

Die Darstellung von nicht-visueller Wahrnehmung im Animationsfilm

THOMAS HELLER

MASTERARBEIT

eingereicht am
Fachhochschul-Masterstudiengang

DIGITAL ARTS

in Hagenberg

im September 2012

© Copyright 2012 Thomas Heller

Diese Arbeit wird unter den Bedingungen der *Creative Commons Lizenz Namensnennung–NichtKommerziell–KeineBearbeitung Österreich* (CC BY-NC-ND) veröffentlicht – siehe <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>.

Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Hagenberg, am 30. September 2012

Thomas Heller

Inhaltsverzeichnis

Erklärung	iii
Kurzfassung	v
Abstract	vi
1 Einleitung	1
2 Begriffsdefinition	3
3 Die externen Einflüsse auf das Innere Bild	5
3.1 Visuelle Wahrnehmung	5
3.1.1 Der visuelle Wahrnehmungsprozess	5
3.1.2 Räumliche Wahrnehmung und Logik	7
3.2 Auditive Wahrnehmung	7
3.3 Haptische Wahrnehmung	10
3.4 Olfaktorische Wahrnehmung	12
3.5 Gustatorische Wahrnehmung	12
3.6 Die Wahrnehmungskette	13
4 Konstruktion und künstl. Interpretation des Inneren Bildes	15
4.1 Orientierung und Konstruktion des virtuellen Raumes	16
4.1.1 Zonen im virtuellen Raum	17
4.1.2 Geräuschüberfluss und Geräuschverdeckung	19
4.1.3 Gustatorische und olfaktorsiche Einflüsse	20
4.1.4 Raumstrukturierung durch auditive Wahrnehmung	21
4.2 Trennung von Sinnesreizen und Konstruktion	22
4.3 Abstraktionsgrade	24
4.4 Einbindung von Erinnerungen und Emotionen	26
5 Einflüsse von Echolocation und Synästhesie a.d. Innere Bild	28
5.1 Echolocation	28
5.1.1 Wie funktioniert Echolocation	28
5.1.2 Die Konstruktion des Raumes mit Hilfe von Echolocation	30

5.1.3	Wie verhält sich der Wahrnehmungsraum („Gesichtsfeld“) bei dieser Art der Orientierung?	31
5.2	Synästhesie	32
5.2.1	Was ist Synästhesie?	32
5.2.2	Wie beeinflusst Synästhesie die Wahrnehmung?	34
5.2.3	Wie können Verbindungen zwischen Wahrnehmungsmethoden der visuellen Umsetzung dienen?	35
6	Projekt: Unsighted	38
6.1	Konzept	38
6.1.1	Die Geschichte	38
6.1.2	Kameraführung	39
6.2	Darstellung auditiver Wahrnehmungssituationen im Projekt	40
6.2.1	Echolocation mit Ambient Occlusion	41
6.3	Darstellung haptischer Wahrnehmungssituationen im Projekt	43
6.3.1	Selbstwahrnehmung	44
6.4	Darstellung olfaktorischer und gustatorischer Wahrnehmungssituationen im Projekt	44
6.5	Unterstützung der visuellen Ebene durch eine akustische	46
6.6	Fazit	47
7	Konklusio	48
A	Inhalt der CD-ROM	49
A.1	Thesis	49
A.2	Bilder	49
A.3	Pdf	50
A.4	Project	50
Quellenverzeichnis		51
Literatur		51
Filme und audiovisuelle Medien		52
Online-Quellen		52

Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Wahrnehmung blinder Menschen und der Projektion dieser auf das konstruierte Innere Bild. Dazu werden zuerst die Wahrnehmungsapparate des Menschen genauer untersucht und ihre Funktionsweise ergründet. Der Kern dieser Arbeit befasst sich mit der Konstruktion und Transformation des menschlichen Inneren Bildes. Die Konstruktion bezeichnet hierbei die Signalverarbeitung des Gehirns bis zur Wahrnehmung der aktuellen Situation. Die Transformation beinhaltet die künstlerische Interpretation des Inneren Bildes in Form einer abstrakten Animation. Hierbei werden einige Wahrnehmungsphänomene und Theorien zu Rate gezogen, wie zum Beispiel die Synästhesie oder Echolocation. Es wird untersucht wie diese Phänomene bei der künstlerischen Interpretation des Inneren Bildes behilflich sein können. Weiters befasst sich ein Kapitel dieser Arbeit mit dem begleitenden Animationsprojekt. Es wird erklärt warum bestimmte Wahrnehmungssignale in dieser Weise interpretiert und dargestellt wurden. Schlussendlich soll der Weg von der Konstruktion des Inneren Bildes bis zur Darstellung der Interpretation jenes erkennbar sein.

Abstract

This thesis focusses on the perception of blind people and the projection of it onto the constructed inner image. Firstly the human means of perceptions and their method of operation will be analysed. The core of this thesis deals with the construction and transformation of the human inner image. Construction describes in this context the signal processing of the brain up to the actual perception of the moment. Transformation describes the artistic interpretation of the inner image to a visual representation in the form of an abstract animation. For this process a few perception phenomena will be analysed, e.g. synesthesia and echolocation. It will be studied how these phenomena can help with the artistic interpretation of the inner image. Furthermore this thesis covers a chapter focusing on the accompanying animation project. Explaining how certain perception signals can be interpreted and visualized in an artistic manner. Afterwards the path from constructing the inner image up to the visualisation of the interpretation should be understandable.

Kapitel 1

Einleitung

Für die heutige Gesellschaft ist der Sehsinn der wichtigste ihrer fünf Sinne. Seit Beginn des 19. Jahrhunderts verschob sich die aktive Wahrnehmung des Menschen immer mehr zum Bild. Dies wird in der Psychologie und Philosophie als Pictorial Turn beschrieben. Die Position, die bildbasierte (Unterhaltungs-)Medien in unserem Leben heutzutage einnehmen ist eine sehr starke. Durch diesen Gesellschaftsfokus wird der Verlust des Sehens von den Menschen am meisten gefürchtet. Blinde Personen können allerdings durch moderne Hilfsmittel, wie zum Beispiel die Brailleschrift, Sprachausgabe von elektronischen Geräten und Screenreadern ein durchaus normales Leben führen. Das von so vielen Menschen gefürchtete Handicap der Blindheit führt nicht zu einem Verlust der Wahrnehmung. Sie eröffnet eine neue Art die Welt wahrzunehmen und diese auf eine andere, interessante Art zu erfahren. Die Überlegung war nun: „Wie stellt sich die Welt eines Sehenden in dem Kopf eines Blinden dar“ Der Begriff des Inneren Bildes tauchte während der Recherchen in diesem Bereich immer wieder auf. Ein „Bild“, welches aufgrund der Wahrnehmung eines jeden Menschen in seinem Bewusstsein geformt wird, gleichgültig ob jener alle Sinne besitzt oder nicht. Im Fall eines sehenden Menschen ist dieses Innere Bild allerdings sehr stark an die visuellen Eindrücke des täglichen Lebens angelehnt. Da jeder Mensch, der einen bestimmten Gegenstand bereits gesehen hat, sich einen solchen auch visuell vorstellen kann, ergibt sich eine weitere Frage: „Wie wäre es ohne diese bereits vorhandenen visuellen Eindrücke?“ Wie sieht das Innere Bild einer Person aus, die seit ihrer Geburt blind ist? Um die Überlegungen dazu in eine für unsere audio-visuell verwöhnte Gesellschaft auch in einen leichter verdaulichen Stoff zu übertragen, fiel die Entscheidung, dieses Innere Bild in einer Animation darzustellen. Die Ironie dieses Unterfangens geht hier nicht ganz verloren: eine Animation darüber, was blinde Personen vermeintlich sehen. Zum heutigen Zeitpunkt kann niemand die Bilder, die für diese Animation generiert werden verifizieren oder falsifizieren und das soll auch nicht nötig sein. Die Bilder die hier generiert werden, sind ausdrücklich

meine eigene künstlerische Interpretation der Dinge und sie versuchen keine wissenschaftliche Richtigkeit darzustellen. Die Motivation für diese Arbeit soll nicht als kläglicher Versuch gesehen werden, die Personen, die einen ihrer Sinne verloren haben, als arme Menschen darzustellen oder aufzuzeigen, wie schwer sie es in der Welt haben. Diese Menschen erfahren die Welt auf eine andere, ganz spezielle Weise die den Sehenden verschlossen bleibt. Aber gerade diese verschlossene Erfahrung ist es, was diese Arbeit motiviert. Wie stellt sich die Welt dar, wenn die wahrnehmende Person auf keine visuellen Eindrücke zurückgreifen kann. Die Wahrnehmung eines Menschen ist für jede Person einzigartig weshalb es sich als unmöglich erweist, sich die einer anderen Person vorzustellen. Es ist allerdings möglich, eine künstlerische Interpretation des Wahrnehmungsprozesses zu erstellen. Diese Arbeit und das dazugehörige Projekt beschäftigt sich damit, das Innere Bild einer blinden Person einer künstlerischen Interpretation zu unterziehen und versucht dieses in einer Animation darzustellen.

Der Interpretationsprozess des Inneren Bildes benötigt dabei allerdings ein Mindestmaß an wissenschaftlichen Grundlagen um überhaupt eine Basis für das Projekt zu schaffen. Deshalb beschäftigt sich diese Arbeit mit dem Prozess der Konstruktion des Inneren Bildes und wie sich dieses interpretieren lässt. Dazu wird im ersten Kapitel auf die Einflüsse eingegangen, die auf das Innere Bild wirken. Hierbei werden bewusst alle fünf Sinne inkludiert, um eine gewisse Vollständigkeit darzustellen. In Kapitel 2 wird darauf eingegangen, wie diese Einflüsse auf das Innere Bild wirken und sich das Bild dabei konstruiert. In Kapitel 3 führt ein kleiner Exkurs zu den Phänomenen „Echolocation“ und „Synästhesie“. Ersteres befasst sich hauptsächlich mit der Orientierung von blinden Personen durch Echoortung. Zweiteres ist ein Phänomen der Wahrnehmung das es bereits vollbringt, Sinne zu verbinden. Töne erhalten Farben, Formen oder einen Geschmack. Synästhesie ist eine Funktion des Gehirns die eingehende Eindrücke auf mehrere und unkonventionelle Weise interpretiert. Sie beinhaltet interessante Erkenntnisse, die bei der Interpretation und Umsetzung dieser Animation durchaus hilfreich sein können. Abschließend folgt ein Kapitel über das Animationsprojekt selbst. Hierbei wird der Entstehungsprozess des Projektes genauer beleuchtet und begründet, warum bestimmte Entscheidungen getroffen wurden. Weiters werden aber auch die Irrwege der Konzeption dargestellt, um einen besseren Einblick in die Hintergründe mancher Entscheidungen zu geben. Bereits geschaffene Werke, die im Laufe der Projektentwicklung als Inspiration dienten, befinden sich ebenfalls in diesem Abschnitt.

Kapitel 2

Begriffdefinition

Taktilität: Die Taktilität, oder zu deutsch Oberflächensensibilität, bezeichnet die Wahrnehmung von Signalen über die Haut. Dazu zählt die Wahrnehmung von Druck, Berührung, Temperatur und Schmerzen über die Mechano-, Thermo- und Schmerzrezeptoren. Umgangssprachlich wird die taktile oder auch haptische Wahrnehmung oft als Tastsinn bezeichnet. Bei blinden Menschen bildet sich dieser Sinn sehr viel feiner aus als bei sehenden, da dieser unter anderem zum Lesen der Braille Schrift benötigt wird.

Wahrnehmung: „Als Wahrnehmung bezeichnet man die psychophysische Verarbeitung von in physikalischen und chemischen Reizen enthaltenen Informationen durch Sinnessysteme und Gedächtnis. Die Verbindung zur Umwelt stellen die Sinnesorgane dar. Wahrnehmung ist somit die Voraussetzung für Orientierung und Handeln in der Umwelt [1]“. Wahrnehmung besteht nicht allein aus den physikalischen und chemischen Reizen der Sinnesorgane, sondern auch aus der Interpretation dieser Signale im Gehirn. Piaget bezeichnet die Wahrnehmung als „eine Erkenntnistätigkeit, die sich auf die unmittelbar gegebenen Sinnesdaten bezieht [7, S. 516]“.

Kinästhetik: Kinästhetik ist die Lehre der Kinästhesie, welche im Duden als „Fähigkeit, Bewegungen der Körperteile unbewusst zu kontrollieren und zu steuern“ [5] definiert ist. Da die menschlichen Bewegungen zu einem Großteil unbewusst abgehandelt werden, ist es für die taktile Wahrnehmung umso wichtiger, die Bewegungen des Körpers bewusst von statten gehen zu lassen. Durch die bewussten Bewegungen fällt es einer Person leichter, die Orientierung nicht zu verlieren.

Abstraktion: „In der Philosophie bezeichnet Abstraktion ein gedankliches Verfahren, durch das von bestimmten gegebenen, jedoch als unwesentlich erachteten Merkmalen eines Gegenstandes abgesehen wird. Auf diese Weise soll sich das Augenmerk auf das Wesentliche konzentrieren, d.h. auf eine ganz

bestimmte begriffliche Bedeutung der so erfassten speziellen Merkmale [38]“.

Das Innere Bild: „Die interne Repräsentation eines externen Ereignisses. Das Innere Bild ist ein Produkt der Symbolfunktion, folglich eines der Intelligenz in ihrer Gesamtfunktion; es ist nicht eine bloße Spur passiver Wahrnehmung.“ [7, S. 515] Das Innere Bild stellt die Rekonstruktion der aktuellen Umgebungssituation dar, welche durch die Aufnahme und Weiterverarbeitung aller verfügbaren Sinne im Gehirn entsteht.

Kapitel 3

Die externen Einflüsse auf das Innere Bild

3.1 Visuelle Wahrnehmung

Der visuelle Wahrnehmungssinn des Menschen, das Auge, ist in der heutigen Gesellschaft einer der wichtigsten Sinne geworden. In Kombination mit der auditiven Wahrnehmung bildet dieser Sinn die Kommunikationsgrundlage unserer Zeit. Der so genannte Pictorial Turn findet seine Ursprünge im 19. Jahrhundert. Der Pictorial Turn ist eine Abwandlung des von Richard Rorty beschriebenen Linguistic Turn. Dieser bezeichnet die Umorientierung von der Bewusstseinsphilosophie zur Sprachanalyse. Es wird dabei davon ausgegangen, dass philosophische Probleme nur durch sprachanalytische Verfahren zu lösen sind. Der Pictorial Turn bezeichnet den nächsten Schritt der Bewusstseinsphilosophie von der Sprachanalyse zu den Bildern und Ikonen. Nicht allein durch Film und Fernsehen wurde der gesellschaftliche Wahrnehmungsfokus immer mehr auf eine visuelle Ebene gerückt. Bilder sprechen mit mehr Emotion zu uns als es die Schrift oft vermag. Die Globalisierung und Internationalisierung seit dem 19. Jahrhundert ließen die visuelle Kommunikation immer wichtiger werden. Symbole und Ikone sind meist Kultur- und Sprachen unabhängig und allgemeiner verständlich.

3.1.1 Der visuelle Wahrnehmungsprozess

Hier beginnt alles mit dem Licht. Auch wenn für die meisten Menschen Sehen ein alltäglicher Dienst ist, so ist der Prozess der visuellen Wahrnehmung doch ein recht komplexer. Das menschliche Auge ist in der Lage ein gewisses Spektrum an Lichtwellen aufzunehmen. Dieses liegt zwischen 400 und 700 Nanometern (siehe dazu Abbildung 3.1). Das Licht wird bei der Aufnahme durch die Hornhaut, die Linse und den Glaskörper auf die Netzhaut projiziert. In der Netzhaut befinden sich so genannte Stäbchen, welche für die

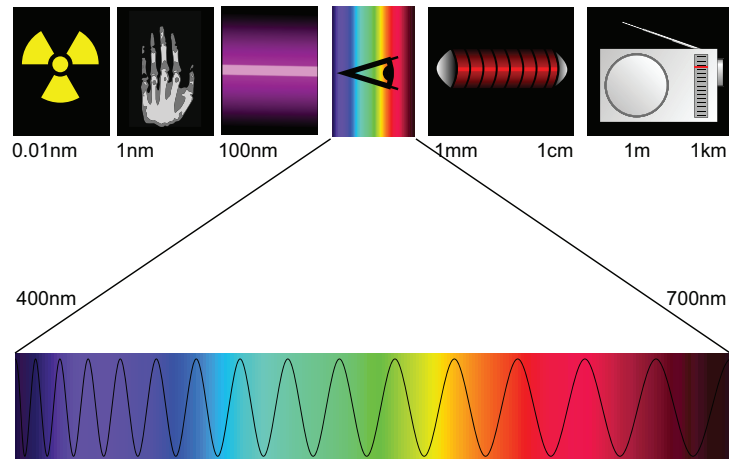


Abbildung 3.1: Das Wellenspektrum von nuklearen Strahlen bis zu Radiowellen. Der für Menschen sichtbare Bereich befindet sich zwischen 400 und 700 Nanometern. Bildquelle: [36].

chromatische Wahrnehmung zuständig sind. Neben den Stäbchen befinden sich noch Zäpfchen in der Netzhaut. Diese sind für die Farbwahrnehmung zuständig, wobei hier zwischen Blaurezeptoren, Grünrezeptoren und Rotrezeptoren unterschieden wird. Bei der Aufnahme von Licht beeinflussen sich die Rezeptoren in einer Form, sodass im Auge selbst eine Kontrastverstärkung vonstatten geht. Die ungefähr 126 Millionen Rezeptoren auf der Netzhaut bilden bei der Aufnahme von Licht Felder von variabler Größe. Diese werden bei niedriger Helligkeit vergrößert und bei hoher Helligkeit verkleinert, sodass ein sehr großes Helligkeitsspektrum vom Auge aufgenommen werden kann. Nachdem die Lichtinformationen von den Stäbchen und Zäpfchen aufgenommen wurden, leitet der Sehnerv diese zum Gehirn weiter. Dort ist der visuelle Cortex hauptsächlich für die Weiterverarbeitung der Signale in ein gesammeltes Bild zuständig. Nachdem im Auge selbst eine gewisse Filterung der Eingangssignale auf Wellenlänge, Helligkeit und Kontrast erfolgt ist, wird nun im Gehirn weiter gefiltert. Hier wird das eingegangene Bild auf seine Informationen hin gefiltert. Diese Wahrnehmungsfiler helfen uns, irrelevante Informationen auszublenden und dafür wichtig erscheinende zu verstärken.

3.1.2 Räumliche Wahrnehmung und Logik

Die Weiterverarbeitung der eingehenden visuellen Informationen hängt sehr stark von Erfahrungen und Logik ab. Hermann von Helmholtz¹ war der Meinung, dass das Auge selbst nicht in der Lage sei brauchbare Sehresultate zu liefern. Er behauptete, dass die visuelle Wahrnehmung nur mit Hilfe von so genannten „unbewussten Schlüssen“ zustande kommen könne, die durch Wahrnehmungserfahrungen ermöglicht werden. Diese enthalten zum Beispiel folgende Punkte [31]:

- Licht kommt gewöhnlich von oben.
- Gegenstände werden nicht von unten gesehen.
- Gesichter werden in aufrechter Position erkannt.

Somit werden durch die „unbewussten Schlüsse“ auch optische Täuschungen ermöglicht indem genau gegen diese gearbeitet wird. Mit der Hilfe von optischen Täuschungen können dann wieder Rückschlüsse auf die Verarbeitung des visuellen Inputs getroffen werden. Gegenstände werden auch immer in ihrem räumlichen Kontext wahrgenommen. Der Kontext ist aber nicht nur bei der visuellen Wahrnehmung von enormer Wichtigkeit, sondern spielt auch bei den übrigen Sinnen eine große Rolle. Dabei kann es sich nicht nur um Form- und Größenkontexte sondern auch um Bedeutungs- oder Funktionskontexte handeln. Jede Art von gemeinsamen Vergleichsmöglichkeiten trägt zur individuellen Wahrnehmung bei. In Abbildung 3.2 ist ein Beispiel für die relative Größenwahrnehmung des Gehirns zu sehen. Der linke Mittelkreis wirkt größer als der rechte, obwohl sie beide exakt gleich groß sind. In Abbildung 3.3 ist ein Beispiel für die relative Helligkeitswahrnehmung des Gehirns zu sehen. Die Quadrate A und B besitzen denselben Grauwert. Das Quadrat B wirkt aber heller als Quadrat A, da es vom Schatten des Zylinders umgeben ist. In beiden Fällen trifft das Gehirn falsche relative Schlüsse, die zu der unterschiedlichen Wahrnehmung führen. Diese Beispiele zeigen das die Wahrnehmung immer von der Umgebung relativ abhängig ist.

3.2 Auditive Wahrnehmung

Unter auditiver Wahrnehmung wird das Aufnehmen und Weiterverarbeiten von akustischen Schwingungen verstanden. Darunter fällt nicht nur das Hören, das die Aufnahme der Signale über die Ohren voraussetzt, sondern auch das Aufnehmen von schallinduzierten Vibrationen auf der Haut. Wenn in dieser Arbeit von auditiver Wahrnehmung gesprochen wird, bezieht sich dies ausschließlich auf das Hören. Gleich wie das Auge besitzt auch das menschliche Ohr Grenzen der Aufnahmefähigkeit. Die so genannte Hörfläche bezeich-

¹Hermann von Helmholtz (1821 - 1894) war einer der bedeutendsten deutschen Physiologen und Physiker des 19. Jahrhunderts. Er wird oft als Vater der modernen visuellen Wahrnehmungstheorie betrachtet.

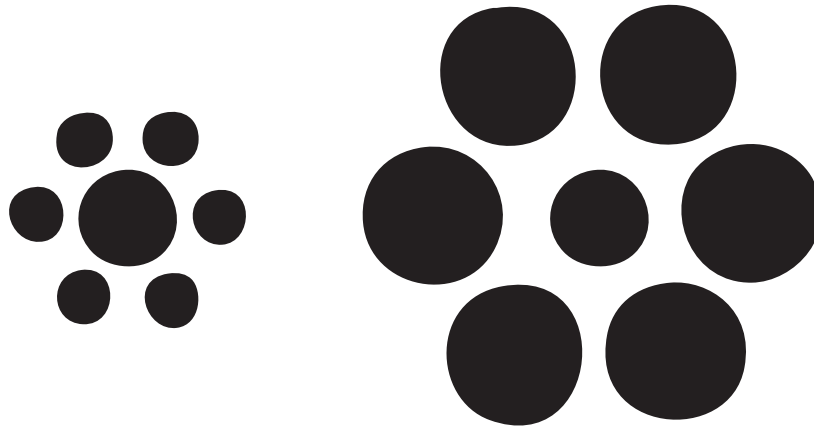


Abbildung 3.2: Die beiden Kreise in der Mitte sind gleich groß. Jedoch wirkt der linke Kreis viel größer, da er im Kontext von kleineren Kreisen steht. Bildquelle: Selbst erstellt auf der Basis von [37].

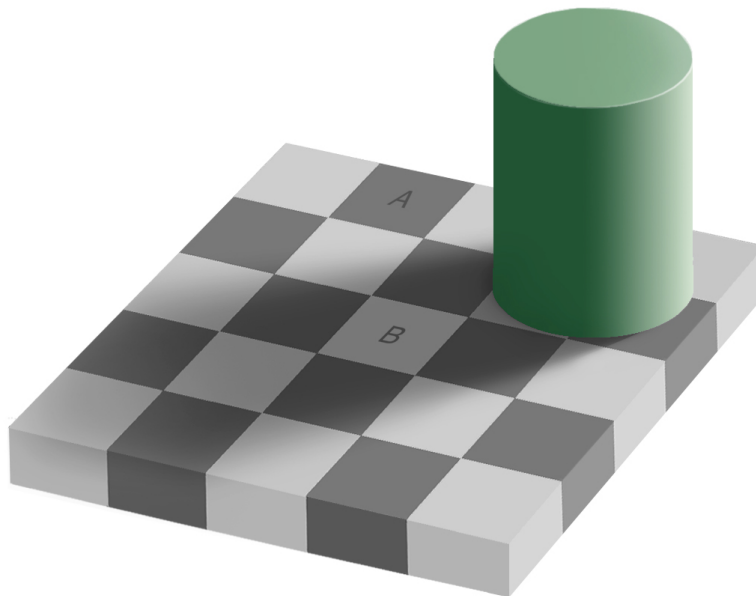


Abbildung 3.3: Die beiden Quadrate A und B besitzen in diesem Bild denselben Farbwert. Jedoch wirkt das Quadrat B viel heller da es sich im Kontext des abdunkelnden Schattens des Zylinders befindet. Bildquelle: [13].

net den Bereich der von einem durchschnittlich hörenden Menschen erfasst werden kann. Dabei sind die Lautstärke und die Frequenz die beiden ausschlaggebenden Faktoren. Wie in der Abbildung 3.4 zu erkennen ist, handelt es sich hierbei nicht um lineare Grenzen. Die höchste Hörempfindlichkeit des Menschen befindet sich bei einer Frequenz von ungefähr 4 kHz.

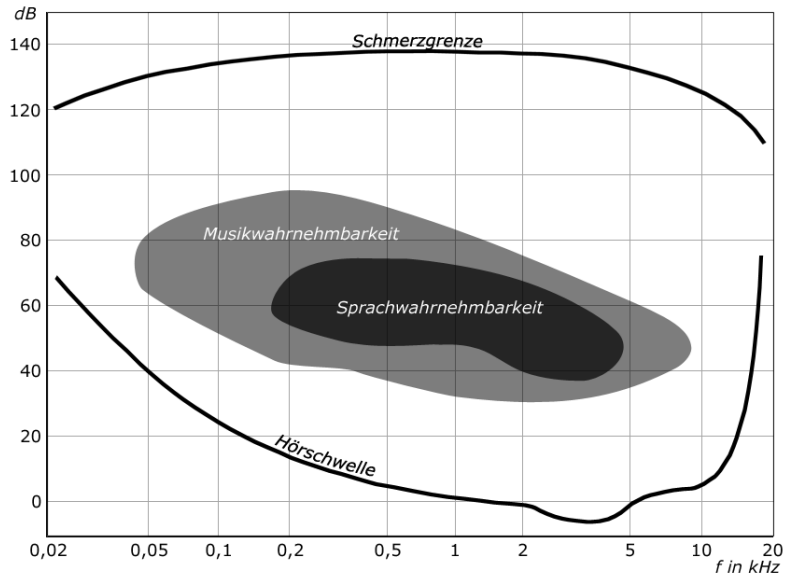


Abbildung 3.4: Die Hörfläche eines durchschnittlich hörenden Menschen.
Bildquelle: [14].

Ebenso ähnlich zur visuellen Wahrnehmung werden auch in den Ohren die Signale bereits vorverarbeitet. Das Außen- und Mittelohr dienen dabei hauptsächlich zur Aufnahme der hörbaren Schallwellen. Im Innenohr werden diese Schallreize dann zu neuronalen Impulsen umgewandelt, die vom Hörnerv weitergeleitet werden. Im Gegensatz zum Auge kann das Ohr allerdings relativ gut zwei aufeinander folgende Signale voneinander unterscheiden. Aufgrund des sehr mechanischen Vorganges des Hörens ist es nicht nötig, die Signale mehrmals in verschiedene Reize zu transformieren, was die Wahrnehmung extrem beschleunigt. Die Möglichkeit kleine zeitliche Unterschiede wahrzunehmen hilft dem Gehirn bei der Positionierung einer Signalquelle im Raum. Das Gehirn erkennt die zeitliche Differenz in welcher dasselbe Signal am linken und rechten Ohr ankommt und kann so die Position der Quelle erraten. Die schnelle Wahrnehmung macht es auch möglich, die später in dieser Arbeit beschriebene Echolocation 5.1 nutzen zu können. Dadurch können geringe Entfernungsunterschiede von reflektierenden Objekten wahrgenommen werden.

3.3 Haptische Wahrnehmung

„Als haptische Wahrnehmung [...] bezeichnet man das aktive Erfühlen von Größe, Konturen, Oberflächentextur, Gewicht usw. eines Objektes durch Integration aller Hautsinne und der Tiefensensibilität. Die Gesamtheit der haptischen Wahrnehmungen erlaubt es dem Gehirn, mechanische Reize, Temperaturreize und Schmerz zu lokalisieren und zu bewerten. [23]“ Die haptische Wahrnehmung kann in die Kategorie der Nahsinne eingereiht werden. Das bedeutet, dass die haptische Wahrnehmung im Gegensatz zur auditiven oder visuellen Wahrnehmung nur unmittelbar dem Körper nahe liegende Signale wahrnehmen kann. Saerberg beschreibt in seinem Buch „Geradeaus ist einfach immer geradeaus“ [9] diese Nahbereiche noch etwas genauer (siehe auch Abschnitt 4.1.1). Relativ zu der audiovisuellen Wahrnehmung ist der Tastsinn des Menschen in seiner Reichweite sehr beschränkt. Diese Art der Wahrnehmung beinhaltet beim Menschen folgende vier Teilbereiche:

- taktile Wahrnehmung,
- kinästhetische Wahrnehmung,
- Temperaturwahrnehmung,
- Schmerzwahrnehmung.

In der menschlichen Haut befinden sich für diese Art der Wahrnehmung zwei verschiedene Arten von Rezeptoren. Die protopathischen Rezeptoren reagieren auf Schmerz und Temperatur und leiten ihre Informationen schnell an das Gehirn weiter. Sie dienen zum Selbstschutz des Körpers, der bei Schmerz oder hohen Temperaturen rasche Reaktionen herbeiführen muss. Die epikritischen Rezeptoren reagieren langsamer, arbeiten dafür aber umso genauer. Sie sind für die Tastschärfe zuständig.

Im Gegensatz zur visuellen und auditiven Wahrnehmung werden hier relativ wenig Filterprozesse direkt vom Wahrnehmungsorgan übernommen. Nahezu alle aktiv wahrgenommenen Reize werden zur Weiterverarbeitung an das Gehirn geleitet. Erst wenn Reize von außen eindringen, kann das Gehirn den Ursprung dieser Reize erkennen. Die Eigenwahrnehmung über die haptischen Sinne wird durch das Gehirn unterbunden. Die meist gleichmäßige Verteilung von Temperatur und Druck lässt auch keine Unterschiede zwischen zum Beispiel der rechten und der linken Hand erkennen.

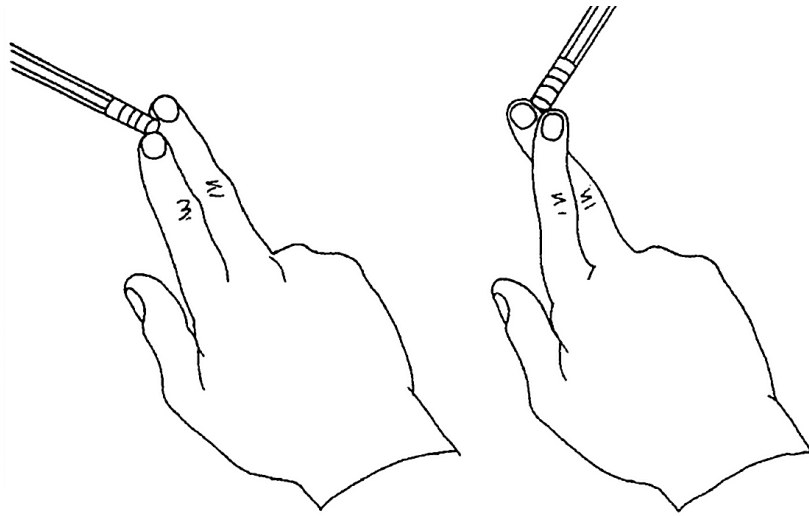


Abbildung 3.5: Die Aristotelische taktile Täuschung. Im linken Fall wird nur ein Bleistift wahrgenommen, im rechten jedoch zwei. Bildquelle: [4].

Wie auch bei der visuellen Wahrnehmung, kann die taktile Wahrnehmung getäuscht werden. Allen voran geht hier die Aristotelische Täuschung die Kebeck [4, S. 115] wie folgt beschreibt:

Berührt man die Spitzen zweier nebeneinanderliegender Finger gleichzeitig mit einem Bleistift o.ä., so nimmt man eine einzelne Berührung, also auch (wahrheitsgemäß) einen Stift wahr. Wenn man die beiden Finger aber kreuzt, so daß Innenseite und Außenseite quasi „vertauscht“ werden, und dann den Stift erneut ansetzt, nimmt man deutlich zwei verschiedene Berührungsstellen wahr. Taktil kann dabei, besonders wenn man den Stift bewegt, der Eindruck entstehen, von zwei Stiften berührt zu werden.

Das Gehirn geht bei dieser Art von Täuschung von einer normalen Lage der Signalrezeptoren aus. Wird diese Lage verändert, so suggerieren die beiden Berührungspunkte dem Gehirn zwei Objekte. In der Abbildung 3.5 wird dieser Versuch nochmals grafisch dargestellt.

3.4 Olfaktorische Wahrnehmung

Die olfaktorische Wahrnehmung oder auch Geruchssinn ist einer von zwei Sinnen die chemische Signale aufnehmen können. Aufgrund der gemeinsamen chemischen Basis sind der olfaktorische und der gustatorische Sinn sehr eng miteinander verbunden. Sie interagieren und beeinflussen sich sogar in ihrer Wahrnehmung gegenseitig. Bei der Wahrnehmung von Gerüchen kommt es zu molekularen Ablagerungen der Geruchsstoffe an den Rezeptormolekülen. Dabei wird eine Reihe von chemisch-elektronischen Reaktionen ausgelöst wodurch die Information über G-Proteine und Axone² an den Riechkolben weiter geleitet wird. Der Riechkolben agiert als ein starker Informationsfilter, da hier ungefähr 1000 Axone auf ein Neuron des Großhirns stoßen. Der Mensch besitzt ungefähr 400 unterschiedliche Rezeptoren, die jeweils auf einen Duftstoff ansprechen können. Zum Vergleich: Hunde oder Ratten besitzen mehr als 1000 verschiedene Rezeptoren. Die olfaktorischen Signale werden hierbei mit der so genannte Vektorkodierung verpackt. Das führt zu einer enormen Vielfalt an differenzierbaren Geruchsinformationen. Die Fähigkeit bestimmte Gerüche wahrzunehmen hängt aber nicht nur von der Anzahl der unterschiedlichen Rezeptoren ab. Untersuchungen zeigten, dass Hunde und Ratten trotz ihrer enormen Anzahl an Rezeptoren, im Vergleich zu manchen Primaten unempfindlicher gegenüber Fruchtdüften reagieren (vergleiche dazu [28]).

3.5 Gustatorische Wahrnehmung

Die gustatorische Wahrnehmung ist, wie bereits erwähnt, sehr stark mit der olfaktorischen Wahrnehmung verbunden. Die Rezeptoren der gustatorischen Wahrnehmung werden auch Geschmacksknospen genannt und befinden sich beim Menschen in Zungen und Rachenschleimhaut. Jede dieser Geschmacksknospen kann zwischen 50 und 150 Sinneszellen enthalten. Diese Rezeptoren können fünf verschiedene Grundqualitäten des Geschmacks erkennen [22]:

süß ausgelöst durch Zucker und Zuckerderivate.

salzig ausgelöst durch Speisesalz und einige Mineralsalze.

sauer ausgelöst durch saure Lösungen und organische Säuren.

bitter ausgelöst durch diverse Bitterstoffe.

umami ausgelöst durch die Aminosäuren Glutaminsäure und Asparaginsäure.

Die Sauer- und Bitterstoffrezeptoren sollen die Nahrung auf ihre genießbarkeit (unreife, vergoren oder giftig) überprüfen. Dabei arbeitet auch der olfaktorische Sinn als eine Art Vorwarnsystem mit. Die restlichen drei Rezeptoren kennzeichnen die Nahrung grob nach ihrem Gehalt an ernährungswichtigen

²Als Axon wird ein röhrenförmiger, faserartiger Nervenzellfortsatz bezeichnet, welcher nicht oder nur sehr wenig verzweigt ist. Vergleiche dazu [15].

Stoffen. Die gustatorische Wahrnehmung nimmt einen sehr kleinen Teil der Gesamtwahrnehmung ein. Erst in Kombination mit der olfaktorischen Wahrnehmung entsteht der vielfältige Sinneseindruck von Geschmack.

3.6 Die Wahrnehmungskette

Die menschliche Wahrnehmung wird manchmal auch als Kreis oder Kette dargestellt. Die Umwelt wirkt durch die Signale auf den Menschen ein. Dieser verarbeitet die Signale und reagiert dementsprechend darauf.

Reiz: Der Reiz, oder manchmal auch als die Umwelt bezeichnet, beinhaltet die Signale die von der Außenwelt auf die wahrnehmende Person einwirken. Dies sind im Normalfall so genannte distale Reize, welche erstmals von Gustav Theodor Fechner definiert wurden. Distale Reize bestehen aus Signalen die auf den Eigenschaften eines Objektes basieren und die keines Beobachters bedürfen. Dies sind im Allgemeinen physikalisch messbare Größen wie elektromagnetische Wellen oder Schallwellen. Fechner beschrieb einen kausalen Zusammenhang zwischen den Eigenschaften des Reizgegenstandes und den Reizvorgängen am Sinnesorgan. (vergleiche [32] und [19])

Transduktion: Als Transduktion wird die Übertragung der Signale über Trägerstoffe, wie beispielsweise Luft, auf die Sinneszellen und Rezeptoren bezeichnet. Werden die Signale von den Sinneszellen aufgenommen, so werden sie zu sogenannten proximalen Reizen. „Der proximale Reiz bezeichnet in der Psychologie die Gesamtheit der messbaren, physikalischen oder chemischen Einwirkungen eines distalen Reizes auf Sinneszellen im Rahmen der Wahrnehmung [29].“

Verarbeitung: Wie bereits erwähnt, geht die Verarbeitung der proximalen Reize nicht immer im Gehirn von statten. Manche Sinnesorgane, wie zum Beispiel das Auge, filtern die eingehenden Informationen bereits vorab. Nur ein gewisses Spektrum des Lichtes wird von dem Auge aufgenommen und dann weiter geleitet. Die restliche Weiterverarbeitung der proximalen Reize findet dann in den jeweiligen Abschnitten des Gehirns statt. Im Fall von visuellen Eindrücken übernimmt diese Funktion der visuelle Cortex.

Wahrnehmung: Unter Wahrnehmung wird in dem Zusammenhang der Wahrnehmungskette das Umwandeln von Signalen in verständliche Werte verstanden. Schallwellen werden zu Tönen und elektromagnetische Wellen zu Bildern. Zu diesem Zeitpunkt ist aber noch kein Wiedererkennungsprozess von statten gegangen. Die eingehenden Signale können noch nicht identifiziert und kategorisiert werden.

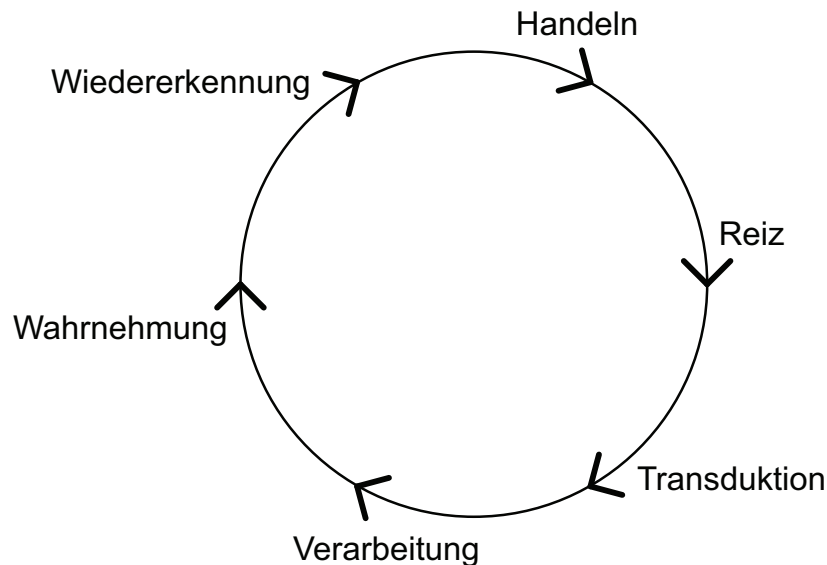


Abbildung 3.6: Die Wahrnehmung ist ein sich ständig wiederholender und in sich eingreifender Prozess. Bildquelle: [40].

Wiedererkennung: In diesem Abschnitt der Wahrnehmungskette kommen Prozesse wie Erinnern, Kombinieren, Erkennen, Assoziieren und Urteilen zum Tragen. Auch die im Abschnitt der visuellen Wahrnehmung 3.1 erwähnten „unbewussten Schlüsse“ fallen meiner Meinung nach in diesen Bereich. Hier werden Gegenstände mit Symbolen und bekannten abstrakten Begriffen kombiniert und in Gruppen eingeordnet. Beispielsweise wird ein brummendes Geräusch erst als ein Motorengeräusch erkannt und dann mit den Begriffen „Motor“ und „Automobil“ in Verbindung gebracht. Als abstrakte Gruppe könnte in diesem Beispiel „Verkehrsmittel“ oder „PKW“ zu verwenden sein.

Handeln: Handeln mag hier als zu großer Begriff aufgeführt sein, beschreibt den letzten Vorgang vor dem erneuten Durchlauf der Wahrnehmungskette allerdings recht gut. Dabei muss Handeln nicht als große, auf das Umfeld Einfluss nehmende, Handlung gedeutet werden, sondern kann auch als kleine Augenbewegung oder Handbewegung gesehen werden. Wird durch den Durchlauf der Wahrnehmungskette ein fallendes Glas erkannt, gibt es verschiedene Reaktionen darauf. Es könnte versucht werden, durch eine Handbewegung das Glas aufzufangen. Durch eine Kopfbewegung wird ein anderer Bildausschnitt erkannt, ohne einen Versuch das Glas zu fangen. Beides würde als Handeln zulässig sein, auch wenn eine der beiden Aktionen eine weniger große Auswirkung auf die Umwelt hat.

Kapitel 4

Konstruktion und künstlerische Interpretation des Inneren Bildes

„Traurigkeit, Hass oder Angst verdunkelten nicht nur mein Universum, sie verkleinerten es auch. Die Zahl der Dinge, die ich in mir mit meinem Blick erfassen konnte, nahm ab: Ich stieß mich überall - im wahrsten Sinne des Wortes. In meinem Inneren wurden Wesen und Dinge zu Hindernissen, im Äußeren konnte ich nicht vermeiden, an Türen und Möbel anzurennen. Ich wurde sehr gründlich und sehr schnell bestraft. Umgekehrt aber hatten Mut, Aufmerksamkeit, Freude sofort ein Aufbrechen und Erhelten des Raumes zur Folge: Alsbald war in mir alles in großer Menge vorhanden: eine Menge von Gegenständen, Bildern, Geschöpfen. Ich hatte eine großartige Landschaft vor mir und ich wusste, dass diese Landschaft sich unendlich erweitern konnte, und dass, um diese zu erreichen, nur meine Freude noch größer werden musste. Zu gleicher Zeit gewann ich an körperlicher Gewandtheit, ich fand mich zurecht und bewegte mich sicher. [6, S. 15f]“

Jacques Lusseyran war einer der bedeutendsten blinden Schriftsteller und Denker des zwanzigsten Jahrhunderts. Mit 8 Jahren verlor er durch einen Unfall sein Augenlicht. Für Lusseyran gab es schlussendlich zwei verschiedene Zustände der Wahrnehmung. Den einen bezeichnete er als das Innere Licht, was dem Konzept des Inneren Bildes nahe kommt. Der andere Zustand war jener der gewöhnlichen Welt, in welchem die Probleme der räumlichen, zeitlichen und sozialen Orientierung zu lösen waren. Saerberg beginnt sein Buch mit demselben Zitat und sagt darüber: „So bildet Blindheit für ihn [Lusseyran, T.H.] einen „anderen Zustand der Wahrnehmung“, der mit einem Bein im Alltag, mit dem anderen in einer letztlich religiös vom Licht

durchwirkten Transzendenz steht. [9, S. 11]“ Saerberg will aber in seiner Studie einen anderen Ansatz verfolgen, worin er die Blindheit nicht als einen anderen Zustand zu begreifen versucht. Die Blindheit soll für ihn einen, dem Sehen unterschiedenen, Wahrnehmungsstil der sich „mit beiden Beinen auf dem Boden des Alltags [9, S. 11]“ befindet darstellen. Saerberg versucht in seinem Buch zu zeigen, wie ein Blinder „normalerweise“ seine Umgebung wahrnimmt, interpretiert und in ihr handelt. Seine Studien und Versuche werden in diesem Kapitel noch mehrmals Anklang finden, da sie ein sehr gutes Bild davon vermitteln, wie sich blinde Personen in ihrem Alltag zurechtfinden und orientieren. Dabei handelt es sich aber nicht so sehr um visuelle Interpretationen sondern um Konstrukte im Gehirn.

Die in den folgenden Abschnitten beschriebenen „Interpretationsmöglichkeiten“ sind meine persönlichen Ansätze zur Neuinterpretation des Inneren Bildes, welches aus den verschiedenen Wahrnehmungsfällen entsteht. Da dies ein sehr künstlerischer und kreativer Prozess ist, sollten diese Vorschläge auch als solche, und nicht als fixe Regeln angesehen werden. Sie folgen aber einer gewissen Logik und sind nicht völlig aus der Luft gegriffen, weshalb auch eine Begründung zur Wahl dieser speziellen Möglichkeiten mit angeführt wird.

4.1 Orientierung und Konstruktion des virtuellen Raumes

Die Orientierung blinder Menschen ist, wie auch bei sehenden Menschen sehr von den verfügbaren Informationen abhängig, welche über die Sinnesorgane aufgenommen werden können. Bei Sehenden ist allerdings die Spanne der Informationsmenge, mit Hilfe welcher der Orientierungsprozess unterstützt wird, um ein vielfaches größer. Die absolute Stille ist für einen blinden Menschen wie für einen Sehenden die absolute Dunkelheit. Ohne Informationen von außen ist ein Mensch nicht in der Lage sich zu orientieren. Im Falle des anderen Extremes, bei Reizüberflutung durch zu viele Informationen, gilt nahezu dasselbe Prinzip, mit dem Unterschied, dass das menschliche Gehirn gelernt hat eingehende Informationen zu filtern. Blinde Menschen, die bei ihrem Orientierungsprozess sehr stark auf auditive Informationen angewiesen sind, werden schneller mit zu vielen Informationen des umliegenden Raumes beliefert. Dazu bringt Saerberg auch ein kurzes Beispiel aus einem von ihm unternommenen Feldversuch: [9, S. 156]

„Die Kassettenaufnahme beginnt damit, dass man im Vordergrund das Rauschen des Verkehrs hört. Weiterhin deutlich zu hören sind die Schritte und das leise Tackern des vom blinden Protagonisten eingesetzten Langstocks. [...] Sehr leise und unregelmäßig sind Laute anderer Fußgänger zu hören: Schritte, Stimmen und ein Husten. Sie sind jedoch so undeutlich, dass nichts über Anzahl, Alter oder Geschlecht ihrer Urheber gesagt werden kann.“

4.1.1 Zonen im virtuellen Raum

Wie Siegfried Saerberg in dem Buch „Geraudeaus ist einfach immer Geraudeaus“ [9, S. 114f] festhält wird die Wahrnehmung eines Blinden in diverse Zonen unterteilt. Die Abbildung 4.1 zeigt die verschiedenen Zonen der Wahrnehmung und beschreibt ihren Wirkungsbereich um den blinden Charakter herum.

Das Hörfeld

Das Hörfeld befindet sich dabei im Fernbereich der Wahrnehmung und dient hauptsächlich zur Orientierung und Identifizierung des topologischen Typus des Raumes. In der Abbildung 4.1 ist das Hörfeld durch einen blauen Kreis gekennzeichnet. Das Hörfeld hat einen weiteren Radius als in der Abbildung dargestellt und wurde aus Gründen der Skalierung hier begrenzt visualisiert. Saerberg schreibt zu dem Hörfeld folgendes [9, S. 114]:

„Das Hörfeld erfüllt zunächst die Funktion einer Raumtyp-Erkennung im Sinne eines allgemeinen topologischen Typus, indem es den Grundklang einer Stätte, also jenes Gesamt aller Geräusche in einem hallenden Resonanzraum aufnimmt und durch ihn sowohl eine allgemeine Bestimmung des Raumtyps als auch in einzelnen Fällen einer hohen Vertrautheit mit dem Ort eine Erkenntnis in Bezug auf die Singularität dieses Ortes im Sinne eines singulären topologischen Typus erzielt.“

Das Tastfeld

Das Tastfeld eines blinden Menschen befindet sich im Gegensatz zu seinem Hörfeld im Nahbereich um seinen Körper. Dieses Tastfeld wird in weiterer Folge in drei Felder unterteilt, welche sich partiell überlappen und dabei ergänzen.

Langstocktastfeld: Das durch den Langstock erweiterte Tastfeld befindet sich aufgrund der Beschaffenheit des Lang- oder Blindenstockes hauptsächlich kegelförmig vor einer blinden Person. Es dient dazu den Gang zu sichern und auf eventuelle Hindernisse aufmerksam zu machen. Das Langstocktastfeld ist in der Abbildung 4.1 in Rot gekennzeichnet.

Eigentliches Tastfeld: Das eigentliche Tastfeld befindet sich in einem kleineren Radius als das Langstocktastfeld kreisförmig um eine blinde Person. In diesem Bereich können Personen, Hindernisse oder generell Objekte von speziellem Interesse genauer erfahren werden. Das eigentliche Tastfeld ist in der Abbildung 4.1 in Grün gekennzeichnet.

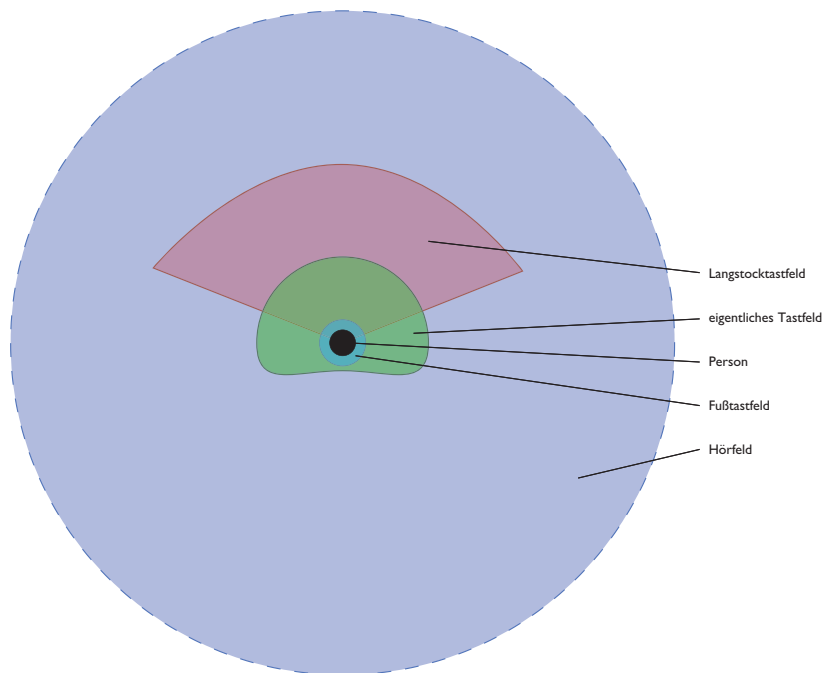


Abbildung 4.1: Wahrnehmungsfelder einer blinden Person. Visualisierung auf der Basis von [9].

Fußastfeld: Das Fußastfeld beschreibt die dritte Dimension des Tastfeldes und liefert Informationen über den Untergrund. Das Fußastfeld ist in seiner Reichweite durch die Schrittlänge einer Person begrenzt. Da diese Person die Füße aber hauptsächlich dazu benutzt zu stehen, ist die erhaltene Information über den Untergrund eine sehr lokale. Die Füße können sich im Gegensatz zu den Händen, welche in den meisten Fällen keine tragende Funktion einnehmen, nicht frei bewegen. Die Information die eine blinde Person also vom Fußastfeld erhält, ist über den Untergrund direkt unter deren Füßen. Das Fußastfeld ist in der Abbildung 4.1 in Türkis gekennzeichnet.

Interpretationsmöglichkeit

Speziell wird hier auf das im Nahbereich liegende Tastfeld eingegangen, da für die Interpretation des Fernbereiches die auditive Komponente eine größere Rolle spielt. Diese wird in dem Abschnitt 4.1.4 noch genauer dargestellt. Das Tasten im Nahbereich ist vor allem mit den Händen ein sehr wahrnehmungsfokussierter Vorgang. Die Hände nehmen Informationen über Oberfläche, Form und Temperatur wahr und leiten diese an das Gehirn weiter. Da nun ein konkrete Idee der Form entsteht sollte die Darstellung der Form nicht zu sehr abstrahiert werden. Meist wird davon ausgegangen, dass das soeben berührte Objekt einheitlich aus der wahrgenommenen Oberfläche besteht.

Die Farbgebung bleibt je nach Motivation der Darstellung offen, da es sich aber um eine Reinterpretation handelt, kann man sich an den diversen bekannten Verbindungen von Emotionen und Farbe (wie zum Beispiel den Max Lüscher Farbttest¹) halten. Im Zuge der künstlerischen Freiheit besteht die Möglichkeit, eine Art der abstrakteren Farbdarstellung zu nutzen um genau diese Verbindungen zu brechen und damit der Darstellung eine ästhetischere Seite zu geben.

4.1.2 Geräuschüberfluss und Geräuschverdeckung

Wie schon bei der optischen Wahrnehmung können sich auch bei der akustischen Wahrnehmung Signale gegenseitig verdecken. In der optischen Wahrnehmung geschieht das durch opake Hindernisse die es vermeiden, Gegenstände hinter ihnen zu erkennen. Im Falle der akustischen Wahrnehmung ist die Position der störenden Quelle weniger entscheidend als die Intensität dieser. Helmuth Plessner hat in seinem Buch „Philosophische Anthropologie“ [8, S. 230] folgendes festgehalten, was die Unterschiede zwischen akustischen und visuellen Störquellen sehr gut beschreibt:

„Nur ein Schall schwillt. Licht hat dagegen statischen Charakter. Intensitätszunahme oder -abnahme vollzieht sich im Akustischen als An- und Abschwellen, im Optischen als bloßes Erhellen oder Verblässen in der phänomenalen Leuchtfläche. Während dort jede Intensitätsveränderung den Eindruckswert einer Volumenveränderung besitzt, fehlt dem Optischen dieser Wesenszug.“

Sehr laute Geräusche können die Orientierung mit Hilfe der akustischen Wahrnehmung sehr leicht stören. Die Schritte von Personen können zum Beispiel neben einer stark befahrenen Straße nur sehr schlecht oder gar nicht wahrgenommen werden. Die allgegenwärtigen und intensiven Schallwellen der passierenden Kraftfahrzeuge verdecken die weniger intensiven Schallwellen, die von den Schritten anderer Menschen erzeugt werden. Können diese Schallwellen in weiterer Folge also nicht wahrgenommen werden, sind sie, solange die Personen nicht ertastet werden können, in dem konstruierten Raum eines Blinden schlicht nicht vorhanden. Auch Saerberg hat dazu seine Theorie aufgestellt, beschreibt die Problematik der akustischen Verdeckung wie folgt: „Überdeckende Geräusche haben tatsächlich die Tendenz, Ort und Richtung im Raum aufzuheben“ [9, S. 109]. Damit beschreibt er das Phänomen, dass ab einem gewissen Geräuschpegel die Position der Störquelle nicht mehr eindeutig festzustellen ist. Die Störquelle wird zu einer, im gesamten Raum verteilten Präsenz, die alle anderen Signale verschluckt.

¹Max Lüscher ist ein schweizer Psychologe und Philosoph. Er veröffentlichte 1947 den Lüscher-Farbttest. Neben Forschungen, Lehre und Therapie in Basel ist Lüscher für internationale Unternehmen unter anderem in der Farbberatung tätig gewesen. Sein Buch Der Lüscher-Test wurde in mehr als 30 Sprachen übersetzt [26].

Interpretationsmöglichkeit

Die Vorstellung der Geräuschverdeckung lässt an zwei extreme denken. Einerseits kann das Bild mit der vorhandenen, geräuschintensiven Information so überfüllt werden, sodass weitere, bereits dargestellte Informationen wortwörtlich überdeckt werden. Andererseits ist es auch möglich die Darstellung von auditivem Input ganzheitlich zu befreien und damit eine Leere zu zeigen. Der erste Ansatz liegt der konkreten Darstellung der Vorgänge durchaus näher. Die Fülle an Informationen, die sich im Inneren Bild formen, suggeriert den Verlust von Anhaltspunkten im leibszentrierten Koordinatensystem, was zu dem Gefühl von Desorientierung und Stress führen kann. Der zweite Ansatz zeigt die Abwesenheit von nützlicher auditiver Information besser. Das Gefühl der Desorientierung bleibt, suggeriert aber durch die Abwesenheit von viel Bildinformation weniger Stress im Rezipienten.

4.1.3 Gustatorische und olfaktorische Einflüsse

Die gustatorische (Schmecken) und olfaktorische (Riechen) Wahrnehmung haben durchaus ihren Anteil an der Konstruktion des Inneren Bildes. Da beide Sinnesorgane auf chemische Signale der Umwelt reagieren, arbeiten sie auch sehr eng zusammen. Sie helfen bei der Orientierung und Konstruktion des virtuellen Raumes aber leider sehr wenig, da Gerüche und Geschmäcker selten einer konkreten Position zuweisbar sind. Die gustatorischen und olfaktorischen Einflüsse sprechen einen sehr emotionalen Teil des menschlichen Gehirns an, weshalb sie sehr stark mit der in Abschnitt 4.4 beschriebenen Einbindung von Erinnerungen zusammenhängen. Gerüche und Geschmäcker rufen in einem Menschen, abhängig von deren Quelle, positive, neutrale oder negative Gefühle hervor, welche die gerade herrschende Situation beeinflussen. Gestank an einem Ort führt dazu, dass sich der Mensch nicht wohl fühlt. Wo es hingegen nach frischer Luft riecht, fühlen sich Menschen deutlich wohler. Die chemischen Sinnesorgane eines Menschen bestimmen also sehr stark über sein aktuelles Wohlbefinden in einem Raum, was das Innere Bild eher einer globalen als lokalen Veränderung unterzieht.

4.1.4 Raumstrukturierung durch auditive Wahrnehmung

Die auditive Wahrnehmung kann bei der Strukturierung eines Raumes in drei Signalarten unterschieden werden. Diese werden von Saerberg wie folgt unterteilt [9, S. 94]:

„Ich unterscheide dabei in die Wahrnehmung diskreter geräuschhafter Größen wie Menschen und Gegenstände, das Einprägen von vornehmlich kontinuierlichen oder sich relativ langsam verändernden atmosphärischen Grundklängen, das Erkennen von bewegungshaften Geräuschbahnen und das Registrieren von bestimmten Verdeckungs- und Verstärkungsphänomenen.“

Diskrete Geräusche bringen sehr viele Informationen mit sich. Zuerst kann der Gegenstand aufgrund seines Klangs klassifiziert oder sogar identifiziert werden. Weiters lässt sich aus der Geräuschinformation die Position des Gegenstandes auf dem leibzentrierten Koordinatensystem erfahren. Die Art des Klangs verrät in letzter Instanz noch etwas über die Beschaffenheit des Raumes. Befindet sich der Gegenstand innerhalb des Raumes, so ist das Geräusch klar hörbar. Ist die Klangart aber eher dumpf, so befindet sich der Gegenstand möglicherweise in einem Nebenraum. Diskrete Geräusche treten sehr selten alleine auf. Sie verbinden sich miteinander und erstellen so eine Art Koordinatennetz von Geräuschen, welches auch weiter in Erinnerung bleiben kann, wenn bestimmte diskrete Geräusche nicht mehr auftreten.

„Ein verborgeneres Phänomen ist das Hören von sogenannten Grundklängen, die nicht als einzelnes Geräusch, sondern eher als Summe allen geräuschhaften Vorkommens zu begreifen sind, und die sich als ein Gesamtklang in einem Raum erst entwickeln können. Der Grundklang bedarf also wesentlich der Ausbreitung im Raum, der er erfüllt und den er zum hörbaren Klingen bringt.“ [9, S. 95]

Obwohl Saerberg hier von einem Klanggemisch spricht, so ist der Ausdruck des Tongemisches im physikalischen Sinn korrekter. Cocholle beschreibt in „Das Qualitätssystem des Gehörs“ [2, S. 193] den Unterschied zwischen Ton- und Klanggemisch. Saerberg verwendet den Ausdruck Klanggemisch aber in diesem Fall mit Absicht, um damit auf die empfundene Einheit und Stimmigkeit der Wahrnehmung zu verweisen (vgl. [9, S. 94]).

„Von einem Tongemisch spricht man, wenn der Schall aus Schwingungen beliebiger Frequenzen zusammengesetzt ist; von einem Klanggemisch, wenn Klänge mit Grundsicherungen verschiedener Frequenzen beteiligt sind.“

Saerberg beschreibt, wie ein Mensch mit Hilfe von Schallwellen die Struktur eines Raumes erkennen kann. Was er beschreibt ist die Funktion der passiven Echoortung. Bei der passiven Echoortung wird die Position von Gegenständen aufgrund nicht selbst ausgesandter Schallwellen bestimmt. Nahezu alle hörenden Menschen sind zu einem gewissen Grad mit dieser Fähigkeit ausgestattet, da sie einem erlaubt Richtungen von Geräuschquellen zu positionieren. Einige blinde Menschen waren weiters in der Lage, die Fähigkeit der aktiven Echoortung zu erlernen. Dabei bedienen sie sich, ähnlich wie Fledermäuse, eigens ausgesandter Schallwellen und interpretieren das Echo (vergleiche [27]). Dabei können nicht nur Informationen über die Positionen und Formen von Gegenständen sondern auch über deren materielle Beschaffenheit wahrgenommen werden.

Interpretationsmöglichkeit

Im Gegensatz zur haptischen Wahrnehmung in den diversen Tastfeldern ist die auditive Wahrnehmung wie bereits erwähnt eine, die sich mehr auf die Orientierung innerhalb des Raumes konzentriert. Es ist möglich, mit Hilfe der menschlichen Echoortung, auf Oberflächenstrukturen oder ungefähre Formen von Gegenständen zu schließen. In diesem Fall bieten sich zur Interpretation von auditiv wahrgenommenen Gegenständen oder Personen abstraktere und verschwommenerere Formen, als jene der haptischen Wahrnehmung, an. Obwohl Formen und Oberflächen mit Hilfe der Echoortung wahrgenommen werden können, so werden die Echosignale selten so viele Informationen enthalten, wie haptisch wahrgenommene es vermögen. Diese können, wie bereits im Abschnitt zuvor festgehalten wurde, sehr gut im leibeszentrischen Koordinatensystem des Rezipienten platziert werden. Um die Form des Gegenstandes zu definieren braucht es gewisse Erfahrungswerte, die der Rezipient aus seiner Erinnerung aufbringen muss. Lässt sich der Gegenstand aufgrund seiner verursachten Geräusche identifizieren, so kann eine repräsentative Form für diesen Gegenstand aus dem Gedächtnis gerufen werden. Die Einwirkungen von Erinnerungen auf das Innere Bild sind enorm. Darauf wird auf welche im Abschnitt 4.4 genauer eingegangen.

4.2 Trennung von Sinnesreizen und Konstruktion

Die Konstruktion des Inneren Bildes ist das direkte Resultat der wahrgenommenen Eindrücke. Das Gehirn erhält alle Daten über Nervenstränge von der Haut, den Ohren, der Zunge und der Nase. Diese Menge an Informationen wird erst gefiltert und im weiteren Prozess zu einem Inneren Bild konstruiert. Diese so genannten Wahrnehmungsfiler sind ein wichtiges Instrument des menschlichen Gehirns, da die unvorstellbare Menge an eingehenden Informationen nicht verarbeitet werden kann, beziehungsweise sie vom Bewusstsein als weniger wichtig erachtet wird und deshalb zu vernachlässigen ist. Weni-

ger wichtige Informationen werden je nach ihrer Priorität und dem Fokus der Wahrnehmung auf gewisse Art und Weise abstrahiert (siehe 4.3).

Da es sich bei den Sinneseindrücken und dem Inneren Bild um zwei Teile eines Prozesses handelt, liegt es nahe, diese Aspekte auch getrennt voneinander zu behandeln. Wie bereits bei dem Geräuschüberfluss in Abschnitt 4.1.2 erwähnt kann es zu einer Überinformation des Gehirns kommen. Gerade im Fall der auditiven Wahrnehmung ist das Filtern von Informationen enorm schwierig, wenn eine dieser eingehenden Informationen eine viel höhere Intensität aufweist als die übrigen.

Die Signaldarstellung muss aber in diesem Fall nicht zwangsweise visuell erfolgen. Bei der Arbeit mit Animation ist auch der auditive Aspekt enorm wichtig. Ganz besonders dann, wenn es darum geht die aufgenommenen Informationen zu reinterpretieren und visualisieren. Man kann bei einem Film oder einer Animation gewisse Informationen wie Tasten, Schmecken und Riechen nicht übermitteln. Die Möglichkeit der Schallübermittlung ist mit der aktuellen Technologie jedoch sehr einfach zu handhaben. Es gilt also die eingehenden Informationen abzuwägen und entweder visuell oder auditiv darzustellen. Das Innere Bild ist, wie der Name schon sagt, ein Bild und soll deshalb auch vollkommen in visueller Weise dargestellt werden. Vorstellungen von Gegenständen und virtuellen Räumen sind einfach visuell wiederzugeben und bedürfen bei ihrer Repräsentation nur ein wenig abstrakten Einfluss. Die Quellsignale hingegen bestehen aus einem breiten Spektrum aus verschiedenen eingehenden Informationen. Im normalen Film würden nun die audio-visuell wahrgenommenen Signale wahrheitsgetreu wiedergegeben werden. Im Fall eines blinden Probanden fehlt jedoch die visuelle Quelle. Der Ton ist was von den ursprünglichen Signalen bleibt und auch nahezu wahrheitsgetreu wiedergegeben werden kann. Tasten, Schmecken und Riechen bleiben als Signale unrepräsentiert und können daher in den visuellen Raum konvertiert werden. Wie diese Signale in den visuellen Raum gelangen, ist wie auch bei den anderen Repräsentationen ein sehr künstlerischer Prozess. Sehr viele Möglichkeiten sind denkbar, doch sollten sie nicht zu prominent das Bild steuern. Die Quellelemente des Inneren Bildes sollten nicht zum Hauptaugenmerk der Szenerie werden. Es ist die Konstruktion die von den Quellelementen unterstützt werden soll, um dem Zuseher eine Ahnung der Herkunft mancher Konstruktionen zu vermitteln.

Interpretationsmöglichkeit

Abstraktion kann in diesem Fall nicht nur Vereinfachung bedeuten. Geräusche und Klänge die wahrgenommen werden, können auch deren visuelle Repräsentation einnehmen, wie kurz im folgenden Beispiel dargestellt wird. Je nach Entfernung und Klarheit der Quellsignale wird die Abstraktion höher oder niedriger ausfallen. Ein Gegenstand der sich im Nahfeld befindet und durch Tasten und Riechen wahrgenommen werden kann, wird einen

niedrigeren Abstraktionsgrad bei seiner Darstellung erhalten. Ein Geräusch, das von weit entfernt an eine Person heran dringt, wird sich möglicherweise noch als Fahrzeug erkennen lassen. Der Abstraktionsgrad wird hier sehr viel höher sein, da der Gegenstand nur durch seinen Klang nicht genauer zu beschreiben ist, und er durch seine Entfernung zu der Person auch nicht die Wahrnehmungspriorität erhält, die näheren Gegenständen zu Teil wird.

Am Beispiel eines Automotors: Die Schallwellen übertragen das hämmernde und dröhnende Geräusch arbeitender Zylinder innerhalb eines Blockes aus heißem Metall. Die Konstruktion, die nun durch die aufgenommenen Schallwellen im Gehirn angeregt wird, arbeitet auf einer abstrakteren Ebene. Was sich nun im Inneren Bild manifestiert, ist die visuelle Repräsentation eines Autos. Abhängig von der Erinnerungen und dem Fachwissen der wahrnehmenden Person kann dieses Bild genauer oder abstrakter gestaltet sein. Mehr zu den Einflüssen von Erinnerungen auf das Innere Bild in 4.4.

4.3 Abstraktionsgrade

Der Abstraktionsgrad des Inneren Bildes hängt stark von dem aktuellen Fokus der Wahrnehmung ab. Liegt der Fokus der Wahrnehmung gerade auf einem bestimmten Objekt oder einem konkreten Vorgang, so versucht das Gehirn so viele Informationen wie möglich in die Konstruktion des Inneren Bildes einfließen zu lassen. In diesem Fall werden andere, nicht im Fokus der Wahrnehmung liegende, Geschehnisse oder Objekte um den Rezipienten herum weiter negativ abstrahiert. Es existiert allerdings nicht nur die negative Abstraktion, welche unwichtiges weg lässt. Die positive Abstraktion hebt wichtiges hervor. Ickelsheimer schreibt in einem Artikel, dass es nicht nur auf das wahrgenommene Objekt ankommt ob gewisse Details abstrahiert werden, sondern auch auf die Fähigkeit des Wahrnehmenden, diese Details zu erkennen (vgl [35]):

„Da abstrahieren eben nicht nur absehen von etwas meint, sondern auch ein Hervorheben, muss auf der Objektseite der Abstraktion eigentlich vorausgesetzt sein, dass es dort ein Wesentliches gibt, das hervorgehoben werden kann.

Andererseits setzt die Abstraktion aber auch auf der Subjektseite schon voraus, dass es einen Blick für das Wesentliche hat, sozusagen, denn der Verstand muss ja bereits wissen, worauf es in der jeweiligen Gegebenheit ankommt.“

Im Weiteren wird der Abstraktionsgrad von der Art der Sinneseindrücke beeinflusst, aufgrund welcher die Wahrnehmung stattfindet. Werden Informationen über einen Gegenstand oder eine Situation nur auditiv wahrgenommen, so ist der negative Abstraktionsgrad meist relativ hoch. Die Kon-

struktion eines Raumes basierend auf seinen Klangeigenschaften fällt dem menschlichen Gehirn sehr viel leichter, als Formen eines Gegenstandes nur mit Hilfe von Schall, zu definieren. Sollte ein Gegenstand diskrete Geräusche aussenden, das heißt nicht nur Reflektionen von Schall sondern Eigengeräusche, so ist es einfacher möglich den Gegenstand zu identifizieren. Hört der Proband beispielsweise ein Ticken im Raum, so kann er es höchstwahrscheinlich als eine Uhr oder ein ähnliches Gerät identifizieren. Er kann damit den abstrakten Begriff der Uhr identifizieren und wahrscheinlich auch eine grobe Form einer Uhr in Erinnerung rufen. Dieses Erinnerungsbild muss keineswegs mit der Realität übereinstimmen. Es dient einzig und allein dazu, ein Bild im virtuellen Raum platzieren zu können. Mehr zu Erinnerungsbildern in Abschnitt 4.4.

Beispiel: Ein blinder Proband hört die Stimme eines Mannes. Die Position im Raum kann er relativ gut durch die diskrete Geräuschquelle feststellen. Es formt sich eine Art Platzhalter an der vermuteten Stelle. Der Platzhalter formt sich in etwas, das einem simplifizierten Menschen gleicht. Die Tonlage und Lautstärke der Stimme beeinflussen nun diesen Platzhalter. Ist die Stimme tief und dumpf, so kann es passieren, dass der Platzhalter sich in eine größere, kantigere Form verwandelt.

Interpretationsmöglichkeit

Wie bereits in diesem Abschnitt angedeutet, ist es bei der Wahl des Abstraktionsgrades von Bedeutung, über welchen Sinn die Informationen zur Darstellung eines Objektes eingelangt sind. In den Abschnitten 4.1.1 und 4.1.2 wurde bereits über die Interpretation von auditivem und haptischem Input gesprochen. Sollten Objekte oder Gegenstände mit haptischen Sinnen erfahren werden, so können Form und Oberfläche relativ klar dargestellt werden. Der Abstraktionsgrad kann, was die Formen angeht, sehr gering gehalten werden. Die Farbauswahl wurde auch bereits in 4.1.1 angeschnitten und bleibt schlussendlich dem Künstler über. Es besteht die Möglichkeit, sich hierbei noch genauer mit einem Wahrnehmungsphänomen namens Synästhesie auseinander zu setzen. „Die Synästhesie bezeichnet hauptsächlich die Kopplung zweier oder mehrerer physisch getrennter Bereiche der Wahrnehmung, etwa Farbe und Temperatur („warmes Grün“), im engeren Sinne die Wahrnehmung von Sinnesreizen durch Miterregung der Verarbeitungszentren im Gehirn eines Sinnesorgans, wenn ein anderes gereizt wird [30]“. Genauer auf die Auswirkungen von Synästhesie einzugehen, würde aber den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

4.4 Einbindung von Erinnerungen und Emotionen

Kein Mensch ist wie der Andere. Jeder hat seine eigene Geschichte und hat seine eigenen Erfahrungen mit der Welt gemacht. Ältere Menschen haben in der Regel mehr erlebt als Kinder oder Jugendliche. Wenn ein Gegenstand oder ein Lebewesen zum ersten Mal wahrgenommen wird, so ist das ein anderes Gefühl als wenn man diesen Gegenstand bereits jeden Tag in den vergangenen Jahren bemerkt hat. Die Stimmung eines Menschen wirkt sich ebenfalls auf die Wahrnehmung aus. „Stimmungen unterscheiden sich von Gefühlen, Emotionen und Affekten dadurch, dass sie als zeitlich länger ausgedehnt erlebt werden, allerdings auch gewissen situationsbezogenen Schwankungen unterworfen sind. [17]“. Dass die Stimmung positive oder negative Auswirkungen auf die Wahrnehmung und damit auf das Innere Bild hat, beschreibt Scharfetter hier:

„Andererseits bestimmt die Gestimmtheit ganz wesentlich unsere Wahrnehmung: die Stimmung bestimmt unsere Weltauffassung. Je stärker die Stimmung bestimmend ist, um so weniger ist noch eine Realitätskontrolle möglich.

Beispiel aus der Normalpsychologie: Ein Kind muss allein durch den nächtlichen Wald gehen. In seiner Angst beobachtet es gespannt die Büsche. Diese werden zunächst noch als solche erkannt. In zunehmender Angst sieht das Kind zwar noch den Busch, wähnt aber darin eine drohende Gestalt zu erkennen (Wahrnehmung).“ [10, S. 193]

So drastisch wie in diesem Beispiel beschrieben sind die Auswirkungen der Stimmung natürlich nicht immer. Die im Normalfall subtilen Einflüsse der Stimmung auf die menschliche Wahrnehmung sind aber keines Falls außer Acht zu lassen. Stimmungen sind im Normalfall länger anhaltenden Zustände, können aber durch bestimmte Schlüsselreize auch sehr schnell schwanken. Gustatorische oder olfaktorische Einflüsse agieren hierbei aufgrund ihrer emotionalen Bindung oft als solche Reize.

Persönliche Erfahrungen haben einen sehr starken Einfluss auf die eigene Wahrnehmung. Aber auch erlernte Einflüsse wirken sich auf die Wahrnehmung aus. Deshalb bestehen bei der Wahrnehmung oft Unterschiede zwischen verschiedenen Gesellschaftskreisen. „Der Begriff „Gesellschaft“ bezeichnet dabei sowohl die Menschheit als ganze (gegenüber z. B. dem Tierreich), als auch bestimmte Gruppen von Menschen, beispielsweise ein Volk, oder einen strukturierten, räumlich abgegrenzten Zusammenhang zwischen Menschen (z. B. „die schwedische Gesellschaft“) oder für ein durch die Dichte und Multiplexität sozialer Interaktionen abgegrenztes Knäuel (cluster) im Netzwerk der Menschheit [16]“. Innerhalb einer Gesellschaft teilen Personen gewisse Erkenntnisse oder Erfahrungen, was zu einer nahezu einheitlichen Wahrnehmung führt. Als Beispiel sieht man im europäischen Raum die Kuh

als Nahrungsquelle während sie im hinduistischen Gesellschaftskreis als heilig verehrt wird.

Diese Beispiele beziehen sich nun sehr stark auf die visuelle Wahrnehmung. Nun ist es aber nicht von Bedeutung auf welche Weise etwas wahrgenommen wird, sondern welche Bedeutung es hat, beziehungsweise welche persönlichen Erinnerungen damit verbunden werden können. Das menschliche Gehirn ist ein Meister darin, diverse Verknüpfungen und Informationen zu gewissen Reizen abzurufen. Erinnerungen an bereits erlebte Situationen helfen unserem Bewusstsein gewisse Entscheidungen zu treffen. Das Gehirn sucht nach Routinen im Verhalten und versucht, aus eventuellen Fehlern zu lernen. Während unbekannte Situationen eher Unbehagen hervorbringen so sind die meisten Menschen in bekannten Situationen gelassener.

Aufgrund von positiver Abstraktion (siehe 4.3) ist es Menschen möglich, wichtige Merkmale heraus zu filtern. Deshalb können Menschen auch Dinge identifizieren, die sie in dieser Form zum ersten Mal sehen. Beispielsweise kann eine Uhr aufgrund ihrer Zeiger oder Ziffern in einer, einer bestimmten Konvention folgend, Form als solche erkannt werden.

Ein Beispiel zum Tastreiz: Bei Erinnerungen, die von Tastreizen ausgelöst werden, handelt es sich meist um unterbewusstere Reaktionen. Sollte ein Mensch eine heiße Herdplatte berühren, so ist die Reaktion des Gehirns, die Berührung so schnell es geht zu lösen. Diese Reaktion lässt sich als Instinkt abtun, nun sind aber Instinkte auch nichts anderes als angeborene Verhaltensweisen, in diesem Fall zur Schmerzvermeidung. Eine eher sozial geprägte Routine ist es, einer anderen Person bei einer Begegnung eine Geste der Begrüßung zukommen zu lassen. Zugegebenermaßen fällt dieses Beispiel nicht unbedingt unter den Aspekt des Tastreizes. Wenn einem aber jemand die Hand zur Begrüßung entgegenstreckt reagiert das Gehirn mit einer, der sozialen Konvention angepassten, Reaktionsgeste. Während des Händedrucks erhalten wir weitere haptische Informationen über die andere Person und können dabei wieder Rückschlüsse auf die Person ziehen.

Kapitel 5

Einflüsse von Echolocation und Synästhesie auf das Innere Bild

Die Phänomene Echolocation und Synästhesie stehen nicht in direktem Zusammenhang mit der Darstellung der Wahrnehmung einer blinden Person. Echolocation wird zwar meist von blinden Personen perfektioniert, trifft aber keine Aussage über die Darstellung. Synästhesie hingegen wirkt sich teilweise auf die visuelle Umsetzung anderer Sinne aus, da die neuronale Verbindung im Gehirn eines Synästhetikers sie bereits vorgibt. Es sind aber aus beiden Phänomenen Erkenntnisse und Rückschlüsse extrahierbar die bei der Interpretation des Inneren Bildes einer blinden Person hilfreich sein können.

5.1 Echolocation

Echolocation ist ein Ortungssystem, das bereits seit einiger Zeit bekannt ist. Es wurde zuerst bei Fledermäusen und ähnlichen Tieren entdeckt, die sich mit Hilfe des Echos ihrer selbst ausgesandten Ultraschallsignale in ihrer Umgebung orientieren können. Dabei analysieren sie die Zeitabstände zwischen dem Aussenden des Signals und dem Eintreffen. Die Menschheit hat sich diese Technik auch bereits zu Nutze gemacht. Bei Radarfallen oder dem Echolot von nautischen Fahrzeugen werden ebenso durch die Messung von zeitlichen Abständen zwischen Senden und Empfangen des Signals Entfernungen definiert.

5.1.1 Wie funktioniert Echolocation

Echolocation, oder menschliche Echoortung, bezeichnet den Vorgang der Orientierung und Gegenstandsartung mit Hilfe von Echosignalen beim Menschen. Das menschliche Gehör ist im Normalfall nicht so sensibilisiert, dass damit ein genaues Abbild der Umgebung erkannt werden kann. Bekannt ist aber, dass sich die menschlichen Sinne schärfen, wenn einer oder mehrere

der fünf verloren gehen. Blinde Menschen haben aus der Notwendigkeit heraus ein sehr viel schärferes Gehör als die meisten sehenden Menschen. Jede hörende Person besitzt die Fähigkeit der Echoortung. Bei sehenden Menschen ist diese allerdings auf die passive Variante beschränkt, bei der es sich nicht um selbst ausgesandte Signale handelt, die analysiert werden. Als passive Echoortung wird die Fähigkeit bezeichnet, Geräusche einer Richtung im leibeszentralen Koordinatensystem zuweisen zu können. Der Amerikaner Daniel Kish ist einer der Vorreiter wenn es um die menschliche Echoortung geht. Ihm wurden aufgrund von Retinalkrebs im Alter von 13 Monaten beide Augen entfernt. Daraufhin lernte er mit Hilfe von so genannten Palatoalveolar¹ und deren Echo sich zu orientieren. Nachdem Kish bemerkte, wie sehr Echolocation seinen Alltag erleichterte, gründete er die Organisation „World Access for the Blind“ und unterrichtet seither blinde Personen in der menschlichen Echoortung.

Forschungen und Messungen von Lore Thaler, Stephen R. Arnott und Melvyn A. Goodale [11] zeigen, dass blinde Personen bei der Echolocation den visuellen Wahrnehmungsteil des Gehirns sehr stark beanspruchen. Im Visuellen Cortex C1, wo sehende Personen die eingehenden visuellen Signale verarbeiten, werden bei der Echolocation die eingehenden Echosignale verarbeitet und in Bilder umgewandelt. In den auditiven Wahrnehmungsbereichen war kaum ein Unterschied in der Gehirnaktivität zwischen sehenden und blinden Personen zu erkennen (vergleiche Abb.5.1).

Mehr als 500 blinde Personen haben bereits bei Daniel Kish die Technik der Echolocation gelernt, was ihren Alltag sehr erleichtert. Manche von ihnen sind sogar wieder in der Lage mit dem Rad zu fahren oder ohne den Langstock spazieren zu gehen. Aber Echolocation hat auch ihre Grenzen und kann den Sehsinn in einer so visuell geprägten Gesellschaft leider nicht vollkommen ersetzen. Gegenstände benötigen eine gewisse Mindestgröße um überhaupt eine hörbare Echoreflektion zu erzeugen. Diese ist abhängig von Form, Materialität und Entfernung des Objektes. Je weiter ein zu erkennendes Objekt entfernt ist, desto größer muss es sein um noch reflektierende Echosignale wahrnehmen zu können. Dabei spielt auch die Ausgangslautstärke des gesendeten Signals eine Rolle. Je lauter dieses ist, desto weiter entfernt kann sich das potentiell zu erkennende Objekt befinden.

¹Eine Art des Klicklautes bei der die Zungenspitze an die Vorderseite des harten Gaumens angepresst und dann so rasch wie möglich zurückgezogen wird. Dieser Laut klingt etwa wie ein knallender Korken. (vgl. Klick [25]).

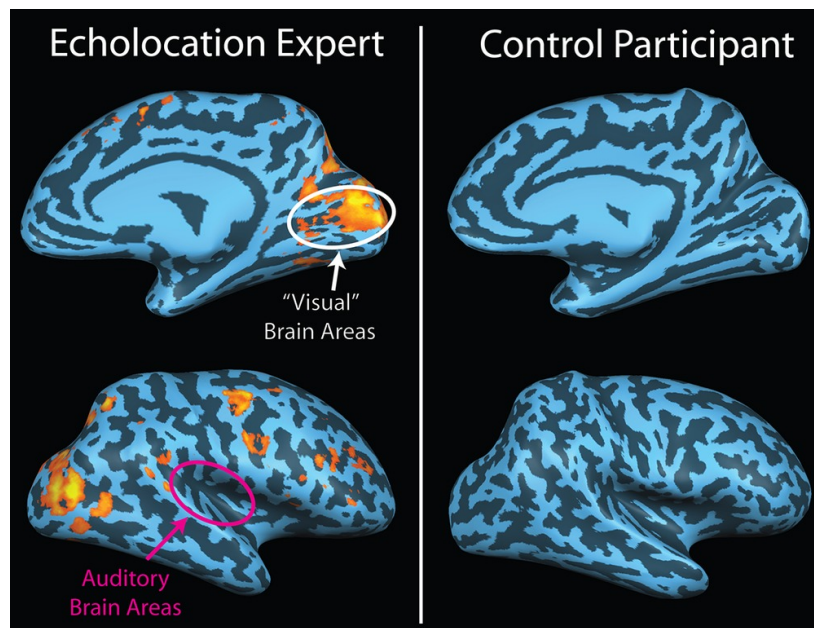


Abbildung 5.1: Die Gehirnaktivität im Zusammenhang mit Echolauten bei einem früh erblindeten Menschen ist links zu sehen. Bei den gleichen Echosignalen ist bei einem sehenden Menschen (rechtes Bild) keine Aktivität zu erkennen. (vgl. Wikipedia Human Echolocation [24]) Bildquelle: [34].

5.1.2 Die Konstruktion des Raumes mit Hilfe von Echolocation

Echolot, Sonar- und Radarmessungen basieren alle auf dem selben Prinzip. Die Distanz zu einem Objekt kann gemessen werden, indem die Zeit gemessen wird, welche zwischen dem Aussenden und dem Empfangen eines Signals verstreicht. Ob dieses Signal wie beim Echolot und Sonar aus einer akustischen Welle oder wie beim Radar aus einer Radiowelle besteht, ist dabei nicht von Bedeutung. Wichtig ist, dass die Geschwindigkeit der Signalwelle konstant bleibt. Im Fall der aktiven Echolocation basieren die Signale einer akustischen Welle die sich mit ungefähr 343m/s ausdehnt. Wenn blinde Personen sich der Echolocation bedienen, so wird in den wenigsten Fällen mit tatsächlichen mathematischen Daten gearbeitet. Das Gespür für die Entfernungsschätzung muss trainiert und geübt werden. Bei zwei Objekten die einen und zwei Meter von der wahrnehmenden Person entfernt sind, belaufen sich die zeitlichen Unterschieden zwischen den beiden eintreffenden Echos auf ungefähr 0,006 Sekunden (dargestellt in der Abbildung 5.2). Durch diese extrem kleinen Unterschiede ist es wichtig, ein klares und vor allem kurzes Signal pulsartig auszusenden um Signal und Echo unterscheiden zu können.

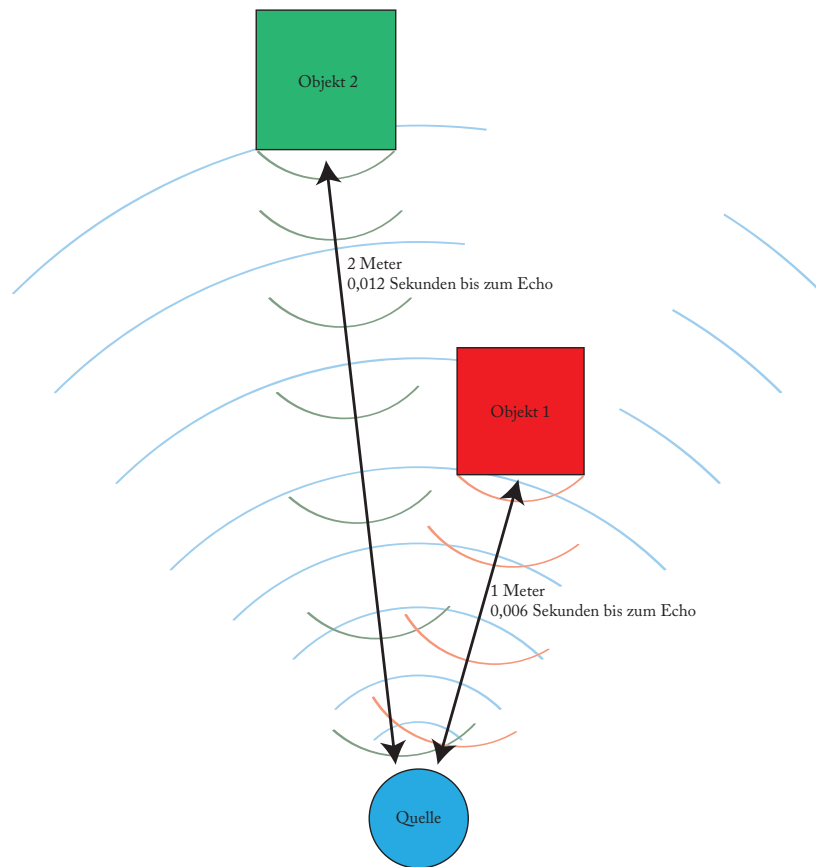


Abbildung 5.2: Bei einer Schallgeschwindigkeit von 343m/s beträgt die Zeitdifferenz zwischen Signal und Echo bei einem Meter ungefähr 0,006 Sekunden, bei zwei Metern 0,012 Sekunden.

5.1.3 Wie verhält sich der Wahrnehmungsraum („Gesichtsfeld“) bei dieser Art der Orientierung?

Der klassische Begriff des Gesichtsfeld wird wie folgt definiert [20]:

„Mit Gesichtsfeld bezeichnet man in der Physiologie und Augenheilkunde alle zentralen und peripheren Punkte und Gegenstände des Außenraums, die bei ruhiger, gerader Kopfhaltung und geradeaus gerichtetem, bewegungslosem Blick visuell wahrgenommen werden können, auch ohne sie direkt zu fixieren.“

Bei der Verwendung von Echolocation zur räumlichen Orientierung kann genauso ein solcher Bereich der möglichen Wahrnehmung definiert werden. Dieser ist dem Bereich des Gesichtsfeldes erstaunlicherweise sehr ähnlich. Das sendende Organ, also der Mund, befindet sich wie die Augen in vorderer Richtung des Gesichtes. Wie beim Sehen werden also auch hauptsächlich

Objekte die sich vor einem befinden wahrgenommen. Das auditive Wahrnehmungsfeld erweitert sich aber durch die Nutzung von aktiver und passiver Echoortung. Die aktive Variante nimmt hauptsächlich Objekte vor einem wahr. Zusätzlich können Geräusche von außerhalb aber aus jeglicher Richtung wahrgenommen werden. Darunter fallen auch doppelte Echosignale, die bereits mehrmals von verschiedenen Objekten reflektiert wurden. Diese sind äußerst schwer zu identifizieren. Ein Nachteil, den die aktive Echoortung gegenüber der visuellen Wahrnehmung in Bezug auf den Wahrnehmungsbereich bringt, ist die Kontinuität der Signale. Während visuelle Signale kontinuierlich auf das Auge einwirken, so sind die pulsartigen Klicklaute nur kurze Abdrücke der Umgebung. Das visuelle Äquivalent dazu wäre ein dunkler Raum in welchem ein Stroboskop mit einer Frequenz von ungefähr einer Sekunde blitzt.

5.2 Synästhesie

5.2.1 Was ist Synästhesie?

Der erste bekannte Fall von Synästhesie wurde 1710 von Thomas Woolhouse, einem britischen Augenarzt festgehalten. Er untersuchte dabei einen seiner blinden Patienten, welcher von farbigen Visionen aufgrund von akustischen Eindrücken sprach. Im weiteren Verlauf des folgenden Jahrhunderts wurde das Phänomen der Synästhesie allerdings nicht weiter erforscht. Die erste medizinische Erklärung für farbiges Hören legte der deutsche Arzt Sachs im Jahre 1812 in seiner Diplomarbeit dar. Es dauerte bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts bis die Kernforschung der Synästhesie auf neurologische Grundlagen stieß. Hierbei war Richard Cytowic² einer der führenden forschenden Neurologen. Cytowic definiert Synästhesie in seinem Buch [3, S. 2] wie folgt:

„The word anesthesia, meaning „no sensation,“ shares the same root with synesthesia, meaning „joined sensation.“ It comes from the Greek syn, union + aesthesis, sensation. It denotes the rare capacity to hear colors, taste shapes, or experience other equally strange sensory fusions whose quality seems difficult for the rest of us to imagine.“

Synästhesie ist demnach ein Zusammenschluss zweier oder mehrerer im Normalfall getrennter Bereiche der menschlichen Wahrnehmung. Dabei darf Synästhesie allerdings nicht als geistige Behinderung angesehen werden. Synästhesie tritt vorwiegend bei Linkshändern im Zusammenhang mit anomaler

²Richard E. Cytowic ist ein amerikanischer Neurologe und Autor, welcher sich in den 1980er Jahren auf die Synästhesie Forschung spezialisierte. Zur Zeit arbeitet Cytowic als klinischer Privatdozent an dem George Washington University Medical Center, ist Mentor bei der Point Foundation und ist Mitglied des Beratungsausschusses für das Williams Institut an der UCLA School of Law.

zerebraler Dominanz³ auf. Synästhetiker sind mental ausgeglichen, normal und besitzen zusätzlich ein ausgezeichnetes Gedächtnis. Trotz ihrer relativ hohen Intelligenz haben Synästhetiker eher unausgeglichene kognitive Fähigkeiten. Nur Eine Minderheit der Synästhetiker weisen eine klare mathematische Schwäche auf. Hingegen nahezu alle zeigen eines der folgenden Symptome: Schwächen in der Interpretation von Zahlen und Buchstaben, Links-Rechts Schwäche oder eine Orientierungsschwäche im Vektorraum im Gegensatz zum Netzwerk Raum⁴ (Vergleiche dazu [3, S. 2]). Cytowic geht soweit zu behaupten, dass Synästhesie ein vollkommen normaler, neuronaler Prozess ist, der bei den meisten Menschen nur früh in der Entwicklung unterdrückt wird. Die synästhetischen Verbindungen im Gehirn ähneln dabei mehr denen von Säugetieren und weniger denen der menschlichen Spezies [3, S. 2 & 10].

„Synesthesia is „abnormal“ only in being statistically rare. In fact, I will develop the argument that synesthesia is possibly a normal brain process that is prematurely displayed to consciousness in a minority of individuals.“

„Synesthetees are metaphorically like cognitive fossils because synesthesia is more mammalian than sapient. Synesthesia is more mammalian not because it is somehow primitive but because the sensory percepts are closer to the essence of what it is to perceive meaning than are semantic abstractions.“

Aus der Tabelle 5.1 geht hervor, dass sehr viele Synästhesietypen mit einer visuellen Komponente verknüpft sind. Dabei sind nicht nur die bis jetzt angesprochenen Töne und Geschmäcker vertreten, sondern auch diverse andere Phänomene. Die Möglichkeit Schmerz zu sehen oder Persönlichkeiten anhand ihrer Farbe einzuordnen fällt ebenfalls unter den Begriff der Synästhesie.

³Zerebrale Dominanz: Tendenz jeweils einer der beiden Hirnhemisphären, bei der Kontrolle einer bestimmten psychischen Funktion eine dominante Rolle einzunehmen [18].

⁴Im Vektorraum werden nur Richtungen angegeben, wo hingegen im Netzwerk Raum immer spezielle Ziele vorhanden sind.

Farbige Grapheme	66,8%
Farbige Zeiteinheit	19,2%
Farbige musikalische Töne	14,5%
Farbige generelle Töne	12,1%
Farbige Phoneme	9,6%
Farbige Musiknoten	10,4%
Farbige Persönlichkeit	4,4%
Farbiger Geschmacksinn	6,3%
Farbiger Schmerz	4,4%
Farbige Gerüche	5,8%
Farbige Temperaturen	2,2%
Farbige Berührung	1,9%
...	...

Tabelle 5.1: Ungefähr 40% der befragten Personen leiden an Multipler Synästhesie. Sean A. Day, Ph.D. erstellte diese Tabelle aus einer Testmenge von 365 Personen. Siehe Tabelle 2.1 in [3].

5.2.2 Wie beeinflusst Synästhesie die Wahrnehmung?

Bei Synästhesie kann es natürlich zu einem Farbwettstreit kommen. Diese Unstimmigkeiten treten häufig bei graphemer Synästhesie auf, da die Zeichen meist bereits eine Farbe besitzen. Grapheme werden wie folgt definiert [21]:

„A grapheme is the smallest semantically distinguishing unit in a written language, analogous to the phonemes of spoken languages. [...] Graphemes include alphabetic letters, typographic ligatures, Chinese characters, numerical digits, punctuation marks, and other individual symbols of any of the world’s writing systems.“

Grapheme beinhalten also die kleinsten Einheiten der visuellen Interpretation von Sprache. Bei graphemer Synästhesie kann jedes Symbol je nach Art einer bestimmten Farbe, einem bestimmten Ton, einem bestimmten taktilen Reiz etc. zugeordnet werden. Cytowic beschreibt in „Geradeaus ist einfach immer geradeaus“ [3, S. 30ff] einige Fälle in denen dieser Wettstreit auftritt etwas genauer. Die von ihm genannte Testperson JM leidet an graphemer Synästhesie. Sie spricht Japanisch, Italienisch, Französisch und Spanisch wobei alle auftauchenden Zeichen eindeutig zu einer Farbe zuordenbar sind. Als sie allerdings Russisch lernen will bemerkt sie, dass die kyrillischen Zeichen selbst keine zuordenbare Farbe besitzen. Erst nachdem die kyrillischen in lateinische Zeichen transkribiert werden, sind die Farben für JM wieder vorhanden. Die Tabelle 5.2 zeigt einen kurzen Auszug aus JMs Farbzuordnung.

Diese Unstimmigkeiten zwischen der Wirklichkeit und dem, was das Gehirn eines Synästhetikers interpretiert, können natürlich nicht nur bei Gra-

- a starkes, dunkles Blau
- b Braun
- c helles Gelb, nahezu Weiß
- d helles Beige
-
- 1 Weiß mit schwarzem Rand
- 2 helles Rot
- 3 Gelb-Beige

Tabelle 5.2: Auszug aus der Farbenliste von JM, einer Testperson aus Cytowics Versuchsreihe [3, S. 31].

phemen und Farben auftreten. Wie in dem folgenden Beispiel, bei welchem der Tanz einer Eiskunstläuferin nicht zu der gewählten Musik passt:

„Sometimes there is an interesting competition between the color of the synesthesia and the actual orthography or semantic meaning of a word. [...]

MLL A young woman named Zayas skated to a piece of music that was green and full of squares. Her costume was totally black; her routine started out with curving motions. It became uncomfortable to me to watch such a mismatch, so I just looked at my hands in my lap.

Das menschliche Bedürfnis nach Harmonie ist auch im Alltag wieder zu finden. Gewisse Farb- und Formkombinationen wecken auch in durchschnittlich wahrnehmenden Menschen Unbehagen. Dieser Zustand tritt bei Synästhetikern noch viel öfter auf, da sie eine individuelle Wahrnehmung besitzen. Von Unbehagen auslösenden Gestaltungen wird meist abgesehen da diese im Normalfall schön und ästhetisch anzusehen sein sollen. Wie in Cytowics Beispiel kann die Eisläuferin nicht wissen, dass sich in ihrem Publikum Menschen befinden, die diese Musik als grüne Quadrate empfinden und so ihre gleitende Performance für diese Menschen nicht mit der Musik vereinbar ist.,,

5.2.3 Wie können Verbindungen zwischen Wahrnehmungsmethoden der visuellen Umsetzung dienen?

Die unabhängige Filmemacherin Samantha Moore stellte im Jahre 2010 ihren Film „An Eyeful of Sound“ fertig. Dabei handelt es sich um einen animierten Kurzdokumentarfilm, in welchem sie die Erzählung von audio-visuellen Synästhetikern in Bilder fasste. Eine meiner Meinung nach wunderbar gelungene Umsetzung eines sehr schwierig zu bearbeitenden Themas. Die Arbeit zeigt, dass die Möglichkeit besteht Synästhesie zur visuellen Umsetzung von

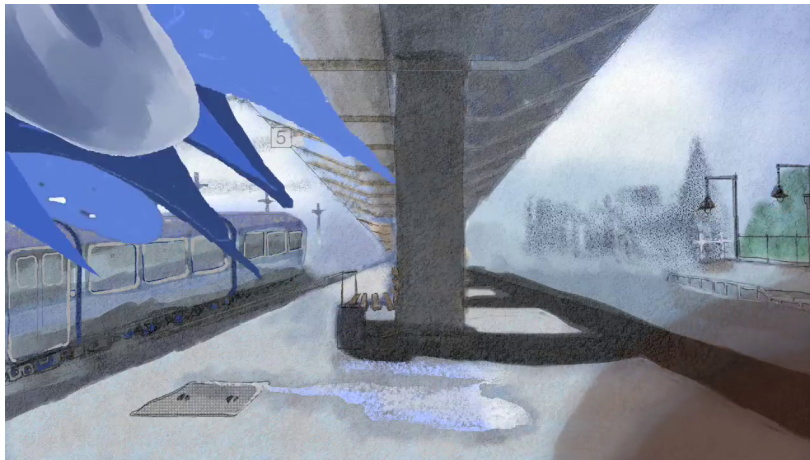


Abbildung 5.3: Eyeful of Sound von Samantha Moore, 2010 Bildquelle: [12].

Sinneseindrücken zu verwenden. Auch wenn die Prozesse, durch welche bestimmte Formen zu Tönen oder Gerüche zu Farben werden, für uns noch nicht nachvollziehbar sind, so ist es doch ein erstaunliches Thema. Da wie gesagt die Prozesse noch nicht genau erforscht sind, werden zur Übersetzung von Geräuschen auf Formen oder ähnlichen Transformationen Synästhetiker benötigt. Alternativ kann auch eine zuvor definierte Struktur verfolgt werden, was allerdings nie den Detailgrad und die Tiefe eines „übersetzenden“ Synästhetikers erreichen wird.

Folgend ein Zitat aus „Eyeful of Sound“ [12] und das zugehörige Bild aus der Animation 5.3.

„I like muted sounds, that kind of thing. People walking. Not clipped high heels 'cause that's not muted. But softer shoes, that's the kind of sound I like very much. I feel it in my mouth and I taste it.“

Jane Bowerman ist eine Künstlerin, welche an Synästhesie leidet. Sie hält in ihren Kunstwerken die Bilder und Emotionen fest, die sie hört. Eines dieser Kunstwerke ist in der Abbildung 5.4 zu sehen. Es handelt sich dabei um eine Weihnachtskarte.

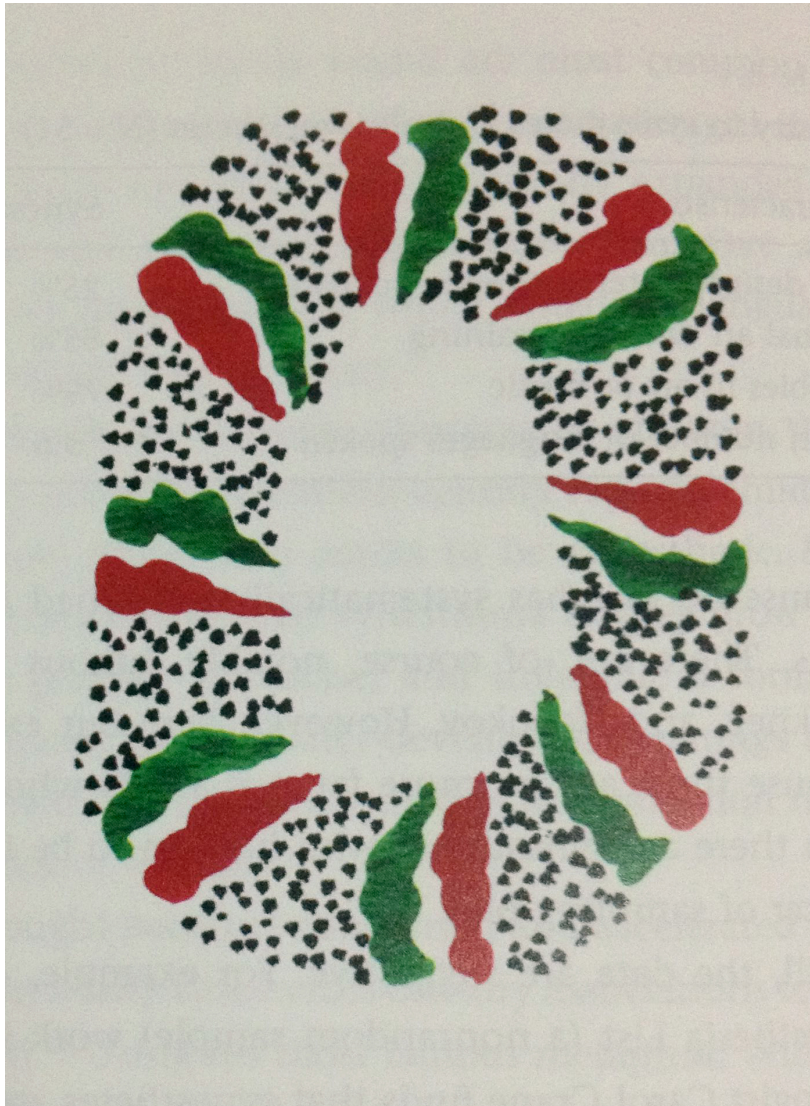


Abbildung 5.4: Jane Bowerman. Eine Weihnachtskarte von Jane Bowerman, welche durch eine ihrer spontanen Synästhesien inspiriert wurde [3, S. 166]. Bildquelle: [33].

Kapitel 6

Projekt: Unsighted

6.1 Konzept

Wie nun bereits in diversen Punkten dieser Arbeit erwähnt wurde, handelt es sich bei diesem Begleitprojekt zur Thesis um einen Animationskurzfilm. Die Animation mit dem Titel „Unsighted“ stellt die künstlerische Interpretation des Inneren Bildes einer blinden Person im Alltag dar. Dahinter steckt die Intention, die Wahrnehmung einer anderen Person versuchen zu verstehen und darzustellen. In der Realität ist es nicht möglich, die Wahrnehmung einer anderen Person selbst nach zu empfinden. Deshalb wurde unter anderem das Medium der Animation gewählt. Die Freiheit die dargestellte Situation selbst zu wählen, hilft dabei dem Verständnis der Wahrnehmung. Als Gestalter kann die Wahrnehmung des fiktiven Charakters selbst bestimmt werden, was die Interpretation des daraus konstruierten Inneren Bildes sehr erleichtert. Die Animation soll zeigen, wie die Welt auf eine andere Weise, ohne visuelle Ersteindrücke erfahren werden kann.

6.1.1 Die Geschichte

Der Film beginnt in einem öffentlichen Verkehrsmittel wie einer Straßenbahn. Zu hören ist das Geräusch der Räder und das Murmeln von Menschen. Jedes, vom dem Hauptdarsteller (im folgenden HD genannt) wahrgenommene Geräusch, erhält eine visuelle Repräsentation. Langsam tastet sich HD den Mittelgang entlang, bis er eine der Haltestangen erreicht. Diese Stange wird nun zum Fixpunkt seiner Orientierung, der Ursprung des Verkehrsmittels. Eine andere Person stößt ihn von der Seite an und der Fokus seiner Wahrnehmung springt schlagartig in die Richtung der Bedrohung. Die Situation entspannt sich als sich die anstoßende Person wieder entfernt. Zwei Stimmen stechen aus dem Gemurmel hervor und wieder springt der Wahrnehmungsfokus. Die Schemen der beiden Stimmen entstehen im Bild während sich diese weiter unterhalten. Als eine der Stimmen verstummt, verschwindet auch der Schemen aus dem Bild. Kurz nachdem ein Klingeln ertönt, welches den nächs-

ten Halt des Verkehrsmittels signalisiert, löst HD seine Hand von der Stange und verlässt so wieder sein gewohntes Koordinatensystem. Zur Orientierung helfen ihm jetzt nur die Impulse, die er mit Hilfe seines Langstockes erhält. HD tastet sich langsam zu der Ausgangstür des Verkehrsmittels vor und beginnt dann mit seiner Hand diese abzutasten. Langsam formt sich ein Abbild der kalten Tür vor ihm. Ein kurzer Ruck und das Verkehrsmittel bleibt stehen. Kurz darauf öffnet sich mit einem zischenden Geräusch die Tür und der Lärm des übrigen Verkehrs dringt herein. Intensive Geräuschein drücke wirken auf HD ein, als er sich langsam aus dem Verkehrsmittel und auf den Straßenrand zu bewegt. Das Ticken einer Blindenampel wird hörbar. Diese ist im Bild durch impulsartig ausbreitende Linien dargestellt. HD hält am Straßenrand, während der Lärm von passierenden Kraftfahrzeugen das Bild füllt. Der Takt der Blindenampel wechselt und die vorbeifahrenden Fahrzeuge halten im rechten Bildabschnitt. HD setzt sich wieder in Bewegung und überquert die Straße. Hinter ihm hört man wie sich die Kraftfahrzeuge wieder in Bewegung setzen. HD betritt einen Park wobei sich die Eindrücke um ihn herum verdichten. Schritte und Umweltgeräusche füllen den offenen Platz vor HD. Plötzlich wird er angerempelt und fällt zu Boden. Der plötzliche Stress und die Situationsänderung verändern das Bild drastisch. Seine Atmung wird schneller und die Umwelt von HD verschwimmt. Alle Eindrücke wirken nun noch kräftiger auf ihn ein und verstärken den Eindruck der Orientierungslosigkeit. Nach kurzer Zeit beginnt er seine Wahrnehmung wieder auf bestimmte Eindrücke zu fokussieren. Ein Schärfekreis wandert über den Bildschirm. Die Atmung von HD entspannt sich langsam wieder und er stemmt sich auf. Die Umgebung wirkt erneut wie zuvor und er setzt seinen Weg durch den Park fort. Diese Geschichte soll die Alltagssituation eines blinden Menschen darstellen. Das Anrempeln und Überzeichnen der Stresssituation wurde aus dramaturgischen Gründen hinzugefügt um etwas Spannung in die Erzählung zu bringen. Weiters soll diese relativ alltägliche Situation zeigen, dass für blinde Menschen selbst sehr banal erscheinende Tätigkeiten beängstigend oder ungewohnt wirken können.

6.1.2 Kameraführung

Das Verhalten der Kamera in diesem Film unterscheidet sich ein wenig von einer traditionellen Kameraführung. Die Kamera nimmt den Platz des Charakters ein was im ersten Augenblick eine Egoperspektive suggerieren könnte. Zu einem bestimmten Teil ist diese Annahme auch berechtigt, da aber die Wahrnehmung des Charakters eine nicht-visuelle ist, wird die Kamera nicht in die Blickrichtung des Charakters gezwungen. Die Kamera zeigt den Fokus der Wahrnehmung des Charakters, sei es nun das Ertasten eines Gegenstandes oder das Hören eines Geräusches. Die Elemente im Film, die durch akustische Signale wahrgenommen werden, stellen sich in einer Point-of-View Perspektive dar. Das liegt daran, dass die Ohren sich am Kopf eines Men-

schen befinden. Die langsamen Bewegungen der Kamera stellen die Trägheit der Kopfbewegungen gegenüber der Schnelligkeit der Augen dar. Das menschliche Auge besitzt die Fähigkeit, sehr rasch seine Orientierung zu ändern und so einen anderen Bildausschnitt wahrzunehmen. Durch die Trägheit der visuellen Wahrnehmung ist dieser neue Bildausschnitt zwar nicht immer sofort klar zu erkennen, ist aber schneller geändert als jener der akustischen Wahrnehmung. Die taktile oder haptische Wahrnehmung wird außerhalb der Point-of-View Relation dargestellt. Dadurch kommt es manchmal zu Überlagerungen im Bild. Aufgrund des eintönigen Hintergrunds ist es aber schwer bis gar nicht auszumachen, wo im realen Raum sich die Signalquelle befindet. Die gleich zu Beginn zu sehende Haltestange könnte sich rechts oder vor dem Hauptdarsteller befinden. Eine der stärksten Überlagerungen tritt auf, als der Hauptdarsteller zu Beginn angerempelt wird. Die Kamera springt abrupt zur Seite und zeigt eine Mischung der taktilen und auditiven Wahrnehmung, als sich die anrempelnde Person entschuldigt.

Grundsätzlich ist es möglich, die Perspektive der Kamera noch intensiver vom klassischen Filmbild, welches sich ohnehin an der menschlichen visuellen Wahrnehmung orientiert, zu lösen. In diesem Fall fiel die Entscheidung, näher an dem Charakter zu bleiben um eine bessere Verbindung zwischen ihm, seiner Position im Raum und dem Betrachter zu schaffen.

6.2 Darstellung auditiver Wahrnehmungssituationen im Projekt

Die Visualisierung von Elementen der realen Welt, die hauptsächlich über auditive Signale wahrgenommen werden, wurde in diesem Projekt zu einem großen Teil mit der Hilfe von Partikelsimulationen umgesetzt. Partikel eignen sich für diesen Anwendungsfall dank ihrer Beschaffenheit sehr gut. Partikelsysteme ermöglichen es, sehr viele kleine „Signalschnipsel“ darzustellen, die ein gemeinsames Verhalten an den Tag legen. Durch ihre Menge und Größe können sie sich, wie auch akustische Signale, mit anderen Signalquellen vermischen. So kann bis zu einer gewissen Anzahl an beitragender Quellen, jedes Signal durch seine Darstellung einer Quelle zugeordnet werden. Wird die Anzahl der Quellen zu hoch, stellt die Mischung aller ein Chaos ohne wahrnehmbare Quelle dar. Ein Verhalten, dass auch bei der akustischen Signalverdeckung auftritt. Wie bereits in 3.2 festgehalten wurde, ist das Ohr als auditives Wahrnehmungsorgan des Menschen zwar sehr gut dafür geeignet Richtungen und Positionen, nicht aber konkrete Formen oder Details zu erkennen. Dank der Echolocation, auf die bereits im Abschnitt 5.1 eingegangen wurde, ist es geübten Personen möglich, konkretere Formen und Eigenschaften gewisser Objekte auch nur mit Hilfe ihrer auditiven Sinne zu erkennen. Des weiteren verbindet das menschliche Gehirn rasch Geräusche mit bereits bekannten Formen. Stimmen können so also menschlichen Schemen, motor-

geräusche Autos oder Motorrädern oder musikalische Klänge einem Radio oder Musikinstrument zugeordnet werden. Hört man einen Menschen nur sprechen, so kann aus der Information die seine Stimme überträgt, sehr vieles erahnt oder vermutet werden. Einige dieser Vermutungen beruhen beim Menschen auf Vorurteilen wie zum Beispiel, die dumpfe dröhnende Stimme eines Mannes unweigerlich das Bild einer korpulenten Person ins Gedächtnis ruft.

Im Allgemeinen sind akustische Signale eher formlos. Sie besitzen keine natürlichen, definierten Grenzen sondern verlieren mit dem Abstand zu ihrer Quelle an Intensität. Die passive Echolocation lässt den Menschen nicht selbst generierte Signale aufnehmen und einer Richtung zuordnen. Erst das Gehirn versucht durch die Weiterverarbeitung der Signale einen Zusammenhang mit bestehenden Formen beziehungsweise Objekten zu schaffen. In dem Projekt gibt es einen Fall, in dem der Hauptdarsteller vor einer Ampel stehen bleibt. Diese Ampel wird durch akustische Signale (Ticken) unterstützt. Die Ampel, und damit auch das Ticken, werden im Bild als sich ausdehnende, konzentrische Kreise dargestellt. Der Mittelpunkt dieser Kreise signalisiert also die Position der Ampel im leibeszentrischen Koordinatensystem des Hauptdarstellers. Die Ausbreitung der Kreise stellt die Verbreitung der Schallwellen des Tickens dar. So konnte in diesem Fall das Innere Bild des Hauptdarstellers mit der Signalvisualisierung kombiniert werden. Eine extrahierte Darstellung der Ampel ist in der Abbildung 6.1 zu sehen. Obwohl zu Beginn dieses Abschnittes die Behauptung aufgestellt wurde, akustische Signale seien besser mit Partikelsimulationen darzustellen, wurde in diesem Fall bewusst darauf verzichtet. Partikelsimulationen eignen sich meiner Meinung nach sehr gut für organische Klänge oder Geräusche deren Ursprung sich stark bewegt. Diese Art von akustischen Signalen haben eine gewisse Dynamik in sich, die sich mit der Hilfe von Partikeln sehr gut auf die visuelle Ebene übertragen lässt. In dem Fall der Ampel ist das Ticken ein sehr klares, statisches Geräusch. Hierbei wird aufgrund der Kombination des Inneren Bildes mit der Signaldarstellung die klarere und statischere Form eines sich konstant ausbreitenden Kreises der Form eines der Entropie unterliegendem Partikelsystem vorgezogen.

6.2.1 Echolocation mit Ambient Occlusion

Zu Beginn des Projektes war es auch angedacht, den Prozess der aktiven Echolocation direkt zu visualisieren. Dabei werden die ausgehenden Klicklaute als Puls visualisiert. Jedes Objekt, dass von dem Puls getroffen wird erscheint in dem Raum. Die Objekte selbst sind dabei mit einer Technik namens Ambient Occlusion¹ dargestellt. Ambient Occlusion wurde zuerst

¹Umgebungsverdeckung (englisch Ambient Occlusion, AO) ist eine Shading-Methode, die in der 3D-Computergrafik verwendet wird, um mit relativ kurzer Renderzeit eine realistische Verschattung von Szenen zu erreichen. Das Ergebnis ist zwar nicht physikalisch

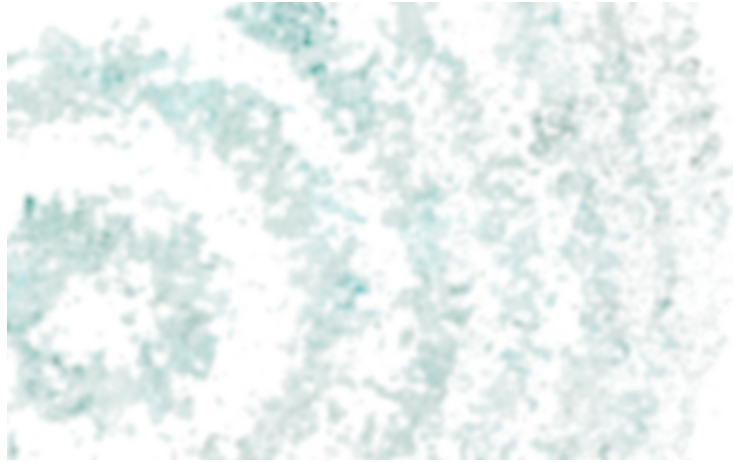


Abbildung 6.1: Die tickende Blindenampel aus dem Projekt. Hierbei wird das Signal gemeinsam mit dem Inneren Bild des Hauptdarstellers gezeigt.

als Darstellungsmethode in betracht gezogen, da die Berechnung und Darstellung ohne Einfluss von Licht vor sich geht. Die Faktoren hierbei ist die Position der Objekte im Raum und ihre Relation zueinander. Die Verbindung von der Darstellung von Objekten ohne dem Einfluss von Licht und dem Wahrnehmen der Welt eines Blinden war der Grund, diese Methode in Betracht zu ziehen. Die damit erzielten Ergebnisse waren sehr zufriedenstellend, da sie eine Abstraktion der Objekte zur Folge hatten. Die Objektkanten wurden hervorgehoben und ebene Flächen unterdrückt. Erst bei genauerem Untersuchen sollte der Charakter die Details der Objekte erfahren. In der Abbildung 6.2 ist der steigende Detailgrad und der Puls in einer frühen Phase zu erkennen.

Diese Darstellungsweise war für die abstrakten Bilder, die aus der Interpretation des Inneren Bildes entstehen sollten, schlussendlich zu technisch und klar. Die Echoelemente wurden im späteren Verlauf mit den haptischen Signalen des Langstockes kombiniert. Dieser entsendet bei seinem Aufprall haptische sowie akustische Signale. Die haptischen Signale beschreiben den berührten Punkt im Raum näher. Der akustische Puls, der von dem Aufprall des Langstockes ausgeht, wurde mit Hilfe von Partikeln visualisiert. Diese bilden bei ihrem Zusammenprall mit umliegenden Objekten eine neue Oberfläche (siehe Abbildung 6.3). Dieser Vorgang ist beabsichtigterweise im finalen Projekt nicht auf den ersten Blick erkennbar und erfordert etwas genaueres hinschauen.

korrekt, reicht jedoch in seinem Realismus oft aus, um auf rechenintensive globale Beleuchtung verzichten zu können [39].

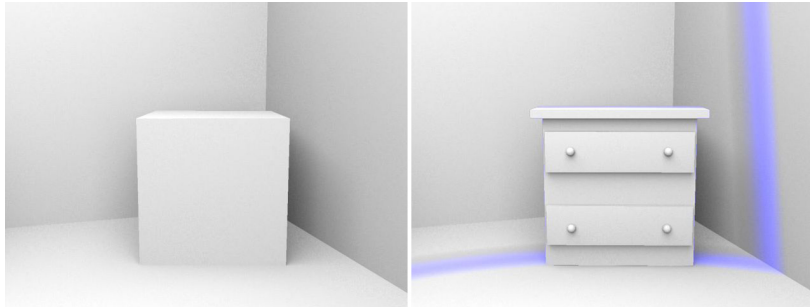


Abbildung 6.2: Erste Renderingtests für die Darstellung von aktiver Echolocation. Links ist der niedrige Detailgrad zu erkennen. Im rechten Bild hat der Puls (hier in Blau dargestellt) das Objekt bereits erreicht und der Darsteller konnte durch das Echo mehr Details wahrnehmen.

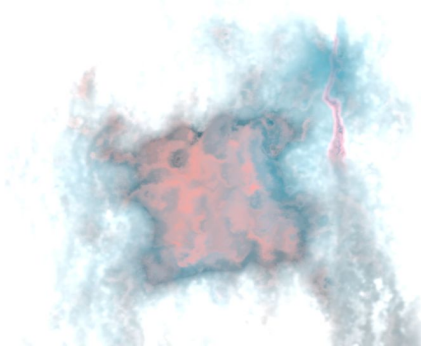


Abbildung 6.3: Darstellung der Echowahrnehmung durch den Langstockpuls.

6.3 Darstellung haptischer Wahrnehmungssituationen im Projekt

Die Darstellung der haptischen Wahrnehmung ist im Vergleich zu jener der auditiven Wahrnehmung zwar konkreter, dafür aber auch räumlich begrenzter. Wie bereits in 3.3 erwähnt wurde, gehört der haptische Wahrnehmungssinn des Menschen zu den Nahsinnen. Die menschliche Hand ist in ihrem Radius relativ zum Standpunkt des Menschen begrenzt. Wir können also nur ertasten, was sich in unserer Nähe befindet. Dafür ist der Tastsinn eines Menschen im Vergleich zur auditiven Wahrnehmung viel besser dafür geeignet, Oberflächen und Materialien zu erkennen und identifizieren. Zur Darstellung werden deshalb in diesem Projekt konkrete Formen verwendet.

Die Farbgebung lehnt sich an die Temperatur und Oberflächenstruktur des betasteten Objektes an wobei versucht wird, nicht die konventionelle Farbpräsentation zu verwenden. Eine kalte Metallstange wird demnach nicht als blaugrauer Zylinder dargestellt, sondern erhält Farben, die der Charakter gefühlt hat, als er ähnliche Oberflächen in seiner Vergangenheit berührte. Die Erinnerung eines Menschen hat großen Einfluss auf dessen Wahrnehmung, da das menschliche Gehirn einfacher mit Mustern und Wiederholungen arbeiten kann (siehe auch 4.4). Aus der Sicht der künstlerischen Interpretation besteht hier auch die Absicht, die altbekannten Verbindungen zwischen Bedeutungen und Farben bewusst zu brechen. Dieser Bruch soll den Betrachter verwirren und ihn zum Nachdenken über diese Verbindungen anregen.

6.3.1 Selbstwahrnehmung

Die Menschen nehmen im Normalfall ihre eigenen Gliedmaßen nicht wahr. Was hingegen wahrgenommen wird, sind die Reize die durch die haptischen Rezeptoren in der Haut aufgenommen werden. Das Gehirn kann aufgrund des Reizursprunges dann feststellen, ob wir etwas mit den Händen berühren. Zu Beginn des Projektes wurde davon ausgegangen, dass blinde Personen eine verbesserte Selbstwahrnehmung besitzen, da sie sich nicht auf visuelle Reize berufen können, um die haptischen Reize zu bestätigen. Sehende Menschen verwenden ihre visuelle Wahrnehmung oft dazu, um haptische Reize auch visuell zu bestätigen. Ausgehend von dieser erhöhten Selbstwahrnehmung entstand das in Abbildung 6.4 zu sehende Bild. Die klar definierten Formen und grellen Farben symbolisieren die starke und realitätsnahe Selbstwahrnehmung. Im Laufe der Recherchen wurde es aber immer deutlicher, dass blinde Personen zwar eine verbesserte Selbstwahrnehmung haben, diese sich aber nicht in dem dargestellten Ausmaß von der einer sehenden Person unterscheidet. Die überarbeitete Version der Selbstwahrnehmung ist in Abbildung 6.5 zu sehen. Durch das Entfernen der Farbe sind die Hände des Darstellers weniger präsent. Die Deformierung der Form entfernt sich von den klaren Linien und deutet so auf eine unsichere Positionssituation hin. Erst wenn die Hand durch die Berührung mit der Stange einen Reizimpuls erhält werden Farbe und Form wieder eingeführt.

6.4 Darstellung olfaktorischer und gustatorischer Wahrnehmungssituationen im Projekt

Durch die chemische Basis dieser beiden Sinnesorgane sind diese sehr stark an Emotionen und Empfindungen geknüpft. Der gustatorische Sinn, wie bereits in Abschnitt 3.5 beschrieben, trägt selbst nicht viel zur Wahrnehmung des Menschen bei. Erst in Kombination mit der olfaktorischen Wahrnehmung wird er für die allgemeine Wahrnehmung relevant. Die olfaktorischen Signale

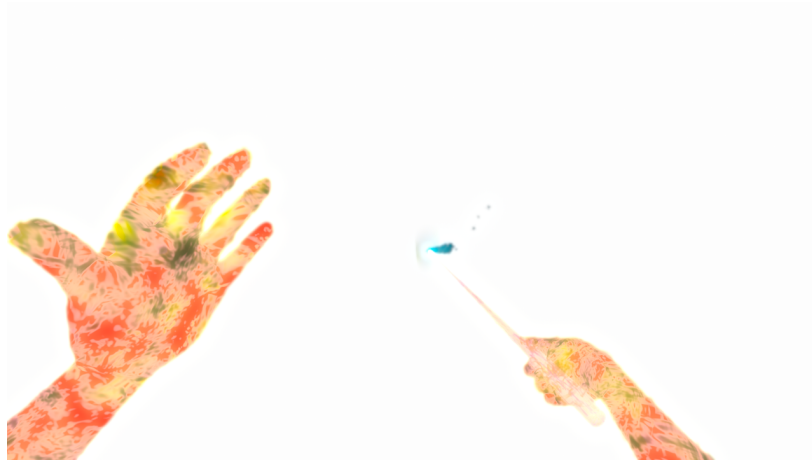


Abbildung 6.4: Selbstwahrnehmung in der Anfangsphase des Projektes. Die klar definierte Form und starken Farben zeugen von einer erhöhten Selbstwahrnehmung.



Abbildung 6.5: Darstellung der Selbstwahrnehmung zum Ende des Projektes. Die Selbstwahrnehmung wurde durch deformierte Formen und wenig Farben genauer definiert. Starke Farben und klare Formen werden bei haptischen Reizen wieder in das Bild eingeführt.

sind meist großflächiger und länger anhaltend als die Signale der auditiven oder haptischen Wahrnehmung. Durch die Großflächigkeit der olfaktorischen Signale ist es meist recht schwer ihren konkreten Ursprung zu finden. Die Visualisierung eines sich relativ selten ändernden Signales ohne konkreten Ursprung wäre in diesem Fall recht einfach. Die Idee war, das gesamte Bild mit einer, das Signal repräsentierenden, Farbe zu hinterlegen. So kann der Ursprung des Signals nicht konkret bestimmt werden und auch die Großflä-

chigkeit wird dabei betont. Diese Art der Visualisierung griff meiner Meinung nach zu sehr in die Gesamtempfindung des Bildes ein. Die unbekannt Räume werden durch das Weiß am Besten dargestellt. Die Ortswechsel in der Geschichte waren jedoch bei einem einheitlich weißen Hintergrund schwer zu erkennen. Die Abgrenzung der verschiedenen Orte durch ihre Gerüche und dadurch die Färbung des Hintergrundes konnte dieses Problem lösen. Einige Tests am Projekt zeigten jedoch, dass eine dauerhafte Änderung des Bildhintergrundes zu stark auf das Bild einwirkt. Die Adaptionsfähigkeit des olfaktorischen Geruchssinn lieferte hier eine akzeptable Lösung. Der Mensch gewöhnt sich relativ rasch an bestehende Gerüche und nimmt sie in weiterer Folge nicht mehr bewusst wahr. Deshalb wird im Projekt der Bildhintergrund bei einer Änderung des Geruchs verfärbt und verblasst langsam wieder zu Weiß des unbekanntes Raumes.

6.5 Unterstützung der visuellen Ebene durch eine akustische

Die Unterstützung der visuellen Ebene durch die Audioebene bietet sich gerade bei diesem Projekt sehr an. Im Grunde geht es darum, aufgenommene Sinneswahrnehmungen in einer Animation darzustellen. Da die dargestellten Informationen allerdings nicht auf einen visuellen Input zurückgreifen sollen, ist einzig und allein die auditive Ebene die Brücke zur Realität. Geräusche, die der Charakter hört, sollen auch von den Zusehern vernommen werden können. Der Charakter durchläuft zusätzlich allerdings einen Interpretationsprozess, was all seine Sinneseindrücke auf eine visuelle Ebene bannt. Die haptischen, gustatorischen und olfaktorischen Eindrücke sind seit jeher nicht ohne spezielle Hilfsmittel mit einem Film zu transportieren. Deshalb bietet sich hier die Verschiebung auf die visuelle Ebene sehr gut an. Da nun diese beiden Eindrücke bereits auf der visuellen Ebene existieren, liegt es natürlich Nahe, auch die auditiven Informationen auf diese Ebene zu transportieren. Somit werden alle Eindrücke die der Charakter vernimmt zuerst auf einer visuellen Ebene dargestellt. Dem Betrachter sollen auch die Eindrücke, die der Charakter erhält, übermittelt werden. Aber wie bereits erwähnt, ist es ohne spezielle Hilfsmittel nicht möglich haptische, olfaktorische oder gustatorische Sinneseindrücke über das Medium Film zu übermitteln. Es wird deshalb auf die Eindrücke zurück gegriffen, die mit Hilfe des Films übermittelt werden können: der Ton und das Bild. Dies schränkt den Betrachter nun in seiner Wahrnehmung ein. Der Betrachter muss die visuellen Eindrücke, die er von dem Film erhält, so interpretieren und differenzieren können, sodass ihm klar wird, welche Darstellung zu welchen Sinneseindrücken des Charakters gehören. Deshalb wurden in diesem Kapitel die Darstellungen der diversen Sinneseindrücke auch etwas genauer beschrieben.

Die visuelle Ebene des Projektes ist zeitweise so stark abstrahiert, dass

es dem Zuseher nahezu unmöglich ist, zu verstehen was gerade passiert. Die akustische Ebene soll dabei eine Hilfestellung leisten, das Gesehene in einen Kontext setzen zu können. Zu Beginn des Filmes ist nur Gemurmel und das Geräusch des Verkehrsmittels zu vernehmen. Das Bild selbst zeigt keinen Hinweis auf die Umgebung. Hierbei helfen die Geräusche dem Zuseher sich zu orientieren, auch wenn er noch nicht vollständig versteht, was vor sich geht.

6.6 Fazit

Ein Jahr nach der ursprünglichen Idee steht nun am Ende dieser Arbeit ein fertiges Animationsprojekt mit einer Länge von ungefähr 1:30 Minuten. Im Laufe dieses Jahres wurde der visuelle Stil des Projektes zwar oft grundlegend verändert, die darunter liegende Idee blieb aber immer dieselbe. Zu Beginn schien die Visualisierung zu wenig Tiefe zu besitzen. Jedes Element war individuell erstellt und im Gesamtbild war keine Konsistenz zu erkennen. Die Abstrahierungsschritte, die in den letzten Monaten des Projektes vorgenommen wurden, verliehen den visuellen Komponenten der Animation eine gemeinsame Basis. Die Umsetzung der Echolocation beschränkte sich leider nur auf ihre passive Art. Alles in allem denke ich, ist das Projekt trotzdem zu dem geworden, zu dem es bestimmt war. Eine künstlerische Interpretation der menschlichen Wahrnehmung ohne Einbeziehen der visuellen Wahrnehmungssignale. Auch wenn die Animation nicht allen Regeln der filmischen Dramaturgie folgt, so ist es für seinen Zweck doch repräsentativ geworden.

Kapitel 7

Konklusio

Diese Arbeit und das dazugehörige Projekt entstanden, aus der Motivation heraus, das unbekannte Feld der fremden Wahrnehmung etwas genauer zu untersuchen. Es ging darum zu verstehen, wie die Menschen ihre Umgebung wahrnehmen und im speziellen, wie sich dieser Wahrnehmungsprozess bei blinden Menschen verhält. Infolge dessen sollte dann ein Versuch unternommen werden, das durch den Wahrnehmungsprozess entstandene Innere Bild auf eine visuelle Ebene zu projizieren. Zu einem gewissen Grad ist das meiner Meinung nach auch gelungen. Das Endergebnis des Projektes spiegelt nach das interpretierte Innere Bild einer blinden Person in einer Alltagssituation relativ gut wieder. Meine Recherchen ergaben aber auch, dass es der Menschheit weder mithilfe von Psychologie, Neurologie oder sonstiger Aspekte der modernen Wissenschaften möglich ist, die Wahrnehmung einer dritten Person zu sehen und zu begreifen. Und so muss das Projekt als eine künstlerische und ästhetische Animation für sich stehen und kann keinen realistischen Anspruch auf Wissenschaftlichkeit stellen. Jedes sich darin befindende Element basiert auf diversen Überlegungen zur menschlichen Wahrnehmung. Einige davon mussten zwar auf Kosten der Ästhetik etwas von ihrer repräsentativeren Form entfernt werden, was aber ihren Ursprung nicht weiter mindert. Um diese Arbeit nicht zu einer Erklärung der Darstellungsweisen jeglicher Visualisierungen verkommen zu lassen sind in dem Kapitel über das Projekt nur einige davon genauer beschrieben.

Für mich persönlich hat diese Arbeit und das Projekt ihren Zweck voll und ganz erfüllt. Ich konnte tiefer in die Materie der Wahrnehmung und der Konstruktion des Inneren Bildes eintauchen und war auch in der Lage einige dieser Vorgänge zu begreifen. Während dieses Prozesses wurde mir aber auch die Komplexität und der Umfang dieses Themengebietes bewusst.

Anhang A

Inhalt der CD-ROM

Format: CD-ROM, Single Layer, ISO9660-Format

A.1 Thesis

Pfad: /

_DaBa.pdf Diplomarbeit Die Darstellung von nicht visueller Wahrnehmung im Animationsfilm

A.2 Bilder

Pfad: /images/

AO_Example.jpg Beispiel der AmbientOcclusion in ersten Projekttests

AudioArea.png Darstellung der Hörfelder

BlindStick_Pulse.jpg Interpretation des Blindenstocks und des Wahrnehmungspulses

BrainImage.jpg Gehirnaktivität bei Anwendung der menschlichen Echoortung

BrightnessIllusion.png Beispiel der optischen Helligkeitstäuschung

ChainOfPerception.eps Darstellung der Wahrnehmungskette

EyefulOfSound.png Auszug aus dem Animationsfilm „Eyeful of Sound“ von Samantha Moore

JaneBowerman.jpg Weihnachtskarte von der Synästhetikerin Jane Bowerman

LightSpectrum.eps Lichtspektrum und sichtbarer Bereich

Perceptionfields.eps Darstellung der Wahrnehmungsfelder einer blinden Person nach Saerberg

PerceptionSize.eps . . .	Beispiel der optischen Größenkontexttäuschung
SelfPerception_v01.png	Darstellung der Selbstwahrnehmung
SelfPerception_v02.png	Darstellung der Selbstwahrnehmung
SoundEchoExp.eps . . .	Darstellung des Schallwellenverhalten bei Echoortung
TactileIllusion.png . . .	Beispiel einer taktilen Täuschung
TrafficLightInter.jpg . .	Interpretation einer Blindenampel aus dem Projekt

A.3 Pdf

Pfad: /Pdf/

jrn1.pone.0020162.pdf .	Neural Correlates of Natural Human Echolocation in Early and Late Blind Echolocation Experts von Lore Thaler, Stephen R. Arnott, Melvyn A. Goodale
RolleErkenntnis.pdf . .	„Die Rolle der Abstraktion für die Erkenntnis“ - Artikel von Bettina Ickelsheimer
Zerebrale Dominanz.pdf	Definitionsartikel der Zerebralen Dominanz

A.4 Project

Pfad: /Project/

Unsighted_720p.mp4 .	Unsighted Diplomprojekt in smallHD (720p, H.264) Auflösung
Unsighted_PALwide.mp4	Unsighted Diplomprojekt in PAL (PALWidescreen, H.264) Auflösung
Animatic/Ani_720.mp4	Unsighted Animatic in smallHD Auflösung
Animatic/Ani_PAL.mp4	Unsighted Animatic in PAL Auflösung
Comp/01_Sc01_v13.nk	Nuke Compositing Script der ersten Szene
Comp/02_Sc02_v10.nk	Nuke Compositing Script der zweiten Szene
Comp/03_Sc03_v18.nk	Nuke Compositing Script der dritten Szene
maya/01_Sc01_v33.ma	Maya Scene Datei der ersten Szene
maya/02_Sc02_CO.ma	Maya Scene Datei der Autos in der zweiten Szene
maya/02_Sc02_v07.ma	Maya Scene Datei der zweiten Szene
maya/03_Sc03_v12.ma	Maya Scene Datei der dritten Szene

Quellenverzeichnis

Literatur

- [1] *Brockhaus Enzyklopädie*. 21. Aufl. Mannheim: Brockhaus Friedrich Anton, 2005.
- [2] Réne Chocholle. „Das Qualitätssystem des Gehörs“. In: *Allgemeine Psychologie. 1. Der Aufbau des Erkennens. Halbband 1: Wahrnehmung und Bewusstsein*. Hrsg. von Wolfgang Metzger. Verl. für Psychologie Hogrefe, 1974, S. 192–220.
- [3] R.E. Cytowic. *Synesthesia: a union of the senses*. Bradford Books. MIT Press, 2002.
- [4] Günther Kebeck. *Wahrnehmung: Theorien, Methoden und Forschungsergebnisse der Wahrnehmungspsychologie*. 2. Aufl. Beltz Juventa, 1994.
- [5] Ursula Hg. Kraif. *Duden(2007): Das Fremdwörterbuch*. 9. Aufl. Dudenverlag, Bibliographisches Institut & Brockhaus F.a., 2007.
- [6] Jacque Lusseyran. *Blindheit, ein neues Sehen der Welt; Der Blinde in der Gesellschaft: Zwei Vorträge*. 5. Aufl. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben, 1993.
- [7] Bärbel Piaget Jean und Inhelder. *Die Entwicklung des inneren Bildes beim Kind*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979.
- [8] Helmuth Plessner. *Philosophische Anthropologie*. Frankfurt: Suhrkamp, 1970.
- [9] S. Saerberg. *Geradeaus ist einfach immer geradeaus. Eine lebensweltliche Ethnographie blinder Raumorientierung. Erfahrung - Wissen - Imagination*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft, 2007.
- [10] Christian Scharfetter. *Allgemeine Psychopathologie: Eine Einführung*. 5. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2002.
- [11] Lore Thaler, Stephen R. Arnott und Melvyn A. Goodale. „Neural Correlates of Natural Human Echolocation in Early and Late Blind Echolocation Experts“. In: *PLoS ONE* 6 (Mai 2011).

Filme und audiovisuelle Medien

- [12] *An Eyeeful of Sound*. Shortfilm. Drehbuch/Regie: S. Moore, Produziert von J. Wessels von Sapiens Productions, Wissenschaftlicher Berater Dr. J. Ward Universität von Sussex, UK. 2010.

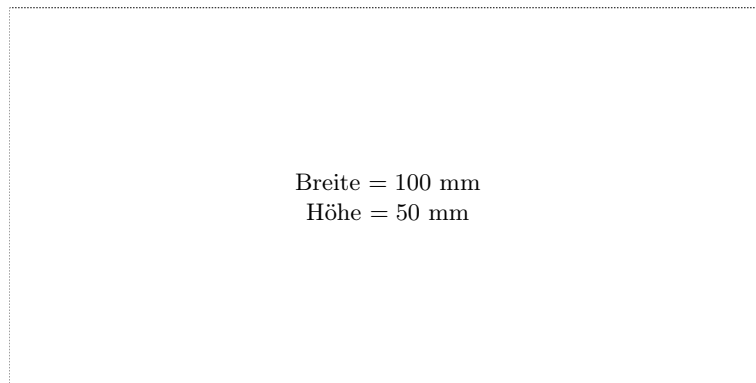
Online-Quellen

- [13] Edward H. Adelson. *checkershadow_illusion4med.jpg*. URL: http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow_illusion.html.
- [33] Jane Bowerman. *Christmas Card by Jane Bowerman*. URL: <http://seeingnoises.files.wordpress.com/2012/05/photo-31-5-12-10-18-07-pm.jpg>.
- [34] Melvyn A. Goodale. *The Neural Substrates of Human Echolocation*. URL: http://psychology.uwo.ca/faculty/goodale/research/echo_small.jpg.
- [35] Bettina Ickelsheimer. *Die Rolle der Abstraktion für die Erkenntnis*. 2009. URL: <http://suite101.de/article/die-rolle-der-abstraktion-fuer-die-erkenntnis-a62170>.
- [36] Tatoute und Phrood. *Spectre.svg*. URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Spectre.svg&filetimestamp=20090911081508>.
- [37] ThomasSD. *Wahrnehmung_gesetzt_Kontext.jpg*. URL: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wahrnehmung_gesetzt_Kontext.jpg.
- [38] *Wikipedia: Abstraktion*. 2012. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Abstraktion>.
- [39] *Wikipedia: Ambient Occlusion*. 2012. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Umgebungsverdeckung>.
- [14] *Wikipedia: Auditive Wahrnehmung*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Auditive_Wahrnehmung.
- [15] *Wikipedia: Axon*. 2012. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Axon>.
- [19] *Wikipedia: Distaler Reiz*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Distaler_Reiz.
- [16] *Wikipedia: Gesellschaft*. 2012. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Gesellschaft_\(Soziologie\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Gesellschaft_(Soziologie)).
- [20] *Wikipedia: Gesichtsfeld*. 2012. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Gesichtsfeld>.
- [21] *Wikipedia: Grapheme*. 2012. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Grapheme>.
- [22] *Wikipedia: Gustatorische Wahrnehmung*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Gustatorische_Wahrnehmung.

- [23] *Wikipedia: Haptische Wahrnehmung*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Haptische_Wahrnehmung.
- [24] *Wikipedia: Human Echolocation*. 2012. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Human_echolocation.
- [25] *Wikipedia: Klick (Phonetik)*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Palatoalveolarer_Klick.
- [26] *Wikipedia: Max Lüscher*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Max_Lüscher.
- [27] *Wikipedia: Menschliche Echoortung*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Menschliche_Echoortung.
- [28] *Wikipedia: Olfaktorische Wahrnehmung*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Olfaktorische_Wahrnehmung.
- [29] *Wikipedia: Proximaler Reiz*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Proximaler_Reiz.
- [17] *Wikipedia: Stimmung*. 2012. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Stimmung_\(Psychologie\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Stimmung_(Psychologie)).
- [30] *Wikipedia: Synästhesie*. 2012. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Synästhesie>.
- [31] *Wikipedia: Visuelle Wahrnehmung*. 2012. URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Visuelle_Wahrnehmung.
- [32] *Wikipedia: Wahrnehmung*. 2012. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Wahrnehmung>.
- [18] *Wikipedia: Zerebrale Dominanz*. URL: http://www.krisendienst-berlin.de/index.php?option=com_content&view=article&id=2727:zerebrale-dominanz&catid=39:a&Itemid=1.
- [40] WolfgangS. *Wahrnehmungskette.svg*. URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Wahrnehmungskette.svg&filetimestamp=20090420162445>.

Messbox zur Druckkontrolle

— Druckgröße kontrollieren! —



— Diese Seite nach dem Druck entfernen! —