

Diplomarbeit

Klang - Farbe: Intermodale Wechselwirkungen

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades einer/eines
„Diplom-Ingenieurin/Diplom-Ingenieurs für technisch-wissenschaftliche Berufe“
am Masterstudiengang Telekommunikation und Medien
der Fachhochschule St. Pölten

unter der Erstbetreuung von
Mag. Michael Jaksche

Zweitbegutachtung von
FH-Prof. DI Hannes Raffaseder

ausgeführt von
Daniel Schimani, BSc
tm071060

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter oder einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift

Kurzfassung

Die Zusammenhänge zwischen visuellen und auditiven Signalen beschäftigen die Forschung seit langer Zeit. Verschiedene Verknüpfungsebenen zwischen den beiden Sinnesbereichen sollten sowohl bei der Erstellung jeglicher Multimedia Projekte als auch beim Produktdesign beachtet werden. Der Mensch nimmt seine Umwelt im Regelfall mit allen fünf Sinnen wahr, daher sollte die Gesamtwahrnehmung ein möglichst harmonisches Bild ergeben.

Diese Arbeit befasst sich zu Beginn mit der auditiven und visuellen Wahrnehmung als Grundlage für die folgenden Kapitel. In weiterer Folge werden die einzelnen Verknüpfungsmöglichkeiten der Sinnesbereiche im Wahrnehmungssystem erläutert. Hierfür wurde die 2009 publizierte Kategorisierung des Akustikers Michael Haverkamp herangezogen. Abschließend wird im Theorieteil der Arbeit auf aktuelle Anwendungsgebiete, wie zum Beispiel den VJ Bereich oder das Produktdesign, eingegangen.

Den praktischen Teil der Arbeit bildet die Dokumentation eines Tests, bei dem Probanden/innen einer Melodie, welche zuvor mit drei unterschiedlichen Instrumenten in jeweils zwei Geschwindigkeiten eingespielt wurde, eine Farbe zuordnen mussten. Bei der Zuordnung zeigten sich große Zusammenhänge zwischen den einzelnen Testpersonen. Zum einen waren sich die Probanden/innen größtenteils bei der Farbwahl bei den unterschiedlichen Klangfarben einig, zum anderen waren sie fast einheitlich der Meinung, dass ein gesteigertes Tempo eine Farbzuzuordnung zu helleren Farben „verlangt“. Des Weiteren gaben fast alle Testpersonen an, die Farben bei einem erneuten Test ähnlich wählen zu wollen.

Auch wenn die Studie für repräsentativere Ergebnisse in einem größeren Rahmen durchgeführt werden sollte, lassen sich bereits deutliche Tendenzen erkennen.

Abstract

The connections between visual and auditory signals have preoccupied the scientific community for a long time. Different layers of connection between these two senses should be considered during the creation of multimedia projects of any kind as well as in product design. Due to the fact that humans usually perceive their surroundings with all their senses, the general perception should be as harmonical as possible.

This paper starts with auditory and visual perception, thus laying the basis for the following chapters. Furthermore the different ways of connecting the senses in the field of perception are being elucidated. This relies on the categorisation publicized by the acoustician Michael Haverkamp in 2009. In the closing theoretical part of this paper ongoing areas of application, for example the art of video performance or product design, are being discussed.

The practical part of this paper consists of the documentation of a test. In this test a previously recorded melody was played to the probands in two different tempi and by three different instruments. These melodies then had to be allocated to a colour. The allocations showed big coherences among the subjects. On the one hand most probands agreed on choosing similar colours for certain timbres, on the other hand an increased tempo "demanded" allocation to a brighter colour. Furthermore almost all subjects indicated that they would pick similar colours in the case of a test rerun.

Even though the study should be done with more probands for more representative findings, distinct tendencies can be recognized.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung.....	i
Kurzfassung	ii
Abstract	iii
1 Einleitung.....	1
2 Grundlagen der auditiven und visuellen Wahrnehmung	3
2.1 Wahrnehmung akustischer Ereignisse.....	4
2.1.1 <i>Psychoakustische Parameter</i>	5
2.1.2 <i>Das Gehör</i>	7
2.1.3 <i>Verarbeitung im Gehirn</i>	10
2.2 Wahrnehmung visueller Ereignisse.....	12
2.2.1 <i>Das Auge</i>	12
2.2.2 <i>Verarbeitung im Gehirn</i>	17
2.3 Unterschiede zwischen Auge und Ohr	19
2.4 Wahrnehmungsobjekte	22
2.5 Wahrnehmungsqualitäten	25
3 Verknüpfung der Sinnesbereiche im Wahrnehmungssystem	27
3.1 Synästhesie/ Genuine Synästhesie	27
3.1.1 <i>Definition/Abgrenzung</i>	27
3.1.2 <i>Genuine Synästhesie</i>	30
3.1.3 <i>Farbenhören – Tönesehen</i>	32
3.1.4 <i>Wozu Synästhesie?</i>	33
3.2 Intermodale Analogie.....	34
3.2.1 <i>Zeitliche Analogie</i>	35
3.2.2 <i>Intersensorielle Attribute</i>	38
3.2.3 <i>Räumliche Analogie</i>	40
3.2.4 <i>Funktionale Analogie</i>	41
3.3 Konkrete Assoziation.....	41
3.3.1 <i>Assoziative Verknüpfung</i>	41
3.3.2 <i>Laut- und Klangmalerei</i>	44

3.3.3	<i>Piktogramm und Sound-Icon</i>	44
3.3.4	<i>Der Kontext</i>	45
3.4	Symbol und Metapher	46
3.4.1	<i>Farbsymbolik</i>	47
3.4.2	<i>Synästhetische Metapher</i>	52
3.4.3	<i>Symbolik und Markendesign</i>	53
3.4.4	<i>Musiksymbolik</i>	54
3.5	Mathematisch/physikalische Verknüpfung	55
3.5.1	<i>Objektive Farbe–Ton-Beziehungen</i>	58
4	Aktuelle Erkenntnisse /Forschung	60
4.1	Virtuelle Musik	60
4.2	Generation VJ	60
4.3	Anwendung für Produktdesign (Kopplung auditiver - visueller Wahrnehmung) .	62
4.4	Medizinische Erkenntnisse zu Synästhesie	66
5	Studie über die Wechselwirkungen von Farben und Klängen	67
5.1	Fragestellung	67
5.2	Test	67
5.2.1	<i>Testpersonen</i>	71
5.2.2	<i>Testsetting</i>	71
5.3	Ergebnisse	72
5.4	Erkenntnisse	73
6	Zusammenfassung und Ausblick	77
Anhang		80
Anhang A:	Literaturverzeichnis	80
Anhang B:	Quellenangaben aus dem Internet.....	82
Anhang C:	Abbildungsverzeichnis	83
Anhang D:	Verzeichnis der Tabellen	84
Anhang E:	Danksagungen.....	85
Anhang F:	Testergebnisse in Tabellenform.....	86

1 Einleitung

Menschen erfassen ihre Umwelt in der Regel nicht mit einem einzelnen Sinnesbereich, sondern mit einer Kombination aus möglichst allen fünf. Die Sinnesbereiche Hören, Sehen, Riechen, Schmecken, Tasten dürfen somit keinesfalls getrennt voneinander betrachtet werden.

Die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Sinnesbereichen, vor allem den höheren, Sehen und Hören, beschäftigte Menschen von jeher. Bereits vor einigen hundert Jahren wurden interessante Erkenntnisse betreffend die Zusammenhänge zwischen Farben und Klängen publiziert. Beispielsweise stellte Isaac Newton zu Beginn des 18. Jahrhunderts eine fixe Zuordnung von Farben zu Klängen auf. Seitdem geriet die Forschung in diesem Bereich nie in Vergessenheit, erhielt durch den Einzug des Computerzeitalters aber einen weiteren deutlichen Aufschwung.

Für die Erstellung und Gestaltung jeglicher Art von Produkten, Medieninstallationen, Filmen und dergleichen spielt die starke Kopplung von auditiver und visueller Wahrnehmung eine wesentliche Rolle. Eine möglichst harmonische Abstimmung der beiden Sinnesbereiche ist für den Erfolg des Produktes verantwortlich. Aufgrund dessen wird eine Entwicklung und Aufstellung fixer Verknüpfungsregeln angestrebt, was sich als sehr schwierig erweist. Zu viele Umstände und Einflüsse spielen bei den Wahrnehmungsverknüpfungen eine wesentliche Rolle, als dass ein einfaches Standardwerk mit allgemeingültigen Regeln verfasst werden könnte.

Im Laufe der Jahre sind verschiedene Bezeichnungen und Kategorisierungen für die unterschiedlichen Beeinflussungen und Kopplungen zwischen den einzelnen Sinnesbereichen definiert worden. Zu Beginn wurden sämtliche Wechselwirkungen als Synästhesie bezeichnet. Spätere Definitionen distanzieren sich von dieser Sichtweise und bezeichneten Synästhesie als eine Sonderform intermodaler Wechselwirkungen. Demnach seien nur wenige Personen sogenannte Synästhetiker/innen, bei welchen ein Reiz aus einem Sinnesbereich unwillkürlich Wahrnehmungen aus einem anderen auslöst, beispielsweise beim Hören eines Klanges das Sehen eines Bildes.

Bei der Produktgestaltung sowie der Gestaltung von Filmen, Videospielen und dergleichen sollten wichtige Grundsätze und Zusammenhänge der intermodalen Wahrnehmung beachtet werden. Ebenso wichtig ist eine optimale Abstimmung von Bild

und Ton bei Logos, Signets und dergleichen, welche immer häufiger Einsatz finden, um möglichst viele Menschen einfach und direkt anzusprechen.

Ziel dieser Arbeit ist, die unterschiedlichen Verknüpfungsmöglichkeiten der Sinnesbereiche vorzustellen, wobei hier die 2009 publizierte Kategorisierung des Akustikers Michael Haverkamp herangezogen wird. Auch auf aktuelle Forschungserkenntnisse und Einsatzgebiete soll im Rahmen dieser Arbeit eingegangen werden. Da bisher vor allem versucht wurde, einem einzelnen Ton eine Farbe zuzuordnen, soll im praktischen Teil dieser Arbeit geklärt werden, ob auch einer Melodie eine Farbe zugeordnet werden kann. Hierfür werden Probanden/innen in ein Testlabor eingeladen, um dort unter den jeweils selben Bedingungen einen computerunterstützten Test zu absolvieren. Der Versuch soll zeigen, ob sich Ähnlichkeiten zwischen den Farbzusordnungen der einzelnen Personen ergeben oder ob die Zuordnung mehr oder weniger willkürlich geschieht. Des Weiteren soll herausgefunden werden, welche Parameter einer Melodie die Farbzusordnung beeinflussen und ebenfalls, ob sich dabei Gemeinsamkeiten zwischen mehreren Versuchspersonen zeigen. Als zu untersuchende Parameter werden dabei die Klangfarbe und das Tempo herausgegriffen.

2 Grundlagen der auditiven und visuellen Wahrnehmung

„Der Begriff Wahrnehmung umfasst alle Phänomene, die sich im Bewusstsein als Folge der Reizung von Sinnesorganen manifestieren“¹

Für den Menschen ist die Wahrnehmung einer Vielzahl an Informationen notwendig um sich in der Umwelt orientieren zu können und andere Lebewesen und Objekte erkennen und deuten zu können. Sowohl Informationen über die äußere Umgebung als auch welche über Zustände und Aktivitäten des eigenen Körpers werden über verschiedene Sinneskanäle aufgenommen. Als Mittelpunkt des Wahrnehmungsapparates kann das Zentralnervensystem, bestehend aus Gehirn, Rückenmark und allen damit verbundenen Nervenfasern, gesehen werden. Alle Sinnesinformationen beziehen sich auf das Zentralnervensystem und von dort aus werden alle weiteren Aktivitäten gesteuert.²

Zu Beginn werden physikalische und chemische Reize mittels der Sinnesorgane wahrgenommen und anschließend werden diese Reize in Datenformate umgewandelt, die vom neuronalen System verarbeitet werden können. Über Nervenfasern werden die von den Sinnesorganen aufgenommenen Informationen zum Gehirn geleitet, wo sie im Anschluss weiterverarbeitet werden.³

Sinnesorgane reagieren in der Regel nur auf eine bestimmte Art von Reizen. Diesem reizspezifischen Verhalten entsprechen jeweils eigene Verarbeitungsmechanismen im Zentralnervensystem. Außerdem werden die verschiedenen Reize an unterschiedlichen Orten im Gehirn verarbeitet, was auch als eine „modale Verarbeitung“ bezeichnet wird.⁴

In diesem Kapitel wird auf die beiden Sinne Sehen und Hören eingegangen die in der Literatur oft als „höhere Sinne“ bezeichnet werden. Sie verarbeiten eine Vielzahl an Informationen, vor allem auch der Umwelt, und geben im Gegensatz zu den anderen

¹ Haverkamp 2009, S.41

² Vgl. Guski 1989, S. 9 u. Haverkamp 2009, S. 42

³ Vgl. Haverkamp 2009, S. 42

⁴ Vgl. Haverkamp 2009, S. 42

Sinnen, Tastwahrnehmung, Riechen und Schmecken, Auskunft über ein Objekt, ohne mit diesem in unmittelbaren Kontakt zu treten.⁵

In den nächsten beiden Unterkapiteln wird auf die beiden Sinnesfunktionen Sehen und Hören näher eingegangen. Zu Beginn werden die physiologischen Funktionen der beiden Sinnesorgane und die Reizübertragung zur Verarbeitung im Gehirn beschrieben. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Aspekten, die für die Verknüpfung der beiden Sinnesbereiche wesentliche Bedeutung haben.

2.1 Wahrnehmung akustischer Ereignisse

Entsteht ein akustisches Ereignis in einem Raum, beginnen Gasteilchen zu schwingen und führen somit zu Druckschwankungen. Liegen diese Druckschwankungen zwischen 16Hz und 20kHz, werden sie vom menschlichen Ohr empfangen und ausgewertet.⁶

Im Wesentlichen sind bei akustischen Ereignissen folgende drei primäre Empfindungen vorhanden: Tonhöhe, Lautstärke und Klangfarbe. Können alle drei Eindrücke zu jeder Zeit zugeordnet werden, wird im Allgemeinen von einem Klang gesprochen, ist jedoch eine dieser Empfindungen schwer beziehungsweise gar nicht zuzuordnen, eher von einem Geräusch.⁷

Während die primäre Empfindung der Lautstärke eines akustischen Ereignisses näherungsweise mit der physikalischen Kenngröße Amplitude und die empfundene Tonhöhe zumindest näherungsweise mit der physikalisch messbaren Grundfrequenz eines akustischen Ereignisses gleichzusetzen ist, gestaltet sich ein derartiger Vergleich bei der Klangfarbe weitaus schwieriger. Allgemein kann gesagt werden, dass die Klangfarbe durch die Form des akustischen Ereignisses beschrieben wird, genau genommen durch das Frequenzspektrum. Da diese Zusammenhänge nur näherungsweise stimmen, kann nicht immer ein eindeutiger Zusammenhang zwischen physikalisch messbaren Größen und den subjektiven Hörempfindungen hergestellt werden.⁸

⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 41 u.42

⁶ vgl. Henn, 1984, S. 5

⁷ vgl. Raffaseder, 2002, S.21

⁸ vgl. Raffaseder, S.21-22

Weitere wichtige Faktoren bei der Wahrnehmung von akustischen Ereignissen sind einerseits der Raum, in dem sich die Schallquelle ausbreitet, und andererseits der Faktor Zeit. An verschiedenen Orten kann ein akustisches Ereignis aufgrund der Beschaffenheit des Raumes unterschiedlich klingen. Beispielsweise hört sich das Klatschen in einem Auto anders an als in einer Kirche. Die große Bedeutung des Faktors Zeit bei der Wahrnehmung akustischer Signale beruht darauf, dass zeitliche Veränderungen eine wesentliche Voraussetzung für das Existieren von Schallquellen sind. Entscheidend für die Empfindung ist, ob das Klangerlebnis nur Bruchteile von Sekunden dauert oder über einen längeren Zeitraum wahrgenommen werden kann.⁹

Da auf die Klangfarbe eines akustischen Ereignisses vor allem auf emotionaler Ebene reagiert wird, spielt die Gestaltung dieser eine der wesentlichsten Rollen beim Sounddesign. In der Psychoakustik sind im Wesentlichen folgende Größen für die Beschreibung der Klangfarbe gebräuchlich: Klanghaftigkeit, Schwankungsstärke, Rauigkeit, Volumen und Dichte, Schärfe und Helligkeit.¹⁰ Auf diese Parameter wird im nächsten Unterkapitel eingegangen.

2.1.1 Psychoakustische Parameter

Schwankungsstärke

Als Schwankungsstärke werden Signalschwankungen mit geringen Modulationsfrequenzen bezeichnet, die noch als zeitliche Änderungen wahrgenommen werden können.¹¹

Zu hören ist die Schwankungsstärke beispielsweise bei den musikalischen Klangeffekten Vibrato und Tremolo, die technisch durch Amplituden- oder Frequenzmodulationen erzeugt werden. Bei der Beschreibung der Klangfarbe herbeigezogene Begriffe, wie zum Beispiel pulsierend, hämmernd oder zwitschernd, beruhen maßgeblich auf der Schwankungsstärke.¹²

⁹ vgl. Raffaseder 2002, S.23-24

¹⁰ vgl. Raffaseder, 2007, S.102; 115

¹¹ vgl. HEAD acoustics (07.02.2009)

http://www.head-acoustics.de/downloads/de/application_notes/Psychoakustische_Analysen_II_11_08d.pdf

¹² vgl. Raffaseder, 2002, S.105 u. 106

Rauhigkeit

„...beschreibt den Anteil schneller Modulationen im Frequenzbereich von 20 Hz bis 100 Hz.“¹³ Wenn sich Amplitude und Frequenz zu rasch ändern, um von dem/r Hörer/in als Schwankung von Lautstärke oder Tonhöhe empfunden zu werden, so führen diese Veränderungen zur Wahrnehmung von Rauigkeit.¹⁴

Volumen und Dichte

Das Volumen und die Dichte eines Schallsignals bezeichnen dessen subjektiv empfundene Reichhaltigkeit beziehungsweise Mächtigkeit. Volumen wird für die Beschreibung von Klängen verwendet, beispielsweise zur Unterscheidung zwischen mächtigen und zarten Stimmen oder dem vollen Klang einer Pauke und dem dünnen Klang eines Triangels, ohne dabei Rücksicht auf die Tonhöhe oder Lautstärke zu nehmen. Dichte wird eher zur Charakterisierung von Geräuschen herangezogen und beschreibt die Bandbreite im Spektrum von schmal bis breit. Das Fluggeräusch einer Biene, das Plätschern eines kleinen Baches sind eher schmale Geräusche. Im Gegensatz dazu wird ein Haarföhn oder ein mächtiger Wasserfall als breites Schallereignis empfunden.¹⁵

Schärfe und Helligkeit

Die Schärfe eines Signals ist abhängig vom Anteil hoher Frequenzen. Insofern kann die Schärfe als Schwerpunkt des Spektrums angesehen werden. Je mehr höherfrequente Anteile vorhanden sind, desto schärfer und somit meist störend und unangenehm wird ein Klang empfunden.¹⁶

Aufgrund dieser meist negativen beziehungsweise sogar bedrohlichen Wirkung ziehen Geräusche mit hoher Schärfe große Aufmerksamkeit auf sich und können als akustische Hinweise beziehungsweise Warnsignale eingesetzt werden.¹⁷

Die Helligkeit und die Schärfe eines akustischen Ereignisses sind zwei sehr ähnliche Eigenschaften. Die Helligkeit wird ebenso durch die Gewichtung von hohen und tiefen

¹³ Haverkamp 2009, S.59

¹⁴ vgl. Raffaseder, 2002, S.106 u. 107

¹⁵ vgl. Raffaseder, 2002, S.107

¹⁶ vgl. Henn, 1984, S.193

¹⁷ vgl. Raffaseder, 2002, S.107

Frequenzen bestimmt. Liegt der Schwerpunkt des Spektrums bei tiefen Frequenzen, dominiert eine dunkle Empfindung, liegen mehr hohe Frequenzen vor, eine helle, brillante oder scharfe.¹⁸

Klanghaftigkeit

„[...] das Spektrum eines Klanges [weist] ausgeprägte Maxima bei Frequenzen auf, deren kleinster gemeinsamer Teiler als Grundfrequenz des Klanges wahrgenommen wird. Für Geräusche ist hingegen ein kontinuierlicher Verlauf des Spektrums ohne stark hervortretende Maxima kennzeichnend. Dazwischen liegen akustische Ereignisse, die sowohl geräuschhafte als auch klangliche Wahrnehmungen hervorrufen, wie beispielsweise manche Tierlaute, quietschende Objekte oder manche Schlaginstrumente, die zwar ausgeprägte Maxima aufweisen, deren Frequenzen aber nicht oder nur in grober Näherung als ganzzahlige Vielfache einer Grundfrequenz dargestellt werden können. Diese mehr oder weniger starke Ausprägung spektraler Maxima wird in der Psychoakustik als Klanghaftigkeit eines akustischen Ereignisses bezeichnet. Entscheidende Einflussfaktoren sind dabei vor allem die geometrische Form und das Material des Oszillators sowie die Art der Anregung.“¹⁹

Lautheit

Mit dem Begriff Lautheit wird der Lautstärkeindruck beschrieben, der beim Hören eines akustischen Signals vermittelt wird. Im Gegensatz zum Schallpegel werden Verdeckungseffekte im Frequenz- und Zeitbereich berücksichtigt, was somit der Wahrnehmung besser entspricht.²⁰

2.1.2 Das Gehör

Um eintreffende Schallwellen in elektrische Nervenimpulse umzuwandeln und sie anschließend zur Auswertung an das Gehirn weiterzuleiten, benötigt der Mensch sein

¹⁸ vgl. Raffaseder, 2002, S.107

¹⁹ Raffaseder, 2002, S. 104

²⁰ vgl. Haverkamp 2009, S.58

Gehör. Das dafür notwendige Sinnesorgan Ohr lässt sich grob in die drei Teilbereiche Außenohr, Mittelohr und Innenohr untergliedern.²¹

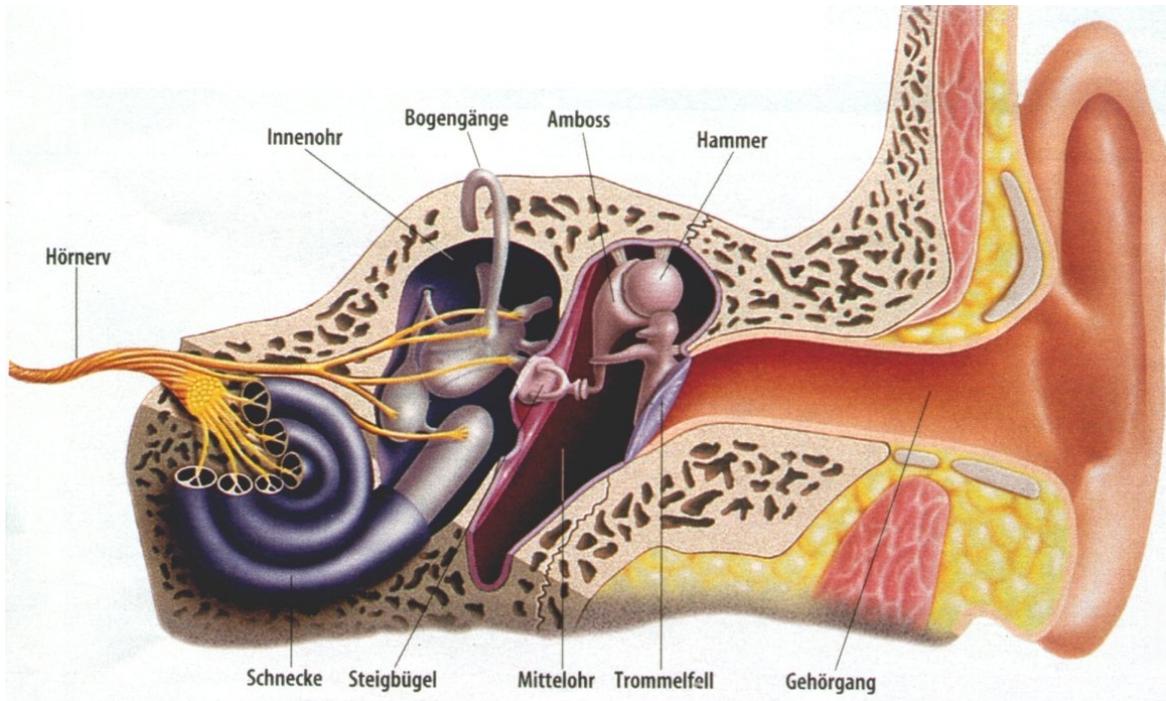


Abbildung 1: Aufbau des Ohres

Quelle: http://www.musik.uni-osnabrueck.de/lehrende/enders/lehre/App_Musik_1/ohr.jpg

Beim Außenohr wird zwischen Ohrmuschel und Gehörgang unterschieden. Letzterer endet im Trommelfell, „einer aus faserigem Gewebe bestehenden dünnen Membran, die durch die Druck- bzw. Dichteschwankungen der Luft in Schwingung versetzt wird“²². Schallwellen werden von der Ohrmuschel aufgefangen und im Gehörgang, in dem Drüsen Ohrenschmalz absondern, welches das Trommelfell elastisch hält und kleine Fremdpartikel einfängt, zum Trommelfell weitergeleitet.²³

Das Mittelohr liegt auf der inneren Seite des Trommelfells und ist über die Eustachische Röhre mit dem Rachen verbunden, um den Druck im Mittelohr an den äußeren Luftdruck anzupassen. Somit wird ein Schwingen des Trommelfells durch Druckschwankungen gewährleistet. Lediglich bei abruptem Wechsel des äußeren

²¹ vgl. Raffaseder 2002, S. 84

²² Raffaseder 2002, S. 85

²³ Vgl. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 27.11.2008, 1, Ohr
http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761563171/Ohr.html

Luftdruckes (Flugzeugstart, Tauchgänge...) findet dieser Druckausgleich manchmal nicht rasch genug statt, woraus ein unangenehmes Gefühl im Ohr resultiert.²⁴

Im Mittelohr befinden sich die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel, die nach ihrer Form benannt sind. Sie dienen als Hebelmechanismus und geben somit die eintreffende Schallenergie in größtmöglichem Maße an das Innenohr weiter, wo die Frequenzanalyse des Schalls erfolgt. In der dortigen Schnecke, auch Cochlea genannt, befindet sich das eigentliche Gehörorgan. Das Innenohr beherbergt außerdem den Vestibularapparat, in welchem das Gleichgewichtsorgan liegt. An der Grenze zwischen Mittelohr und Innenohr weist die Gehörschnecke zwei Fenster auf, ein ovales und ein rundes. Aus dem ovalen Fenster setzt sich der Vorhofgang (Scala Tympani) fort, aus dem runden Fenster der Paukenkang (Scala Vestibuli). Die beiden sind in der Schneckenspitze (Helikotrema) über das Schneckenloch miteinander verbunden. Ansonsten sind die beiden Gänge durch den dazwischen liegenden Schneckenkang, welcher mit zäher Lymphflüssigkeit gefüllt ist, getrennt.²⁵

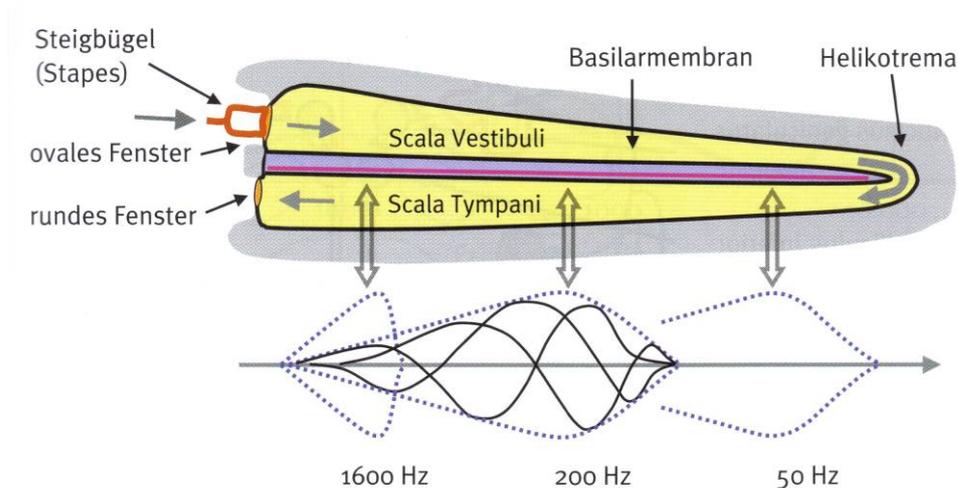


Abbildung 2: Darstellung des Innenohres nach grafischer Abwicklung der Schnecke.

Quelle: Haverkamp 2009, S.55

²⁴ Vgl. Raffaseder 2002, S. 85

u. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 27.11.2008, 1, Ohr
http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761563171/Ohr.html

²⁵ Vgl. Haverkamp 2009, S.53f u. Raffaseder 2002, S. 86

u. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 27.11.2008, 1, Ohr
http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761563171/Ohr.html

Der als Basilarmembran bezeichnete untere Boden des Schneckengangs beherbergt das Corti-Organ, welches aus über 20.000 Haarzellen besteht. Die Lympheflüssigkeit wird durch die aus dem Mittelohr eintreffende, verstärkte Schallenergie in Bewegung gebracht und überträgt diese auf die Haarzellen, welche je das Ende einer Nervenfasern darstellen. Die Gesamtheit der Nervenfasern wird als Hörnerv bezeichnet. Dieser leitet die somit in Nervenimpulse umgewandelten Schwingungen an das Gehirn weiter.²⁶

Folgend wird der eigentliche Hörvorgang, vor allem die differenzierte Auswertung verschiedener Frequenzen, beschrieben. Die vom Steigbügel über das ovale Fenster weitergegebene Schallenergie verursacht Druckschwankungen der Lympheflüssigkeit in der Schnecke, wodurch ihr Volumen in Richtung beider Fenster verschoben wird. Dadurch wird der dazwischen liegende Beginn der Basilarmembran in eine Schwingung versetzt, welche sich im Takt der Druckschwankungen des ovalen Fensters in Form von Wellen Richtung Helikotrema fortsetzt. Die Breite der Basilarmembran nimmt Richtung Helikotrema ständig zu, die Steifigkeit dementsprechend ab und der Schneckengang wird immer enger. Deshalb ändern sich ebenso stetig die Schwingungseigenschaften der Membran, sodass die Wellen jeder Frequenz an einer bestimmten Stelle ein Maximum an Auslenkung erreichen. Wie dies in der Abbildung an den Frequenzbeispielen 50, 200 und 1600 Hz gezeigt wird, befinden sich diese Orte für höhere Frequenzen nahe am ovalen Fenster und für niedriger nahe am Helikotrema. Diese räumlich getrennte Aufnahme einzelner Frequenzen ermöglicht die differenzierte Wahrnehmung dieser.²⁷

2.1.3 Verarbeitung im Gehirn

Die Verarbeitungen auditiver Signale im Gehirn konnte ebenso wie die komplexe Kommunikation der einzelnen Gehirnteile untereinander bis heute noch nicht bis ins letzte Detail erforscht beziehungsweise erklärt werden. Die Nervenbahnen führen vom Gehör in das limbische System des Gehirns, das Reaktionen innerer Organe koordiniert und für die Steuerung von Motivationen und Emotionen zuständig ist. Dies könnte eine

²⁶ vgl. Henn, 1984, S. 185-186 u. Raffaseder 2002, S. 86

²⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 55 u. Henn, 1984, S. 185-186

mögliche Erklärung sein, weshalb akustische Reize direkten Einfluss auf Emotionen, Atem und Pulsfrequenz haben.²⁸

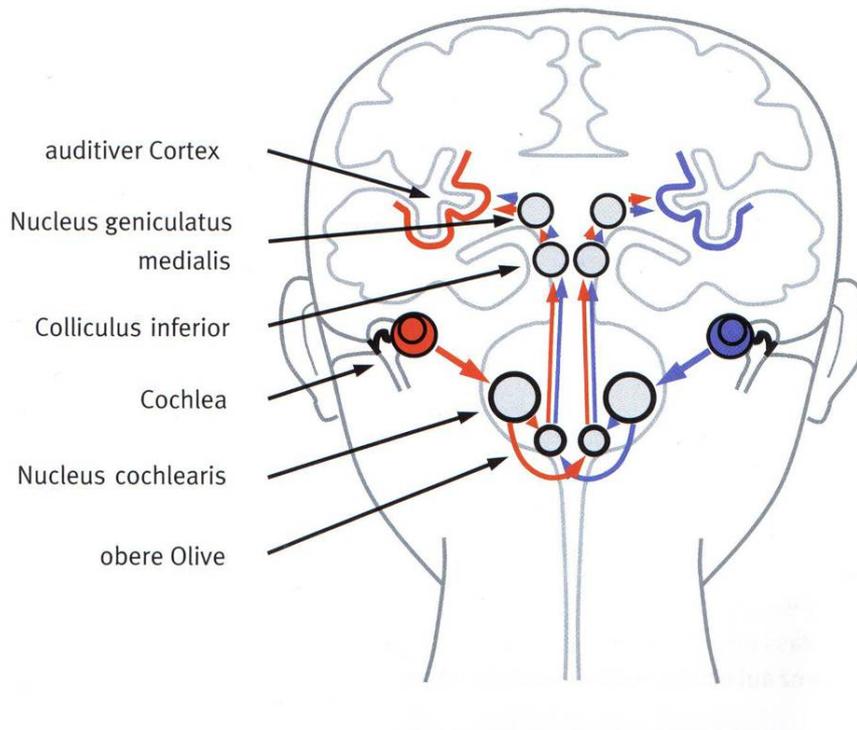


Abbildung 3: Hörbahn

Quelle: Haverkamp 2009, S. 56

In der zuvor abgebildeten Grafik sind die Hörfelder in jeder Gehirnhälfte, auch als auditiver Cortex, oder Hörrinde bezeichnet, zu erkennen. Das von den Sinneszellen der feinen Härchen im Innenohr gesandte Signal wird zuvor noch über verschiedene Nervenknoten, die bereits eine Voranalyse des Signals leisten, bis hin zum auditiven Cortex gebracht. Wie auf der Abbildung ersichtlich, werden bereits beim zweiten Knoten, der „oberen Olive“, die Signale beider Ohren verschaltet. Dies ist notwendig, um die akustischen Signale orten und lokalisieren zu können.²⁹

Die bereits in Kapitel 2.1.2 „Das Gehör“ beschriebene räumliche Verteilung unterschiedlicher Frequenzen auf der Basilarmembran ist im auditiven Cortex ebenfalls

²⁸ vgl. Emrich 2002, S. 25 u. Raffaseder 2002, S. 89

²⁹ Vgl. Guski 1989, S. 39 u. Haverkamp 2009; S. 56-57

vorhanden. Während niedrige Frequenzen im vorderen und seitlichen Bereich verarbeitet werden, ist hohes der mittlere und hintere Bereich vorbehalten.³⁰

2.2 Wahrnehmung visueller Ereignisse

Zu Beginn wird ein kurzer Überblick gegeben, wie die für die visuelle Wahrnehmung notwendigen Lichtstrahlen entstehen. Licht beruht auf Wechselwirkungen zwischen elektrischen und magnetischen Feldern und wird als elektro-magnetische Strahlung bezeichnet. Die Energie, die periodisch zwischen elektrischem und magnetischem Anteil pendelt, bildet eine Welle, die sich im Raum ausbreitet. Bei sichtbarem Licht liegen die Schwingungen des elektromagnetischen Feldes in einem Frequenzbereich von 390 – 790 THz. Im Unterschied zu akustischen Signalen wird bei Licht die Angabe der Wellenlänge gegenüber der Frequenz bevorzugt. Meist ist die Bezeichnung für sichtbares Licht 380 – 780 nm (Nanometer). Hierbei liegt die Farbempfindung Rot bei 660 nm, die Empfindung Grün bei 530 nm und die für Blau bei 460 nm. Licht, das auf das Auge trifft, besteht zumeist nicht nur aus einer einzelnen Frequenz, sondern aus einem Gemisch verschiedener Anteile.³¹

Die elektromagnetischen Wellen können sich in unterschiedlichen Medien, wie Luft, Flüssigkeiten, Festkörpern wie beispielsweise Glas und im Unterschied zu Schallwellen auch im luftleeren Raum ausbreiten. Die konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit, die Lichtgeschwindigkeit, beträgt 300.000km/s.³²

2.2.1 Das Auge

Die Augen dienen dem Menschen und Tieren zur Orientierung, indem sie die elektromagnetischen Wellen des Lichts in ein Muster von Nervenimpulsen umwandeln. Mithilfe des Auges ist dem Menschen ein Unterscheiden von Helligkeiten möglich, wenn

³⁰ Vgl. Haverkamp 2009; S. 57

³¹ Vgl. Haverkamp 2009; S. 51f

Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 14.01.2009, 3, Licht
http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761579230/Licht.html

³² Vgl. Haverkamp 2009; S. 51

die Änderung auch nur gering ist. Weiters können Formen, Farben und Entfernungen von Objekten erkannt und somit weiter ins Gehirn zur Verarbeitung gesandt werden.³³

Aufbau

Das Sehorgan besteht aus dem Augapfel und dem dazugehörigen Sehnerv. Zusätzlich werden Augenlider, Tränenapparat und äußere Augenmuskeln für einen einwandfrei funktionierenden Sehapparat benötigt.³⁴

Der Augapfel ist beinahe kugelförmig und liegt umgeben von Fettgewebe in der Augenhöhle. Die Hülle des Augapfels besteht aus drei Gewebeschichten. Die äußerste besteht im hinteren Teil des Augapfels aus der Lederhaut und im vorderen Teil aus der vorgewölbten, durchsichtigen Hornhaut. Letztere ist eine aus fünf Schichten bestehende Membran, durch die das Licht in das Innere des Augapfels gelangt. Die mittlere Augenhaut gliedert sich in die Aderhaut in der hinteren Hälfte und die Regenbogenhaut, auch Iris genannt, und den Ziliarkörper im vorderen Teil. Die innerste Schicht wird hinten von der lichtempfindlichen Netzhaut, Retina genannt, und vorne von dem Pigmentepithel des Ziliarkörpers und dem Epithel der Regenbogenhaut gebildet.³⁵

³³ Vgl. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 13.01.2009, 2, Auge

http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761564189/Auge.html

³⁴ vgl. Faller 1966, S. 695

³⁵ vgl. Faller 1966, S. 695 u. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 13.01.2009, 2, Auge;

http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761564189/Auge.html

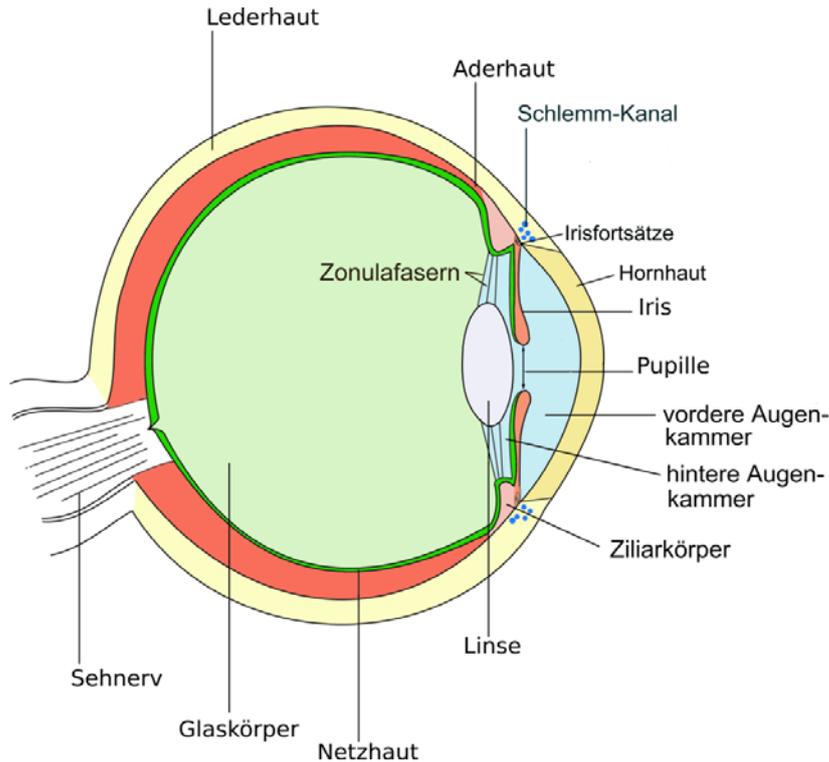


Abbildung 4: Aufbau des menschlichen Auges

Quelle: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Auge.png>

Im vorderen Teil des Augapfels befindet sich der optische Apparat, der Bilder auf der Netzhaut erzeugt. Er besteht aus der vorderen und hinteren Augenkammer, der Linse, dem Ziliarkörper, der Regenbogenhaut, der Pupille, der Hornhaut und dem Glaskörper. Die vordere Augenkammer, die hinter der Hornhaut liegt, ist mit einer durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt, die als Kammerwasser bezeichnet wird. Die dahinter befindliche Linse besteht aus durchsichtigen Proteinfasern, die alle für den Stoffwechsel notwendigen Substanzen aus dem Kammerwasser aufnehmen. Die Linse ist durch die Zonulafasern mit dem Ziliarkörper verbunden und der Ziliarmuskel umspannt die komplette Linse. Mithilfe dessen kann die Linse flacher oder runder geformt werden, was eine Veränderung der Brennweite bewirkt.³⁶

Die Iris bildet eine kreisrunde Öffnung, welche, wie in der Grafik zu sehen ist, die Pupille darstellt. Die Größe dieser Öffnung kann über zwei Muskeln am Rand der Iris gesteuert werden. Vergrößert sich die Pupille, gelangt mehr Licht in das Innere des Auges,

³⁶ vgl. Faller 1966, S. 697 u. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 13.01.2009, 2, Auge; http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761564189/Auge.html

verkleinert sie sich, weniger. Mithilfe dieser Funktion kann das Auge auf die sich ändernden Lichtverhältnisse reagieren und die Lichtstärke schnell ausgleichen.³⁷

Der Glaskörper, größter Bestandteil des Augapfels, enthält eine durchsichtige gallertige Substanz, die zu 98% aus Wasser besteht. Sein Innendruck wird durch das Kammerwasser erzeugt und ist notwendig, damit der Augapfel seine äußere Form behält. Ein gleichbleibender Druck wird durch Produktion und Abfluss des Kammerwassers erreicht.³⁸

Die Netzhaut, die zwischen dem Glaskörper und der Aderhaut liegt, besteht hauptsächlich aus Nervenzellen. Sie teilt sich in mehrere Schichten, wobei die äußerste, der Aderhaut am nächsten liegende Schicht lichtempfindliche Sinneszellen in Form von Stäbchen und Zapfen beinhaltet. Die Sinneszellen in Form von Zapfen ermöglichen das Farbsehen, die in Form von Stäbchen das Unterscheiden von Hell und Dunkel. Insgesamt beinhaltet das menschliche Auge zirka 120 Millionen Stäbchenzellen und sechs Millionen Zapfenzellen.³⁹

Der sogenannte gelbe Fleck liegt gegenüber der Pupille und ist der Bereich des schärfsten Sehens. Die Stäbchen und Zapfen sind über Synapsen, Kontaktstellen innerhalb des Nervensystems, über die Signale übertragen werden, mit anderen Nervenzellen verbunden. Die Signale werden in die nächsten Schichten der Netzhaut weitergeleitet, dort vorverarbeitet und bis zum Sehnerv gebracht, welcher die Impulse ins Gehirn leitet. Beim Austritt des Sehnervs aus der Netzhaut entsteht ein kleiner, runder Bereich, der keine lichtempfindlichen Zellen besitzt. Dieser wird häufig als blinder Fleck bezeichnet. Lichtstrahlen, die genau an diesen Ort fallen, werden nicht gesehen.⁴⁰

³⁷ vgl. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 13.01.2009, 2, Auge
http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761564189/Auge.html

³⁸ vgl. Faller 1966, S. 697

³⁹ vgl. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 13.01.2009, 2, Auge
http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761564189/Auge.html

⁴⁰ vgl. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 13.01.2009, 2, Auge
http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761564189/Auge.html

Funktion

Lichtstrahlen, die von einem Objekt reflektiert werden, fallen über die durchsichtige Hornhaut auf die Linse. Hierbei steuert die Iris, eine vor der Linse befindliche Blende, die Helligkeit, sprich die Empfindlichkeit des Auges. Nach dem Durchdringen der Linse und des Glaskörpers trifft das Licht auf die Sinneszellen, welche Bestandteil der Netzhaut sind. Die Brennweite kann, wie zuvor beschrieben, über Veränderungen des Ziliarmuskels und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Linse verändert werden. Dadurch ist ein Scharfstellen von Objekten unterschiedlicher Entfernungen möglich. Durch das Einfallen des Lichts durch die Linse wird das Bild auf der Netzhaut auf den Kopf gestellt, was später im Gehirn korrigiert wird.⁴¹

Nachdem die Lichtstrahlen den Glaskörper durchquert haben, treffen sie auf der Netzhaut auf, wo die dort befindlichen Zapfen und Stäbchen sowohl die Helligkeit als auch die Farbe der Lichtstrahlen auswerten. Die Netzhaut stellt bereits die erste Stufe der Signalverarbeitung dar, indem benachbarte Rezeptoren ihre Informationen abgleichen und diese anschließend über den Sehnerv zur Weiterverarbeitung in das Gehirn transportieren. Die übermittelnden Neuronen sind so angeordnet, dass ihre Position der zugeordneten Sinneszelle auf der Netzhaut entspricht. Dadurch wird erreicht, dass die flächige Abbildung, die das Auge erstellt hat, auch auf der Sehrinde des Großhirns erhalten bleibt.⁴²

Um das Auge zu schützen, sind einige Vorrichtungen notwendig. Am wichtigsten sind die beiden Augenlider, Hautfalten, die mithilfe eines Muskels geschlossen werden können, welche sie vor zu starkem Licht und mechanischen Außeneinwirkungen schützen. Die Wimpern, kurze Härchen an den Augenlidern, bieten bei halbgeschlossenen Lidern Schutz vor Fremdkörpern und gleichzeitig die Möglichkeit, trotzdem noch zu sehen. Des Weiteren wird der vordere Teil des Augapfels ständig befeuchtet, wodurch kleine Staubteilchen und andere Fremdkörper beseitigt werden. Dazu produzieren Tränendrüsen in den äußeren Augenwinkeln ein salziges Sekret, welches durch das Schließen der Augenlider gleichmäßig auf den Augapfel verteilt wird. Das reflexartige Schließen der Augenlider geschieht in einem Intervall von etwa sechs Sekunden. Wenn

⁴¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 46-47

⁴² vgl. Emrich 2002, S. 28 u. Haverkamp 2009, S. 47-49

akut Fremdkörper verspürt werden, wird öfter „geblinzelt“, um diese mit mehr Flüssigkeit entfernen zu können. Abschließend müssen noch in die Ränder der Augenlider eingebettete Talgdrüsen erwähnt werden, die dafür sorgen, dass die Augenlider und Wimpern flexibel bleiben. Auch die Augenbrauen, die Schweiß und Wasser davon abhalten, bis zum Auge zu gelangen, und die generelle Einbettung der Augen in die Augenhöhlen müssen als erste Schutzmechanismen angesehen werden.⁴³

2.2.2 Verarbeitung im Gehirn

Der Begriff Sehbahn bezeichnet die Verarbeitung des visuellen Signals ausgehend von der Netzhaut bis hin zur Großhirnrinde.

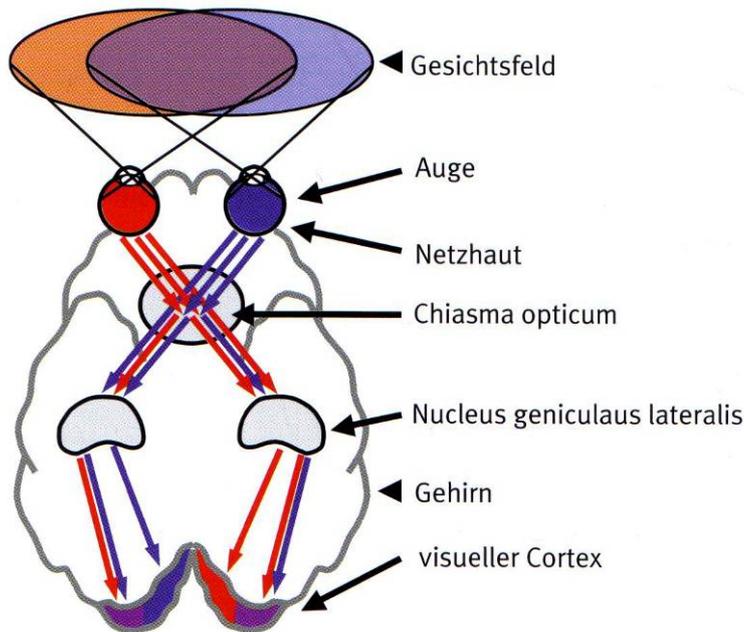


Abbildung 5: Sehbahn

Quelle: Haverkamp 2009, S. 48

Die Sehnerven des linken und rechten Auges treffen einander in einem Punkt, der als Chiasma opticum bezeichnet wird. Durch den Abstand der beiden Augen liefern sie unterschiedliche Informationen, die in diesem Punkt zum Zwecke des dreidimensionalen Sehens miteinander verschaltet werden. Beim Sehen bilden beide Augen jeweils einen

⁴³ vgl. Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008, 13.01.2009, 2, Auge, http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761564189/Auge.html

gewissen Bereich ab. Diese beiden sogenannten Sehfelder überschneiden sich großflächig und bilden gemeinsam das Gesichtsfeld. Im Chiasma opticum werden die Abweichungen der beiden Sehfelder dazu verwendet, um eine räumliche Projektion des Gesichtsfeldes zu erzeugen. Anschließend werden die beiden Bilder über die seitlich liegenden Kniehöcker des Thalamus (Nucleus geniculaus lateralis) auf den visuellen Cortex projiziert. Wie aus der Grafik ersichtlich, werden die Signale des rechten Auges in der linken Hälfte des Gehirns ausgewertet und umgekehrt. Im inneren Teil des visuellen Cortex' wird jeweils nur die Information eines Auges ausgewertet, während im äußeren Teil Informationen von beiden Augen vorliegen.⁴⁴

Die im visuellen Cortex entstandene Abbildung entspricht beiden Netzhautbildern, wenn auch noch etwas verzerrt. Bereits im 19. Jahrhundert wurde erforscht, dass der visuelle Cortex für die Verarbeitung visueller Signale im Gehirn verantwortlich ist. In den letzten Jahrzehnten konnte mithilfe moderner Technik erforscht werden, dass jedoch insgesamt mehr als 30 Bereiche bei der Verarbeitung beteiligt sind. Für einzelne Parameter wie Form, Farbe oder Bewegung sind jeweils eigene Zonen, welche mehr oder weniger verteilt in Hirnarealen mit völlig anderen Funktionen liegen, zuständig.⁴⁵

Im visuellen Cortex wird das grob abgebildete Netzhautbild in ein deutlicheres Wahrnehmungsbild umgewandelt. Die weitere Verarbeitung teilt sich in zwei parallel stattfindende Abläufe. Ein Strang verläuft in Richtung Schläfe und ist für die Identifizierung von Objekten zuständig, der andere verläuft in Richtung Scheitelregion und verarbeitet die Bewegung von Objekten. Beide enden in den Schläfenlappen, wo beides zusammengefügt wird, und somit ist das wahrgenommene Bild räumlich vollendet.⁴⁶

Bei der Verarbeitung visueller Signale im Gehirn bilden Neuronen, die jeweils auf bestimmte Eigenschaften von visuellen Reizen reagieren, gemeinsame funktionale Gruppen. Diese Unterteilung in Funktionseinheiten wird als Modularität bezeichnet und stellt eine Gemeinsamkeit mit der Verarbeitung anderer Sinnessignale dar.⁴⁷

⁴⁴ vgl. Guski 1989, S. 38 u. Haverkamp 2009, S. 48-49

⁴⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 49

⁴⁶ vgl. Haverkamp 2009, S. 49

⁴⁷ vgl. Gegenfurtner 2000, Visuelle Informationsverarbeitung im Gehirn
<http://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/aka.htm> (03.02.2009)

Beim Versuch, die Empfindlichkeit des Auges in Zahlenwerten ähnlich wie beim Ohr auszudrücken, ergibt sich folgende Problematik. Durch die zuvor beschriebene Funktion der Iris ist das Auge in der Lage, sich an die Intensität des Lichtes anzupassen. Je nachdem, ob die Pupille weit geöffnet oder fast verschlossen ist, wird ein gewisser Intensitätsbereich wahrgenommen.⁴⁸

2.3 Unterschiede zwischen Auge und Ohr

Für die Gestaltung von Produkten, die sowohl auditive als auch visuelle Komponenten enthalten, ist das Nutzen der Stärken beider Sinnesbereiche unumgänglich. Um dies in bestem Maße tun zu können, sind grundsätzliche Unterschiede zwischen beiden Sinnesbereichen zu beachten.⁴⁹

Erster und wohl grundlegendster Unterschied ist, dass das Ohr unbeweglich ist und sich nicht vor der Umwelt verschließen lässt. Somit treffen ständig Informationen ein, was selbst mit dafür vorgesehen Hilfsmitteln wie beispielsweise Ohrstöpseln nicht zur Gänze verhindert werden kann. Sogar im Schlaf ist dieses Sinnesorgan aktiv und nimmt Informationen auf. Durch die ständige Wahrnehmung akustischer Ereignisse gelangt Gehörtes häufig in das Unterbewusstsein, wodurch eine einfache Beeinflussbarkeit entsteht. Diese wird oft durch bewusst eingesetzte Hintergrundmusik sowohl in der Werbung als auch bei Filmen ausgenutzt.⁵⁰

Im Gegensatz zum Ohr kann das Auge immer nur einen bestimmten Bereich einer Umgebung erfassen. Aufgrund dessen werden Objekte nur dann visuell wahrgenommen, wenn bewusst in diese Richtung geblickt wird. Beim Ohr werden zu jeder Zeit alle in der Umgebung befindlichen Geräusche wahrgenommen.⁵¹

Ein weiterer Aspekt ist die Wirkung von akustischen und visuellen Signalen. Während bei einem Gespräch zwei Personen zumeist völlig unterschiedliche visuelle Ausschnitte betrachten, ist ihre akustische Wahrnehmung bis auf kleine Unterschiede aufgrund unterschiedlicher Positionen relativ ähnlich. Diese kollektivierende Wirkung

⁴⁸ vgl. Haverkamp 2009, S. 50

⁴⁹ vgl. Raffaseder 2002, S. 249

⁵⁰ vgl. Guski 1989, S. 149 u. Raffaseder 2002, S. 249

⁵¹ vgl. Raffaseder 2002, S. 249-250 u. Guski 1989, S. 163-164

akustischer Signale fällt auch bei Ansammlungen großer Menschenmassen auf. Während ein auffälliges Geräusch wie beispielsweise ein Schuss die Aufmerksamkeit aller Personen auf sich zieht, würden nur wenige Personen sehen, dass überhaupt eine Waffe gezogen wurde.⁵²

Wie in den vorigen Kapiteln erwähnt, sind auch bei der Übertragung von akustischen und visuellen Sinnesreizen Unterschiede vorhanden. Die Kapazität bei der Übertragung visueller Reize ist größer, und sie werden direkt ins Großhirn übertragen. Im Gegensatz dazu werden akustische Signale zuvor im Zwischenhirn, wo ebenso Reaktionen innerer Organe und Emotionen gesteuert werden, vorverarbeitet. Dies begründet möglicherweise die direkte Beeinflussung der Emotionen sowie das direkte Hervorrufen von Körperreaktionen durch akustische Signale.⁵³

Ein weiterer Punkt, in dem sich Auge und Ohr unterscheiden, ist die Tatsache, dass das Ohr mehrere einzelne Ereignisse zur selben Zeit erfassen kann. Als Gegenargument wird häufig gebracht, auch wahrgenommene Bilder bestünden aus vielen einzelnen Objekten. Zu bedenken ist aber, dass jede einzelne akustische Struktur, wovon wie gesagt mehrere gleichzeitig erfasst werden können, ebenso aus vielen einzelnen Signalen besteht. Dies soll durch folgendes Beispiel veranschaulicht werden. Ein/e Zuhörer/in kann trotz wahrgenommenem Straßenlärm ein Musikstück hören und gleichzeitig einem Gespräch zweier neben ihm/ihr stehenden Personen folgen. Im Gegensatz dazu ist eine Überlagerung mehrerer Bilder nicht möglich, ohne große Verwirrung zu stiften. Genauso ist ein Beobachten von gleichzeitig stattfindenden Bewegungen kaum möglich. Kreuzen zwei Fahrzeuge einander, kann nur eines verfolgt werden.⁵⁴

Für das Entstehen eines akustischen Signals ist eine Bewegung unumgänglich. Visuell können auch statische Objekte wahrgenommen werden. Eine Veränderung der Zeit beziehungsweise der Geschwindigkeit spielt im visuellen Bereich eine untergeordnete Rolle. Für Filmanalysen wird aus diesem Grund häufig auf Standbilder zurückgegriffen, was im Gegensatz dazu im akustischen Bereich undenkbar wäre. Auch

⁵² vgl. Raffaseder 2002, S. 250

⁵³ vgl. Emrich 2002, S. 25 u. Raffaseder 2002, S. 250

⁵⁴ vgl. Raffaseder 2002, S. 250-252

wenn sich dies mithilfe der Granularsynthese verwirklichen lässt, ist die Sinnhaftigkeit dahinter fraglich, da das Geräusch dadurch zur Gänze verfälscht wäre.⁵⁵

Abschließend folgt eine Tabelle als Zusammenfassung und Darstellung der Unterschiede zwischen Auge und Ohr:

Auge	Ohr
Beweglich, verschließbar	Unbeweglich, nicht verschließbar
Gerichtet, gezielt einsetzbar Daher eher bewusst und aktiv	Nicht gerichtet, umfassend Daher eher unbewusst und passiv
Eine Oktave wahrnehmbar (ungefähr $400 \cdot 10^{12} - 800 \cdot 10^{12}$ Hz)	Zehn Oktaven wahrnehmbar (ungefähr 20-20.000 Hz)
Informationen über Oberflächenstruktur und die Zusammensetzung des Blickfeldes	Informationen über die Beschaffenheit physikalischer Prozesse (v. a. Bewegungen) und die beteiligten Materialien im umgebenden Raum
Hinsehen bedeutet an anderer Stelle Wegsehen; daher: selektiv, individuell, distanzierend	Geräusche und Klänge an einem Ort für alle gleich; daher: verbindend, ganzheitlich
Nervenbahnen ins Gehirn: $2 \cdot 10^6$	Nervenbahnen ins Gehirn: $2 \cdot 10^4$
Übertragungskapazität: $5 \cdot 10^7$ bit/s	Übertragungskapazität: $4 \cdot 10^4$ bit/s
Hilfreich bei der Bewältigung differenzierter Leistungen	
	Direkte Verschaltung mit dem Zwischenhirn, das Emotionen und Hormonhaushalt steuert
	Kann unmittelbare Körperreaktionen auslösen (z.B.: Beschleunigung von Puls)

⁵⁵ vgl. Raffaseder 2002, S. 252

Bilder nur als Einzelereignisse (oder Folge von Einzelereignissen) wahrnehmbar	Mehrere akustische Ereignisse gleichzeitig wahrnehmbar
Statische Objekte gut wahrnehmbar	Nur bewegte, sich zeitlich verändernde Prozesse wahrnehmbar

Tabelle 1: Vergleich zwischen Auge und Ohr

Quelle: Raffaseder 2002, S. 251

2.4 Wahrnehmungsobjekte

Mithilfe der Wahrnehmung soll dem Menschen die Möglichkeit gewährleistet sein, seine Umwelt in bestem Maße abzubilden. Hierfür ist ein Erkennen von Objekten und in weiterer Folge ein richtiges Einordnen in einen Kontext notwendig, um grundlegende Informationen auszuwerten und so beispielsweise Gefahrensituationen und Bedrohungen erkennen zu können.⁵⁶

Da schnell getroffene Entscheidungen mehr oder weniger Voraussetzungen für jedes aktive Handeln sind, ist ein rasches Verarbeiten der wahrgenommenen Informationen notwendig. Ein Aufnehmen der Sinnesdaten in voller Komplexität wäre zu aufwendig, daher wird nur eine bestimmte Anzahl an Reizen wahrgenommen, die sich auf das Wesentliche beschränken. Die somit vereinfachten Objekte, die zur Beurteilung ausreichend sind, werden von Haverkamp als Wahrnehmungsobjekte bezeichnet. Dies bedeutet im visuellen Bereich beispielsweise, dass Menschen nur einen gewissen Frequenzbereich des Lichtes sehen können. Des Weiteren werden die unterschiedlichen Lichtspektren zu einer wahrgenommenen Farbe zusammengesetzt.⁵⁷

In der Umwelt stellen Wahrnehmungen, die nur auf einem Sinnesbereich beruhen, die absolute Ausnahme dar. Doch selbst wenn dies geschieht, werden im Sinne einer multisensuellen Wahrnehmung zusätzlich häufig andere Sinnesbereiche assoziiert, um somit multisensuelle Wahrnehmungsobjekte zu schaffen. Beispielsweise löst das Geräusch eines schwirrenden Insektes zusätzlich Bilder davon aus. Dies zeigt das

⁵⁶ vgl. Haverkamp 2009, S. 73

⁵⁷ vgl. Emrich 2002, S. 29-30 u. Haverkamp 2009, S. 73

Bestreben nach der Schaffung von Wahrnehmungsobjekten, die möglichst viele Sinnesbereiche berücksichtigen.⁵⁸

Die vom Menschen erschaffenen Wahrnehmungsobjekte stimmen rein physikalisch gesehen mit den tatsächlichen nicht überein. Sie können eher als eine Art Schätzung und Vereinfachung angesehen werden, wobei auch Gedächtnisinhalte mitbestimmen. Das Wahrnehmungsbild (Wahrnehmungsbild steht in diesem Fall nicht nur für visuelle Wahrnehmungen, sondern für alle Sinnesbereiche) wird gemeinsam mit einem Erinnerungsbild (hierzu zählen sämtliche Erinnerungen und Erfahrungen, die ein Mensch bisher gesammelt hat) kombiniert, und so wird das endgültige Wahrnehmungsobjekt konstruiert.⁵⁹

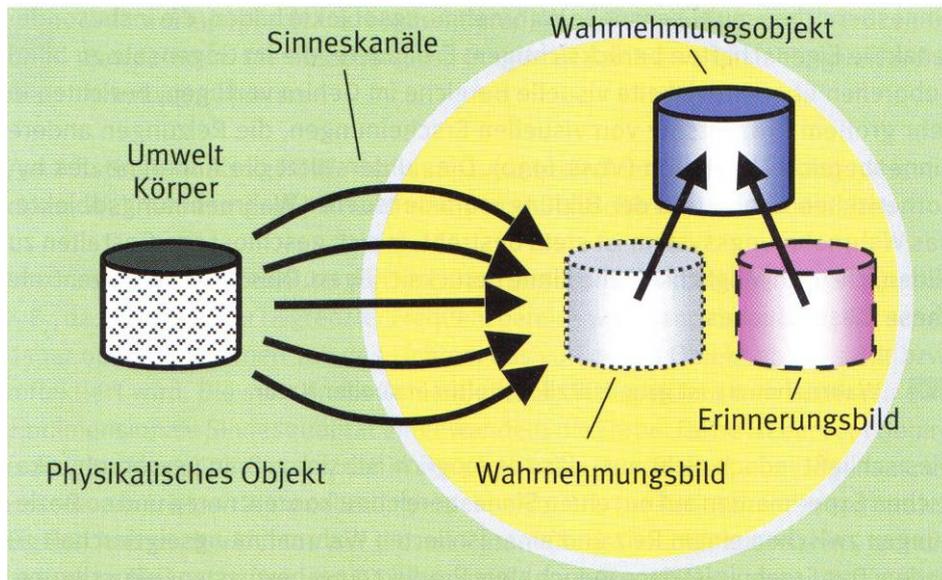


Abbildung 6: Zusammensetzung eines Wahrnehmungsobjektes

Quelle: Haverkamp 2009, S. 76

Wenn extrem schnelle Reaktionen gefordert sind, der Wahrnehmungsapparat und das Gedächtnis demnach die Reize stärker selektieren müssen und das Gedächtnis weniger Zeit hat, Erinnerungsbilder zu berücksichtigen, steigt auch die Wahrscheinlichkeit, Fehlentscheidungen zu treffen und falsche Wahrnehmungsobjekte zu konstruieren.⁶⁰

⁵⁸ vgl. Haverkamp 2009, S. 74-75

⁵⁹ vgl. Haverkamp 2009, S. 74-75

⁶⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 76-77

Das Gehirn interpretiert lückenhafte Umweltreize und konstruiert somit schlüssige Wahrnehmungen. Beispielsweise genügt das Sehen von wenigen nicht zusammenhängenden Strichen, um einen Buchstaben oder eine Ziffer zu erkennen.⁶¹

Um sinnvolle Wahrnehmungsbilder erstellen zu können, ist das Zusammenfassen von Sinnesreizen eines Objektes und das Trennen von anderen Objekten notwendig. Dies erleichtert das Erkennen der Umwelt und bewirkt eine Steigerung der Effizienz der Wahrnehmung.⁶²

Aufgabe des Wahrnehmungssystems ist auch, teilweise verdeckte oder verfälschte Objekte zu erkennen. Daher werden die momentan wahrgenommenen Daten mit einer Korrektur versehen um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Bei unterschiedlichen Entfernungen und Perspektiven von Objekten können diese zunächst verschieden groß wirken. Dies wird durch abgespeicherte Informationen im Gehirn interpretiert und korrigiert. Wird beispielsweise ein Auto in der Ferne gesehen, kann mithilfe der momentanen visuellen Wahrnehmung alleine eigentlich nicht die Größe des Fahrzeuges festgestellt werden. Erst das komplette Wahrnehmungsobjekt gibt die richtige Auskunft. Ähnlich passiert dies bei Farben. Die wahrgenommene Farbe eines Objektes ist abhängig von den jeweiligen Lichtverhältnissen. Zumeist gelingt dem Menschen eine richtige Einschätzung der Färbung des einfallenden Lichtes, und somit kann die reale Farbe des Objektes bestimmt werden. Das folgende Bild zeigt einen Spielzeug-VW Käfer, der mit unterschiedlichen Weißabgleicheinstellungen der Kamera fotografiert worden ist. Vermutlich wird er trotz dieses Umstandes auf allen Fotos als weiß erkannt werden.⁶³



Abbildung 7: Farbkonstanz der Wahrnehmung

⁶¹ vgl. Emrich 2002, S. 30

⁶² vgl. Haverkamp 2009, S. 81

⁶³ vgl. Haverkamp 2009, S. 84-86

Ähnliches gilt im auditiven Bereich. Eine Stimme wird meist auch erkannt, wenn die Person erkältet ist oder über das Telefon spricht, obwohl die Signale dann physikalisch gesehen große Unterschiede aufweisen.⁶⁴

Dem Menschen ist das Fokussieren auf genau einen Sinneskanal meist kaum möglich. Eine 2007 durchgeführte Studie des Autors zeigte, dass zweimalige Bewertungen ein und desselben auditiven Signals völlig unterschiedlich ausfallen können, wenn einmal visuelle oder taktile Information dazukommen. Die gleichzeitige Verarbeitung über mehrere Modalitäten führt anscheinend zu einer Verteilung der Aufmerksamkeit. Das ist ein möglicher Grund, warum Musiker/innen häufig ihre Augen schließen, wenn sie ein Musikstück bewerten wollen.

Als interessant erscheint auch die Beeinflussung von visuellen und auditiven Nacheffekten. In einem Versuch wurde Testpersonen ein visuelles Objekt gezeigt, das immer kleiner wurde, sich somit von ihnen wegbewegte. Danach wurde ein Ton mit konstanter Lautheit vorgespielt, der von der Vielzahl der Testpersonen als lauter werdender Ton wahrgenommen wurde.⁶⁵

2.5 Wahrnehmungsqualitäten

Das Ergebnis bewusster Wahrnehmungen und Erinnerungen ist stets nur dem Individuum selbst zugänglich. Eine Beschreibung dieser Bilder, sowohl visueller als auch auditiver, ist zwar möglich, das Erlebte selbst bleibt jedoch der jeweiligen Person allein vorbehalten. Für die Beurteilung eines Wahrnehmungsereignisses sind diese subjektiv empfundenen Eigenschaften, die Wahrnehmungsqualitäten, von großer Bedeutung. Dies ist ein Grund dafür, dass die jahrelang ausgeklammerte Komponente der subjektiven Empfindung in den letzten Jahren intensiv erforscht wird.⁶⁶

Ein Problem, das sich bei der Forschung ergibt und vermutlich nicht einfach geklärt werden kann, ist die Frage, ob jeder Mensch gleich wahrnimmt oder ob Unterschiede vorhanden sind.

⁶⁴ vgl. Haverkamp 2009, S. 86

⁶⁵ vgl. Kitagawa zit. n. Haverkamp 2009, S. 89-90

⁶⁶ vgl. Haverkamp 2009, S. 92-93

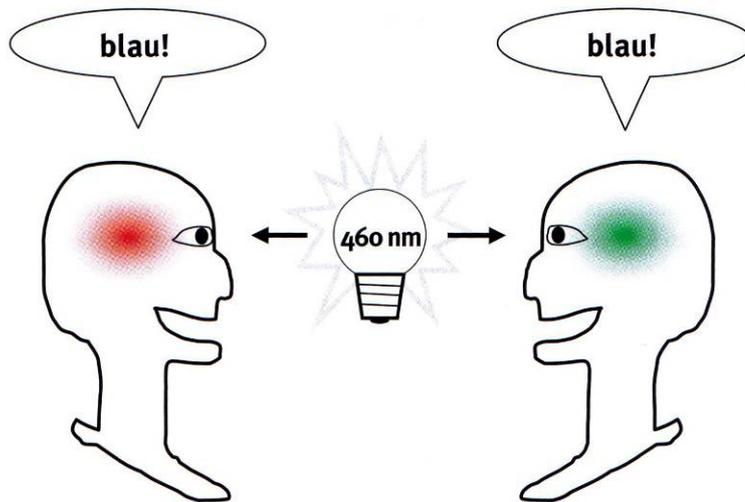


Abbildung 8: Farbwahrnehmung

Quelle: Haverkamp 2009, S. 94

Beispielsweise ist bei der Wahrnehmung von Farben unklar, was jede/r Einzelne tatsächlich sieht. Zwar kann jeder Mensch grundsätzlich denselben Frequenzbereich sehen, aber die Empfindung, die ein Lichtreiz auslöst, könnte verschieden sein. Diese unterschiedlichen Wahrnehmungen zu erkennen, ist faktisch nicht möglich. Wie in der obigen Grafik dargestellt, nehmen zwei Personen Licht mit ein und derselben Wellenlänge möglicherweise völlig unterschiedlich wahr. Beide haben aber gelernt, diese subjektiv empfundene Farbe als Blau zu bezeichnen.⁶⁷

⁶⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 94

3 Verknüpfung der Sinnesbereiche im Wahrnehmungssystem

In folgendem Kapitel werden die Verknüpfungen der Sinnesbereiche im Wahrnehmungssystem in einzelne Kategorien unterteilt. Für die Einteilung wurde die Kategorisierung Michael Haverkamps herangezogen. (Dr. Michael Haverkamp, 2009, Synästhetisches Design, Kreative Produktentwicklung für alle Sinne, München) Zusätzlich wurden Ergänzungen zu den einzelnen Themengebieten von anderen Quellen übernommen.

3.1 Synästhesie/ Genuine Synästhesie

Die menschliche Wahrnehmung verläuft nicht so separat, wie die einzelnen Sinne zunächst scheinen.⁶⁸

“Die meisten Ereignisse, die uns interessieren und auf die wir achten, stimulieren mehr als ein Sinnessystem. Wir sehen jemanden gehen und hören seine Tritte, oder wir hören ihn sprechen und schauen ihm ins Gesicht. Wir schauen die Dinge an, die wir anfassen, und wir erfahren die Bewegungen unseres Körpers kinästhetisch wie visuell. In unserem Mund fühlen wir, was wir schmecken, und spüren die Bewegungen der Sprechorgane, wenn wir den Klang der Wörter hören, die wir sprechen. [...] Wenn wir etwas sehen, strecken wir die Hand aus, um es zu berühren, und was unsere Hand fühlt, ist koordiniert mit dem, was wir sehen.”⁶⁹

3.1.1 Definition/Abgrenzung

Zu Beginn sollte der Begriff Synästhesie bestimmt und abgegrenzt werden, was sich jedoch als schwierig erweist. Früher wurde häufig die Definition des Psychologen Albert Wellek verwendet, der Synästhesie, auch Doppel-, Sekundär- oder Mitempfindung

⁶⁸ vgl. Marks 1978

⁶⁹ Neisser 1976/79, S. 32f.

genannt, als eine „Verschmelzung zweier oder mehrerer Sinnessphären (-modi) in einem übergreifenden Akt der Wahrnehmung oder Vorstellung“ bezeichnet.⁷⁰

Die Schwierigkeit, Grenzen zu ziehen, führt dazu, dass in der Literatur häufig jede Verknüpfung von akustischen und optischen Elementen als Synästhesie bezeichnet wird. Dieser Umstand bewirkt jedoch weitere Unklarheit in dem ohnehin schwer erforschbaren Wissensgebiet. Nur Phänomene, die mittels verschiedener Kriterien eindeutig zuzuordnen sind, sollen als Synästhesien bezeichnet werden, alle anderen als synästhetische Erscheinungen. Haverkamp unterteilt Letztere später noch in weitere Kategorien.⁷¹

Ende der achtziger Jahre erforschte der Neurologe Richard Cytowic mithilfe einer Studie fünf Merkmale, welche helfen, Synästhesie von anderen Phänomenen abzugrenzen. Auf eine/n wahre/n Synästhetiker/in müssen vier der folgenden fünf Kriterien zutreffen:⁷²

- “Synesthesia is involuntary but elicited
- Synesthesia is projected
- Synesthetic percepts are durable and discrete
- Synesthesia is memorable
- Synesthesia is emotional”⁷³

Ein Hauptmerkmal der Synästhesie ist somit der unwillkürliche Vorgang. Bestimmte Gerüche, Vokale oder Töne führen triebhaft zu Farbvorstellungen, im Gegensatz zur intermodalen Analogiebildung, wo Versuchspersonen beispielsweise Farben und Töne zuordnen sollen.⁷⁴

Nach weiteren Untersuchungen kommt Cytowic zu dem Schluss, dass nur einer von 300.000 Menschen ein/e Synästhetiker/in ist, wohingegen die meisten Menschen die Fähigkeit zur intermodalen Analogiebildung besitzen. Die angenommene Häufigkeit der Synästhetiker/innen steigt im Laufe seiner Karriere allerdings stetig. 1995 vermutet er

⁷⁰ vgl. Wellek 1954, Sp. 1804

⁷¹ vgl. Jewanski 1999, S. 94

⁷² vgl. Cytowic 1989, S. 64f.

⁷³ Cytowic 1989, S. 64f.

⁷⁴ vgl. Jewanski 1999, S. 95

unter 25.000 Menschen bereits eine/n Synästhetiker/in. Cytowic' Studien zeigten, dass die Synopsien ausgeprägter Synästhetiker/innen subjektiv und nicht strukturierbar sind. Die intermodalen Verknüpfungen dieser Menschen besitzen einen äußerst fluktuativen Charakter und sind im Allgemeinen von der personalen Struktur und dem persönlichen Umfeld abhängig.⁷⁵

Basierend auf diesen Erkenntnissen erstellte der Musikpsychologe Dr. Klaus-Ernst Behne eine oft zitierte und gezeigte Tabelle für den Vergleich und die Abgrenzung zwischen Synästhesie und intermodaler Analogie.⁷⁶

Synästhesie	intermodale Analogie
Reiz-bedingt	Frage-bedingt
nicht überprüfbar	überprüfbar (in größeren Stichproben)
intrapersonale Varianz [Ontogenese]	
sehr klein	mittelgroß bis groß
interpersonale Varianz [Phylogenese]	
groß	klein bis mittelgroß
absolute Zuordnung (kontextunabhängig) (passiv)	relative Zuordnung (kontextabhängig) (aktiv)
selten [1:300.000]	häufig
(noch) nicht erklärbar	(weitgehend) erklärbar
linkshemisphärisch (?)	rechtshemisphärisch

Tabelle 2: Gegenüberstellung der trennenden Merkmale von "Synästhesie" und "intermodaler Analogie" (nach Behne 1992)

Im Großen und Ganzen stehen sich zwei verschiedene Definitionen gegenüber: die von Albert Wellek, der sämtliche Analogien zweier Sinne als Synästhesie bezeichnet, und die strenge Definition von Richard Cytowic.⁷⁷

⁷⁵ vgl. Hurte 1982, S.37 und Cytowic 1989 S. 95

⁷⁶ vgl. Behne zit. n. Jewanski 1999 S. 95

⁷⁷ vgl. Jewanski 1999, S. 96

3.1.2 *Genuine Synästhesie*

Die im vorigen Kapitel beschriebene, von anderen Phänomenen abgegrenzte Synästhesie wird heute in der Literatur meist als Genuine Synästhesie bezeichnet. Genuine Synästhetiker/innen können beispielsweise Farbenhören, was bedeutet, dass auditive Reize bei ihnen zusätzlich visuelle Wahrnehmungen hervorrufen. Diese weisen bei ein und derselben Person eine große Konstanz auf. Beispielsweise wird das Hören eines C' zwingend mit dem Sehen eines roten Gebildes verbunden. Diese wahrgenommenen Farben und auch Formen weisen jedoch zwischen verschiedenen Personen keine beziehungsweise kaum Ähnlichkeiten auf.⁷⁸

In der Synästhesie-Forschung kann auf wahrnehmungspsychologische Tests nicht verzichtet werden. Durch die medizinische Forschung konnte dieses Phänomen bis jetzt noch nicht vollständig erklärt werden.⁷⁹

Wie bereits im vorhergehenden Kapitel angemerkt, bezeichnet der Neurologie Richard Cytowic bei seiner Definition von Synästhesie zirka eine Person von 300.000 als Synästhetiker/in. In seinen späteren Werken ist auch von jedem/r 25.000sten die Rede. Generell sind bei verschiedenen Autoren aufgrund der zu geringen Stichprobengrößen unterschiedliche Werte für den Anteil der Synästhetiker/innen an der Gesamtbevölkerung zu lesen. Eine trotzdem zu erkennende Gemeinsamkeit ist eine Zunahme bei der Schätzung. Die Arbeitsgruppe von Emrich spricht von Werten zwischen 1:500 bis 1:1000.⁸⁰

Ein weiterer erwähnenswerter Punkt scheint die Verteilung zwischen Männern und Frauen zu sein. Auch wenn in diesem Punkt wieder unterschiedliche Zahlenverhältnisse präsentiert werden, dominieren eindeutig die Frauen. Bei Emrich ist von einer Verteilung von 8:1 zugunsten der Frauen zu lesen.⁸¹

Synästhetiker/innen können, wenn sie beispielsweise Farben hören, zu jedem Zeitpunkt klar definieren, was der primäre Reiz und was die Sekundärempfung ist. Dies führt zu dem Rückschluss, dass Synästhesie nicht die Vermischung mehrerer

⁷⁸ vgl. Haverkamp 2009, S.247f

⁷⁹ vgl. Haverkamp 2009, S.248

⁸⁰ vgl. Emrich 2002, S. 14

⁸¹ vgl. Emrich 2002, S. 33

Sinnesbereiche darstellt. Synästhetische Wahrnehmung erfolgt parallel zur primären Wahrnehmung, ohne diese zu blockieren. Beispielsweise kann ein/e Synästhetiker/in, der/die aufgrund eines akustischen Reizes Farben sieht, dies tun, ohne das Hören zu beeinflussen. Als sekundärer Sinnesbereich kann nur einer dienen, der auch als primärer vorhanden ist. Interessanterweise erfahren erblindete Personen häufiger visuelle Synästhesien als Menschen mit einem gesunden Sehapparat. Personen, die bereits blind geboren wurden, können auf den visuellen Bereich weder für primäre Wahrnehmung noch für Sekundärempfindungen zugreifen.⁸²

Synästhetiker/innen haben eine sehr genaue Vorstellung von ihren Sekundärempfindungen und beschreiben diese mit einer faszinierenden Genauigkeit. Deshalb wird bei Testreihen von Synästhetikern/innen oft bemängelt, dass beispielsweise nicht genau der Farbton zur Verfügung steht, den sie vor sich sehen. Auch bei Studien, bei denen sie ihr gesehenes Bild selbst grafisch wiedergeben sollen oder genau beschreiben sollen, um dieses computerunterstützt zu generieren, sind sie häufig mit dem Ergebnis unzufrieden.⁸³

Ein weiterer Abgrenzungspunkt der Genuinen Synästhesie ist, dass sie „uni-directional“ stattfindet. Bei der intermodalen Analogiebildung und der Assoziation hingegen können zwei Sinne in beiden Richtungen verbunden werden. Am häufigsten sind Synästhetiker/innen zur visuellen Wahrnehmung aufgrund eines akustischen Primärreizes fähig, seltener zur auditiven Wahrnehmung aufgrund visueller Reize. Wenige Ausnahmen verfügen über beide Arten der Synästhesie, wobei diese zu unterschiedlichen Erscheinungen führen. Zur Verdeutlichung ein Beispiel: Führt der Klang eines eingestrichenen Cs eines bestimmten Klaviers zur Wahrnehmung eines blauen Dreiecks, führt das Sehen dieses blauen Dreiecks nicht automatisch zur Wahrnehmung dieses Klanges.⁸⁴

⁸² vgl. Haverkamp 2009, S.250-251

⁸³ vgl. Emrich 2002, S. 33 u. Haverkamp 2009, S.251

⁸⁴ vgl. Haverkamp 2009, S.251-253

3.1.3 *Farbenhören – Tönesehen*

Das Farbenhören (engl. color-hearing frz. audition colorée) ist die Form von Synästhesie, die in der Literatur am häufigsten beschrieben wird, und bezeichnet ein Farbempfinden aufgrund eines auditiven Reizes. Dieses Phänomen tritt bei Synästhetikern/innen unwillkürlich auf und führt zu einer subjektiven Farbe-Ton-Beziehung, die in ihrer Art das ganze Leben konstant bleibt. Wie bereits erwähnt, können auch andere Menschen mithilfe von Analogiebildung spontan Tönen Farben zuordnen. Diese Farb-Ton-Zuordnung ist allerdings vom Wahrnehmungskontext abhängig, das heißt, eine Person ordnet ein und demselben Ton bei mehreren Wiederholungen nicht unbedingt jedes Mal dieselbe Farbe zu. Werden die Analogien mehrerer Personen verglichen, zeigen sich durchaus Gemeinsamkeiten. Bei Synästhetikern/innen hingegen findet sich ein individuelles Schema für die Zuordnung von primären und sekundären Empfindungen, bei dem sich nicht nur die Art der Farbzuordnung unterscheidet, sondern auch die Auswahl der einzelnen akustischen Parameter, auf welche die Zuordnung aufbaut. So bilden manche Synästhetiker/innen Farb-Ton-Paare rein aufgrund der Tonhöhe, während andere beispielsweise die Klangfarbe oder das Tempo berücksichtigen.⁸⁵

Bei näherer Betrachtung der Thematik bietet sich eine Untersuchung der Zuordnung von Farben und Klängen bei Nicht-Synästhetikern/innen an. Zum einen sollten sich dabei Gemeinsamkeiten finden. Zum anderen wäre interessant herauszufinden, ob die Parameter, welche der Zuordnung zugrunde liegen, von Person zu Person verschieden sind, oder ob markante Tendenzen zu erkennen sind. Um Antworten auf diese Fragen zu erlangen, beschäftigt sich der praktische Teil dieser Arbeit mit diesem Bereich.

Hört eine Person durch einen visuellen Reiz einen Klang, wird dies Tönesehen genannt. Über diese Form von Synästhesie wurde zunächst nur wenig geschrieben, da sie im Gegensatz zum Farbenhören selten auftritt. In den letzten Jahren wird jedoch vermehrt darüber berichtet.⁸⁶

Die Verbindung mehrerer Sinnessphären wird als Universal-Synästhesie bezeichnet. Alles wird in Farben gesehen oder klingen gehört.⁸⁷

⁸⁵ vgl. Frieling 1968, S. 199 u. Haverkamp 2009, S. 255f

⁸⁶ vgl. Haverkamp 2009, S. 261 u. Jewanski 1999, S. 91

⁸⁷ vgl. Jewanski 1999, S. 91

„Die Art der Verbindung kann zwischen den Extremen Empfindung und Vorstellung pendeln. Hier gibt es vier Grundformen.“⁸⁸

- *„Doppelempfindung* (Empfindung und Empfindung): Beim Hören einer Trompete wird die Farbe Rot regelrecht gesehen, beide Sinnessphären sind empfunden.
- *Folge-Vorstellung* (Empfindung und Vorstellung): Beim Hören einer Trompete wird die Farbe Rot nur vorgeseht.
- *Folge-Empfindung* (Vorstellung und Empfindung): Die Vorstellung des Trompetenklanges führt zum Sehen der Farbe Rot.
- *Doppel-Vorstellung* (Vorstellung und Vorstellung): Die Vorstellung des Trompetenklanges führt zur bloßen Vorstellung der Farbe Rot.“⁸⁹

Basierend auf dieser Einteilung definiert Janesch drei Synästhetiker-Typen: „Der *Empfindungssynästhetiker* sieht die optischen Inhalte regelrecht, der *Vorstellungssynästhetiker* stellt sie sich vor, der *Gefühlssynästhetiker* hat nur das Gefühl als ob.“⁹⁰

3.1.4 Wozu Synästhesie?

Die Frage, wozu Synästhesie überhaupt notwendig ist, kann im Gegensatz zu Analogien und Assoziationen bisher nicht beantwortet werden. Drei Thesen, die diesbezüglich des Öfteren diskutiert werden, sollen der Vollständigkeit halber kurz erwähnt werden.⁹¹

Eine These besagt, dass elementare Verbindungen der Sinnesbereiche bei allen Menschen vorhanden sind, jedoch bei der Mehrzahl der Menschen nicht in das Bewusstsein treten und deshalb nicht „verwendet“ werden können.⁹²

⁸⁸ Jewanski 1999, S. 91 u. 92

⁸⁹ Wellek 1954, Sp. 1805

⁹⁰ Anschütz 1953, S. 223

⁹¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 271

⁹² vgl. Haverkamp 2009, S. 271

Eine zweite Theorie meint, dass synästhetische Wahrnehmung ein „neuer Sinn“ sei, der die Wahrnehmung bereichert und als „Höherentwicklung von Gehirnfunktionen“ angesehen werden darf, was meist mit einer Zunahme der Flexibilität verbunden ist. Beispielsweise sind manche Tiere in ihrer Disziplin (Vögel - fliegen; Fische - schwimmen) dem Menschen voraus. Der Mensch mit seinem höher entwickelten Gehirn weiß sich dafür zu helfen und kann Geräte für den jeweiligen Einsatz konstruieren.⁹³

Die dritte These besagt, dass „[S]ynästhetische Phänomene [...] auch als Produkte der Hypothesenbildung bei lückenhaften Sinnesdaten verstanden werden“⁹⁴ können. In der Außenwelt weisen so gut wie alle Objekte eine Farbe auf, welche fix mit den Produkten verknüpft wird. Anders sieht dies bei künstlich generierten Gegenständen wie beispielsweise Zahlen oder Ziffern aus. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass gewisse Personen beim Lernen von Buchstaben und Zahlen bestimmte Farben damit verknüpfen, die in weiterer Folge fixer Bestandteil bei der Wahrnehmung dieser Zeichen bleiben. Diese Annahme würde auch gut mit der Tatsache übereinstimmen, dass viele erblindete Personen visuell-synästhetische Wahrnehmungen bei einem akustischen oder taktilen Reiz als eine Art Ersatzfunktion nach der Erblindung aufweisen.⁹⁵

3.2 Intermodale Analogie

„Der Begriff intermodale Analogie bezieht sich auf die Fähigkeit des Wahrnehmungssystems, über die Sinnesgrenzen hinweg Korrelationen zu erkennen und zur Identifizierung von Objekten und Atmosphären auszuwerten.“⁹⁶

Eine wichtige Aufgabe des menschlichen Wahrnehmungssystems besteht darin, verschiedene Sinnesreize miteinander zu kombinieren und somit die Wahrnehmung eines kompletten Objektes zu gewähren. Die einzelnen Sinnesreize werden mit

⁹³ vgl. Van Campen u. Freuwörth zit.n. Haverkamp 2009, S. 271-272

⁹⁴ Haverkamp 2009, S. 272

⁹⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 272

⁹⁶ Haverkamp 2009, S. 132

unterschiedlichen Rezeptoren und durch diverse Verarbeitungsschritte im neuronalen System erfasst, um somit ein in sich geschlossenes Wahrnehmungsobjekt zu generieren.⁹⁷

Ein akustischer Reiz wird dann möglichst gut zugeordnet, wenn dieser im selben Moment mit einem anderen auftritt. Beispielsweise wird das akustische Signal des Blinkers in einem Fahrzeug sofort dem optischen Blinkersignal – innen wie außen – zugeordnet, wenn beides gleichzeitig einsetzt. Intermodale Analogien ermöglichen zusätzlich die Zuordnung von unbekanntem Sinneseindrücken. Wird zum Beispiel ein Schalter betätigt, und ein bis dahin unbekanntes Geräusch ertönt, kann dieses bis dahin nicht bekannte Geräusch der Funktion dieses Schalters zugeordnet werden.⁹⁸

3.2.1 Zeitliche Analogie

Wahrnehmungsereignisse aus verschiedenen Sinnesbereichen werden oft über den Faktor Zeit miteinander verknüpft. Werden unterschiedliche Sinnesreize gleichzeitig (synchron) wahrgenommen, genügt dies bereits, um eine multisensuelle Verbindung zwischen beiden herzustellen. In diesem Fall müssen die Geräusche nicht zwingend etwas miteinander zu tun haben. Nachfolgend soll dazu erneut auf das Beispiel mit dem Blinker eingegangen werden. Ein beliebig generiertes Geräusch, synchron zur optischen Kontrolle, dem Blinker selbst sowie der Anzeige in der Tachoeinheit, wiedergegeben, würde zwangsläufig mit dem Blinker in Verbindung gebracht werden.⁹⁹

Zeitliche Veränderungen können im auditiven Bereich genauer aufgelöst werden als im visuellen. Dies könnte daran liegen, dass die Verarbeitung auditiver Reize im Gehirn schneller erfolgt als die visueller.¹⁰⁰

Eine Untersuchung von Armin Kohlrausch und Steven van de Par bezüglich der Schwellenwerte der Verzögerung, welche entscheidend für die Synchronie sind, brachten interessante Ergebnisse. Bei der Studie wurden zusammengehörige Audio-Video-Signale mit unterschiedlichen Verzögerungen abgespielt. Interessanterweise wurden Signale, bei denen das Audiosignal bis zu 120 ms verzögert war, noch als synchron wahrgenommen,

⁹⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 131

⁹⁸ vgl. Haverkamp 2009, S. 131

⁹⁹ vgl. Haverkamp 2009, S. 136-137

¹⁰⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 137

wegen Signale, bei denen das Videosignal nur mehr als 30 ms verzögert war, bereits als asynchron empfunden wurden. Erklären lässt sich diese Tatsache möglicherweise damit, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeiten von Licht und Schall unterschiedlich sind. Der Schall erreicht den/die Hörer/in im Gegensatz zum Licht immer mit einer Verzögerung, welche als Faustregel mit 3 ms pro Meter angenommen wird. Ob ein Signal als synchron oder asynchron wahrgenommen wird, ist ebenfalls von der Art des Signals abhängig. Zum Beispiel toleriert das Gehirn bei einem Aufprall oder einer ins Schloss fallenden Tür geringere Zeitunterschiede als bei einem Sprachsignal.¹⁰¹

Das menschliche Wahrnehmungssystem neigt dazu, auditive und visuelle Signale zu kombinieren, wenn diese den Beobachter gleichzeitig erreichen. Dies geschieht auch mit Signalen, die in der Realität nicht zusammen auftreten, sondern nur in künstlichen Umgebungen geschaffen werden. Signale, die mit großer Latenz auftreten, können aufgrund intermodaler Analogien allein nicht zugeordnet werden, sondern erlerntes Wissen wird vorausgesetzt. Ein Beispiel hierfür wäre das Verbinden von Blitz und Donner mittels konkreter assoziativer Verknüpfung.¹⁰²

Das Zusammenspiel verschiedener Sinne fördert die Verständlichkeit. Bei Gesprächen in lauter Umgebung, wodurch die akustische Wahrnehmung beeinträchtigt ist, helfen das Ablesen der Lippenbewegungen sowie Gesten das Gegenüber besser zu verstehen. Diese Tatsache sollte auch bei technischen Entwicklungen wie Navigationssystemen und Sprachausgabesystemen im Allgemeinen beachtet werden. Die Visualisierung von Lippenbewegungen stellt eine denkbare Möglichkeit dar, die Sprachausgabe technischer Geräte zu optimieren. Umgekehrt erleichtern Gesten möglicherweise die Spracheingabe bei technischen Systemen. Zum einen könnte der Gedanke mittels eines Touchscreens realisiert werden, zum anderen mittels einer Kamera, welche die Bewegungen der Person erfasst.¹⁰³

¹⁰¹ vgl. Kohlrausch, zit. n. Haverkamp 2009, S. 137

¹⁰² vgl. Haverkamp 2009, S. 138

¹⁰³ vgl. Haverkamp 2009, S. 139

„Zur Interpretation von Ausdruck und emotionalem Gehalt verbaler Kommunikation tragen Hören und Sehen gleichermaßen bei – entsprechend der im Alltag gewohnten Interaktionen von Sprache, Mimik und Gestik“¹⁰⁴

Bei der Kommunikation zwischen Menschen ist beispielsweise der Ausdruck von Freude oder Traurigkeit sowohl im auditiven als auch im visuellen Signal vorhanden. Die beiden Sinnesbereiche unterstützen sich gegenseitig. Mittels dieser multisensuellen Wahrnehmung und anschließender Auswertung des Kommunizierten kann leichter unterschieden werden, ob wahre Freude oder Trauer im Spiel ist, als dies zum Beispiel über ein Telefongespräch möglich wäre.¹⁰⁵

Bei der multisensuellen Wahrnehmung besteht allerdings auch die Möglichkeit, ein Signal mittels eines anderen Sinnesbereichs abzuschwächen. Wird eine traurig klingende Stimme mit dem Bild einer lachenden Person kombiniert, wird diese vermutlich insgesamt als weniger traurig empfunden, als wenn sie mit dem Bild einer weinenden Person kombiniert wird.¹⁰⁶

John G. Beerends und Franciscus E. de Caluwe starteten einen interessanten Versuch, bei welchem sie die Beurteilung der Übertragungsqualität audio-visueller Medienprodukte untersuchten. Ein Werbevideo wurde mit unterschiedlicher Bild- und gleichbleibender Tonqualität einer Gruppe von Personen vorgespielt. Diese mussten anschließend die wahrgenommene Tonqualität beurteilen. Bei dieser Studie stellte sich heraus, dass bei dem Video mit besserer Bildqualität auch die Tonqualität als hochwertiger eingestuft wurde. Andere Studien ergaben, dass die Beeinflussung auch in die andere Richtung gegeben ist, wenn auch weniger deutlich. Somit kann von einer „Symmetrie der intermodalen Kopplung“¹⁰⁷ gesprochen werden.¹⁰⁸

¹⁰⁴ Haverkamp 2009, S. 139

¹⁰⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 139

¹⁰⁶ vgl. Vroomen zit. n. Haverkamp 2009, S. 139

¹⁰⁷ Haverkamp 2009, S. 140

¹⁰⁸ vgl. Kohlrausch zit. n. Haverkamp 2009, S. 140

3.2.2 Intersensorielle Attribute

Für die Beschreibung einzelner Wahrnehmungsereignisse verschiedener Sinne ist eine gewisse Anzahl an Attributen vorhanden, die für alle Sinnesbereiche angewandt werden können. Konkret betitelt werden diese von Heinz Werner als: „Intensität, Helligkeit, Volumen, Dichte und Rauigkeit“¹⁰⁹

Bei einem Geräusch zum Beispiel würde die Intensität für die Lautheit stehen, die Helligkeit für die Brillanz bzw. die Silbrigkeit und das Volumen für die Klangfülle. Ebenso kann mit selbigen Attributen ein visuelles Ereignis beschrieben werden. Intensität, Helligkeit und Volumen können für die Ausleuchtung eines Raumes herangezogen werden. Die Dichte gibt Aufschluss über die Sättigung eines visuellen Signals und die Rauigkeit über die Körnung und das Flimmern des Signals. Das Vorhandensein dieser intersensoriellen Attribute bietet für die immer bedeutender werdende multisensuelle Produktgestaltung erhebliche Vorteile, auch wenn das Ausmaß der Zusammenhänge noch nicht bis ins letzte Detail erforscht ist.¹¹⁰

„Aufgabe des multi-sensuellen Designs ist es, die einem Vorgang zugeordneten Wahrnehmungsgrößen zueinander in ein Verhältnis zu setzen, das der jeweiligen Aufgabenstellung gerecht wird.“¹¹¹

Ziel bei der Gestaltung eines Produktes sollte sein, die einzelnen Eigenschaften aufeinander abzustimmen, um die Grundlage für eine möglichst harmonische Wahrnehmung zu schaffen. Als Beispiel aus dem Bereich der Automobilindustrie, einem Vorreiter in Bezug auf multisensuelles Design, soll erklärt werden, welche Faktoren bei einem Drehschalter für die Belüftung des Fahrzeuges bedacht werden müssen. Zum einen sollte darauf geachtet werden, dass das Lüftergeräusch bereits einen Hinweis auf die Intensität der Innenbelüftung liefert, zum anderen sollte auch die optisch wahrnehmbare Stellung des Drehreglers bereits auf die Intensität schließen lassen. Zu letzterem sei noch erwähnt, dass der Mensch in den meisten Kulturkreisen automatisch „im Uhrzeigersinn

¹⁰⁹ vgl. Werner zit. n. Haverkamp 2009, S. 146

¹¹⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 146

¹¹¹ Haverkamp 2009, S. 150

denkt“. Ein Drehschalter, der beim Drehen gegen den Uhrzeigersinn die Intensität der Lüftung steigert, wäre daher vermutlich verwirrend. Ein weiterer Anwendungsfall ist die Einparkhilfe von modernen Autos. Das akustische Signal, welches den Abstand zu einem Hindernis wiedergibt, muss sich proportional zum Abstand vom Hindernis verändern.¹¹²

Albert Wellek erforschte Verbindungen zwischen auditiven Parametern und anderen Sinnesbereichen bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Er fand heraus, dass diese Art der intermodalen Verbindung in nahezu jedem Menschen fest verankert ist, und bezeichnete sie deshalb als Ursynästhesie. Dazu entwarf er eine Tabelle, in der er sechs Formen der Ursynästhesie unterschied.¹¹³

1.	a)	dünn – dick = hoch – tief (vom Tone)
	b)	scharf (spitz) – (stumpf) schwer = hoch – tief (vom Tone)
2.		schnell, beweglich (leicht) – langsam, schwerfällig (schwer) = hoch – tief
3.	a)	hoch – tief (im Raume) = hoch – tief auf (Steigen) – ab (Fallen) = höher – tiefer
	b)	Linie = Tonfolge Horizontale = Tondauer (Tongleichheit) Wellenlinie = Thriller (oder Bebung)
4.	a)	klar – trüb = hoch – tief
	b)	grell (leuchtend), satt – blaß (grau), matt = stark – schwach
5.	a)	hell (weiß) – dunkel (schwarz) = hoch – tief
	b)	warm – kalt (auch von den Farben) = hoch – tief
6.		vielfarbig (bunt) – einfarbig (unbunt) = klangvoll – eintönig

Tabelle 3: Grundentsprechungen der Ursynästhesie

Quelle: Erstmalig in: WELLEK 1928, S. 75 zitiert nach JEWANSKI, 1999, S. 98

¹¹² vgl. Haverkamp 2009, S. 150-151

¹¹³ vgl. Jewanski 1999, S. 96-98 u. Haverkamp 2009, S. 151

Die in dieser Tabelle angeführten Formen der Ursynästhesie zeigen die unterschiedlichen und vielfältigen Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen visuellen und auditiven Eigenschaften.¹¹⁴

Die Gültigkeit dieser Ursynästhesien lassen sich vor allem bei Kindern auch heute noch gut zeigen. Wenn sie hohe Töne hören, bezeichnen sie diese zumeist als hell und tiefe als dunkel. Für Erwachsene ist eine derartige Zuordnung oft nicht mehr so deutlich. Dies lässt den Rückschluss zu, dass sich diese Fähigkeiten durch mangelnde Förderung nicht weiter entwickeln, sondern ganz im Gegenteil sogar zurückentwickeln können.¹¹⁵

Zusätzlich zur Zuordnung von Farben zu Klängen werden auch visuelle Formen Klängen zugeordnet. Auch in diesem Fall erfolgt die Zuordnung häufig nach einfach nachvollziehbaren Mustern und wird daher oft für die Gestaltung von audiovisuellen Produkten eingesetzt. Beispielsweise führen steigende Tonhöhe und geringe Lautheit zu hellen und kleinen Formen.¹¹⁶

3.2.3 Räumliche Analogie

Ein wichtiger Faktor bei der Erstellung eines multisensuellen Designs ist, zusammengehörige visuelle und auditive Signale im Raum so anzuordnen, dass diese automatisch einander zugeordnet werden. Bei Medienproduktionen können heutzutage verschiedene Optionen bei der Realisierung herangezogen werden. Zum einen lässt sich die räumliche Analogie durch die Surround-Technik erreichen, zum anderen wird vor allem im professionellen Bereich die technisch aufwendigere Wellenfeldsynthese herangezogen.¹¹⁷

¹¹⁴ vgl. Haverkamp 2009, S. 151

¹¹⁵ vgl. Jewanski 1999, S. 98

¹¹⁶ vgl. Frieling 1968, S. 170-172 u. Haverkamp 2009, S. 153

¹¹⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 171

3.2.4 Funktionale Analogie

„Die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine beruht auf funktionalen Analogien, die im Idealfall über verschiedene Sinne parallel vermittelt werden.“¹¹⁸

Um ein Produkt auf die Funktion auszurichten, müssen möglichst viele Sinne mit einbezogen werden. Auch wenn zumeist noch nicht auf alle Parameter Rücksicht genommen werden kann, werden zumindest einzelne Sinnesbereiche bei der Gestaltung von Produkten sinnvoll in Einklang gebracht. Ein Beispiel hierfür wäre ein Staubsauger. Bei diesem Produkt tragen Eigenschaften aus den unterschiedlichsten Sinnesbereichen dazu bei, eine kraftvolle und starke Saugleistung zu suggerieren. Laut Studien ist die Farbe des Staubsaugers ein ebenso wichtiges Kriterium wie die Form und das Geräusch. Bei Letzterem sollte darauf geachtet werden, dass der Staubsauger nicht zu leise ist. Ebenfalls positiv bewertet wird, wenn das Geräusch die hörbare Aufnahme von kleinen Teilchen vermittelt, da dadurch der Eindruck einer gründlichen Reinigung erweckt wird.¹¹⁹

3.3 Konkrete Assoziation

3.3.1 Assoziative Verknüpfung

Wenn Sinneseindrücke bereits zuvor zusammen wahrgenommen wurden, besteht die Möglichkeit, diese erneut als multisensuelle Wahrnehmungsobjekte zu verknüpfen. Im Gegensatz zu dem im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Modell der Intermodalen Analogie besteht die konkrete Assoziation aus der *„Zuordnung einzelner Eigenschaften zu multi-sensuellen Wahrnehmungsobjekten.“¹²⁰* Einzelne Sinnesreize werden ihrem Ursprung (Reizquelle) zugeordnet, welcher meist in der Umwelt zu finden ist.¹²¹

„Die Wahrscheinlichkeit der richtigen Identifizierung eines Objektes ist um so größer, je größer die Zahl wahrgenommener Merkmale ist.“¹²²

¹¹⁸ Haverkamp 2009, S. 173

¹¹⁹ vgl. Haverkamp 2009, S. 173

¹²⁰ Haverkamp 2009, S. 180

¹²¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 179-180

¹²² Haverkamp 2009, S. 180

Wenn die Wahrnehmung über mehrere Sinneskanäle erfolgt, ist die Wahrscheinlichkeit größer, dass ein Objekt richtig erkannt und interpretiert wird. Geräuschphänomene wie zum Beispiel das Kratzen mit Fingernägeln auf einer Tafel oder das Geräusch des Zahnarztbohrers werden dann verstärkt wahrgenommen, wenn sie zusätzlich gesehen werden.¹²³

„In der klassischen Definition als Assoziationsgesetz ergibt sich eine Verbindung von Elementen verschiedener Sinnesbereiche immer dann, wenn diese häufig genug zusammen wahrgenommen werden oder in charakteristischen Eigenschaften einander ähneln.“¹²⁴

Nach den Erkenntnissen des Medienwissenschaftlers und Kunstpsychologen Rudolf Arnheimer spielen die im Gedächtnis gespeicherten Wahrnehmungsbilder eine wesentliche Rolle für die auftretenden Assoziationen bei der Wahrnehmung.¹²⁵

Dennoch muss dieses klassische Assoziationsgesetz in Frage gestellt werden, da bei der assoziativen Verknüpfung das Gedächtnis zum Einsatz kommt, wodurch ein eindeutiger Bezug zwischen den Reizen und den „Elementen der Assoziation“ nicht mehr einfach nachzuweisen ist. Bei der auditiv-visuellen Kopplung, welche für diese Arbeit vor allem relevant ist, lösen Schallreize nicht immer dieselben visuellen Elemente aus. Vielmehr findet eine gegenseitige Beeinflussung der Sinnesbereiche statt und folglich werden immer wieder neue Muster und Strukturen kreiert und im Gedächtnis gespeichert.¹²⁶

In einem Experiment von Dina Riccò wurde herausgefunden, dass Testpersonen versuchen, ihnen vorgespielte Geräusche mit Erfahrungen aus ihrem Gedächtnis zu verbinden.¹²⁷

Aufgrund der Inhalte diverser Assoziationsgesetze ist die Verwendung von assoziativen Formen ein wesentliches Thema beim Produktdesign. Zum einen kann auf

¹²³ vgl. Cox zit. n. Haverkamp 2009, S. 180

¹²⁴ Arnheimer zit. n. Haverkamp 2009, S. 183

¹²⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 183

¹²⁶ vgl. Haverkamp 2009, S. 183

¹²⁷ vgl. Riccò zit. n. Haverkamp 2009, S. 183

bereits vorhandene Formen zurückgegriffen werden, zum anderen können alte gut bewährte Formen weiterverarbeitet werden, was zum Begriff Retro-Design führt. Beispielsweise wurde bei Digitalkameras auf Grundzüge der Analogkameras zurückgegriffen. Sowohl bei der Haptik des Produktes als auch dem optischen Design, bis hin zum bekannten Auslösegeräusch, das bei Analogkameras unwillkürlich entstand, wurde auf bekannte Elemente des Vorgängers Bezug genommen.¹²⁸

„Ist der Ablauf eines Vorgangs bekannt, so prägt sich das mit einzelnen Phasen verbundene Geräusch dem Hörer ein. So wird der funktionale Ablauf assoziativ im Geräusch codiert, das im Gedächtnis gespeichert ist.“¹²⁹

Bei der Wahrnehmung von Objekten prägen sich Eigenschaften aus verschiedenen Sinnesbereichen oft gemeinsam ein. Die Scheibenwischer eines Fahrzeuges werden, wenn diese in Betrieb sind, als eine immer wiederkehrende Bewegung im Gesichtsfeld wahrgenommen. Zusätzlich zur wiederholten optischen Wahrnehmung entsteht ein ebenso wiederholtes Geräusch, das sowohl den Antrieb als auch das Reibgeräusch wiedergibt. Markant wird das Geräusch jeweils kurz verändert, wenn die Gummilippe sich in die Gegenrichtung neigt, um die Scheibe zurückzuwischen. Der Vorgang des Scheibenwischens ist demnach in exakte Wahrnehmungsschritte gegliedert, wodurch jederzeit die Position des Scheibenwischers rein durch Hören bestimmt werden kann. Zusätzlich verleiht die Periodizität dem Geräusch einen hohen Wiedererkennungswert. Aufgrund ähnlicher Zusammenhänge können Gefahrensituationen anhand eines sich rasch ändernden oder abbrechenden Geräusches erkannt werden. Wird zum Beispiel das Geräusch einer Stechmücke wahrgenommen, welches plötzlich stoppt, wird vermutlich befürchtet, die Mücke könnte sich zum Stechen niedergelassen haben.¹³⁰

¹²⁸ vgl. Haverkamp 2009, S. 183

¹²⁹ Haverkamp 2009, S. 183

¹³⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 189

3.3.2 *Laut- und Klangmalerei*

Phänomene der Laut- und Klangmalerei spielen eine wichtige Rolle, um akustische Reize zu multisensuellen Wahrnehmungsobjekten zu verbinden. Der Begriff Lautmalerei bezeichnet die sprachliche Nachahmung von Geräuschen, der Begriff Klangmalerei die Nachahmung von Geräuschen mit musikalischen Mitteln. Lautmalerei hat große Bedeutung bei der Beschreibung von Geräuschen, da diese meist nicht so einfach wie visuelle Objekte beschrieben werden können. Klangliche Nachahmungen sollen die charakteristischen Eigenschaften eines Geräusches betonen.¹³¹ Verben wie zum Beispiel brummen, surren, wimmern, heulen und dergleichen lösen beim Leser konkrete klangliche Assoziationen aus.¹³²

Erwähnenswert sind lautmalerische Umschreibungen bei Comics. Da auf den Ton verzichtet werden muss, werden auditive Botschaften oft in Form von Wortfragmenten in die Bilder gezeichnet. Der auditive Gehalt dieser Botschaften entfaltet sich jedoch nicht nur beim lauten, sondern auch beim stummen Lesen des Comics, indem die Geräusche im Gedächtnis aufgerufen werden. In diesem Fall wird geschriebene Sprache in Wahrnehmungsobjekte rücktransformiert. In weiterer Folge ist das schriftliche Hinzufügen auditiver Botschaften bei vielen Bildern und Illustrationen nicht notwendig. Beispielsweise kann das alleinige Betrachten eines Bildes von einem Verkehrschaos genügen, um unmittelbar den Lärm zu assoziieren.¹³³

3.3.3 *Piktogramm und Sound-Icon*

Verschiedene Objekte und Situationen können anhand von einfachen Linien und Formen eindeutig beschrieben werden. Dieses Umstands bedienen sich visuelle Icons, sogenannte Piktogramme, die viele Vorteile aufweisen. Zum einen brauchen sie oft weniger Platz als ein entsprechender Text, um die gewünschte Information zu vermitteln, zum anderen sind sie nicht an eine bestimmte Sprache gebunden und somit für die meisten Menschen

¹³¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 199

¹³² vgl. Raffaseder 2002, S.108 und Haverkamp 2009, S. 199

¹³³ vgl. Weblexikon, 07.02.2009, Onomatopoesie

www.weblexikon.de/Onomatopoesie.html u. Haverkamp 2009, S. 199-201

verständlich. An internationalen Einrichtungen wie Flughäfen sind Icons aufgrund der unterschiedlichen Nationalitäten unverzichtbar.¹³⁴

Visuelle Icons sind allerdings nicht in allen Bereichen umsetzbar, demzufolge wird seit Neuestem das auditive Pendant dazu vermehrt eingesetzt. Bei solchen sogenannten Sound-Icons oder Earcons sollte auf bekannte Klänge und Geräusche aufgebaut werden, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Bei der Verknüpfung von visuellen Icons und Earcons ist darauf zu achten, dass ein direkter Bezug zwischen beiden besteht.¹³⁵

3.3.4 Der Kontext

„Es gibt keine Wahrnehmung von Objekten ohne Berücksichtigung des Kontextes“¹³⁶

Bei der Gestaltung von Objekten muss darauf geachtet werden, in welchem Umfeld diese wahrgenommen werden, da dieses die Wahrnehmung unweigerlich beeinflusst.¹³⁷

Unter anderem wird die akustische Wahrnehmung vom multisensuellen Hintergrund beeinflusst. Wenn beispielsweise Musik in einem hell ausgeleuchteten Raum eingepegelt und anschließend der Raum komplett abgedunkelt wird, erscheint die Musik danach lauter als zuvor. Ein weiteres Beispiel wären Anrainer einer dicht befahrenen Straße mit direktem Blick auf den Verkehr, die sich über den auf ihrem Balkon wahrgenommenen Straßenlärm beschwerten. Pflanzen diese eine Hecke, um keinen direkten Sichtkontakt zur Straße mehr zu haben, bewerten sie den Verkehrslärm sofort als merklich leiser, auch wenn Schallmessungen nur einen vernachlässigbaren Unterschied ergeben. Letzteres lässt sich physikalisch begründen, da sich die Schallwellen mittels Beugung um und durch die Pflanzen nahezu ungehindert ausbreiten.¹³⁸

Produkte müssen aus diesen Gründen auf die bevorzugte Umgebung und die Erwartungen der Kunden/innen abgestimmt sein. In diesem Zusammenhang spielt die unterschiedliche Wahrnehmungserfahrung verschiedener Generationen ebenfalls eine

¹³⁴ vgl. www.designguide.at/piktogramm.html, 02.02.2009 u. Haverkamp 2009, S. 206

¹³⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 207

¹³⁶ Haverkamp 2009, S. 211

¹³⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 211

¹³⁸ vgl. Haverkamp 2009, S. 211-212

große Rolle. Bevorzugen beispielsweise ältere Menschen „schwach knusprige Mürbekekse“ so findet der „kurze helle Knack“ bei jüngeren Menschen Anklang.¹³⁹

3.4 Symbol und Metapher

„Im Gegensatz zum assoziativen Erkennen der Quelle eines Reizes – wie z.B. einer Geräuschquelle –, setzt das Erfassen eines symbolischen Gehaltes die Kenntnis einer Bedeutung voraus.“¹⁴⁰

Das Symbol muss vom Icon unterschieden werden, da dieses nicht durch eindeutige Merkmale oder aus dem Kontext heraus entschlüsselt werden kann. Hinter einem Symbol verbirgt sich ein abstraktes Zeichen, eine verschlüsselte Information. Symbole sind quer über alle Sinnesbereiche vorhanden. Zu den bekannteren zählen vermutlich Schriftzeichen (visuell) und Gesprochenes (auditiv). Sprache spielt eine wesentliche Rolle für fast alle Menschen und kann erst nach erlernter Entschlüsselung verstanden werden. Trotz der ständigen Weiterentwicklung von Icons und Earcons kann bei der Bedienung von Maschinen auf die Sprache nach wie vor kaum verzichtet werden. Ein Beispiel hierfür wäre das Navigationsgerät, bei dem die Sprachausgabe trotz aller visuellen Unterstützung unumgänglich ist.¹⁴¹

Sowohl bei klanglichen als auch bei visuellen Objekten, die einen symbolischen Charakter aufweisen, spielen der kulturelle Hintergrund, Alter und Umfeld eines Menschen eine wesentliche Rolle. Eine nicht erlernte Sprache wird als undefinierbare Lautäußerungen seines Gegenübers wahrgenommen, da in gewisser Weise der Code fehlt, um die Informationen zu entschlüsseln.¹⁴²

Bei der Bildung von Symbolen sollte auf intermodale Analogien und konkrete Assoziationen aufgebaut werden, um die Verständlichkeit und Erlernbarkeit zu erleichtern. Beispielsweise haben Verkehrszeichen eine abstrakte Form, kombiniert mit

¹³⁹ vgl. Zips 2004, Der Klang der Dinge

<http://www.sueddeutsche.de/panorama/765/372577/text> (30.01.2009)

¹⁴⁰ Haverkamp 2009, S. 214

¹⁴¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 215

¹⁴² vgl. Haverkamp 2009, S. 218

einer Farbe, wobei die Farbsymbolik beachtet wird. Zusätzlich können Icons zum Einsatz kommen, wie beispielsweise bei einer Tafel, die vor Wildwechsel warnt.¹⁴³

Das wichtigste Kriterium von Warngeräuschen sollte sein, die Aufmerksamkeit von allen Personen auf sich zu ziehen. Zusätzlich muss die Bedeutung der einzelnen Geräusche erlernt werden, um richtiges Reagieren und Handeln sicherzustellen. Analog verhält sich die Situation bei optischen Warnsignalen beziehungsweise bei Kombinationen von beiden. Vermutlich eines der wichtigsten kombinierten Signale stellt das Martinshorn in Verbindung mit dem Blaulicht dar. Der Zusammenhang beider Signale kann zum einen erlernt werden, zum anderen kann dies auch assoziativ geschehen, wenn die beiden gut aufeinander abgestimmten Signale in direkter Nähe wahrgenommen werden. Im Alltag wird oft nur eines der beiden Signale wahrgenommen. Der für das Audiosignal verwendete, in seiner Tonhöhe variierende verzerrte Sinuston scheint als Warnsignal gut geeignet zu sein, da er sich deutlich von der Umwelt abhebt.¹⁴⁴

Vor allem bei der Gestaltung von Logos spielen visuelle und auditive Symbole eine wesentliche Rolle. Firmen wollen mithilfe solcher Logos ihre Produkte bestmöglich bewerben. Kunden/innen sollen sofort darauf aufmerksam werden, sich dadurch direkt angesprochen fühlen und bereits dem Produkt gegenüber positiv gestimmt werden. Ein geeignetes Mittel, um eine breite Masse an Menschen anzusprechen, stellen Personifikationen dar, was nichts anderes heißt, als das Logo mit menschlichen Zügen auszustatten.¹⁴⁵ Beispiele wären das „Börserl“ von Spar oder der „große Preis“ von Möbelix. Eine mittlerweile wichtige Disziplin beziehungsweise einen wesentlichen Erfolgsfaktor stellt dabei die möglichst gute Abstimmung zwischen Bild und Ton dar.

3.4.1 Farbsymbolik

Der Symbolgehalt von Farben spielt bei der Zuordnung dieser zu Wahrnehmungen anderer Sinneseigenschaften eine wesentliche Rolle. Die Farbwahrnehmung ist unmittelbar mit Emotionen verbunden und wesentlicher Bestandteil des alltäglichen Lebens. Verdeutlicht wird dies durch bekannte Aussprüche wie „es kommt Farbe ins

¹⁴³ vgl. Haverkamp 2009, S. 215

¹⁴⁴ vgl. Haverkamp 2009, S. 216-217

¹⁴⁵ vgl. Esch 2005, S. 605f u. Haverkamp 2009, S. 217

Leben“¹⁴⁶. Wie zuvor für alle visuellen oder auditiven Objekte mit symbolischem Charakter beschrieben, beeinflusst der kulturelle Hintergrund eines Menschen ihn auch bei der Farbwahrnehmung. In unterschiedlichen Zeitepochen änderten sich laufend die Bedeutungen von Farben, wodurch sich ihr Symbolgehalt bis heute in einzelnen Ländern stark unterscheidet, teilweise sogar gegensätzlich ist. Während die Farbe Weiß beispielsweise in Japan ein Zeichen der Trauer ist, wird diese in unserem Kulturkreis mit Freude in Verbindung gebracht und aufgrund dessen bei Hochzeiten verwendet. Folgend wird eine kurze Aufstellung von Farben und den dazu auslösenden Empfindungen im westlichen Kulturkreis gezeigt.¹⁴⁷



Abbildung 9: Bedeutung von Farben im westlichen Kulturkreis

Quelle: Haverkamp 2009, S.223

¹⁴⁶ Haverkamp 2009, S. 223

¹⁴⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 223

Interessant sind diese farbsymbolischen Zuordnungen auch in Bezug auf auditiv-visuelle Kontexte. Ein flacher sportlicher Wagen wird mit einem dazugehörigen kernig-sportlichen Motorensound in Verbindung gebracht. Häufig wird zusätzlich zur Form und dem Sound des Motors eine dafür typische Farbe assoziiert, wie das Beispiel Ferrari-Rot zeigt. Interessante Studien haben zusätzlich bewiesen, dass die Farbe des Sportwagens direkten Einfluss auf die wahrgenommene Lautheit hat. In einem Versuch wurde zeitgleich mit dem Geräusch eines vorbeifahrenden Fahrzeuges das Bild ein und desselben Sportwagens, aber mit unterschiedlichen Farben dargeboten. Das Schallsignal wurde beim Bild des roten am lautesten wahrgenommen, gefolgt von dem dunkelgrünen bis hin zu dem blauen oder hellgrünen Fahrzeug. Offenbar wurden die Farben Rot und Dunkelgrün mit sportlichen Fahrzeugen, wie zum Beispiel einem Ferrari oder Jaguar, in Verbindung gebracht und bildeten so die Grundlage für besonders sportliche Wahrnehmungsobjekte.¹⁴⁸

Um Farben richtig einzusetzen, sind Studien – wie zuvor beschrieben – notwendig, die aufdecken, welche Farben zu einer gewissen Zeit in einem bestimmten kulturellen Umfeld welche Bedeutung haben. Die Psychologin Eva Heller erstellte im Zuge einer Studie im Jahr 1989, bei der sie 2000 Männer und Frauen unterschiedlichsten Alters befragte, eine oft zitierte Tabelle. Darin finden sich ausschließlich jene Farbtöne, die am häufigsten genannt wurden. Ebenfalls wird zwischen einer positiven, neutralen und negativen Wertung unterschieden.¹⁴⁹

¹⁴⁸ vgl. Menzel zit. n. Haverkamp 2009, S. 225

¹⁴⁹ vgl. Heller zit. n. Haverkamp 2009, S. 226

Verknüpfung der Sinnesbereiche im Wahrnehmungssystem

Farbe	positiv	neutral	negativ
Blau	Treue, Vertrauen, Sportlichkeit, Selbst- ständigkeit, Erholung, Klugheit, Wissenschaft, Harmonie, Freund- schaft, Sympathie, Phantasie	Ferne, Kühle, das Männliche, das Große	Sehnsucht, Passivität
Rot	Liebe, Leidenschaft, Erotik, das Verführerische, Kraft, das Attraktive, Freude, Dynamik	Sexualität, Wärme, Nähe, das Extrovertierte	Aggressivität, das Verbotene, Hass, das Unmoralische
Gelb	das Lustige, Optimismus, Freundlichkeit		Neid, Eifersucht, Geiz, Verlogenheit
Weiß	Sachlichkeit, Wahrheit, das Ideale, Frömmigkeit	das Leichte, das Leise, das Neue	
Grau	Bescheidenheit		Langeweile, das Biedere, Unfreundlichkeit, Gefühllosigkeit, Unsicherheit
Schwarz	Magie, das Geheimnisvolle, Macht, Eleganz	das Schwere, das Harte, das Eckige, das Konservative, das Introvertierte	das Böse, Brutalität, Untreue, Egoismus

Violett	das Ausgeflippte, das Extravagante, das Individuelle, das Originelle		Eitelkeit, das Künstliche
Rosa	Zärtlichkeit, Sensibilität, Charme, Höflichkeit	das Weibliche, das Kleine, das Süße, das Milde	das Billige
Orange	das Aromatische, Genuss, Geselligkeit, Vergnügen		das Unsachliche, Aufdringlichkeit
Braun	Gemütlichkeit	Herbst, das Herbe	Faulheit, das Alt- modische, das Unerotische, das Spießige, Dummheit das Hässliche, das Ungenießbare
Silbern	Schnelligkeit, das Moderne		
Gold	Luxus, Festlichkeit, Glück, Schönheit		Angeberei, Stolz

Tabelle 4: Farbbedeutungen im deutschsprachigen Raum im Jahr 1998

Quelle: Heller 2000, nach Haverkamp 2009, S. 226

In dieser Tabelle zeigt sich, dass die meisten Farben weder eindeutig zugeordnet werden können noch eine klare Wertung besitzen. Einige Farben fallen durch ihre offensichtliche Auslösung sowohl einer Vielzahl an positiven als auch an negativen Assoziationen auf. Beispielsweise ist Rot eine dieser Farben, die auf beiden Seiten der Tabelle mit vielen Bedeutungen versetzt wird. Gerade beim Einsatz solcher Farben muss der richtige Kontext gewählt werden, um den gewünschten Effekt zu erzielen.¹⁵⁰ In diesem Fall kann

¹⁵⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 227

durch multisensuelle Zusammenhänge die Wahrnehmung in eine Richtung gelenkt werden. Beispielsweise löst die Farbe Rot beim zusätzlichen Erklingen eines romantischen Liedes vermutlich andere Assoziationen aus, als wenn die Farbe im Zusammenhang mit dem Geräusch eines Pistolenschusses wahrgenommen wird.

Im Bereich der Werbung wird versucht, seinem Produkt oder Logo eine gewisse Symbolik zu verleihen, wobei die Farben eine entscheidende Rolle spielen. Häufig wird versucht, assoziative Umstände in die Farbwahl und Gestaltung einfließen zu lassen, um einen höheren Wiedererkennungswert und Plausibilität zu schaffen. Beispielsweise wurde beim Einführen der erweiterten Mülltrennung bei der Erschaffung des gelben Sacks bewusst die Farbe Gelb gewählt. Diese Signalfarbe zieht Aufmerksamkeit auf sich und hebt sich stark von der schwarzen Restmülltonne sowie der roten Papiertonne ab.¹⁵¹

Bei Firmenlogos spielt die Wahl der Farbe eine große Rolle. Das Unternehmen positioniert sich dadurch in gewisser Weise auf dem Markt und beeinflusst den ersten Eindruck des/r potentiellen Kunden/in. Diese Entscheidung sollte daher gut bedacht sein. Mittlerweile kann ein Unternehmen sogar einzelne Farbtöne oder Farbkombinationen seiner Marke oder seines Logos gesetzlich schützen.¹⁵²

3.4.2 Synästhetische Metapher

„Metaphern verbinden Worte verschiedener Erfahrungsbereiche miteinander und ermöglichen die bildliche Ausdeutung von Begriffen durch Verknüpfung unterschiedlicher Bedeutungsfelder.“¹⁵³

Synästhetische Metaphern werden im Regelfall vom Leser verstanden und setzen keinesfalls eine eigene synästhetische Wahrnehmung voraus. Beispielsweise sind intermodale Verbalisierungen beliebt, um Geräusche zu bewerten. Dies heißt nichts anderes, als Geräusche mit Eigenschaften, welche eigentlich aus anderen Sinnesbereichen stammen, zu beschreiben. Wie in Kapitel Laut- und Klangmalerei beschrieben, ist eine einfache Beschreibung von Geräuschen schwierig. Oft wird eher die

¹⁵¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 230

¹⁵² vgl. Esch 2005 S. 607f u. Haverkamp 2009, S. 230

¹⁵³ Haverkamp 2009, S. 232

Ursprungssituation beschrieben als das Geräusch selbst. Wenn ein Schlüsselbund zu Boden fällt und der entstehende Lärm beschrieben werden soll, wird meist die Situation erklärt, ein Schlüsselbund sei zu Boden gefallen. Eine zweite Möglichkeit ist, auf die Materialien, welche das Geräusch verursachen, einzugehen, indem gesagt wird, ein metallenes Geräusch sei zu hören. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, werden teilweise Intermodale Verbalisierungen eingesetzt. Beispielsweise werden in der Automobilindustrie Begriffspaare für die Beschreibung eines Getrieberasselns verwendet, die von scharf – stumpf bis beängstigend – unbeängstigend reichen.¹⁵⁴

3.4.3 Symbolik und Markendesign

Um die Symbolik von Logos besser zu etablieren, werden oft assoziative Merkmale eingesetzt. In neuerer Zeit werden Logos in den meisten Fällen von Beginn weg mit einem dafür erstellten akustischen Signal im Sinne multisensueller Markensymbolik verbunden.¹⁵⁵

Sowohl visuelle Akzente, die ohne Buchstaben oder Zahlen auskommen, als auch auditive ohne sprachlichen Bezug werden als Signet bezeichnet. Im Gegensatz dazu wird bei Verwendung von Sprache oder Ziffern von einem Logo gesprochen. Generell zeichnet sich der Trend zu immer kürzeren Soundlogos ab. „Veraltete“ Markenzeichen wie der Orchesterklang des Eurovision-Logos fallen heute im Gegensatz zu den üblichen, nur wenig Sekunden dauernden Fragmenten auf.¹⁵⁶

In den dafür vorgesehenen Markenregistern können, wie oben bereits erwähnt, Wort-, Bild-, Farb- sowie Hörmarken eingetragen und somit geschützt werden, wenn sie gewisse Kriterien erfüllen.¹⁵⁷

Während auf jegliche Art von visuellen Marken bereits seit langer Zeit großer Wert gelegt wird, scheint im ständig wachsenden Bereich der Hörmarken nach wie vor großes Potenzial zu liegen.

¹⁵⁴ vgl. Haverkamp 2009, S. 230-231

¹⁵⁵ vgl. Roth, Kilian, Kastner zit. n. Haverkamp 2009, S. 238

¹⁵⁶ vgl. Haverkamp 2009, S. 239

¹⁵⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 239

Wichtiges Kriterium beim Erstellen dieser Signets und Logos ist nicht nur, dass die Darbietungen für die einzelnen Sinnesbereiche gut aufeinander abgestimmt sind, sondern auch, dass sie möglichst Analogien zum Produkt oder der Marke aufweisen. Beispielsweise stehen die vier Ringe des Audi-Logos für die vier Räder des Fahrzeuges oder werden häufig die Wappen der Stadt, in der Fahrzeuge früher entwickelt beziehungsweise produziert wurden, als Markenzeichen selbiger herangezogen.¹⁵⁸

Ändert sich der Symbolgehalt eines in einem Logo oder dergleichen verwendeten Details aus verschiedenen Gründen zum Negativen hin, muss manchmal das Logo neu überarbeitet werden, was sich bei alteingebrachten und tief verankerten oft als schwierig erweist. Beispielsweise wurde eine simpel dargestellte Satellitenantenne früher mit Technologie, Entwicklung und Fortschritt verbunden, während sie heute bei vielen Menschen eher auf sozial angespannte Wohnlagen hindeutet.¹⁵⁹

3.4.4 Musiksymbolik

Bei vielen Musikdramen übernimmt die Musik in manchen Bereichen eine narrative Funktion. Zusätzlich werden häufig intermodale Analogien und Klangmalereien verwendet, um handlungsrelevante Informationen zu vermitteln.¹⁶⁰

Diese unterstützende Funktion der Musik im Theater wurde im Tonfilm ebenso genutzt, um Stimmungen hervorzurufen und Emotionen auszulösen. Zusätzlich ist der Einsatz von Geräuschen ein wesentlicher Aspekt bei der Gestaltung von Tonspuren. Ein und dasselbe Bild kann mit unterschiedlichen Tonspuren beziehungsweise Musikstücken einen komplett unterschiedlichen Eindruck der Situation vermitteln. Akustische Umrahmungen können sowohl verbindend als auch ironisierend und verfremdend wirken.¹⁶¹

In Filmen wird genau wie in Theaterstücken oft ein musikalisches Leitmotiv verwendet. Dieses meist kurze, charakteristische Tongebilde kehrt immer wieder

¹⁵⁸ vgl. Esch 2005, S. 614f u. Haverkamp 2009, S. 239

¹⁵⁹ vgl. Haverkamp 2009, S. 239

¹⁶⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 244-245

¹⁶¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 247 u.

Lensing 2000, <http://www.film-sound-design.de/FilmmusikSet.html>, 01.02.2009

während des gesamten Stückes und wird dadurch mit bestimmten Sinngehalten wie beispielsweise einer Person oder einem Gefühl assoziiert.¹⁶²

Gerade im Bereich der audio-visuellen Werbung stellt die Tonspur oft einen nicht zu unterschätzenden Faktor dar. Markante Elemente des auditiven Signals bleiben eher im Unterbewusstsein verankert und verfolgen einen als „Ohrwurm“. Somit ist in gewisser Art und Weise das Ziel einer Werbung, ein unweigerliches Denken an das beworbene Produkt, erreicht.¹⁶³

3.5 Mathematisch/physikalische Verknüpfung

Um bewusste Verbindungen zwischen den zwei Sinnesbereichen Hören und Sehen zu konstruieren, wie dies zum Beispiel bei vielen Media Playern passiert, muss ein gewisser Algorithmus geschaffen werden. Als Basis dienen beispielsweise Parameter wie Frequenz, Intensität oder Wellenlänge von Schall und Licht. Eine andere Möglichkeit ist eine zufällige Zuordnung, die ebenfalls interessante Ergebnisse liefern kann.¹⁶⁴

Bei der Entwicklung mathematischer Konzepte zur Übertragung auditiver Signale auf visuelle steht die Suche nach allgemein gültigen Regeln im Vordergrund.¹⁶⁵

„Erst wenn konstruierte Zuordnungen zwischen den Sinnesbereichen Elemente von Analogie, Assoziation oder Symbolik mit enthalten, wird die Verknüpfung in der Wahrnehmung nachvollziehbar.“¹⁶⁶

Sowohl auditive als auch visuelle Signale nutzen Wellen als Grundlage für die Übertragung von Energie, welche mithilfe der Sinnesorgane ausgewertet werden kann. Dieser Umstand gibt Anstoß dazu, die beiden Sinnesleistungen auf Analogien zu untersuchen. Bereits in Kapitel „2.3 Unterschiede zwischen Auge und Ohr“ wurde auf die deutlich unterschiedlich ausfallenden Bandbreiten aufmerksam gemacht. Der Frequenzbereich

¹⁶² vgl. Haverkamp 2009, S. 247

¹⁶³ vgl. Haverkamp 2009, S. 247

¹⁶⁴ vgl. Haverkamp 2009, S. 273

¹⁶⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 273

¹⁶⁶ Haverkamp 2009, S. 274

des sichtbaren Lichts deckt nicht ganz eine Oktave ab, während beim hörbaren Schall mehr als zehn Oktaven wahrgenommen werden.¹⁶⁷

Ein weiteres wesentliches Unterscheidungsmerkmal stellt die Art der Auswertung in den beiden Sinnesbereichen dar. Während auditiv mehrere Töne zugleich wahrgenommen werden können, was beispielsweise das Interesse an mehreren Musikinstrumenten steigert, führt die Wahrnehmung verschiedener visueller Spektren immer zu einer einzigen Farbe. Dieser Aspekt stellt ein wesentliches Problem bei der Transformation von Musik in visuelle Strukturen dar.¹⁶⁸

In der akustischen Messtechnik werden bewusst konstruierte Farbanalogien verwendet, um das Spektrum des Geräusches zu beschreiben. Bekannteste Beispiele hierfür sind die beiden Begriffe weißes und rosa Rauschen. Bei weißem Rauschen sind alle hörbaren Frequenzen gleichmäßig enthalten. Die Bezeichnung beruht darauf, dass aus gleichmäßigem Auftreten aller Frequenzen des sichtbaren Lichtes die Farbe Weiß resultiert. Sie ist somit nicht willkürlich, sondern vielmehr ein gedanklich erschaffener Vergleich von Sinneseigenschaften. Rosa Rauschen hingegen wird als Prüfsignal verwendet. Tiefe Frequenzen werden zusätzlich angehoben, was im visuellen Bereich einer Anhebung der roten Anteile entspricht. Dadurch verwandelt sich als weiß erscheinendes Licht in ein rosa gefärbtes. Diese beiden mit physikalisch geprägtem Hintergrund konstruierten Begriffe sind ein Beispiel für die Analogie zwischen Licht und Schall.¹⁶⁹

Wird ein akustisches Signal bei der Übertragung im Frequenzbereich verändert, so wird von einer Färbung des Signals gesprochen. In diesem Zusammenhang wird bei Lautsprecherboxen von ihrer Färbung der Musik gesprochen sowie bei Räumen von ihrer Färbung von Geräuschen. Mithilfe dieser Information können Geräusche einfacher bewertet werden. Gleichzeitig erhält der/die Hörer/in dadurch Hinweise, in welchem Raum beziehungsweise wo im Freien das Geräusch entstanden sein könnte.¹⁷⁰

Für das bessere Verständnis von Schall- und Schwingungsvorgängen ist eine Visualisierung dieser aus heutiger Sicht fast unumgänglich. Dreidimensionale

¹⁶⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 274

¹⁶⁸ vgl. Haverkamp 2009, S. 274-275

¹⁶⁹ vgl. Haverkamp 2009, S. 275

¹⁷⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 275-276

Darstellungen helfen in Kombination mit verschiedenen Farbcodierungen, komplexe Geräusche darzustellen. In diesem Zusammenhang eignen sich für die Darstellung zumeist Farbskalen mit zunehmender Helligkeit. Eine weitere Möglichkeit ist eine Plus-Minus Skala, oft verbunden mit den Farben Rot und Grün. Auf diesem Weg können bei darzustellenden Schwingungen sowohl Auslenkungen nach oben beziehungsweise nach unten gut abgebildet werden. Für viele Anwendungen stellt jedoch das tief verankerte Gegensatzpaar Rot – Grün, welches den Gegensatz negativ – positiv verkörpert, ein Problem dar. Eine dritte Möglichkeit bietet die Isophonen-Skala, die aufgrund der Linien zwischen unterschiedlichen Farbzonen Bereiche gleicher Auslenkung erkennen lässt. Bei dieser Skala ist die Auswahl und Bedeutung der Farben wenig relevant.¹⁷¹

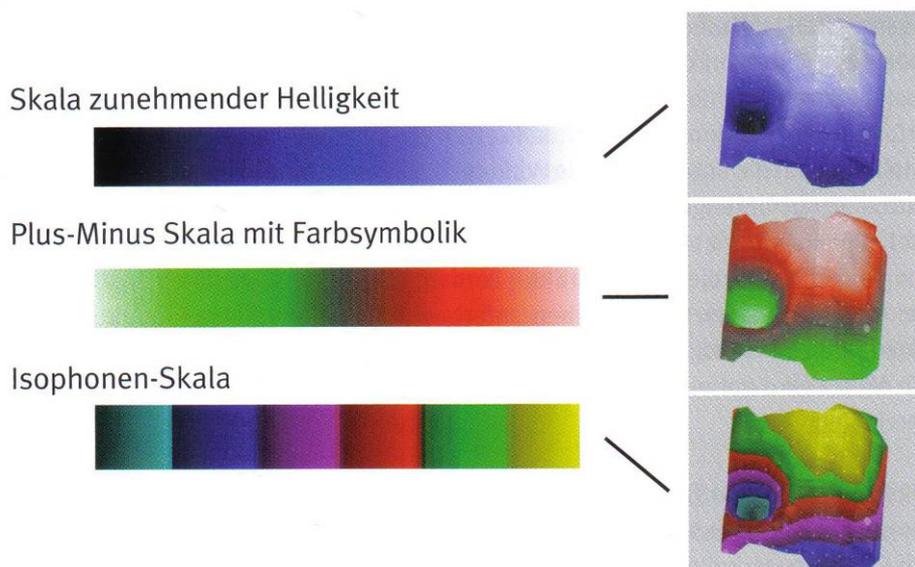


Abbildung 10: Beispiel für Verwendung unterschiedlicher Farbskalen

Quelle: Haverkamp 2009, S. 281

Um Gesetzmäßigkeiten zwischen Schallereignissen und visuellen Mustern zu erarbeiten, wird bei Versuchen häufig darauf zurückgegriffen, Sand oder Flüssigkeiten auf schwingende Metallplatten zu verteilen.¹⁷²

¹⁷¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 280-281

¹⁷² vgl. Haverkamp 2009, S. 281

3.5.1 Objektive Farbe–Ton-Beziehungen

Vor Beginn des 20. Jahrhunderts wurde vor allem theoretisch im Bereich der Kopplung des visuellen und auditiven Bereiches geforscht. Mit wachsenden technischen Möglichkeiten stiegen auch die Möglichkeiten in der Anwendung mittels Lichttechnik und Computer. Nur noch in wenigen Bereichen wie dem klassischen Theater wird auf die Wirkung des farbigen Lichtes meist verzichtet, ganz im Gegensatz zu Pop- oder Jazz-Musikaufführungen. Hier wäre der Verzicht auf eine aufwendige Lichtshow zur Unterstützung der Musik unvorstellbar. Ebenso hat sich das begleitende Musikvideo zum Musikstück etabliert, wobei eine Darstellung der Musik mittels Formen und Farben oder eine szenische Darbietung und Ausdeutung dieser im Mittelpunkt stehen.¹⁷³

Einzelne Töne oder Intervalle zu Farben zuzuordnen, wurde bereits in der griechischen Antike versucht. In unterschiedlichen Zeitepochen und unterschiedlichen Ländern wurden immer wieder verschiedene Zuordnungen und Erkenntnisse getroffen. Ein umfassender Überblick über die einzelnen Epochen und Länder und deren besondere Erkenntnisse findet sich in dem Buch „Ist C = Rot?“ von Jörg Jewanski, auf welches hier verwiesen werden soll. In dieser Arbeit werden nur einige markante Erkenntnisse in der Geschichte der Farbe-Ton-Beziehung erwähnt.

Im 18. Jahrhundert stellte Louis-Bertrand Castel ein System für die Zuordnung auf, in dem jedem chromatischen Ton eine Farbe zugeordnet wurde. Der Farbton wurde in allen Oktaven beibehalten, nur die Helligkeit änderte sich bei höheren Oktaven zu größeren Werten. Aufbauend auf diese Zuordnung konzipierte Castel ein Musikinstrument, das mit dem Anschlagen eines Tones die zugehörige Farbe präsentierte. Im 19. Jahrhundert wurden physikalische Analogiebetrachtungen herangezogen. Der Versuch, für Töne einer Oktave mithilfe des Wellencharakters von Licht und Schall analoge Farben berechnen zu können, ergab für den Ton C die Farbe Gelb-Grün. Für die Berechnung wurde der Bezugswert des Stimmtones $a = 415\text{Hz}$ verwendet. Heute wird allerdings meist die französische Stimmung mit $a = 440\text{Hz}$ herangezogen.¹⁷⁴

Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts wurde erneut intensives Interesse daran gezeigt, Musik zu visualisieren. Ein großes Problem bei der Zuordnung von Farben zu

¹⁷³ vgl. Haverkamp 2009, S. 282

¹⁷⁴ vgl. Haverkamp 2009, S. 282-283

Einzeltönen war dabei das Verfälschen des Farbtönen im Falle von Akkorden. Um dieses Problem zu beseitigen, entwickelte der Komponist Alexander László ein Verfahren mit je acht Farbtönen auf zwei ineinander geschachtelten Kreisscheiben. Wenn die innere gegenüber der äußeren verdreht wird, ergibt sich jeweils eine Farbharmonie aus zwei Farbtönen. Somit entspricht jede Anordnung einem musikalischen Intervall.¹⁷⁵

Mit steigenden technischen Möglichkeiten schwand im Laufe des 20. Jahrhunderts die Bereitschaft, feste Zuordnungen zwischen Farben und Tönen zu akzeptieren. Kreativität und Emotionalität rückten bei der Gestaltung von multimedialen Produkten in den Vordergrund. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts wurde die Idee aus früheren Jahrhunderten, ein Farblichtinstrument zu gestalten, neu aufgegriffen. Mit dem Einbinden von Rechenprozessoren wurde dieses so gestaltet, dass keine fixen Zuordnungen vorhanden sind, sondern die Programmierung flexibel in die audio-visuelle Komposition miteinbezogen werden kann.¹⁷⁶

Bis heute ist keine allgemein gültige Zuordnung zwischen Klängen und Farben für das Produktdesign gefunden worden. Je nach Zusammenhang sollten intuitive Kopplungen, die auf intermodaler Analogie, konkreter Assoziation und symbolischem Charakter basieren, herangezogen werden.¹⁷⁷

¹⁷⁵ vgl. Haverkamp 2009, S. 283-284

¹⁷⁶ vgl. Haverkamp 2009, S. 284-285

¹⁷⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 286

4 Aktuelle Erkenntnisse /Forschung

4.1 Virtuelle Musik

Gerade in der Beziehung zwischen Musik und dem visuellen Bereich hat sich in den letzten Jahrzehnten aufgrund technischer Errungenschaften vieles geändert. Computer und dazugehörige Softwarepakete ermöglichen das Produzieren von Musik in völliger Stille nur durch die grafische Oberfläche des Programms. Häufig wird der Computer dabei mit unterschiedlichen anderen Geräten wie beispielsweise einem Midi-Keyboard kombiniert. Insofern kann die Entwicklung von Softwarepaketen zur Erstellung und Bearbeitung von Musik als Meilenstein in der Visualisierung von Klang angesehen werden. Durch die Digitalisierung kann Klang also visuell erstellt und bearbeitet werden, wodurch das Verhältnis zwischen Bild und Ton gänzlich neu bewertet wird.¹⁷⁸

Die vielen neuen Möglichkeiten bringen jedoch nicht nur Vorteile, sie bergen auch Probleme und Risiken. Zum Produzieren von Musik genügt heutzutage schon ein Laptop. Dieser Umstand führt dazu, dass erheblich mehr produziert wird als beispielsweise vor 30 Jahren, was die Qualität allerdings nicht unbedingt positiv beeinflusst. Die Vielzahl an Möglichkeiten führt dazu, dass oft vergessen wird, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren. Außerdem wird bei Livemusik-Auftritten ein Laptop als „Musikinstrument“ häufig noch nicht akzeptiert und löst bei dem/r Zuseher/in Unbehagen aus.¹⁷⁹

4.2 Generation VJ

Bereits in den 60er Jahren war ein großes Interesse an Live-Bild/Ton-Performances vorhanden. In den USA wurde zu dieser Zeit bereits begonnen, einfache Ideen mit den damaligen Möglichkeiten umzusetzen, in Japan und anderen Ländern in den 70er Jahren. Der wirkliche Durchbruch der VJ- Szene gelang in den 90er Jahren. Vorreiter waren die „guerrilla media artists“, die mit Beamer, Laser und Licht arbeiteten. Mithilfe von zwei Videosamplern und mehreren Beamern improvisierten sie bei ihren Live-Shows mit

¹⁷⁸ vgl. Wiltsche 2005, S. 19

¹⁷⁹ vgl. Wiltsche 2005, S. 19-20

verschiedenstem Audio- und Videomaterial. Ihr Ziel war, politisch orientierte Sound-Bild-Verknüpfungen zu schaffen, was ihnen gelang.¹⁸⁰

Zurzeit ist Japan Vorreiter auf dem Gebiet der VJ-Kunst. Aufgrund ihres enormen Wissens im Bereich der medialen Technologien und die Bereitschaft zum spartenübergreifenden Bewusstsein werden VJs in Japan verehrt. Verschiedene VJs glauben an unterschiedliche Wirkungen von Visuals. Eine Gruppe sieht ihre Performances als eine Ergänzung zur Musik, mithilfe derer Klänge noch besser wirken können. Eine andere Fraktion meint, durch die Visuals eine Art hypnotisierende Wirkung bei den Menschen auslösen zu können. Sie versetzen die Menschen somit in eine Art Trancezustand, im Zuge dessen sie metaphorisch gesprochen auf eine Reise geschickt werden, in welcher die Musik nach wie vor eine wichtige Rolle spielt. Der bekannte VJ-Künstler Vello Virkhaus meint, dass der im Bereich der Rockmusik zunehmende Einsatz von Live Visuals sich von dem eigentlichen Einsatz im Techno-Bereich stark unterscheidet. In ersterem wird eher auf eine Art Hintergrundvideo gesetzt, anstatt wie in zweiterem eine wirklich Show zu gestalten.¹⁸¹

Der Videokünstler Ben Stokes aus San Francisco bemängelt, dass oft einfach eine Vielzahl aus Bildern irgendwie übereinander gestapelt wird, wodurch das Ergebnis wenig Bezug zur Musik hat. Er wünscht sich hingegen eine perfekte Abstimmung zwischen dem Sound und dem Visuellen, was seiner Meinung nach dann gut funktioniert, wenn das Video und der Sound von ein und derselben Person kreiert werden. Somit entsteht aus zwei einzelnen Performances eine perfekt harmonisierende multimediale Show.¹⁸²

Während vor einigen Jahren hauptsächlich vorproduzierte Videos zum Einsatz kamen, bei denen kaum live auf das Publikum eingegangen werden konnte, geht der Trend hin zu formbaren Live-Videos.¹⁸³

Die Grenzen zwischen Musikern/innen und Videomachern/innen schwinden immer weiter. Vor einigen Jahren kam eines der ersten audiovisuellen Alben auf den Markt.¹⁸⁴ Ein Grund dafür, warum immer mehr Musiker/innen versuchen, „image

¹⁸⁰ Vgl. Willis 2005, S. 88

¹⁸¹ vgl. Willis 2005, S. 89

¹⁸² vgl. Willis 2005, S. 90

¹⁸³ vgl. Willis 2005, S. 90

¹⁸⁴ Album „Rewind“ von Hexstatic

performances“ zu erzeugen, ist sicher, dass Tools, mit denen das Erstellen von Clips, die auf einen Beat abgestimmt sind, immer billiger und einfacher zu bedienen werden.¹⁸⁵

In Zukunft werden VJs wohl daran arbeiten, ihren Zusehern/innen beziehungsweise Zuhörern/innen mit verschiedensten Techniken noch mehr das Gefühl des „Eintauchens“ zu vermitteln. Hierfür werden bereits Räume, die an den Wänden, am Boden und an der Decke mit Bildschirmen beziehungsweise Videowalls ausgestattet sind, verwendet. Zusätzlich muss natürlich an der Clip- beziehungsweise Bildauswahl gearbeitet werden, ohne die auch die besten Wiedergabemöglichkeiten ihre Wirkung nicht völlig entfalten können.¹⁸⁶

4.3 Anwendung für Produktdesign (Kopplung auditiver - visueller Wahrnehmung)

In Zeiten, in denen vor allem technische Produkte immer komplexer werden, ist eine multisensuell harmonische Produktentwicklung unverzichtbar. Einem guten Design wird vorausgesetzt, dass der/die Kunde/in den erworbenen Gebrauchsgegenstand möglichst einfach und schnell bedienen kann. Um sich auf dem Markt bewähren zu können, müssen zusätzlich zu ohnehin erwarteten Funktionen Vorteile geboten werden, durch die sich das Produkt von der Konkurrenz abhebt. Der/die Kunde/in „erlebt“ sein/ihr Produkt meist über unterschiedliche Sinnesorgane, und somit ist ein ganzheitliches Design für die Optimierung des Produktes von großer Bedeutung. Die Frage, in welcher Art und Weise die unterschiedlichen Sinnesbereiche verknüpft werden können, ist Gegenstand moderner Forschung. Die in Kapitel 3 beschriebenen unterschiedlichen Arten der Verknüpfung zwischen den einzelnen Sinnen spielen hier eine wesentliche Rolle. Als Grundsatz für die Gestaltung kann die folgende Grafik angesehen werden.¹⁸⁷

¹⁸⁵ vgl. Willis 2005, S. 90-91

¹⁸⁶ vgl. Willis 2005, S. 93

¹⁸⁷ vgl. Haverkamp 2009, S. 16-17 u 306

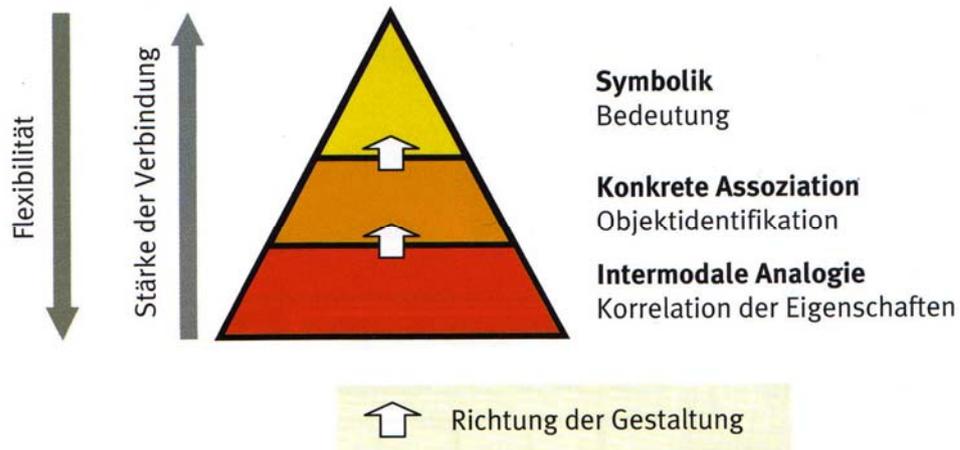


Abbildung 11: Gestaltungsprinzipien

Quelle: Haverkamp 2009, S. 304

Wichtig ist, dass nicht nur die einzelnen Sinne perfekt auf das Produkt abgestimmt werden, sondern auch die Sinnesbereiche untereinander, da ansonsten ein Produkt mit toller Optik, perfektem Klang und tadelloser Haptik entstehen kann, das trotz allem nicht harmoniert. Von Beginn einer Produktidee weg ist eine ganzheitliche Entwicklung unverzichtbar. Erste Beispiele zeigen, dass dieses multisensuelle Design seinen Zweck erfüllt. Ein neu entwickelter Staubsauger von Dyson vermittelt seine innovative Technologie nicht nur durch seine visuelle Erscheinung. Das passende Geräusch spielt ebenso eine entscheidende Rolle wie die Farbwahl. Die einzelnen technischen Komponenten sind bewusst deutlich zu sehen und nicht hinter einem schicken Design versteckt. Beim Einschalten ertönt ein Staubsaugergeräusch, das sich von anderen klar unterscheidet. Das Geräusch klingt relativ hell, hat deutlich mehr hohe Frequenzanteile als das von anderen Staubsaugern. Das komplette Design soll bewusst die innovative Technologie vermitteln, was auch gut gelingt.¹⁸⁸

Für die generelle Einführung eines multisensuellen Designs ist ein großes Umdenken notwendig. Bis vor wenigen Jahren wurde praktisch fast ausschließlich auf die visuelle Komponente eines Produktes geachtet. Auch wenn das Umdenken zum Teil bereits vor einigen Jahren begonnen hat und Wert auf einen optimalen Klang des Produktes durch Zuhilfenahme von Sounddesign gelegt wird, fehlt noch einiges auf eine Gleichbehandlung der einzelnen Sinne. Zurzeit wird bei der Gestaltung und Entwicklung

¹⁸⁸ vgl. Haverkamp 2009, S. 316-317

neuer Produkte noch oft der Fehler gemacht, die einzelnen Sinnesbereiche aufzuspalten. Auch heute wird häufig vorrangig an der visuellen Komponente gearbeitet und der Sound erst später entwickelt. Einzig richtig wäre jedoch eine parallele und sich beeinflussende Entwicklung für alle Sinnesbereiche eines Produktes.¹⁸⁹

Laut Haverkamp ist dieser Denkansatz vielen Produktentwicklern völlig neu. Ihnen fehlt teilweise das notwendige Know-how. Deswegen werden in eigens dafür ins Leben gerufenen Studiengängen, beispielsweise an der Hochschule in Halle, Personen darin ausgebildet, wie visuelle und auditive Eigenschaften möglichst sinnvoll miteinander verknüpft werden können. Zusätzlich wird gelehrt, nach Möglichkeit auch die restlichen Sinnesbereiche einzubinden, da auch diese eine größere Wirkung auf die Gesamtwahrnehmung haben, als bisher vermutet.¹⁹⁰

Eine weitere Hürde, die derzeit in vielen großen Konzernen überwunden werden muss, ist die Trennung zwischen den Technikern/innen, die für die Funktionalität eines Produktes zuständig sind, und den Designern/innen, die an der Ästhetik arbeiten. Die Designer/innen sollten nicht an einer Art Verpackung für ein kompliziertes technisches Produkt arbeiten. Vielmehr sollte ihre Aufgabe darin bestehen, gemeinsam mit den für die Funktionalität Verantwortlichen ein Produkt zu entwickeln, das in allen Disziplinen überzeugt.¹⁹¹

Bei der Entwicklung von neuen Produkten müssen sich demnach auch die Vorabtests in den einzelnen Phasen ändern. Die Harmonisierung von Farben, Formen und Klängen bereits während der einzelnen Entwicklungsphasen zu testen, bedeutet einen enormen technischen Aufwand. Bis vor wenigen Jahren wurden üblicherweise einzelne Produkteigenschaften reduziert auf einzelne Sinnesbereiche getestet. Diese Versuche machen aus heutiger Sicht der Dinge wenig Sinn, da gerade die Interaktionen zwischen den einzelnen Bereichen ausschlaggebend für Wahrnehmungsempfindungen sind. Beispielsweise wird in der Automobilindustrie in neuester Zeit auf multisensuelle Umgebungen bei den Wahrnehmungsversuchen geachtet. Die Testperson bedient einen Fahr Simulator, in dem subjektive Fahreindrücke bereits vor der Erstellung eines Prototyps

¹⁸⁹ vgl. Haverkamp 2009, S. 366-367

¹⁹⁰ vgl. Haverkamp 2009, S. 368

¹⁹¹ vgl. Haverkamp 2009, S. 369

getestet werden können. Gehörliche Aufnahmen können den Testpersonen über Kopfhörer eingespielt werden, und diese können somit räumlich korrekt wahrgenommen werden.¹⁹²



Abbildung 12: Test in einem Fahrsimulator

Quelle: <http://idw-online.de/pages/de/newsimage?id=46078&size=screen>

Auch wenn im Bereich des Produktdesigns noch lange nicht bis an die Grenzen gegangen wird, um möglichst alle Sinneskanäle einzubinden, keimt bereits eine weitere Disziplin auf, das Verpackungsdesign. Die Verpackung eines Produktes, bei der früher ausschließlich auf die visuelle Komponente Wert gelegt wurde, stellt den ersten Kontakt zum Produkt dar. Sie ist ausschlaggebend dafür, ob ein Produkt gekauft wird oder nicht. Ein noch so gut gelungenes Produkt wird sich in einer schlechten Verpackung gegen Konkurrenz im Regal vermutlich nicht durchsetzen können. Dies begründet, warum in Zukunft verstärkt auch an der Verpackung und nicht nur am Produkt selbst gearbeitet werden muss.

¹⁹² vgl. Haverkamp 2009, S. 371-372

4.4 Medizinische Erkenntnisse zu Synästhesie

In neuester Zeit konnte ein wenig mehr Licht in das Dunkel des komplexen Forschungsgebiets der Synästhesie gebracht werden. Bis vor wenigen Jahren konnte nicht nachvollzogen werden, ob sich Synästhetiker/innen beispielsweise beim Hören eines Geräusches die von ihnen wahrgenommene Farbe nur vorstellen oder tatsächlich sehen beziehungsweise wie diese Wahrnehmung entsteht. Mithilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) wurde herausgefunden, dass bei einem/r Synästhetiker/in durch einen auditiven Reiz, der die Wahrnehmung der Farbe Rot auslöst, dieselbe Gehirnregion im visuellen Cortex aktiviert wird wie bei der „normalen“ Wahrnehmung der Farbe Rot. So gesehen könnte vereinfacht behauptet werden, dass die Farberlebnisse „echt“ sind, auch wenn die betroffene Person die einzige ist, die sie wahrnehmen kann.¹⁹³

¹⁹³ Vgl. Zilles 2006, S. 125-128, Bildgebende Verfahren: Neue Perspektiven in der Hirnforschung
<http://www.uni-duesseldorf.de/home/Jahrbuch/2003/PDF/Zilles.pdf> (03.02.2009)

5 Studie über die Wechselwirkungen von Farben und Klängen

In den vorangegangenen Kapiteln wurde eine theoretische Grundlage für den folgenden praktischen Teil dieser Arbeit geschaffen. Die Beziehung und Wechselwirkung zwischen Farben und Klängen ist trotz all dieser Ansätze ein Fachgebiet, in dem noch viel Forschungsarbeit zu leisten ist und viele Fragen zu beantworten sind.

Wie im Kapitel 3.2 „Intermodale Analogie“ beschrieben, sind so gut wie alle Menschen in der Lage, gewisse Zusammenhänge zwischen Farben und Tönen zu erkennen und aufgrund dessen Zuordnungen durchzuführen.

5.1 Fragestellung

In der Literatur finden sich zahlreiche Tests, bei denen Testpersonen einzelne Töne einer Farbe zuordnen mussten. Aus dieser Gegebenheit stellt sich die Frage, ob auch eine ganze Melodie einer Farbe zugeordnet werden kann. Da bei Intermodaler Analogiebildung im Gegensatz zur Synästhesie die Interpersonale Varianz relativ gering ist, sollte sich bei der Zuordnung einzelner Melodien zu einer Farbe eine Tendenz erkennen lassen. Weiters stellt sich die Frage, welche Eigenschaften der Melodie, wie zum Beispiel Klangfarbe, Lautstärke, Tonhöhe, Tempo, die Empfindung beeinflussen und somit eine Auswirkung auf die empfundene Farbe haben. In diesem Test wurden zwei dieser Aspekte ausgewählt, die Klangfarbe und das Tempo. Diese beiden Parameter wurden gewählt, da die Klangfarbe im Allgemeinen große Auswirkungen auf die Wahrnehmung akustischer Signale hat und beim Tempo der mögliche Zusammenhang zur Helligkeit bei der Farbwahl untersucht werden sollte.¹⁹⁴

5.2 Test

Für den Test wurde eine XHTML Seite entworfen, die mit einer kurzen Einführung beginnt. Dem oder der Probanden/in wird zu Beginn mitgeteilt, dass er/sie an dem Forschungsteil der Diplomarbeit „Intermodale Wechselwirkungen zwischen Farben und Klängen“ teilnimmt und dass in weiterer Folge sechs Aufgaben zu erledigen sind.

¹⁹⁴ vgl. Raffaseder, 2002, S. 104-105

Anschließend wird noch Alter und Geschlecht der Testpersonen erfragt, bevor die erste Aufgabe durchzuführen ist.

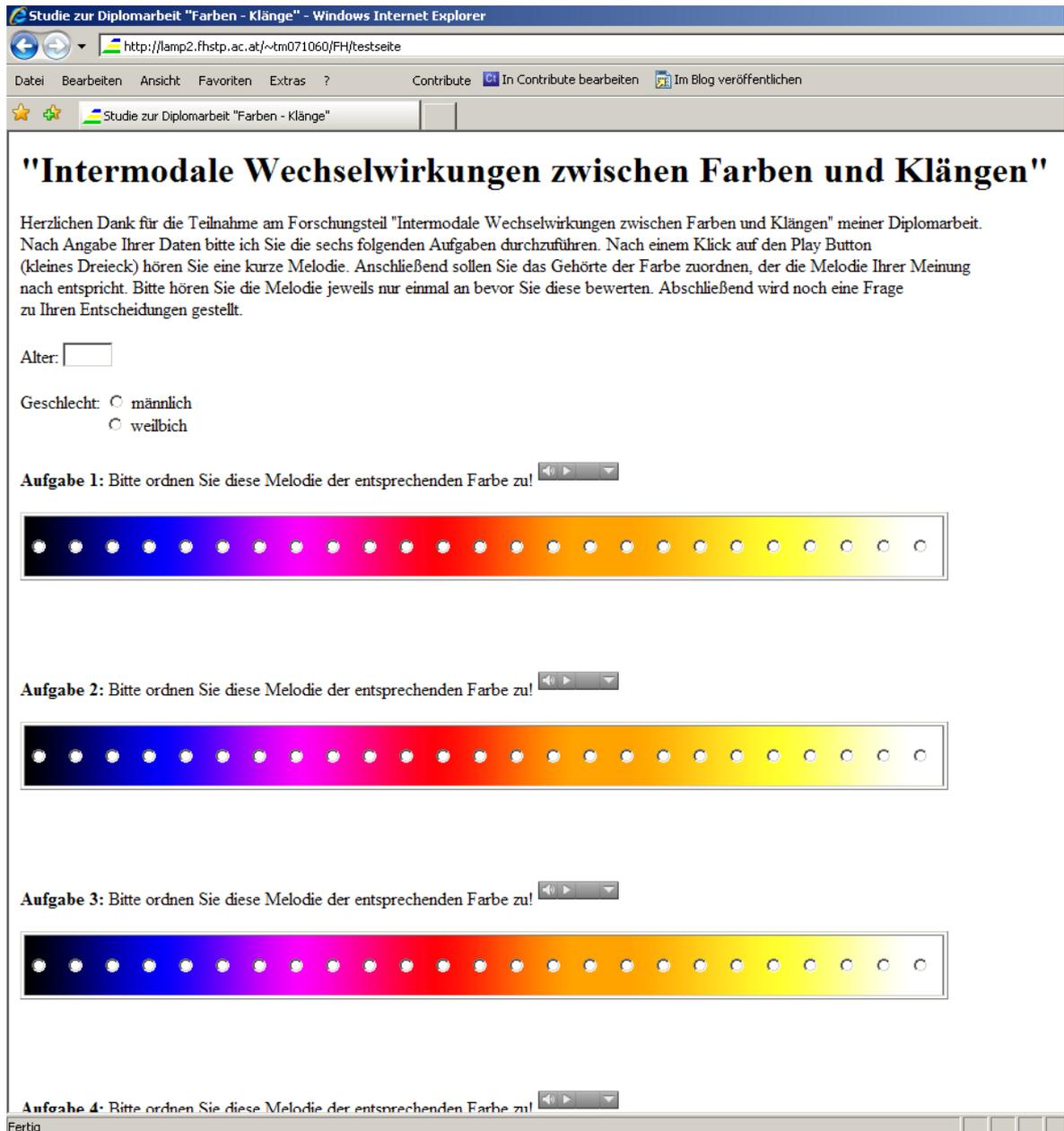


Abbildung 13: Screenshot der Testseite

Für den Test wurde in Cubase SX 2.2.0 mit einem Midi Keyboard eine kurze Melodie eingespielt. In weiterer Folge wurde mithilfe des VST Plug-Ins „Le Piano“ die eingespielte Melodie als Klavier klingend, mit dem VST Plug-In „DSK Strings“ mit den Einstellungen „Simply Viola“ nach einer Viola klingend und abschließend mit dem Plug-In „DSK Akoustik GuitarZ“ als Gitarrensound ausgegeben. In Form dieser drei Instrumente liegt die eingespielte Melodie in gleicher Lautstärke, gleicher Tonhöhe, gleichem Tempo, aber mit

unterschiedlicher Klangfarbe, jeweils charakteristisch für das einzelne Instrument, vor. In weiterer Folge wurden nun die drei Melodien in ihrem Tempo angehoben, von den ursprünglichen 120BPM auf 160BPM und wieder ausgegeben.

Diese sechs kurzen Musikstücke wurden in die XHTML Seite eingebunden. Der Hintergrund der Seite ist weiß und die verwendete Schrift schwarz, um möglichst wenig „Ablenkungen“ und „Irritation“ bei der anschließenden Farb-Zuordnung zu schaffen. Wie dem/r Probanden/in bereits beim einleitenden Absatz beschrieben, folgen nun die sechs Aufgaben wobei er/sie jeweils beim Klick auf das kleine Dreieck die Wiedergabe der Melodie startet und anschließend das Gehörte in den darunter liegenden Farbverlauf eintragen soll. Der/die Proband/in wird darauf hingewiesen, sich jedes kurze Musikstück nur einmal anzuhören, anschließend in die Liste einzutragen, und erst danach das nächste anzuhören. Dies erschien sinnvoll, da vor allem die erste Zuordnung interessant und entscheidend ist, da bei vielen Medieninstallationen und dergleichen auch nicht die Möglichkeit zum mehrmaligen Anhören/Sehen vorhanden ist und somit der erste Eindruck zählt. Hat die Testperson alle sechs Aufgaben erledigt, wird abschließend die Frage gestellt, welche dieser drei Aussagen auf die Testperson zutrifft.

- Ich würde die Farben immer wieder so anordnen.
- Vielleicht würde ich nicht die gleichen, aber doch sehr ähnliche Farben auswählen.
- Ich weiß nicht, vielleicht würde ich ganz andere Farben wählen.

Diese Frage hat Klaus-Ernst Behne bei einem Test mit Kindern angewandt und gemeint, sie wäre aufschlussreich, um die „Stabilität“ zu erkennen, mit der die Fragen beantwortet wurden. Obwohl diese Studie mit Studenten/innen durchgeführt wird, erscheint die Frage dem Verfasser auch bei diesem Test sinnvoll. Die Beantwortung dieser Frage liefert möglicherweise einen besseren Aufschluss über die „Motivation“ und „Herangehensweise“ als die einer direkten Frage danach. Zuletzt wird mit dem Button „Absenden“ bestätigt, wodurch die Daten mittels eines dafür erstellten php-files in eine CSV Datei übertragen werden, um anschließend ausgewertet werden zu können.



Abbildung 14: Farbbalken mit Bewertungsmöglichkeiten

Für die Zuordnung der einzelnen kurzen Musikstücke zu einer Farbe war die wichtige Entscheidung zu treffen, welche Farbskala bzw. Farbwerte vorgelegt werden. Das Problem ist, dass keine natürliche, optimale Farbskala vorhanden ist. Somit ist die Farbwahl eine Frage individueller Präferenzen sowie sozio-kultureller Gegebenheiten und bezieht sich auf Assoziationen und die Verständlichkeit der Farbsymbolik. Für die Zuordnung von Tönen zu Farben wird oft die Farbreihe des Regenbogens gewählt, und in der Literatur früherer Zeiten finden sich generell völlig verschiedene Farbskalen, die als „natürlich“ empfunden wurden.¹⁹⁵

Generell kann gesagt werden, dass sich eine Farbskala für die Beschreibung und Einordnung von Schallphänomenen dann besonders gut eignet, wenn sie mit kontinuierlich zu- oder abnehmender Helligkeit verknüpft ist. Hier kann die Helligkeit beziehungsweise die Sättigung jedoch für einen Farbton nicht beliebig gewählt werden, vielmehr hat jeder Farbton eine charakteristische Helligkeit: z.B.: große Helligkeit für Weiß und Gelb, geringere für Violett und Blau bis hin zu Schwarz.¹⁹⁶

Eine Farbskala, die sich nach diesen Erkenntnissen als gute Wahl für die Zuordnung von Klängen herausstellen sollte, ist jene, die im Campbell-Diagramm ihre Anwendung findet, welches zum Beispiel für die Darstellung des Schallpegels von Fahrzeuggeräuschen verwendet wird. Die Farbskala (oben abgebildet) weist einen Farbverlauf von Schwarz über Blau, Rot, Gelb bis Weiß auf. Ein weiterer Vorteil zusätzlich zur kontinuierlich steigenden Helligkeit ist die Vermeidung des Gegensatzpaares Rot und Grün mit dem ausgeprägten symbolischen Gegensatz zwischen positiv und negativ¹⁹⁷, das zusätzlich zum ohnehin vorhandenen Gegensatzpaar Weiß und Schwarz unnötige Verwirrungen stiften könnte.

Auch wenn diese Farbskala bis dato hauptsächlich für die Bewertung von Motorengeräuschen verwendet wurde, wo sie weitere Vorteile bringt, wie zum Beispiel dass „die monotone Zunahme von kalten zu warmen Tönen der Zunahme thermischer, kinetischer und akustischer Energie entspricht“¹⁹⁸, wird über die Verwendung auch für einfache Klang beziehungsweise Musik – Farbe Zuordnungen diskutiert. Aus diesem

¹⁹⁵ Vgl. Haverkamp 2005, S. 20-21

¹⁹⁶ Vgl. Haverkamp 2005, S. 20-21

¹⁹⁷ Vgl. Haverkamp 2005, S. 21-22

¹⁹⁸ Haverkamp 2005, S. 21

Grund, und weil diese Farbskala bis jetzt kaum für eine Umfrage dieser Art verwendet wurde, erscheint sie als geeignet, in diesem Fall interessante Ergebnisse zu liefern.

5.2.1 Testpersonen

Da im Rahmen dieser Diplomarbeit kein repräsentativer Querschnitt durch alle Alters- und Bildungsschichten gezogen werden konnte, wurde die Zielgruppe für den Test eingeschränkt. Sie wurde auf Studenten/innen des Studienganges Medientechnik an der Fachhochschule St. Pölten festgelegt. Diese Testpersonen haben im Laufe ihres Studiums Wissen im Bereich der Audio- und Videotechnik angesammelt und auch mehrmals Gelegenheiten bekommen, eigenständig Audio/Video-Produktionen durchzuführen. Die Testpersonen können somit als geschulte Personen im Medienbereich angesehen werden. Aus diesem Grund wäre eine Durchführung der Studie mit einer repräsentativen Gruppe an Probanden/innen quer durch alle Alters und Bildungsschichten hochinteressant.

5.2.2 Testsetting

Auch wenn im Zusammenhang mit Studien über Wahrnehmungszusammenhänge zwischen Farben und Klängen immer wieder von Online Befragungen zu lesen ist, scheint dies aus vielerlei Gründen kein vernünftiger und wissenschaftlich repräsentativer Weg zu sein, um Forschungen in diesem Bereich anzustellen. Zum einen sitzen die Testpersonen in vollkommen unterschiedlichen Räumen, was generell auf die Wahrnehmung und Empfindung Einfluss hat, zum anderen kann durch stark unterschiedliche Licht- und Wiedergabeverhältnisse kaum ein sinnvoller Rückschluss auf Farbwahrnehmungen gezogen werden.

Bei dieser Studie wurden die Probanden/innen in das Usabilitylabor der Fachhochschule St. Pölten gebeten, welches 2007 errichtet wurde. Diese Räumlichkeiten entsprechen den aktuellen Ansprüchen an ein Testlabor und sind eher wohnzimmerartig eingerichtet, um eine möglichst angenehme Testsituation zu gewähren.



Abbildung 15: Usability Labor der Fachhochschule St. Pölten

Der Test wurde im Internet Explorer 7.0 geöffnet und der Sound über die interne Soundkarte und die Creative Desktopboxen wiedergegeben.

Die in das Usability Labor gebetenen Testpersonen nahmen am Schreibtisch Platz, wo sie bereits die geöffnete XHTML Seite vor sich sahen. Sie wurden kurz darüber informiert, dass sie die wesentlichen Informationen im einleitenden Absatz erfahren, falls trotzdem Probleme oder Fragen auftauchen sollten, könnten sie sich an den Leiter der Studie wenden.

Nach Durchführung der sechs Aufgaben und dem Beantworten der abschließend gestellten Frage übermittelten die Probanden/innen das ausgefüllte Formular und waren nach einer Testdauer von zirka fünf Minuten fertig.

5.3 Ergebnisse

Für diese Studie wurden 31 Studenten/innen des Bachelorstudiengangs Medientechnik und des weiterführenden Masterstudiengangs Telekommunikation und Medien mit dem Schwerpunkt Audio- und Videotechnik herangezogen. Das Alter der Testpersonen lag zwischen 19 und 28 Jahren.

Als Erstes war die Melodie mit dem Klang eines Klaviers zu bewerten, wofür der zuvor abgebildete durchgehende Farbbalken von Schwarz bis Weiß mit 25 Bewertungsmöglichkeiten angeboten wurde. Bei diesem ersten Soundfile wählten die Testpersonen im Mittel die Zehn. Das entspricht der Farbe Rosa, beziehungsweise liegt die Entscheidung knapp am Übergang zur Farbe Rot. Dreizehn der 31 Personen wählten explizit eine der Farbmöglichkeiten im Bereich von Violett bis Rosa und lagen somit in ihrer Entscheidung dicht beisammen.

Das nächste Soundfile präsentierte die Melodie mit dem Klang einer Viola. Bei der Bewertung lag der errechnete Mittelwert im etwas helleren Bereich und traf den Farbton Rot. Auch bei dieser Version der Melodie war eine große Häufung festzustellen. 18 Personen wählten einen roten beziehungsweise orangeroten Farbton.

Das dritte und letzte Musikinstrument war die Gitarre. Der Mittelwert lag zwischen neun und zehn und somit niedriger als der des Klaviers. Die Streuung war bei diesem Sound etwas größer als bei den anderen. Während sich ein Teil der Probanden/innen für einen blauen Farbton entschied, wählte ein anderer einen sehr hellen Gelbton.

Das vierte zu bewertende Soundfile enthielt wie schon zuvor die mit dem Klavier Plugin erzeugte Melodie, allerdings im Tempo erhöht. Die Bewertung dieses Klangs siedelte sich im Mittel im Bereich der roten Farbe an. Die größten Übereinstimmungen ergaben sich jedoch im etwas helleren Bereich, dem Orange, in dem sich 16 Personen ansiedelten.

Die vorletzte Melodie war die mit dem Klang der Viola, ebenfalls im Tempo erhöht. Auch bei dieser schnelleren Version wählten die Testpersonen im Mittel den Farbton Rot, allerdings waren die Abweichungen der Bewertungen größer.

Das letzte Soundfile enthielt die im Tempo gesteigerte Melodie mit dem Klang der Gitarre. Diese wurde im Mittel zwischen Rosa und Rot eingestuft. Bei diesem letzten Sound ist die Streuung allerdings am größten.

5.4 Erkenntnisse

Wenn auch nur eine geringe Anzahl an Probanden/innen getestet werden konnte, so lassen sich trotzdem Tendenzen erkennen, die in einer größeren Studie geprüft werden könnten. Wie bereits zuvor beschrieben, wurde ein und dieselbe Melodie mit drei unterschiedlichen Instrumenten jeweils in zwei Geschwindigkeiten eingespielt und anschließend bewertet. Zum einen sollte herausgefunden werden, ob sich beim Zuordnen einer Melodie zu einer Farbe Gemeinsamkeiten zwischen einzelnen Personen erkennen lassen. Zum anderen sollte die Frage beantwortet werden, ob die beiden Parameter Klangfarbe und Tempo die Entscheidung jeder einzelnen Person beeinflussen beziehungsweise ob auch hier Gemeinsamkeiten zu erkennen sind.

Den Probanden/innen wurde zuvor nicht mitgeteilt, dass in allen sechs Fällen dieselbe Melodie, nur in einzelnen Parametern verändert, zu hören ist. Obwohl die Äußerungen der Testpersonen nicht Teil der Studie waren, fiel auf, dass sehr viele beim Hören des zweiten Sounds meinten, die Viola klänge viel wärmer als das Klavier. Tendenziell wurde dann weiter rechts, heller, bewertet, zumeist wie zuvor erwähnt im rot-orangefarbenen Bereich. Auffällig war die Bewertung des Gitarrensounds, da sich sowohl bei der Farbwahl als auch bei den Äußerungen der Personen die größten Unterschiede auftraten. Die Personen, die der Meinung waren, die Gitarre klänge eher kühl, bewerteten sie in Richtung Blau.

Bei den letzten drei zu bewertenden Stücken äußerte mehr als die Hälfte der Personen, sie hörten genau dieselben Melodien wie zuvor. Sie schlossen daraus, Sinn des Tests sei, ihre getroffenen Entscheidungen auf ihre Beständigkeit zu überprüfen. Interessanterweise ordneten diese Personen, genau wie die restlichen, die im Tempo gesteigerten Melodien dennoch tendenziell heller ein. Den vorherigen Aussagen der Probanden/innen nach haben diese den Tempounterschied zwar offensichtlich nicht bewusst wahrgenommen, die ihnen gleich vorkommenden Sounds aber trotzdem anders bewertet. Anscheinend bewirkte der Tempounterschied unterbewusst sehr wohl eine veränderte Wahrnehmung der Melodie. Nur wenige Ausnahmen ordneten die Melodie mit demselben Musikinstrument, jedoch gesteigertem Tempo einer Farbe mit geringerer Helligkeit zu.

Für diesen Versuch wurde bewusst festgelegt, dass die Probanden/innen nach dem Anhören eines Sounds den vorangegangenen weder erneut hören noch umbewerten durften. Nachdem zirka ein Viertel der Testpersonen trotz des schriftlichen Hinweises fragte, ob sie sich noch einmal umentscheiden dürften, kann davon ausgegangen werden, dass die Reihenfolge der Darbietung die Wahrnehmung der Töne beeinflusst.

Das Ergebnis dieses Tests lässt vermuten, dass die Melodie selbst einen entscheidenden Einfluss auf die Farbzuzuordnung hat, wofür vermutlich gedankliche Querverbindungen verantwortlich sind. Auch wenn durch die Änderungen der beiden Parameter die Zuordnungen variierten, so blieben sie doch in einem ähnlichen Rahmen. Demnach könnte die Behauptung aufgestellt werden, dass die Melodie selbst das wichtigste Kriterium für die Entscheidung darstellt, diese aber sehr wohl durch die

Änderung einzelner Parameter beeinflussbar ist. Grundsätzlich klingt die harmonische Melodie angenehm und wird anscheinend eher einer warmen Farbe wie Rot zugeordnet.

Im Test stellte sich heraus, dass das Tempo direkten Einfluss auf die Farbzuzuordnung hat. Dieser lässt sich relativ leicht in Worte fassen. Je mehr das Tempo erhöht wird, desto heller sind die zugeordneten Farben. Weit schwieriger zu analysieren sind die Zusammenhänge zwischen der Klangfarbe und der Farbzuzuordnung. Generell ist bei Klängen bekannt, dass dieser oft schwierig zu beschreibende Parameter maßgeblich für die Wahrnehmung ist. Dementsprechend hat die Klangfarbe vermutlich noch mehr Einfluss auf die assoziierte Farbe als das Tempo, zumindest lässt der Test dies vermuten. Die Änderungen bei der Farbzuzuordnung bei verändertem Tempo scheinen interpersonell homogen zu sein, wohingegen sie bei unterschiedlicher Klangfarbe stärker variieren.

Nach Erledigung der sechs Aufgaben wurde die Frage gestellt, wie die einzelnen Personen bei einer erneuten Zuordnung vorgehen würden. Die Antworten lieferten ein erstaunliches Ergebnis. Eine Person entschied sich für, „Ich würde die Farben immer wieder so anordnen.“ Interessanterweise war sie die Schnellste bei der Durchführung der Aufgaben. Nebenbei erwähnte sie, dass für sie bei jedem Sound nur die eine, offensichtliche Möglichkeit vorhanden wäre, und sie könnte sich gar nicht vorstellen, wie sich jemand bei der Entscheidung schwertun könnte. Drei Personen wählten die Antwortmöglichkeit, „Ich weiß nicht, vielleicht würde ich ganz andere Farben wählen.“ Diese Probanden/innen benötigten im Vergleich zu den anderen relativ viel Zeit und waren mit der Zuordnung offensichtlich überfordert. Eine dieser Personen versuchte den Versuchsleiter nach Abschluss des Tests sogar zu überreden, sie nicht in die Wertung aufzunehmen, da sie das Ergebnis nicht verfälschen möchte. Die restlichen 27 Probanden/innen entschieden sich für die in der Mitte liegende Antwort, „Vielleicht würde ich nicht die gleichen, aber doch sehr ähnliche Farben auswählen.“ Zum einen könnte dies daran liegen, dass diese Antwort der Mittelweg zwischen den doch relativ „extremen“ anderen beiden darstellt, zum anderen wird eine gewisse bewusste Analogie zwischen den Klängen und Farben bestätigt.

Die Ergebnisse dieses Tests müssten in einer größer angelegten Studie überprüft werden. Interessant wären die Unterschiede zwischen einzelnen Alters- und Bildungsschichten. Ein weiterer fortführender Gedanke wäre, die Testpersonen einige Wochen oder Monate später erneut die Zuordnung durchführen zu lassen. Dadurch

könnte herausgefunden werden, wie stabil die Zuordnungen der einzelnen Personen wirklich sind, zumal die meisten angaben, sie würden wieder zumindest sehr ähnliche Farben wählen. Für eine fortführende Studie wäre außerdem anzudenken, den Versuch in zwei Varianten durchzuführen. Ein Teil der Probanden/innen sollte wie bei diesem Test ein Soundfile nach dem anderen hören und gleich bewerten, während der andere Teil sich zuerst alle einmal anhören und anschließend erst den Bewertungsdurchgang absolvieren sollte. Dadurch könnte herausgefunden werden, inwiefern sich die einzelnen Sounds bei der Bewertung beeinflussen oder ob jede Melodie unabhängig von den anderen wahrgenommen wird.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit befasst sich mit den Wechselwirkungen zwischen auditiven und visuellen Signalen. Da Menschen von Grund auf bestrebt sind, Objekte mit all ihren Sinnen wahrzunehmen und diese gemeinsam ausgewertet werden, sollte eine möglichst multisensuelle Gestaltung aller Produkte angesteuert werden.

Zu Beginn der Arbeit wird als Grundlage für die nachfolgenden Kapitel näher auf die akustische und visuelle Wahrnehmung eingegangen. Zuerst wird die akustische beschrieben, vom Entstehen des Schalls über die Aufnahme im Gehör bis hin zur Verarbeitung im Gehirn. Zusätzlich werden kurz einige psychoakustische Parameter erklärt. Danach folgt eine Beschreibung der visuellen Wahrnehmung, vom Entstehen des Lichtes über den Aufbau des Auges bis hin zur Verarbeitung von visuellen Objekten im Gehirn. Anschließend werden Auge und Ohr kurz gegenübergestellt und die Unterschiede in der Verarbeitung beider Sinnesbereiche aufgezeigt.

Das darauffolgende Kapitel beschäftigt sich mit den unterschiedlichen Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen den beiden Sinnesbereichen Hören und Sehen. Dafür wird die Einteilung des Akustikers Michael Haverkamp herangezogen. Er distanziert sich von der Ansicht, jegliche Kopplung der beiden Bereiche als Synästhesie zu bezeichnen, sondern nur jene Sonderform, die nur bei wenigen Personen ausgeprägt ist. Bei ihnen löst ein Reiz aus einem Sinnesbereich unwillkürlich eine zusätzliche Wahrnehmung aus einem anderen Sinnesbereich aus. Zum Beispiel sehen diese Personen bei einem gewissen akustischen Reiz ein bestimmtes Bild vor sich. Weitere Arten der Kopplung sind einerseits intermodale Analogien, bei denen Objekteigenschaften über die Sinnesgrenzen hinweg verbunden werden, andererseits konkrete Assoziationen, welche nur bei bekannten Objekten stattfinden können. Eine weitere Art der Verknüpfung, welche nur erkannt wird, wenn die Bedeutung erlernt wurde, wird bei Symbolen und Metaphern, wie zum Beispiel gesprochene sowie geschriebene Sprache, verwendet. Abschließend wird die letzte Form, die mathematisch physikalische Verknüpfung, beschrieben. Sie stellt einen Versuch dar, mittels Algorithmen direkt von einem Sinnesbereich in den anderen zu transformieren, wie beispielsweise bei Media Playern um eine visuelle Komponente zur Musik zu erschaffen.

Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit aktuellen Anwendungsgebieten und Forschungen bezüglich der Kombination von auditiven und visuellen Eigenschaften. Diese reichen vom Produktdesign, bei welchem eine optimale Abstimmung zwischen den Sinnesbereichen für den erfolgreichen Verkauf notwendig ist, bis zur VJ Kultur, bei welcher die Erstellung einer an die Musik angepassten Live Video Performance im Mittelpunkt steht.

Aufbauend auf die theoretischen Kapitel folgt der praktische Teil der Arbeit, eine Studie mit 31 Personen, bei der einer Melodie eine Farbe zugeordnet werden soll. Diese Melodie wurde mit drei verschiedenen Instrumenten jeweils in zwei Geschwindigkeiten eingespielt. Anschließend wurden diese sechs Soundfiles in eine dafür erstellte HTML Seite eingebunden und für jedes je ein Farbbalken zum Zuordnen eingefügt. Die Fragestellung lautete, ob sich zwischen den einzelnen Testpersonen Ähnlichkeiten bei der Bewertung ergeben und inwieweit die beiden Parameter Klangfarbe und Tempo die Farbzurordnung beeinflussen. Auch wenn die Studie nur in kleinem Rahmen durchgeführt wurde, führte sie zu interessanten Ergebnissen. Grundsätzlich zeigten sich bei der Bewertung große Ähnlichkeiten zwischen den einzelnen Testpersonen. Die verschiedenen Klangfarben aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Instrumente verursachten eine unterschiedliche, jedoch zwischen den einzelnen Probanden/innen recht ähnliche Farbwahl. Das gesteigerte Tempo der Melodie bewog den Großteil der Personen dazu, hellere Farben zu wählen. Zwar können die Ergebnisse bei einer Studie dieser Größe nur als Tendenzen betrachtet werden, trotzdem zeigen sie eine gewisse Kontinuität, die im Rahmen einer größeren Studie untersucht werden sollte. Abschließend waren sich fast alle Personen einig, dass sie bei einem erneuten Test zumindest sehr ähnliche Farben wählen würden.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Kopplungen zwischen den einzelnen Sinnesbereichen einen umfassenden Bereich darstellen, in welchem noch sehr viel Forschungsarbeit geleistet werden muss. Der in dieser Arbeit häufig zitierte Michael Haverkamp leistet mit seinen Untersuchungen einen großen Beitrag dazu, multisensuelles Design etwas klarer zu machen. Auch wenn diese Arbeit sich auf die Verbindung zwischen dem auditiven und dem visuellen Bereich konzentriert, sollte an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Einbindung der restlichen drei Sinne ebenfalls von großer Bedeutung ist. Da der Mensch mit allen Sinnen wahrnimmt und als Kunde/in möglichst rasch

angesprochen werden soll, muss bei jeder neuen Produktentwicklung auf die Einbindung möglichst aller Sinne geachtet werden. Eine multisensuelle Produktgestaltung ist nicht immer mit höheren Kosten verbunden, benötigt allerdings ein grundlegendes Umdenken in der Herangehensweise. Die oft zu isoliert voneinander betrachteten Entwicklungsbereiche müssen dafür von Beginn an gut aufeinander abgestimmt sein, um ein stimmiges Endergebnis zu erhalten.

Gerade im Bereich der auditiven und visuellen Kopplung wird in den nächsten Jahren in Bezug auf auditive Logos und die Verknüpfung zu visuellen viel geforscht und der Bereich somit noch intensiver genutzt werden. Auch in Bereichen, in denen das tatsächliche Geräusch immer mehr von künstlich generierten ersetzt wird, sollten die Grundsätze der Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen den beiden Sinnen beachtet werden, um möglichst harmonische Verbindungen zu schaffen.

Anhang

Anhang A: Literaturverzeichnis

CYTOWIC, Richard E. (1989): Synesthesia. A Union of the Senses, New York (=Springer Series in Neuropsychology) (Rezension: Behne 1990)

EMRICH, Hinderk M. (2002): Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie: Das Leben mit verknüpften Sinnen; Leipzig

ESCH, Franz-Rudolf (2005): Moderne Markenführung, Gießen

FALLER, Adolf (1966): Der Körper des Menschen, Stuttgart, 14. Auflage 2004 überarbeitet von Michael Schünke

FREUWÖRTH, Eckhard (2004): Vernetzte Sinne. Über Synästhesie und Verhalten. Norderstedt: Books on Demand

FRIELING, Dr. Heinrich (1968): Das Gesetz der Farbe, Göttingen

GUSKI, Rainer (1989): Wahrnehmung, Stuttgart

HAVERKAMP, Dr. Michael (2005): Synästhetische Wahrnehmung und Geräuschdesign, Grundlagen: Verknüpfung auditiver und visueller Attribute

Zuerst veröffentlicht in: Klaus Becker (Hg.): Subjektive Eindrücke sichtbar machen II. Haus der Technik Fachbuch 12. Renningen-Malmsheim: expert-Verlag, 2001

Der Text wurde im Jahr 2005 überarbeitet, berücksichtigt jedoch nur Literatur bis Ende 2001.

HAVERKAMP, Dr. Michael (2009): Synästhetisches Design, Kreative Produktentwicklung für alle Sinne, München

HENN, Hermann (1984): Ingenieurakustik, Physikalische Grundlagen und Anwendungsbeispiele, Wiesbaden, 4. Auflage 2008 überarbeitet von Manfred Fallen

HURTE, Michael (1982): Musik, Bild, Bewegung. Theorie und Praxis auditiv-visueller Konvergenzen, Diss. Bonn-Bad Godesberg 1982 (Orpheus-Schriftenreihe zu Grundfragen der Musik, Bd. 32)

JEWANSKI, Jörg (1999): Ist C=Rot? Eine Kultur- und Wissenschaftsgeschichte zum Problem der wechselseitigen Beziehungen zwischen Ton und Farbe: von Aristoteles bis Goethe/ Jörg Sewanski. – Sinzig: Studio, Verlag Schewe

MARKS, Lawrence Edward (1978): The Unity of the Senses. Interrelations among the Modalities, New York

NEISSER, Ulric (1976/79): Cognition and Reality. Principles and Implications of Cognitive Psychology, San Francisco 1976; deutsche Übersetzung von Regine Born: Kognition und Wirklichkeit. Prinzipien und Implikationen der kognitiven Psychologie, Stuttgart 1979

RAFFASEDER, Hannes (2002): Audiodesign, Wien

VAN CAMPEN, Cretien (2008): The Hidden Sense: Synesthesia in Art and Science. Leonardo Book. Cambridge (MA): The MIT Press

WELLEK, Albert (1954): Farbenhören, in: MGG, Bd. 4, Sp. 1804-1811

WILLIS, Holly (2005): Mixmasters: VJs Mix It Live, in Techno Visionen, Wien

WILTSCHE, Harald A. (2005): Techno-Visionen – Ein Überblick, in Techno Visionen, Wien

Anhang B: Quellenangaben aus dem Internet

GEGENFURTNER, Karl R. (2000): www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/aka.htm

HEAD acoustics (2008): www.head-acoustics.de/downloads/de/application_notes/Psychoakustische_Analysen_II_11_08d.pdf

HUBER, Andreas: www.designguide.at/piktogramm.html

LENSING (2000): www.film-sound-design.de/FilmmusikSet.html

Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie 2008

<http://de.encarta.msn.com>

ZILLES, Karl (2006): www.uni-duesseldorf.de/home/Jahrbuch/2003/PDF/Zilles.pdf

ZIPPS, Martin (2004): www.sueddeutsche.de/panorama/765/372577/text

Weblexikon Enzyklopädie: www.weblexikon.de/Onomatopoesie.html

Anhang C: Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau des Ohres	8
Abbildung 2: Darstellung des Innenohres nach grafischer Abwicklung der Schnecke.....	9
Abbildung 3: Hörbahn.....	11
Abbildung 4: Aufbau des menschlichen Auges.....	14
Abbildung 5: Sehbahn.....	17
Abbildung 6: Zusammensetzung eines Wahrnehmungsobjektes	23
Abbildung 7: Farbkonstanz der Wahrnehmung	24
Abbildung 8: Farbwahrnehmung.....	26
Abbildung 9: Bedeutung von Farben im westlichen Kulturkreis	48
Abbildung 10: Beispiel für Verwendung unterschiedlicher Farbskalen	57
Abbildung 11: Gestaltungsprinzipien.....	63
Abbildung 12: Test in einem Fahrsimulator	65
Abbildung 13: Screenshot der Testseite.....	68
Abbildung 14: Farbbalken mit Bewertungsmöglichkeiten	69
Abbildung 15: Usability Labor der Fachhochschule St. Pölten.....	72

Anhang D: Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Vergleich zwischen Auge und Ohr	22
Tabelle 2: Gegenüberstellung der trennenden Merkmale von "Synästhesie" und "intermodaler Analogie" (nach Behne 1992)	29
Tabelle 3: Grundentsprechungen der Ursynästhesie	39
Tabelle 4: Farbbedeutungen im deutschsprachigen Raum im Jahr 1998	51

Anhang E: Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mir bei der Erstellung dieser Arbeit hilfreich zur Seite gestanden sind.

Mein Dank gilt vor allem:

Meinen Eltern und meiner Großmutter, die mir dieses Studium ermöglicht haben, und meiner Freundin Christina, die mich in dieser Zeit immer unterstützt hat.

Meinen Betreuern, Mag. Michael Jaksche und FH-Prof. DI Hannes Raffaseder, für die kompetente und freundliche Betreuung und Unterstützung in allen Belangen.

Anhang F: Testergebnisse in Tabellenform

Alter	Geschlecht	Klavier1	Geige1	Gitarre1	Klavier2	Geige2	Gitarre2	Stabilität
22	maennlich	18	13	9	22	15	9	vielleicht
20	maennlich	6	13	10	16	16	9	vielleicht
26	maennlich	9	12	8	11	12	10	vielleicht
21	maennlich	9	16	13	7	17	19	vielleicht
24	maennlich	3	14	6	5	13	7	vielleicht
20	weiblich	15	13	12	15	7	5	vielleicht
23	maennlich	14	6	6	19	16	22	vielleicht
22	maennlich	5	15	2	12	18	4	vielleicht
24	maennlich	10	15	5	18	8	3	vielleicht
20	weiblich	3	6	10	13	8	6	keineahnung
23	maennlich	17	8	21	13	7	23	vielleicht
21	maennlich	14	13	20	7	13	20	vielleicht
22	maennlich	7	7	6	10	8	9	vielleicht
20	maennlich	14	7	2	13	6	2	vielleicht
25	weiblich	6	9	5	13	11	12	vielleicht
22	weiblich	14	18	6	8	6	13	vielleicht
22	weiblich	4	9	20	4	7	18	vielleicht
27	weiblich	10	9	5	15	15	6	immerwieder
24	weiblich	6	8	14	11	19	4	vielleicht
26	maennlich	16	13	8	13	8	10	vielleicht
26	maennlich	16	11	8	16	12	8	keineahnung
25	maennlich	5	7	15	7	5	15	vielleicht
19	maennlich	8	15	13	10	14	13	vielleicht
22	maennlich	6	6	9	11	11	19	vielleicht
21	weiblich	22	13	24	7	20	17	keineahnung
20	maennlich	6	10	4	17	11	23	vielleicht
25	maennlich	6	23	10	18	24	18	vielleicht
25	maennlich	18	15	6	18	19	8	vielleicht
28	maennlich	19	7	10	17	4	10	vielleicht
23	weiblich	6	13	4	12	20	9	vielleicht
25	männlich	7	13	8	18	17	4	vielleicht