinblende zu tun und nicht während des Bildes -
dies könnte für die Aufzeichnung der Blickbewegungen hinderlich sein.
Wenn Sie die Instruktion verstanden haben,
und bereit sind, mit dem Experiment zu beginnen,
dann drücken Sie bitte die linke Maustaste.";
            font = "Times";
            font_size = 24;
        };
        x = 0; y = 0;
    };
    target_button = 1;
} instruction;

trial{
    trial_duration = 4000;

    picture {
        text {
            caption = "
Danke für deine Hilfe!";
            font = "Times";
            font_size = 36;
        };
        x = 0; y = 0;
    };
    time = 0;
    duration = 4000;
} thanks;

trial {
    picture {};
    duration = 3000;
} black_screen;

array {
    bitmap { filename = "charles demuth_bathers.bmp"; description = "Die Badenden"; }
image;
    bitmap { filename = "david bull_fuji from edo castle.bmp"; description = "Der Fisch";
};
    bitmap { filename = "edvard munch_the scream.bmp"; description = "Der Schrei"; };
    bitmap { filename = "emilycarr_thelittlepine.bmp"; description = "Die kleine Föhre"; };
    bitmap { filename = "eugene delacroix_liberty leading the people.bmp"; description =
"Die Freiheit führt das Volk"; };
    bitmap { filename = "francis picabia_landscape.bmp"; description = "Landschaft"; };
    bitmap { filename = "georg seurat_sunday afternoon.bmp"; description =
"Sonntagnachmittag"; };
    bitmap { filename = "george grosz_explosion.bmp"; description = "Explosion"; };
    bitmap { filename = "hokusai_the great wave of kanagawa.bmp"; description = "Die große
Welle vor Kanagawa"; };
    bitmap { filename = "ikkeisai yoshiku.bmp"; description = "Waschtag"; };
    bitmap { filename = "kuzma petrov-vodkin_boys.bmp"; description = "Die Jungen"; };
    bitmap { filename = "leonardo da vinci_abendmahl.bmp"; description = "Das letzte
Abendmahl"; };
    bitmap { filename = "kandinsky_composition.bmp"; description = "Komposition"; };
    bitmap { filename = "luca signorelli_lamentation over the dead christ.bmp"; description
= "Wehklagen"; };
    bitmap { filename = "maria kegel-maillard_blumenstrauß.bmp"; description = "Der
Blumenstrauß"; };
    bitmap { filename = "michelangelo_the creation of adam.bmp"; description = "Die
Erschaffung Adams"; };

```

```

        bitmap { filename = "mikhail nesterov_harmony concord.bmp"; description = "Harmonie";
    };
    bitmap { filename = "MOBA_a day at the clothing optional beach.bmp"; description = "Der
Tag am Strand"; };
    bitmap { filename = "picasso_guernica.bmp"; description = "Guernica"; };
    bitmap { filename = "piero di cosimo_allegory.bmp"; description = "Die Allegorie"; };
    bitmap { filename = "raffael_angels.bmp"; description = "Die Engel"; };
    bitmap { filename = "salvadore dali_persistence of memory.bmp"; description = "Die
Beständigkeit der Erinnerung"; };
    bitmap { filename = "sandro botticelli_the birth of venus.bmp"; description = "Die
Geburt der Venus"; };
    bitmap { filename = "vincent van gogh_starrynight.bmp"; description = "Sternennacht";
};
    bitmap { filename = "TAT_1.bmp"; description = "Lustlosigkeit"; };
    bitmap { filename = "TAT_2.bmp"; description = "Mädchen auf dem Land"; };
    bitmap { filename = "TAT_4.bmp"; description = "Liebespaar"; };
    bitmap { filename = "TAT_5.bmp"; description = "Blick ins Zimmer"; };
    bitmap { filename = "TAT_6BM.bmp"; description = "Der Streit"; };
    bitmap { filename = "TAT_6GF.bmp"; description = "Das Gespräch"; };
    bitmap { filename = "TAT_7BM.bmp"; description = "Die Konversation"; };
    bitmap { filename = "TAT_7GF.bmp"; description = "Die Ablenkung"; };
    bitmap { filename = "TAT_8BM.bmp"; description = "Die Operation"; };
    bitmap { filename = "TAT_8GF.bmp"; description = "Träumerei"; };
    bitmap { filename = "TAT_9BM.bmp"; description = "Der Mittagsschlaf"; };
    bitmap { filename = "TAT_9GF.bmp"; description = "Die Beobachtung"; };
    bitmap { filename = "TAT_10.bmp"; description = "Trost"; };
    bitmap { filename = "TAT_12BG.bmp"; description = "Boot am Fluss"; };
    bitmap { filename = "TAT_12F.bmp"; description = "Die Manipulation"; };
    bitmap { filename = "TAT_12M.bmp"; description = "Die Heilung"; };
    bitmap { filename = "TAT_13B.bmp"; description = "Einsamkeit"; };
    bitmap { filename = "TAT_13MF.bmp"; description = "Trauer und Verzweiflung"; };
    bitmap { filename = "TAT_14.bmp"; description = "Am Fenster"; };
    bitmap { filename = "TAT_15.bmp"; description = "Der Tod"; };
    bitmap { filename = "TAT_16BM.bmp"; description = "Am Seil"; };
    bitmap { filename = "TAT_17GF.bmp"; description = "Apokalypse"; };
    bitmap { filename = "TAT_18BM.bmp"; description = "Die Entführung"; };
    bitmap { filename = "TAT_19.bmp"; description = "Das Monster"; };
} data;

trial {
    trial_duration = 4000;

    picture {
        text {
            caption = "Bildtitel";
            font = "Times";
            font_size = 32;
        } title;
        x = 0; y = 0;
    };
    time = 1000;
    duration = 3000;
} trial_title;

trial {
    trial_duration = 10000;

    picture {
        bitmap image;
        x = 0; y = 0;
    } pic;

    time = 0;
    duration = 10000;
} trial_picture;

```

testung2.pcl

```

string et_bmp = "ET_BMP \"C:\\experiments\\platzer_stimuli\\VersuchsbedingungA_2DG\\\";
eye_tracker tracker = new eye_tracker( "{F62A86B9-6F75-49B7-944F-2B4DECA92F48}" );

```

```

int y_pos_eye;
int x_pos_eye;

tracker.start_tracking();
tracker.send_command( et_bmp + "tracker\\calibration.bmp\\");
tracker.calibrate(et_calibrate_default, 5.0, 0.0, 0.0 );
tracker.start_data(dt_position, false);
eye_position_data eyepos;

int dummy10;

include "sub_calibration-check.pcl";
include "sub_wait4fixation_y.pcl";

two_cross_check();

tracker.send_command( "ET_CLR" );
tracker.set_recording(true);
eyepos = tracker.last_position_data();
y_pos_eye = int(eyepos.y());
x_pos_eye = int(eyepos.x());

instruction.present();

black_screen.present();

loop int run = 1
until run > 2
begin
    data.shuffle();

    loop int i = 1
    until i > data.count()
    begin
        # two cross check between trials
        loop until
            wait4fixation(10)==true
        begin
            two_cross_check();
        end;

        title.set_caption(data[i].description());
        title.redraw();
        pic.set_part(1, data[i]);
        trial_title.present();

        # Splits filepath into its parts to extract filename
        array<string> parts[1];
        data[i].filename().split("\\", parts);
        tracker.send_command( et_bmp + parts[parts.count()] + "\\");
        tracker.send_string(data[i].description());

        trial_picture.present();

        tracker.send_string("ende");
        tracker.send_command( et_bmp + "tracker\\empty_bitmap.bmp\\");

        i = i + 1;
    end;

    run = run + 1;
end;

black_screen.present();

thanks.present();

tracker.set_recording(false);
tracker.stop_data(dt_position);
tracker.stop_tracking();

```

sub_wait4fixation_y.pcl

```

sub
bool wait4fixation(int wo_hin_denn)
begin

int x = 0;
int y = wo_hin_denn;

crosshair.set_part_x (1, x);
crosshair.set_part_y (1, y);

bool supa_calibration_da = false;
int x_diff;
int y_diff;
int last_x_pos;
int last_y_pos;
int x_pos;
int y_pos;
double max_move = double(15);
double max_distance = double(15);
double distance_to_cross;
double last_move;
double tmp;
int fix_start_time;
bool fix_is_beginning = false;
bool fixation_da = false;
int duration_for_fix;
int zeit;
int neue_zeit;
int actual_time;
bool ende_machen = false;

zeit = int(date_time("s"));
zeit = zeit + 5;
if (zeit > 59) then
    zeit = zeit - 60;
end;

loop until (tracker.new_position_data()>0) begin end;
eyepos = tracker.last_position_data();
last_x_pos = int(eyepos.x());
last_y_pos = int(eyepos.y());

crosshair.present();

loop
    until (ende_machen == true)
begin
    neue_zeit = int(date_time("s"));
    if( tracker.new_position_data()>0 ) then
        eyepos = tracker.last_position_data();
        x_pos = int(eyepos.x());
        y_pos = int(eyepos.y());
        x_diff = last_x_pos - x_pos;
        y_diff = last_y_pos - y_pos;
        last_x_pos = x_pos;
        last_y_pos = y_pos;
        tmp = double((x_diff * x_diff) + (y_diff * y_diff));
        last_move = sqrt(tmp);
        if (last_move < max_move) then
            if (fix_is_beginning == false) then
                fix_start_time = int(date_time("z"));
                duration_for_fix = fix_start_time + 250;
                if (duration_for_fix > 999) then
                    duration_for_fix = duration_for_fix - 1000;
                end;
                fix_is_beginning = true;
            else
                actual_time = int(date_time("z"));
                if (actual_time > duration_for_fix) then
                    x_diff = x_pos - x;
                    y_diff = y_pos - y;
                    tmp = double((x_diff * x_diff) + (y_diff * y_diff));

```

```

        distance_to_cross = sqrt(tmp);
        if (distance_to_cross < max_distance) then
            fixation_da = true;
            supa_calibration_da = true;
        else
            end;
        end;
    end;
else
    fix_is_beginning = false;
end;
end;
if (neue_zeit == zeit) then
    ende_machen = true;
end;
if (fixation_da == true) then
    ende_machen = true;
end;
end;
return supa_calibration_da
end;

```

sub_calibration-check.pcl

```

sub
bool check_calibration(int wo_hin_denn)
begin

int x = wo_hin_denn;
int y = 0;

crosshair.set_part_x (1, x);
crosshair.set_part_y (1, y);

bool supa_calibration_da = false;
int x_diff;
int y_diff;
int last_x_pos;
int last_y_pos;
int x_pos;
int y_pos;
double max_move = double(20);
double max_distance = double(30);
double distance_to_cross;
double last_move;
double tmp;
int fix_start_time;
bool fix_is_beginning = false;
bool fixation_da = false;
int duration_for_fix;
int zeit;
int neue_zeit;
int actual_time;
bool ende_machen = false;

zeit = int(date_time("s"));
zeit = zeit + 3;
if (zeit > 59) then
    zeit = zeit - 60;
end;

loop until (tracker.new_position_data()>0) begin end;
eyepos = tracker.last_position_data();
last_x_pos = int(eyepos.x());
last_y_pos = int(eyepos.y());

crosshair.present();

loop
    until (ende_machen == true)

```

```

begin
    neue_zeit = int(date_time("s"));
    if( tracker.new_position_data()>0 ) then
        eyepos = tracker.last_position_data();
        x_pos = int(eyepos.x());
        y_pos = int(eyepos.y());
        x_diff = last_x_pos - x_pos;
        y_diff = last_y_pos - y_pos;
        last_x_pos = x_pos;
        last_y_pos = y_pos;
        tmp = double((x_diff * x_diff) + (y_diff * y_diff));
        last_move = sqrt(tmp);
        if (last_move < max_move) then
            if (fix_is_beginning == false) then
                fix_start_time = int(date_time("z"));
                duration_for_fix = fix_start_time + 250;
                if (duration_for_fix > 999) then
                    duration_for_fix = duration_for_fix - 1000;
                end;
                fix_is_beginning = true;
            else
                actual_time = int(date_time("z"));
                if (actual_time > duration_for_fix) then
                    x_diff = x_pos - x;
                    y_diff = y_pos - y;
                    tmp = double((x_diff * x_diff) + (y_diff * y_diff));
                    distance_to_cross = sqrt(tmp);
                    if (distance_to_cross < max_distance) then
                        fixation_da = true;
                        supa_calibration_da = true;
                    else
                        end;
                    end;
                end;
            else
                fix_is_beginning = false;
            end;
        end;
        if (neue_zeit == zeit) then
            ende_machen = true;
        end;
        if (fixation_da == true) then
            ende_machen = true;
        end;
    end;

    return supa_calibration_da

end;

sub
    two_cross_check
begin
    bool left_ok;
    bool right_ok;
    left_ok = false;
    right_ok = false;
    loop until
        left_ok == true && right_ok == true
    begin
        if left_ok == false then
            left_ok = check_calibration(-200);
        end;
        if left_ok == true && right_ok == false then
            right_ok = check_calibration(200);
            if right_ok == false then
                left_ok = false;
            end;
        end;
        if right_ok == false then
            loop
                dummy10 = 100
            until
                dummy10 > 1000
        end;
    end;
end;

```

```

begin
    dummy10 = dummy10 + 50;
    system_beep(dummy10,2);
end;

loop
    dummy10 = 1000
until
    dummy10 < 101
begin
    dummy10 = dummy10 - 50;
    system_beep(dummy10,2);
end;

loop
    dummy10 = 100
until
    dummy10 > 1000
begin
    dummy10 = dummy10 + 50;
    system_beep(dummy10,2);
end;

loop
    dummy10 = 1000
until
    dummy10 < 101
begin
    dummy10 = dummy10 - 50;
    system_beep(dummy10,2);
end;

    tracker.calibrate(et_calibrate_default, 3.0, 0.0, 0.0 );
end;
end;
end;

```


D. Java Code

Main.java

```
package at.platzer.scanpath;

import java.io.File;
import java.io.IOException;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Enumeration;
import java.util.Hashtable;
import java.util.Iterator;

import jxl.Workbook;
import jxl.write.Label;
import jxl.write.WritableCellFormat;
import jxl.write.WritableFont;
import jxl.write.WritableSheet;
import jxl.write.WritableWorkbook;
import jxl.write.WriteException;
import jxl.write.biff.RowsExceededException;

import at.platzer.scanpath.parser.Fixation;
import at.platzer.scanpath.parser.ParseTrackerLog;
import at.platzer.scanpath.parser.UserEvent;

/**
 * Main class.
 *
 * @author Frank Felgner
 */
public class Main {

    private static final String OPTION_EXCEL = "excel";
    private static final String OPTION_PAINTGRID = "paintgrid";
    private static final String OPTION_PAINTALL = "paintall";

    /**
     * Main function.
     *
     * @param args
     */
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        final String USAGE =
            "Missing one of these options:\n\n" +
            OPTION_EXCEL + " <filename> \t generates a spreadsheet with the scanpaths and the\n" +
            "levenshtein distances\n\n" +
            OPTION_PAINTGRID + "\t\t\t paints the AOI grid\n\n" +
            OPTION_PAINTALL + "\t\t\t paints the AOI grid and the fixations for the first\n" +
            "configured subject\n\n";

        if (args.length < 1) {
            System.out.println(USAGE);
            System.exit(1);
        }

        if (args[0].equals(OPTION_EXCEL)) {
            String filename = "output.xls";
            if (args.length == 2) {
                filename = args[1];
            }
            createExcelWorkbook(filename);
        } else if (args[0].equals(OPTION_PAINTGRID) || args[0].equals(OPTION_PAINTALL)) {
            Iterator<Subject> subjects = ExperimentSetup.getInstance().getSubjects();
            Painter painter = new Painter();
            Subject subject = subjects.next();
            Iterator<String> dataFiles = subject.getDatafiles();

            while (dataFiles.hasNext()) {
                ParseTrackerLog p = new ParseTrackerLog(dataFiles.next(), painter);
                if (args[0].equals(OPTION_PAINTALL)) {
                    p.addEvent(Fixation.class);
                }
            }
        }
    }
}
```

```

        p.addEvent(UserEvent.class);
        p.parse();
    }
} else {
    System.out.println(USAGE);
    System.exit(1);
}
}

/**
 * Creates an excel workbook from the eye-tracking data. It creates several
 * sheets within the workbook:
 * - Levenshtein distances of the first x fixations of all 5 runs
 * - Levenshtein distances of the second x fixations of all 5 runs
 * - Scanpath of the first x fixations
 * - Scanpath of the second x fixations - one sheet per subject to contain
 *   the full scanpath per stimulus
 *
 * Please note: Although x is configurable, it is assumed to be 5 to lower
 * implementation effort.
 *
 * @param filename filename of the output file
 * @throws Exception
 */
private static void createExcelWorkbook(String filename) throws Exception {

    final int EXTRACT_CHARS = ExperimentSetup.getInstance().getExtractChars();
    final int EXTRACT_START = ExperimentSetup.getInstance().getExtractStart();

    Levenshtein.setCostDelete(ExperimentSetup.getInstance().getLevenshteinCost(ExperimentSetup.
    COST_DELETE));

    Levenshtein.setCostInsert(ExperimentSetup.getInstance().getLevenshteinCost(ExperimentSetup.
    COST_INSERT));

    Levenshtein.setCostSubstitution(ExperimentSetup.getInstance().getLevenshteinCost(Experiment
    Setup.COST_SUBST));

    WritableWorkbook workbook = null;
    try {
        workbook = Workbook.createWorkbook(new File(filename));
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
        System.exit(1);
    }

    WritableCellFormat defaultStyle = new WritableCellFormat(new
    WritableFont(WritableFont.ARIAL, 12));
    WritableCellFormat defaultStyleBold = new WritableCellFormat(new
    WritableFont(WritableFont.ARIAL, 12, WritableFont.BOLD));

    int sheetNumber = 0;
    int levenshteinRow = 1;
    WritableSheet levenshteinSheet1 = workbook.createSheet("LvD erste Fünf",
    sheetNumber++);
    initLevenshteinSheet(levenshteinSheet1, defaultStyleBold);
    WritableSheet levenshteinSheet2 = workbook.createSheet("LvD zweite Fünf",
    sheetNumber++);
    initLevenshteinSheet(levenshteinSheet2, defaultStyleBold);
    WritableSheet scanPathSheet1 = workbook.createSheet("Scanpaths erste Fünf",
    sheetNumber++);
    initScanpathSheet(scanPathSheet1, defaultStyleBold);
    WritableSheet scanPathSheet2 = workbook.createSheet("Scanpaths zweite Fünf",
    sheetNumber++);
    initScanpathSheet(scanPathSheet2, defaultStyleBold);

    Iterator<Subject> subjects = ExperimentSetup.getInstance().getSubjects();
    while (subjects.hasNext()) {
        AOIProcessor aoi = new AOIProcessor();

        Subject subject = subjects.next();

        int startRow = 0;

```

```

WritableSheet sheet = workbook.createSheet(subject.getName(), sheetNumber++);
sheet.addCell(new Label(0, startRow, "Name", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(1, startRow++, subject.getName(), defaultStyle));
sheet.addCell(new Label(0, startRow, "Sex", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(1, startRow++, (subject.getSex() == Subject.SEX_MALE ? "male"
: "female"), defaultStyle));
sheet.addCell(new Label(0, startRow, "Condition", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(1, startRow++, (subject.getCondition() == Subject.CONDITION_A
? "A" : "B"), defaultStyle));

int startColumn = 0;
startRow = 5;
sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow, "Stimulus", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow, "1", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow, "2", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow, "3", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow, "4", defaultStyleBold));
sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow++, "5", defaultStyleBold));

Iterator<String> dataFiles = subject.getDatafiles();

while (dataFiles.hasNext()) {
    ParseTrackerLog p = new ParseTrackerLog(dataFiles.next(), aoi);
    p.addEvent(Fixation.class);
    p.addEvent(UserEvent.class);
    p.parse();
}

Hashtable<String, ArrayList<String>> scanpaths = aoi.getScanpaths();
Enumeration<String> titles = scanpaths.keys();
while (titles.hasMoreElements()) {
    startColumn = 0;
    String title = titles.nextElement();
    Iterator<String> scans = scanpaths.get(title).iterator();

    sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow, title, defaultStyle));

    int i = 0;
    int length = scanpaths.get(title).size();
    String[] extractedScanpaths1 = new String[length];
    String[] extractedScanpaths2 = new String[length];

    while (scans.hasNext()) {
        int start1 = EXTRACT_START;
        int end1 = EXTRACT_START + EXTRACT_CHARS;
        int start2 = end1;
        int end2 = end1 + EXTRACT_CHARS;

        String scanItBaby = scans.next();

        sheet.addCell(new Label(startColumn++, startRow, scanItBaby, defaultStyle));

        if (scanItBaby.length() < start1) {
            start1 = start2 = end1 = end2 = 0;
        } else if (scanItBaby.length() < end1) {
            end1 = scanItBaby.length();
            start2 = end2 = end1;
        } else if (scanItBaby.length() < end2) {
            end2 = scanItBaby.length();
        }

        extractedScanpaths1[i] = scanItBaby.substring(start1, end1);
        extractedScanpaths2[i] = scanItBaby.substring(start2, end2);

        i++;
    }

    fillLevenshteinSheet(levenshteinSheet1, defaultStyle, levenshteinRow, title,
(subject.getCondition() == Subject.CONDITION_A ? "A" : "B"), subject.getName(),
extractedScanpaths1);
    fillScanpathSheet(scanPathSheet1, defaultStyle, levenshteinRow, title,
(subject.getCondition() == Subject.CONDITION_A ? "A" : "B"), subject.getName(),
extractedScanpaths1);

```

```

        fillLevenshteinSheet(levenshteinSheet2, defaultStyle, levenshteinRow, title,
(subject.getCondition() == Subject.CONDITION_A ? "A" : "B"), subject.getName(),
extractedScanpaths2);
        fillScanpathSheet(scanPathSheet2, defaultStyle, levenshteinRow++, title,
(subject.getCondition() == Subject.CONDITION_A ? "A" : "B"), subject.getName(),
extractedScanpaths2);
        startRow++;
    }
}

workbook.write();
workbook.close();
}

//several helper methods to fill out the workbook

private static void initLevenshteinSheet(WritableSheet levenshteinSheet,
    WritableCellFormat format) throws RowsExceededException,
    WriteException {
    int col = 0;
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "Stimuli", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "Condition", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "Subject", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "1->2", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "1->3", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "1->4", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "1->5", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "2->3", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "2->4", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "2->5", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "3->4", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "3->5", format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, 0, "4->5", format));
}

private static void fillLevenshteinSheet(WritableSheet levenshteinSheet,
    WritableCellFormat format, int row, String stimuli,
    String condition, String subject, String[] cutScanpaths)
    throws RowsExceededException, WriteException {
    int col = 0;
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row, stimuli, format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row, condition, format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row, subject, format));
    for (int i = 0; i < cutScanpaths.length-1; i++) {
        for (int j = i + 1; j < cutScanpaths.length; j++) {
            levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row,
Double.toString(Levenshtein.similarity(cutScanpaths[i], cutScanpaths[j])), format));
        }
    }
}

private static void initScanpathSheet(WritableSheet scanPathSheet,
    WritableCellFormat format) throws RowsExceededException,
    WriteException {
    int col = 0;
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "Stimuli", format));
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "Condition", format));
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "Subject", format));
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "1", format));
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "2", format));
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "3", format));
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "4", format));
    scanPathSheet.addCell(new Label(col++, 0, "5", format));
}

private static void fillScanpathSheet(WritableSheet levenshteinSheet,
    WritableCellFormat format, int row, String stimuli,
    String condition, String subject, String[] cutScanpaths)
    throws RowsExceededException, WriteException {
    int col = 0;
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row, stimuli, format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row, condition, format));
    levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row, subject, format));
    for (int i = 0; i < cutScanpaths.length; i++) {

```

```

        levenshteinSheet.addCell(new Label(col++, row, cutScanpaths[i], format));
    }
}

```

Levenshtein.java

```
package at.platzer.scanpath;
```

```

/**
 * This class compares two strings and computes the Levenshtein distance as well
 * as a normalized distance. Different costs for the operations are supported.
 */
public class Levenshtein {

    /** The default cost for a delete operation */
    private static int costDelete = 1;

    /** The default cost for an insert operation */
    private static int costInsert = 1;

    /** The default cost for a substitution operation */
    private static int costSubstitution = 2;

    /**
     * Gets the minimum of three integer values.
     *
     * @param a value 1
     * @param b value 2
     * @param c value 3
     * @return the minimum value
     */
    private static int Minimum(int a, int b, int c) {
        int mi = a;
        if (b < mi) {
            mi = b;
        }
        if (c < mi) {
            mi = c;
        }
        return mi;
    }

    /**
     * Compute Levenshtein distance
     *
     * @param s Source String
     * @param t Target String
     * @return the Levenshtein distance of the two strings
     */
    public static int distance(String s, String t) {
        int d[][]; // matrix
        int n; // length of s
        int m; // length of t
        int i; // iterates through s
        int j; // iterates through t
        char s_i; // ith character of s
        char t_j; // jth character of t
        int cost; // cost

        // Step 1
        n = s.length();
        m = t.length();
        if (n == 0) {
            return m;
        }
        if (m == 0) {
            return n;
        }
        d = new int[n + 1][m + 1];

        // Step 2

```

```

    for (i = 0; i <= n; i++) {
        d[i][0] = i * Levenshtein.costInsert;
    }
    for (j = 0; j <= m; j++) {
        d[0][j] = j * Levenshtein.costDelete;
    }

    // Step 3
    for (i = 1; i <= n; i++) {
        s_i = s.charAt(i - 1);

        // Step 4
        for (j = 1; j <= m; j++) {
            t_j = t.charAt(j - 1);

            // Step 5
            if (s_i == t_j) {
                cost = 0;
            } else {
                cost = Levenshtein.costSubstitution;
            }

            // Step 6
            d[i][j] = Minimum(
                d[i - 1][j] + Levenshtein.costInsert, //insertion
                d[i][j - 1] + Levenshtein.costDelete, //deletion
                d[i - 1][j - 1] + cost); //substitution
        }
    }

    // Step 7
    return d[n][m];
}

/**
 * Compute the normalized Levenshtein distance. Normalization is done by
 * computing Levenshtein distance and normalizes it by dividing by the sum
 * of the lengths of the two strings.
 *
 * @param s Source String
 * @param t Target String
 * @return the normalized Levenshtein distance of the two strings as
 *         measurement of similarity, 0 means absolute similarity
 */
public static double similarity(String s, String t) {
    int ld = distance(s, t);
    int length = s.length() + t.length();
    return (double) ld / (double) length;
}

public static void setCostSubstitution(int costSubstitution) {
    if (costSubstitution > 0) {
        Levenshtein.costSubstitution = costSubstitution;
    }
}

public static void setCostDelete(int costDelete) {
    if (costDelete > 0) {
        Levenshtein.costDelete = costDelete;
    }
}

public static void setCostInsert(int costInsert) {
    if (costInsert > 0) {
        Levenshtein.costInsert = costInsert;
    }
}
}

```

AOIGrid.java

```
package at.platzer.scanpath;
```

```

import java.awt.Graphics2D;
import java.awt.Rectangle;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Iterator;

/**
 * This class represents a AOI Grid.
 */
public class AOIGrid {

    /** associative array which maintains AOIs */
    private ArrayList<Rectangle> aois = new ArrayList<Rectangle>(20);

    /** the characters used for AOI association */
    private static final char[] SYMBOLS =
"ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz".toCharArray();

    /** the default char to use if no AOI association found */
    private static final char DEFAULT_SYMBOL = '-';

    public AOIGrid() {
    }

    /**
     * Returns the Character for a point given by its x- and y-coordinate.
     *
     * @param x
     * @param y
     * @return
     */
    public char getAssociatedCharacter(int x, int y) {
        int length = aois.size();
        int idx = -1;
        for (int i = 0; i < length; i++) {
            if (aois.get(i).contains(x, y)) {
                idx = i;
                break;
            }
        }

        return idx >= 0 ? SYMBOLS[idx] : DEFAULT_SYMBOL;
    }

    /**
     * Adds an AOI given by its x- and y-coordinates to the grid.
     *
     * @param startX
     * @param startY
     * @param width
     * @param height
     */
    public void addAOI(int startX, int startY, int width, int height) {
        Rectangle rect = new Rectangle(startX, startY, width, height);
        if (!intersects(rect) && aois.size() < SYMBOLS.length) {
            aois.add(rect);
        } else {
            System.out.println("WARNING: Skipping AOI {" + rect + "} because of intersection");
        }
    }

    /**
     * Helper method to check if a given Rectangle intersects with any AOI.
     *
     * @param rect
     * @return
     */
    private boolean intersects(Rectangle rect) {
        int length = aois.size();
        for (int i = 0; i < length; i++) {
            if (aois.get(i).intersects(rect)) {
                return true;
            }
        }
        return false;
    }
}

```

```

/**
 * Draws the AOI to a graphical context
 *
 * @param Graphics2D
 * @param Color
 */
public void draw(Graphics2D g) {
    int i = 0;
    Iterator<Rectangle> iter = aois.iterator();
    while(iter.hasNext()) {
        Rectangle rect = iter.next();
        g.draw(rect);
        g.drawString(Character.toString(SYMBOLS[i]), (int)rect.getCenterX(),
(int)rect.getCenterY());
        i++;
    }
}
}

```

AOIProcessor.java

```
package at.platzer.scanpath;
```

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Hashtable;
```

```
import at.platzer.scanpath.parser.EventType;
import at.platzer.scanpath.parser.Fixation;
import at.platzer.scanpath.parser.ParseCallBack;
import at.platzer.scanpath.parser.Stimulus;
import at.platzer.scanpath.parser.UserEvent;
```

```

/**
 * Assigns a fixation to a certain region in the stimulus, i.e. builds a grid
 * (dimensions given in properties file) in the stimulus. This class enables
 * the creation of a scanpath by using {@link AOIGrid}.
 */

```

```
public class AOIProcessor implements ParseCallBack {
```

```
    private Stimulus currentStimulus = null;
    private String stimulusTitle = null;
```

```
    /** contains the stimulusTitle -> Scanpath association */
```

```
    private Hashtable<String, ArrayList<String>> stimuliScanpaths= new Hashtable<String,
ArrayList<String>>(30);
```

```
    private static final String MSG_IDENTIFIER = "# Message: ";
    private static final String MSG_IDENTIFIER_END = MSG_IDENTIFIER + "ende";
```

```
    public AOIProcessor() {
    }

```

```

    /*
     * (non-Javadoc)
     * @see

```

```
at.platzer.scanpath.parser.ParseCallBack#foundSupported(at.platzer.scanpath.parser.EventType
e)
*/

```

```

    public void foundSupported(EventType type) {
        if (type instanceof UserEvent) {
            UserEvent event = (UserEvent) type;
            if (event.getDescription().startsWith(MSG_IDENTIFIER)) {
                if (event.getDescription().startsWith(MSG_IDENTIFIER_END)) {
                    if (currentStimulus == null) {
                        System.out.println("WARNING! Stimulus processing ended without a start");
                        return;
                    }
                }
            }

```

```

            currentStimulus.setFinished(event.getStartTime());
            processStimulus();
            currentStimulus = null;
            stimulusTitle = null;

```

```

    } else {
        stimulusTitle = event.getDescription().substring(MSG_IDENTIFIER.length());

        if (currentStimulus != null) {
            //TODO: abort scanning in this case? -> inconsistency
            System.out.println("WARNING! New stimulus without the previous having ended");
        }

        currentStimulus = new Stimulus(event.getStartTime());
        currentStimulus.setAoiGrid(ExperimentSetup.getInstance().getAOIs(stimulusTitle));
    }
}

} else if (type instanceof Fixation) {
    Fixation fix = (Fixation) type;
    if (currentStimulus != null) {
        currentStimulus.addFixation(fix);
    }
}

}

private void processStimulus() {
    String scanpath = currentStimulus.getScanpath();

    if (scanpath != null) {
        ArrayList<String> stimuli = stimuliScanpaths.get(stimulusTitle);
        if (stimuli == null) {
            stimuli = new ArrayList<String>(5);
        }
        stimuli.add(scanpath);
        stimuliScanpaths.put(stimulusTitle, stimuli);
    }
}

/**
 *
 * @return
 */
public Hashtable<String, ArrayList<String>> getScanpaths() {
    return stimuliScanpaths;
}
}

```

ExperimentSetup.java

package at.platzter.scanpath;

```

import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.IOException;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Enumeration;
import java.util.Hashtable;
import java.util.Iterator;
import java.util.Properties;

/**
 * The setup of the experiment which is read in from a properties file. Class is
 * designed as Singleton instance to allow access to configuration variables
 * throughout the application.
 */
public class ExperimentSetup {

    /** Default Filename */
    private static String filename = "scanpath.properties";

    /** Singleton instance */
    private static ExperimentSetup INSTANCE = null;

    /** Holds the title <-> filename association */
    private final Hashtable<String, String> stimulusNames = new Hashtable<String,
String>(15);

```

```

    /** Holds the title <-> AOI association */
    private final Hashtable<String, AOIGrid> stimulusAOIs = new Hashtable<String,
AOIGrid>(10);

    /** Only adds fixations larger than the threshold */
    private int fixationThreshold = 0;

    /** Only compares x chars of scanpath */
    private int comparisonExtractChars = 5;

    /** Starts comparison after x chars*/
    private int comparisonExtractStart = 1;

    /** Holds the directories */
    private final Hashtable<String, String> directories = new Hashtable<String, String>(5);

    /** Holds the subjects */
    private final ArrayList<Subject> subjects = new ArrayList<Subject>(5);

    /** Levenshtein costs */
    public final static int COST_INSERT = 0;
    public final static int COST_DELETE = 1;
    public final static int COST_SUBST = 2;

    private final int[] levenshteinCosts = new int[3];

    /**
     * Private constructor
     * @param filename
     */
    private ExperimentSetup(String filename) {
        FileInputStream fis = null;
        try {
            fis = new FileInputStream(filename);

            Properties setup = new Properties();
            setup.load(fis);
            parseDirectories(setup);
            parseStimuli(setup);
            parseSubjects(setup);
            parseCosts(setup);

            fixationThreshold = Integer.parseInt((String)setup.get("minimum.fixation.duration"));
            comparisonExtractStart =
Integer.parseInt((String)setup.get("levenshtein.compare.extract.start"));
            comparisonExtractChars =
Integer.parseInt((String)setup.get("levenshtein.compare.extract.chars"));

        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                if (fis != null) {
                    fis.close();
                }
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

    /**
     * Public method to change the filename of the properties file. If not
     * called before instantiation the default filename will be used.
     *
     * @param filename
     */
    public static void setFileName(String filename) {
        ExperimentSetup.filename = filename;
    }

    /**
     * Returns the singleton instance.

```

```

    * @return
    */
    public static ExperimentSetup getInstance() {
        if (INSTANCE == null) {
            INSTANCE = new ExperimentSetup(filename);
        }

        return INSTANCE;
    }

    /**
     * Takes the {@link Properties} map and sets the member values of this class
     * accordingly.
     *
     * @param properties
     */
    private void parseStimuli(Properties properties) {
        int i = 0;
        while (true) {
            String stimulusTitle = properties.getProperty("stimuli." + i + ".title");
            String stimulusFile = properties.getProperty("stimuli." + i + ".filename");
            if (stimulusFile == null || stimulusTitle == null) {
                //no file name or title? end endless loop immediately
                break;
            }

            if (stimulusNames.put(stimulusTitle, stimulusFile) != null) {
                System.out.println("WARNING: Filename for \"" + stimulusTitle + "\" already existed
and was replaced now.");
            }

            String stimulusAOI = properties.getProperty("stimuli." + i + ".aoi.grid");

            //AOIs won't be defined for "Distraktoren"
            if (stimulusAOI != null) {
                String[] aoiInfo = stimulusAOI.split(" ");
                try {
                    int tlX = Integer.parseInt(aoiInfo[0]);
                    int tlY = Integer.parseInt(aoiInfo[1]);
                    int brX = Integer.parseInt(aoiInfo[2]) + 1;
                    int brY = Integer.parseInt(aoiInfo[3]) + 1;
                    int countX = Integer.parseInt(aoiInfo[4]);
                    int countY = Integer.parseInt(aoiInfo[5]);

                    if (brX - tlX <= 0 || brY - tlY <= 0 || countX <= 0 || countY <= 0) {
                        throw new IllegalArgumentException("Wrong AOI arguments " + aoiInfo);
                    }

                    int width = (int) Math.ceil((double) (brX - tlX) / countX);
                    int height = (int) Math.ceil((double) (brY - tlY) / countY);

                    //build AOI
                    AOIGrid aoiGrid = new AOIGrid();
                    for (int y = 0; y < countY; y++) {
                        for (int x = 0; x < countX; x++) {
                            int aoiTLX = tlX + x * width;
                            int aoiTLY = tlY + y * height;

                            aoiGrid.addAOI(
                                aoiTLX,
                                aoiTLY,
                                (aoiTLX + width < brX) ? width : (brX - aoiTLX),
                                (aoiTLY + height < brY) ? height : (brY - aoiTLY)
                            );
                        }
                    }

                    if (stimulusAOIs.put(stimulusTitle, aoiGrid) != null) {
                        System.out.println("WARNING: AOI definition for \"" + stimulusTitle + "\"
already existed and was replaced now.");
                    }
                } catch (IllegalArgumentException e) {
                    System.err.print("Error for \"" + stimulusFile + "\": ");
                    e.printStackTrace(System.err);
                }
            }
        }
    }

```

```

        } catch (IndexOutOfBoundsException e) {
            System.err.print("Error for \"" + stimulusFile + "\": 6 values expected in AOI
Grid definition (top left x, top left y, bottom right x, bottom right y, number of grids in
x-direction, number of grids in y-direction): ");
            e.printStackTrace(System.err);
        }
    }

    i++;
}
}

/**
 * Gets the filename of a given title.
 *
 * @param title
 * @return
 */
public String getFilename(String title) {
    return stimulusNames.get(title);
}

/**
 * Gets the title of a specified filename. Expensive method!
 *
 * @param filename
 * @return
 */
public String getTitle(String filename) {
    Enumeration<String> titles = stimulusNames.keys();
    Enumeration<String> filenames = stimulusNames.elements();
    while (titles.hasMoreElements() && filenames.hasMoreElements()) {
        if (filenames.nextElement().contains(filename)) {
            return titles.nextElement();
        } else {
            titles.nextElement();
        }
    }

    return null;
}

/**
 * Gets the {@link AOIGrid} for the given title.
 *
 * @param title
 * @return
 */
public AOIGrid getAOIs(String title) {
    return stimulusAOIs.get(title);
}

/**
 * Returns the fixation threshold
 *
 * @return
 */
public int getFixationThreshold() {
    return fixationThreshold;
}

/**
 * Takes the {@link Properties} map and sets the member values of the directories
 * accordingly.
 *
 * @param properties
 */
private void parseDirectories(Properties properties) {
    final String prefix = "directory.";
    Enumeration<Object> keys = properties.keys();
    while (keys.hasMoreElements()) {
        String directoryName = (String)keys.nextElement();
        if (directoryName.startsWith(prefix)) {
            String directoryValue = properties.getProperty(directoryName);
            //TODO: ensure a valid and absolute path(!)
        }
    }
}

```

```

        if (directoryValue != null) {
            directories.put(directoryName.substring(prefix.length()).toLowerCase(),
directoryValue);
        }
    }
}

/**
 * Returns the path given by the identifier.
 *
 * @param identifier will be converted to lower-case(!)
 * @return
 */
public String getDirectory(String identifier) {
    return directories.get(identifier);
}

/**
 * Takes the {@link Properties} map and sets the member values of this class
 * accordingly.
 *
 * @param properties
 */
private void parseSubjects(Properties properties) {
    int i = 0;
    String dataDirectory = getDirectory("data");
    while (true) {
        String name = properties.getProperty("subjects." + i + ".name");
        if (name == null) {
            break;
        }
        Subject subject = new Subject(name);

        String sex = properties.getProperty("subjects." + i + ".sex").toLowerCase();
        if ("male".equals(sex)) {
            subject.setSex(Subject.SEX_MALE);
        } else if ("female".equals(sex)) {
            subject.setSex(Subject.SEX_FEMALE);
        } else {
            System.err.println("WARNING: Sex " + sex + " unknown");
        }

        String condition = properties.getProperty("subjects." + i +
".condition").toLowerCase();
        if ("a".equals(condition)) {
            subject.setCondition(Subject.CONDITION_A);
        } else if ("b".equals(condition)) {
            subject.setCondition(Subject.CONDITION_B);
        } else {
            System.err.println("WARNING: Condition " + condition + " unknown");
        }

        int j = 0;
        while (true) {
            String datafile = properties.getProperty("subjects." + i + ".datafile." + j);
            if (datafile == null) {
                break;
            }

            datafile = dataDirectory + datafile;

            File file = new File(datafile);
            if (file.exists()) {
                subject.addDatafile(datafile);
            } else {
                System.err.println("WARNING: Data file " + datafile + " not existing");
            }

            j++;
        }

        subjects.add(subject);
    }
}

```

```

        i++;
    }
}

public Iterator<Subject> getSubjects() {
    return subjects.iterator();
}

/**
 * Parses the Levenshtein cost parameters.
 *
 * @param properties
 */
private void parseCosts(Properties properties) {
    final String prefix = "levenshtein.cost.";
    String insert = (String) properties.get(prefix + "insertion");
    String delete = (String) properties.get(prefix + "deletion");
    String subst = (String) properties.get(prefix + "substitution");

    levenshteinCosts[COST_DELETE] = (delete != null ? Integer.parseInt(delete) : -1);
    levenshteinCosts[COST_INSERT] = (insert != null ? Integer.parseInt(insert) : -1);
    levenshteinCosts[COST_SUBST] = (subst != null ? Integer.parseInt(subst) : -1);
}

public int getLevenshteinCost(int costId) {
    try {
        return levenshteinCosts[costId];
    } catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e) {
        return -1;
    }
}

public int getExtractChars() {
    return comparisonExtractChars;
}

public int getExtractStart() {
    return comparisonExtractStart;
}
}

```

Painter.java

```

package at.platzer.scanpath;

import java.awt.Image;
import java.io.File;
import java.io.IOException;

import javax.imageio.ImageIO;

import at.platzer.scanpath.parser.EventType;
import at.platzer.scanpath.parser.Fixation;
import at.platzer.scanpath.parser.ParseCallBack;
import at.platzer.scanpath.parser.Stimulus;
import at.platzer.scanpath.parser.UserEvent;

/**
 * This class draws the AOI grid of and fixations of a subject in a given
 * stimulus.
 */
public class Painter implements ParseCallBack {

    /**
     * Identifies a user message in the log. This has been used in the
     * experiment to log which stimulus is shown.
     */
    private static final String MSG_IDENTIFIER = "# Message: ";

    /** Identifies when a stimulus is not shown anymore */
    private static final String MSG_IDENTIFIER_END = MSG_IDENTIFIER + "ende";

    private Stimulus currentStimulus = null;
    private String stimulusFilename = null;

```

```

    private static final String stimuliDirectory =
ExperimentSetup.getInstance().getDirectory("picture");
    private static final String targetDirectory =
ExperimentSetup.getInstance().getDirectory("picture.out");
    private static final String targetFormat= "png";

    /*
     * (non-Javadoc)
     * @see
at.platzer.scanpath.parser.ParseCallBack#foundSupported(at.platzer.scanpath.parser.EventType
e)
    */
    public void foundSupported(EventType type) {

        if (type instanceof Fixation) {
            Fixation fix = (Fixation) type;
            if (currentStimulus != null) {
                currentStimulus.addFixation(fix);
            }
        } else if (type instanceof UserEvent) {
            UserEvent event = (UserEvent) type;
            if (event.getDescription().startsWith(MSG_IDENTIFIER)) {
                if (event.getDescription().startsWith(MSG_IDENTIFIER_END)) {
                    if (currentStimulus == null) {
                        //TODO: abort scanning in this case? -> inconsistency
                        System.out.println("WARNING! Stimulus processing ended without a start");
                        return;
                    }

                    currentStimulus.setFinished(event.getStartTime());
                    processStimulus();
                    currentStimulus = null;
                    stimulusFilename = null;
                } else {
                    String title = event.getDescription().substring(MSG_IDENTIFIER.length());
                    System.out.println("Tracking \"" + title + "\"");

                    stimulusFilename = ExperimentSetup.getInstance().getFilename(title);

                    if (stimulusFilename == null) {
                        System.out.println("WARNING! Unsupported Stimulus - ignored");
                        return;
                    }

                    File file = new File(stimuliDirectory + stimulusFilename);
                    if (!file.exists()) {
                        stimulusFilename = null;
                        return;
                    }

                    if (currentStimulus != null) {
                        //TODO: abort scanning in this case? -> inconsistency
                        System.out.println("WARNING! New stimulus without the previous having ended");
                    }

                    currentStimulus = new Stimulus(event.getStartTime());
                    currentStimulus.setAoiGrid(ExperimentSetup.getInstance().getAOIs(title));

                    try {
                        Image img = ImageIO.read(file);
                        currentStimulus.setImage(img);
                    } catch (IOException e) {
                        e.printStackTrace(System.err);
                    }
                }
            }
        }
    }

    private void processStimulus() {
        if (currentStimulus != null) {
            try {
                ImageIO.write(currentStimulus.draw(), targetFormat, new File(
                    targetDirectory + stimulusFilename + "." + targetFormat));
            }
        }
    }

```

```

        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace(System.err);
        }
    }
}

```

Subject.java

```

package at.platzer.scanpath;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Iterator;

/**
 * This class holds the subjects of the experiment, classified by sex, name,
 * their eye tracking data files and the condition of the experiment they have
 * been tested with.
 */
public class Subject {

    public static final int SEX_FEMALE = 0;
    public static final int SEX_MALE = 1;

    public static final int CONDITION_A = 0;
    public static final int CONDITION_B = 1;

    private final String name;
    private ArrayList<String> datafiles = null;
    private int sex = -1;
    private int condition = -1;

    public Subject(String name) {
        this.name = name;
    }

    public String getName() {
        return name;
    }

    public Iterator<String> getDatafiles() {
        return datafiles.iterator();
    }

    public void addDatafile(String datafile) {
        if (datafiles == null) {
            datafiles = new ArrayList<String>(3);
        }
        datafiles.add(datafile);
    }

    public int getSex() {
        return sex;
    }

    public void setSex(int sex) {
        this.sex = sex;
    }

    public int getCondition() {
        return condition;
    }

    public void setCondition(int condition) {
        this.condition = condition;
    }
}

```

```
}
}
```

parser\EventType.java

```
package at.platzer.scanpath.parser;

/**
 * The main class for all possible event types in the eye tracker log. An event
 * has to extend this class.
 */
public class EventType {

    /** Name of event type */
    public static final String name = "EventType";

    /** Start time of the event */
    private long startTime;

    public final long getStartTime() {
        return startTime;
    }

    void setStartTime(long startTime) {
        this.startTime = startTime;
    }
}
```

parser\UserEvent.java

```
package at.platzer.scanpath.parser;

import java.util.Vector;

/**
 * Tagging class for user events, e.g. messages.
 *
 * Table header for UserEvents:
 *
 * Event Type
 * Set
 * Start
 * Description
 */
public class UserEvent extends EventType {

    /** Name of event type */
    public static final String name = "UserEvent";

    /** The columns as constants */
    private static final int SET = 0;
    private static final int TIME_START = 1;
    private static final int DESCRIPTION = 2; //..n

    /** The message sent from the eye tracker */
    private final String description;

    public UserEvent(Vector<String> parameters) {
        int size = parameters.size();
        if (size <= DESCRIPTION) {
            throw new IllegalArgumentException("Too few arguments");
        }

        setStartTime(Long.parseLong(parameters.elementAt(TIME_START)));

        //concatenate message
        StringBuffer sb = new StringBuffer();
        for (int i = DESCRIPTION; i < size; i++) {
            sb.append(parameters.elementAt(i)).append(' ');
        }

        this.description = sb.toString().trim();
    }

    public String getDescription() {
```

```

    return this.description;
}
}

```

parser\Fixation.java

```

package at.platzer.scanpath.parser;

import java.util.Vector;

/**
 * Tagging class for a fixation.
 *
 * Table Header for Fixations:
 *
 * Event Type
 * Set
 * Start
 * End
 * Duration
 * Location X
 * Location Y
 * Dispersion X
 * Dispersion Y
 */
public class Fixation extends EventType {

    /** Name of event type */
    public static final String name = "Fixation L";

    /** The columns as constants */
    private static final int SET = 0;
    private static final int TIME_START = 1;
    private static final int TIME_END = 2;
    private static final int TIME_DURATION = 3;
    private static final int LOC_X = 4;
    private static final int LOC_Y = 5;
    private static final int DISP_X = 6;
    private static final int DISP_Y = 7;
    private static final int NUM_PARAMETERS = DISP_Y + 1;

    /** X-Position of fixation as absolute pixel */
    private final int x;

    /** Y-Position of fixation as absolute pixel */
    private final int y;

    /** End time of fixation */
    private long endTime;

    /** Duration of fixation */
    private final int duration;

    public Fixation(Vector<String> parameters) {
        if (parameters.size() != NUM_PARAMETERS) {
            throw new IllegalArgumentException("Too few arguments");
        }

        setStartTime(Long.parseLong(parameters.elementAt(TIME_START)));
        this.endTime = Long.parseLong(parameters.elementAt(TIME_END));
        this.duration = Integer.parseInt(parameters.elementAt(TIME_DURATION));
        this.x = Math.round(Float.parseFloat(parameters.elementAt(LOC_X)));
        this.y = Math.round(Float.parseFloat(parameters.elementAt(LOC_Y)));
    }

    final void setStartTime(long startTime) {
        super.setStartTime(startTime);

        if (this.endTime != 0 && this.duration != 0) {
            this.endTime = getStartTime() + this.duration;
        }
    }

    public int getX() {

```

```

        return this.x;
    }

    public int getY() {
        return this.y;
    }

    public int getDuration() {
        return this.duration;
    }

    public long getEndTime() {
        return this.endTime;
    }
}

```

parser\ParseCallBack.java

```
package at.platzer.scanpath.parser;
```

```

/**
 * Callback interface for parser.
 */
public interface ParseCallBack {

    /**
     * Is called if the parser has found a supported event. Classes implementing
     * this interface have to take the necessary actions.
     *
     * @param type
     */
    public void foundSupported(EventType type);
}

```

parser\ParseTrackerLog.java

```
package at.platzer.scanpath.parser;
```

```

import java.io.BufferedReader;
import java.io.FileReader;
import java.io.IOException;
import java.lang.reflect.Constructor;
import java.lang.reflect.Field;
import java.util.HashMap;
import java.util.StringTokenizer;
import java.util.Vector;

/**
 * This class executes the parsing of a tracking file line-by-line. If an event
 * of type {@link EventType} was found a method of a callback class will be
 * called with the parameters associated with the event. Events can be
 * registered and removed, e.g. a Fixation may be registered while a Saccade is
 * not of any interest. For stimulus processing the User Events have to be
 * registered to recognize begin and end of a stimulus
 */
public class ParseTrackerLog {
    /** Separator char of the columns */
    private static final String SEPARATOR = "\t";

    /** Filename of the eye tracker log */
    private final String filename;

    /** The callback class */
    private final ParseCallBack callBack;

    /** The list of supported events as {@link HashMap} */
    private final HashMap<String, Class<? extends EventType> > supportedEvents = new
    HashMap<String, Class<? extends EventType> >();

    public ParseTrackerLog(String filename, ParseCallBack callBack) {
        this.filename = filename;
        this.callBack = callBack;
    }

    /**

```

```

    * Starts the parsing process.
    */
    public void parse() {
        BufferedReader reader = null;
        try {
            reader = new BufferedReader(new FileReader(this.filename));
            String line = null;
            while ((line = reader.readLine()) != null) {
                parseLine(line);
            }
        } catch (IOException e) {
            System.err.println("Error on reading file: " + e.getMessage());
        } finally {
            try {
                if (reader != null) {
                    reader.close();
                }
            } catch (IOException e) {
                System.err.println("Error on closing BufferedReader: " + e.getMessage());
            }
        }
    }

    /**
     * Parses a line of the log file and calls the callback method on found
     * events.
     *
     * @param line
     */
    private void parseLine(String line) {
        StringTokenizer st = new StringTokenizer(line, SEPARATOR);
        if (st.countTokens() > 0) {
            Class<? extends EventType> type = supportedEvent(st.nextToken().trim());
            if (type != null) {
                Vector<String> parameters = new Vector<String>();
                while (st.hasMoreTokens()) {
                    parameters.addElement(st.nextToken().trim());
                }

                EventType event = null;
                try {
                    Constructor<? extends EventType> constructor = type.getConstructor(Vector.class);
                    event = constructor.newInstance(parameters);
                } catch (Exception e) {
                    System.err.println("parseLine()" + e);
                }

                if (event != null) {
                    callBack.foundSupported(event);
                }
            }
        }
    }

    /**
     * Adds an event type to be supported.
     *
     * @param type
     */
    public void addEvent(Class<? extends EventType> type) {
        if (type != null) {
            try {
                Field member = type.getField("name");
                String name = (String)member.get(type);
                supportedEvents.put(name.trim(), type);
            } catch (Exception e) {
                System.err.println("addEvent: " + e);
            }
        }
    }

    /**
     * Removes an event type from the supported events.
     */

```

```

    * @param type
    */
    public void removeEvent(Class<? extends EventType> type) {
        if (type != null) {
            try {
                Field member = type.getField("name");
                String name = (String)member.get(type);
                if (supportedEvents.containsKey(name)) {
                    supportedEvents.remove(name);
                }
            } catch (Exception e) {
                System.err.println("removeEvent: " + e);
            }
        }
    }
}

/**
 * Helper method to return a supported event type class by its name.
 *
 * @param eventName
 * @return
 */
private Class<? extends EventType> supportedEvent(String eventName) {
    if (eventName != null) {
        return supportedEvents.get(eventName);
    }
    return null;
}
}

```

parser\Stimulus.java

```

package at.platzer.scanpath.parser;

import java.awt.Color;
import java.awt.Font;
import java.awt.Graphics2D;
import java.awt.Image;
import java.awt.image.BufferedImage;
import java.util.ArrayList;

import at.platzer.scanpath.AOIGrid;
import at.platzer.scanpath.ExperimentSetup;

/**
 * This class represents the stimulus within the experiment.
 */
public final class Stimulus {

    /**
     * Start time of this stimulus in the presentation.
     */
    private final long startTime;

    /**
     * End time of this stimulus in the presentation.
     */
    private long endTime = -1L;

    /**
     * Associated Image Object with this stimulus.
     */
    private Image image = null;

    /**
     * Associated AOI grid.
     */
    private AOIGrid aoiGrid = null;

    /**
     * Only adds fixations larger than the threshold.
     */
    private static final int DURATION_THRESHOLD =
        ExperimentSetup.getInstance().getFixationThreshold();
}

```

```

/**
 * Stores the duration of shortest fixation.
 */
private int shortestFixationDuration = Integer.MAX_VALUE;

/**
 * Stores the duration of the longest fixation.
 */
private int longestFixationDuration = Integer.MIN_VALUE;

/**
 * Contains all the fixations recorded for this stimuli. "Blinks" and
 * "Saccades" are not of any interest and will be ignored.
 */
private ArrayList<Fixation> fixations = new ArrayList<Fixation>(10);

/**
 * Public constructor of the stimulus object.
 *
 * @param startTime start time of the stimulus within the recorded presentation
 */
public Stimulus(long startTime) {
    this.startTime = startTime;
}

/**
 * Sets the image.
 *
 * @param img
 */
public void setImage(Image img) {
    image = img;
}

/**
 * Sets the grid of all AOIs.
 *
 * @param aoiGrid
 */
public void setAoiGrid(AOIGrid aoiGrid) {
    this.aoiGrid = aoiGrid;
}

/**
 * Adds a fixation represented by {@link Fixation} object. The start and end time of the
 * fixation will be recalculated to match the start of the stimulus.
 *
 * @param fixation
 */
public void addFixation(Fixation fixation) {
    long fixationStartTime = fixation.getStartTime();
    if (fixationStartTime < 0 || fixationStartTime < startTime) {
        //TODO: proper logging and/or error handling
        System.err.println("FATAL: Something's wrong with the start of fixation: " +
fixationStartTime);
    } else if (fixation.getDuration() >= DURATION_THRESHOLD){
        //normalize to start of stimulus
        fixation.setStartTime(fixationStartTime - startTime);
        shortestFixationDuration = Math.min(fixation.getDuration(),
shortestFixationDuration);
        longestFixationDuration = Math.max(fixation.getDuration(), longestFixationDuration);
        endTime = fixation.getEndTime();
        fixations.add(fixation);
    }
}

/**
 * Sets the end time of the stimulus.
 *
 * @param endTime
 */
public void setFinished(long endTime) {
    if (endTime < 0 || endTime < startTime) {

```

```

        throw new IllegalArgumentException("Stimulus is ending before it is started");
    }

    this.endTime = endTime - startTime;
}

/**
 * Maps the recorded fixations to the AOIs and assigns each fixation an
 * AOI symbol. The sequence of this symbols is the so-called scanpath.
 *
 * @return
 */
public String getScanpath() {
    if (aoiGrid != null) {
        StringBuffer sb = new StringBuffer();
        for (int i = 0; i < fixations.size(); i++) {
            Fixation fix = fixations.get(i);
            sb.append(aoiGrid.getAssociatedCharacter(fix.getX(), fix.getY()));
        }
        return sb.toString();
    }
    return null;
}

/**
 * Initiates a very basic drawing of the stimulus and the AOI grid. Also
 * draws fixations if they were added to the {@link ParseTrackerLog}.
 *
 * @return
 */
public BufferedImage draw() {
    if (image != null) {
        BufferedImage img = (BufferedImage) image;
        Graphics2D g = img.createGraphics();

        //draws the AOI grid
        if (aoiGrid != null) {
            g.setFont(new Font("Arial", Font.PLAIN, 16));
            g.setColor(new Color(255, 255, 255));
            aoiGrid.draw(g);
        }

        //draws the fixations
        g.setColor(new Color(0, 255, 0, 128));
        Fixation fix = null, fix_prev = null;
        int radius;
        for (int i = 0; i < fixations.size(); i++) {
            fix = fixations.get(i);
            radius = 50 * fix.getDuration() / (longestFixationDuration -
shortestFixationDuration) + 10;
            if (fix_prev != null) {
                g.drawLine(fix_prev.getX(), fix_prev.getY(), fix.getX(), fix.getY());
            }
            g.fillArc(fix.getX() - radius/2, fix.getY() - radius/2, radius, radius, 0, 360);
            fix_prev = fix;
        }

        return img;
    }
    return null;
}

/**
 * (non-Javadoc)
 * @see java.lang.Object#toString()
 */
public String toString() {
    StringBuffer sb = new StringBuffer();
    for (int i = 0; i < fixations.size(); i++) {
        Fixation f = fixations.get(i);
        sb.append(f.getStartTime()).append('-')
        ').append(f.getEndTime()).append(":").append(f.getX()).append("/").append(f.getY()).append(
        " ");
    }
}

```

```

        sb.append("\nshortest:").append(shortestFixationDuration + "/longest:" +
longestFixationDuration + "\n");
        return sb.toString();
    }
}

```

scanpath.properties

```

# only adds fixations larger than this threshold [milliseconds]
minimum.fixation.duration=100

# levenshtein costs - a substitution means one insert and one delete
levenshtein.cost.insertion=1
levenshtein.cost.deletion=1
levenshtein.cost.substitution=2

# fixations to compare
levenshtein.compare.extract.chars=5
# delete the first fixation
levenshtein.compare.extract.start=1

# directories
directory.data=/home/julia/studie/ergebnisse/
directory.picture=/home/julia/studie/bilder/VersuchsbedingungA_1DG/
directory.picture.out=/home/julia/studie/bilder_grid/VersuchsbedingungA_1DG/

# subjects
subjects.0.name=vp1
subjects.0.sex=female
subjects.0.datafile.0=b_vp11b.txt
subjects.0.datafile.1=b_vp12b.txt
subjects.0.condition=B
subjects.1.name=vp2
subjects.1.sex=female
subjects.1.datafile.0=c_vp21b.txt
subjects.1.datafile.1=c_vp22b.txt
subjects.1.condition=B
subjects.2.name=vp3
subjects.2.sex=male
subjects.2.datafile.0=d_vp31b.txt
subjects.2.datafile.1=m_vp32b.txt
subjects.2.condition=B
subjects.3.name=vp4
subjects.3.sex=female
subjects.3.datafile.0=j_vp4_1a.txt
subjects.3.datafile.1=j_vp42a.txt
subjects.3.condition=A
subjects.4.name=vp5
subjects.4.sex=male
subjects.4.datafile.0=k_vp51a.txt
subjects.4.datafile.1=k_vp52a.txt
subjects.4.condition=A
subjects.5.name=vp6
subjects.5.sex=female
subjects.5.datafile.0=l_vp6_1a.txt
subjects.5.datafile.1=l_vp62a.txt
subjects.5.condition=A
subjects.6.name=vp7
subjects.6.sex=male
subjects.6.datafile.0=m_vp71a.txt
subjects.6.datafile.1=m_vp72a.txt
subjects.6.condition=A
subjects.7.name=vp8
subjects.7.sex=male
subjects.7.datafile.0=m_vp81b.txt
subjects.7.datafile.1=m_vp82b.txt
subjects.7.condition=B
subjects.8.name=vp9
subjects.8.sex=male
subjects.8.datafile.0=m_vp91b.txt
subjects.8.datafile.1=m_vp92b.txt
subjects.8.condition=B
subjects.9.name=vp10
subjects.9.sex=female

```

```
subjects.9.datafile.0=m_vp10_1a.txt
subjects.9.datafile.1=m_vp10_2a.txt
subjects.9.condition=A
```

```
# stimuli
# - filename
# - title
# - aoi.grid (separating following parameters by whitespaces):
#     top left coordinate (index starting with 0!),
#     bottom right coordinate,
#     number of grids in x-direction,
#     number of grids in y-direction
stimuli.0.filename=charles demuth_bathers.bmp
stimuli.0.title=Die Badenden
stimuli.0.aoi.grid=206 0 817 767 5 5
stimuli.1.filename=david bull_fuji from edo castle.bmp
stimuli.1.title=Der Fisch
stimuli.1.aoi.grid=251 0 773 767 5 5
stimuli.2.filename=edvard munch_the scream.bmp
stimuli.2.title=Der Schrei
stimuli.2.aoi.grid=214 0 809 767 5 5
stimuli.3.filename=emilycarr_thelittlepine.bmp
stimuli.3.title=Die kleine Föhre
stimuli.3.aoi.grid=282 0 741 767 5 5
stimuli.4.filename=eugene delacroix_liberty leading the people.bmp
stimuli.4.title=Die Freiheit führt das Volk
stimuli.4.aoi.grid=28 0 995 767 5 5
stimuli.5.filename=francis picabia_landscape.bmp
stimuli.5.title=Landschaft
stimuli.5.aoi.grid=238 0 786 767 5 5
stimuli.6.filename=georg seurat_sunday afternoon.bmp
stimuli.6.title=Sonntagnachmittag
stimuli.6.aoi.grid=0 37 1023 731 5 5
stimuli.7.filename=george grosz_explosion.bmp
stimuli.7.title=Explosion
stimuli.7.aoi.grid=0 26 1023 741 5 5
stimuli.8.filename=hokusai_the great wave of kanagawa.bmp
stimuli.8.title=Die große Welle vor Kanagawa
stimuli.8.aoi.grid=32 0 991 767 5 5
stimuli.9.filename=ikkeisai yoshiku.bmp
stimuli.9.title=Waschtag
stimuli.9.aoi.grid=0 135 1023 632 5 5
stimuli.10.filename=kuzma petrov-vodkin_boys.bmp
stimuli.10.title=Die Jungen
stimuli.10.aoi.grid=20 0 1004 767 5 5
stimuli.11.filename=leonardo da vinci_abendmahl.bmp
stimuli.11.title=Das letzte Abendmahl
stimuli.11.aoi.grid=0 123 1023 644 5 5
stimuli.12.filename=kandinsky_composition.bmp
stimuli.12.title=Komposition
stimuli.12.aoi.grid=0 28 1023 738 5 5
stimuli.13.filename=luca signorelli_lamentation over the dead christ.bmp
stimuli.13.title=Wehklagen
stimuli.13.aoi.grid=51 0 972 767 5 5
stimuli.14.filename=maria kegel-maillard_blumenstrauß.bmp
stimuli.14.title=Der Blumenstrauß
stimuli.14.aoi.grid=215 0 808 767 5 5
stimuli.15.filename=michelangelo_the creation of adam.bmp
stimuli.15.title=Die Erschaffung Adams
stimuli.15.aoi.grid=0 93 1023 675 5 5
stimuli.16.filename=mikhail nesterov_harmony concord.bmp
stimuli.16.title=Harmonie
stimuli.16.aoi.grid=45 0 978 767 5 5
stimuli.17.filename=MOBA_a day at the clothing optional beach.bmp
stimuli.17.title=Der Tag am Strand
stimuli.17.aoi.grid=0 0 1023 767 5 5
stimuli.18.filename=picasso_guernica.bmp
stimuli.18.title=Guernica
stimuli.18.aoi.grid=0 153 1023 614 5 5
stimuli.19.filename=piero di cosimo_allegory.bmp
stimuli.19.title=Die Allegorie
stimuli.19.aoi.grid=187 0 837 767 5 5
stimuli.20.filename=raffael_angels.bmp
stimuli.20.title=Die Engel
```

stimuli.20.aoi.grid=0 57 1023 710 5 5
 stimuli.21.filename=salvadore dali_persistence of memory.bmp
 stimuli.21.title=Die Beständigkeit der Erinnerung
 stimuli.21.aoi.grid=0 0 1023 767 5 5
 stimuli.22.filename=sandro botticelli_the birth of venus.bmp
 stimuli.22.title=Die Geburt der Venus
 stimuli.22.aoi.grid=0 64 1023 703 5 5
 stimuli.23.filename=vincent van gogh_starrynight.bmp
 stimuli.23.title=Sternennacht
 stimuli.23.aoi.grid=41 0 982 767 5 5
 stimuli.24.filename=tat_1.bmp
 stimuli.24.title=Lustlosigkeit
 stimuli.24.aoi.grid=5 0 1019 767 5 5
 stimuli.25.filename=tat_2.bmp
 stimuli.25.title=Mädchen auf dem Land
 stimuli.25.aoi.grid=0 67 1023 700 5 5
 stimuli.26.filename=tat_4.bmp
 stimuli.26.title=Liebespaar
 stimuli.26.aoi.grid=135 0 889 767 5 5
 stimuli.27.filename=tat_5.bmp
 stimuli.27.title=Blick ins Zimmer
 stimuli.27.aoi.grid=32 0 991 767 5 5
 stimuli.28.filename=tat_6bm.bmp
 stimuli.28.title=Der Streit
 stimuli.28.aoi.grid=196 0 827 767 5 5
 stimuli.29.filename=tat_6gf.bmp
 stimuli.29.title=Das Gespräch
 stimuli.29.aoi.grid=235 0 788 767 5 5
 stimuli.30.filename=tat_7bm.bmp
 stimuli.30.title=Die Konversation
 stimuli.30.aoi.grid=205 0 818 767 5 5
 stimuli.31.filename=tat_7gf.bmp
 stimuli.31.title=Die Ablenkung
 stimuli.31.aoi.grid=214 0 810 767 5 5
 stimuli.32.filename=tat_8bm.bmp
 stimuli.32.title=Die Operation
 stimuli.32.aoi.grid=69 0 955 767 5 5
 stimuli.33.filename=tat_8gf.bmp
 stimuli.33.title=Träumerei
 stimuli.33.aoi.grid=201 0 822 767 5 5
 stimuli.34.filename=tat_9bm.bmp
 stimuli.34.title=Der Mittagsschlaf
 stimuli.34.aoi.grid=48 0 975 767 5 5
 stimuli.35.filename=tat_9gf.bmp
 stimuli.35.title=Die Beobachtung
 stimuli.35.aoi.grid=173 0 850 767 5 5
 stimuli.36.filename=tat_10.bmp
 stimuli.36.title=Trost
 stimuli.36.aoi.grid=196 0 828 767 5 5
 stimuli.37.filename=tat_12bg.bmp
 stimuli.37.title=Boot am Fluss
 stimuli.37.aoi.grid=19 0 1004 767 5 5
 stimuli.38.filename=tat_12f.bmp
 stimuli.38.title=Die Manipulation
 stimuli.38.aoi.grid=207 0 816 767 5 5
 stimuli.39.filename=tat_12m.bmp
 stimuli.39.title=Die Heilung
 stimuli.39.aoi.grid=81 0 942 767 5 5
 stimuli.40.filename=tat_13b.bmp
 stimuli.40.title=Einsamkeit
 stimuli.40.aoi.grid=232 0 792 767 5 5
 stimuli.41.filename=tat_13mf.bmp
 stimuli.41.title=Trauer und Verzweiflung
 stimuli.41.aoi.grid=62 0 962 767 5 5
 stimuli.42.filename=tat_14.bmp
 stimuli.42.title=Am Fenster
 stimuli.42.aoi.grid=144 0 880 767 5 5
 stimuli.43.filename=tat_15.bmp
 stimuli.43.title=Der Tod
 stimuli.43.aoi.grid=251 0 773 767 5 5
 stimuli.44.filename=tat_16bm.bmp
 stimuli.44.title=Am Seil
 stimuli.44.aoi.grid=272 0 751 767 5 5
 stimuli.45.filename=tat_17gf.bmp

```
stimuli.45.title=Apokalypse  
stimuli.45.aoi.grid=251 0 772 767 5 5  
stimuli.46.filename=tat_18bm.bmp  
stimuli.46.title=Die Entführung  
stimuli.46.aoi.grid=285 0 738 767 5 5  
stimuli.47.filename=tat_19.bmp  
stimuli.47.title=Das Monster  
stimuli.47.aoi.grid=95 0 929 767 5 5
```


CURRICULUM VITAE

JULIA PLATZER

Zur Person

* 5.1.1982 in Linz

Laudongasse 59

1080 Wien

Email: julia.platzer@gmx.at

Familienstand

Ledig, keine Kinder

Staatsangehörigkeit

Österreich

Ausbildung

1988 – 1992	Volksschule Leonding/OÖ
1992 – 2000	Naturwissenschaftliches Realgymnasium BRG Hamerlingstraße
Herbst 2001 – Sommer 2002	Studium der Handelswissenschaften/Uni Linz
Seit Herbst 2002	Studium der Psychologie/Uni Wien

Berufserfahrung

Sommer 1998	Ferialpraktikum OMV Linz
Sommer 1999	Wilson Translations
Sommer 1999	Ferialpraktikum OMV Linz
1998 – 2000	IMAS Meinungsforschung Linz
Juli 2001 – August 2001	Ferialarbeit F & F Textilverarbeitung
Jänner 2002 – Februar 2006	Österreichische Post AG Unternehmenszentrale/ Adressmanagement
Juli 2006	Medianet Verlag AG
Oktober 2006 – Februar 2007	Albertina Wien
Juli 2006 – Mai 2008	3united mobile solutions AG – VeriSign
Juli 2007 – September 2007	Pflichtpraktikum SMZ Baumgartner Höhe Otto- Wagner-Spital/Drogenentzugsstation
Oktober 2008 – Juni 2009	Studienassistentin am Institut für psychologische Grundlagenforschung
Seit Mai 2008	Exact EMEA B.V.

Sprachkenntnisse

Englisch fließend in Wort und Schrift
Spanisch Grundkenntnisse

Private Interessen

Musik und Literatur