

MARKUS DERMETZEL

SYNAESTHETIC SOUND SYNTHESIS



KUNSTHOCHSCHULE FÜR MEDIEN KÖLN
FB MEDIENGESTALTUNG

ÜBER DAS BUCH

Synästhetische Wahrnehmung ist mittlerweile evident und hat offenbar einen nicht unerheblichen Einfluss auf die europäische Kulturgeschichte seit der Antike. Diese Arbeit versucht, den Vorgang meines Synästhesie-Subtyps Klangfarbe=3D-Formen unter Berücksichtigung der aktuellen Forschungsergebnisse auf eine parametrische Simulation zu übertragen. Ziel der Simulation ist dabei die Verwertbarkeit der synästhetischen Phänomene als erweiterte visuelle Klangparameter für softwarebasierte Musikinstrumente.

MARKUS DERMIETZEL, geb. 1969, Steinmetz und Architekt, lebt und arbeitet als Medien- und Sounddesigner in Köln. Seit 1996 Forschungsprojekte zum Thema "Visualisierung von Musik" und der Beziehung von Musik und Architektur. Produziert seit 1996 elektronische Musik nach jahrelanger DJ-Tätigkeit und Gasthörerschaft am Elektronischen Studio der Musikhochschule in Stuttgart. Sounddesign für Theaterstücke, Videos und Industriefilme. Live-Elektronik-Auftritte solo unter den Namen "gro" und "scsi", gemeinsam mit Roger van Lunteren als "TheScrollers". Seit 1999 als Mediendesigner für verschiedene Agenturen und selbstständig tätig. 2002 als Synästhetiker im Rahmen eines Tests der Medizinischen Hochschule Hannover positiv getestet. Fortsetzung der experimentellen Forschung am Teilgebiet "Synästhesie" des Themas "Visualisierung von Musik, jenseits der Dekoration von Musik" gegenwärtig an der Kunsthochschule für Medien in Köln.

IMPRESSUM

© 2005 Markus Dermietzel, Kunsthochschule für Medien
Köln

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Buch oder Teile dieses Buches dürfen nicht ohne die schriftliche Genehmigung der Kunsthochschule für Medien Köln oder des Autors vervielfältigt, in Datenbanken gespeichert oder in irgendeiner Form übertragen werden.

Buchgestaltung und Typografie:
Markus Dermietzel

Schriften:
Thesis Sans Serif
Geneva

Status:
Version 1.0
01. Dezember 2005

–
Markus Dermietzel
Kempenerstr. 101
50733 Köln
info@gro.de
www.gro.de

SYNAESTHETIC SOUND SYNTHESIS

SYNÄSTHESIE ALS NATÜRLICHES
MODELL FÜR DIE DREIDIMENSIONALE
VISUALISIERUNG VON KLANGFARBE

Diplom
Audiovisuelle Medien,
Fächergruppe Mediengestaltung

WS 2005/2006

KUNSTHOCHSCHULE FÜR MEDIEN KÖLN

Prof. Andreas Henrich
Prof. Dr.-Ing. Georg Trogemann
Prof. Anthony Moore

Markus Dermietzel
Matrikelnummer 10646

DANK AN:

Katinka
Mika

Prof. Andreas Henrich
Prof. Dr.-Ing. Georg Trogemann
Prof. Anthony Moore
Cornelius Pöpel
Luis Negron

Ute Dermietzel
Prof. Dr. med. Rolf Dermietzel

Prof. Dr. med. Dr. phil Hinderk M. Emrich
Dr. Michael Haverkamp

Micha Thies
Tobias Grewenig
Ralf Baecker

Gudrun und Karl Gutekunst

INHALT

VORWORT	7
1. EINLEITUNG	8
1.1 Synästhetic Sound Synthesis - Problemstellung	8
1.2 Inhaltliche Übersicht und Ziele	8
II. GRUNDLAGEN	10
II.1 Was ist Synaesthetic Sound Synthesis?	10
II.2 Synästhesie als ein natürliches Modell für die dreidimensionale Visualisierung von Musik	11
II.2.1 Einführung in das Phänomen Synästhesie	11
II.2.1.1 Definition Synästhesie	11
II.2.1.2 Geschichtlicher Überblick	15
II.2.2 Synästhetischer Vorgang im Gehirn – Verifizierung durch Funktionelle Bildgebende Verfahren – gegenwärtiger Stand der Forschung	19
II.3 Ergänzende Forschungserkenntnisse zur Klangfarben- und Formwahrnehmung des Menschen	21
II.3.1 auditive processing – die Klangfarbenverarbeitung im Gehirn	22
II.3.2 shape processing – die Verarbeitung von dreidimensionaler Formwahrnehmung im Gehirn	24
II.3.3 Zusammenfassung der Erkenntnisse über den Ablauf des in der menschlichen Wahrnehmung als Synästhesie vorkommenden Modells für eine mögliche Beziehung Klangfarbe=Form	26
II.4 Phänomenologische Dokumentation meines Synästhesie-Subtyps Klangfarbe=Formen	28
II.4.1 Parameter meines Synästhesie-Subtyps	28
II.4.1.1 Akustische Auslöser meiner synästhetischen Phänomene	28
II.4.1.2 Visuelle Aspekte meiner synästhetischen Phänomene	30
II.4.2 Wie sieht das eigentlich aus? – Visuelle Beispiele meiner synästhetischen Phänomene	31
II.4.2.1 Abfolge beim Hören einer Sequenz aus FM-Klängen	36

III.	PARAMETRISCHE/TECHNISCHE UMSETZUNG	38
III.1	Versuch der Ableitung von Ansätzen für eine parametrische Umsetzung aus den in II. gewonnenen Erkenntnissen	39
III.1.1	Probleme der parametrischen Umsetzung der synästhetischen Beziehung gemäß dem Vorbild der Generierung im Gehirn	40
III.2	Konzepte der Simulation der synästhetischen Beziehung Klangfarbe=Form durch Algorithmen bzw. Parameter	40
III.2.1	Die „1:1 Umsetzung“	41
III.2.2	Die Alternative – die phänomenologische Umsetzung	41
III.2.3	Weitere denkbare Konzepte	41
III.3	Versuch einer experimentellen „1:1 Umsetzung“ – der SYNALIZER	43
III.3.1	Technische Konzeption – Realisierung in MAX/MSP/JITTER	43
III.3.2	Probleme der Realisierung und Abweichungen von einer echten Simulation	45
III.3.3	Ausblick auf zukünftige verbesserte Versionen bzw. eine Verwendung als Musikinstrument	46
IV.	ALLGEMEINE SCHLUSSFOLGERUNGEN – Resümee und Bewertung der gewonnenen Ergebnisse, offene Fragen	47
	LITERATURVERZEICHNIS	49

Vorwort

Als ich 1996 überlegte, ob man ein Gebäude nicht aus Musik entwerfen könnte und mich das Thema der Beziehung von dreidimensionaler Form und Musik fast magisch anzog, war mir das Phänomen der Synästhesie nicht bekannt. Erst im Laufe meines Architekturstudiums in 2000 wurde mir bewußt, dass nicht jeder Mensch so wie ich Formen "im Kopf" wahrnimmt, wenn er Klänge hört, sondern dass dies ein subjektives Phänomen ist. Die Lektüre eines Buches von Richard E. Cytowic sowie das positive Ergebnis eines Synästhesie-Test am Max-Planck-Institut Frankfurt in Zusammenarbeit mit der Medizinischen Hochschule Hannover brachten weiteres Licht ins Dunkel.

Offenbar hatte hier die Natur einen Weg gefunden, die beiden formal getrennten Disziplinen dreidimensionale Form und Klang zu verbinden, es also de facto eine natürliche Verbindung oder Beziehung der Künste gibt.

Bei Gesprächen mit Musikern fiel mir immer öfter auf, dass auf gezielte Nachfragen hin manche von Farb-, Form- und Materialerlebnissen beim Komponieren, Performen und vor allem beim Sounddesign berichteten, die jenseits der Assoziation lagen.

Der Wunsch lag irgendwann nahe, einen Synthesizer zu besitzen oder zu schaffen, der diese Erlebnisse mit einbezieht, bzw. abbildet und es ermöglicht, die offenbar vorhandenen visuellen Eigenschaften von Klängen in das musikalische Schaffen zu integrieren. Vielleicht gibt es ja sogar objektive Bezüge zu physikalischen Visualisierungen von Klängen? Und wenn man dann noch ein Interface hätte, mit dem man live mit den Händen die entsprechenden Formen der Klänge "formen" könnte ...?

Die vorliegende Arbeit ist ein Ergebnis dieser Überlegungen und soll einen Beitrag zum Teilbereich Synästhesie des Themas "Visualisierung von Musik, jenseits der Dekoration von Musik" leisten.

1. Einleitung

1.1 Synästhetic Sound Synthesis – Problemstellung

Diese Arbeit versucht, die gestalterischen Grundlagen einer möglichen Beziehung von Klangfarbe und dreidimensionalen Formen aufzuzeigen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen es möglich machen, eine enge parametrische Beziehung von Klangfarbe und Formen herzustellen. Als natürliches Modell bzw. Vorlage für die Visualisierung von Klangfarbe dient dazu das Phänomen der genuinen Synästhesie.

Die vorhandene Literatur ist im Bezug auf diese spezielle Visualisierungsebene nicht sehr zahlreich, da es sich hierbei um ein subjektives Phänomen handelt. Als Grundlage dienen daher meine eigenen synästhetischen Erfahrungen, die durch psychoakustische und neurologische Erkenntnisse aus der einschlägigen Forschung ergänzt werden.

Wenn in dieser Arbeit von Musik die Rede ist, so bezieht sich diese ausschliesslich auf die euro-

päische Musik und die in diesem Kulturkreis generierten musikalischen Regeln. Auch in Bezug auf die Synästhesie werden nur westliche Betrachtungsweisen dargestellt, da der Einbezug von anderen Kulturkreisen den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

1.2 Inhaltliche Übersicht und Ziele

Das zweite Kapitel soll zunächst einmal eine Einführung in die inhaltlichen Grundlagen leisten. Es beginnt mit einem kurzen geschichtlichen Einblick in das Thema der Synästhesie bieten. Da der Schwerpunkt der Arbeit nur auf einer bestimmten Synästhesie-Art liegt, kann hier nicht die Geschichte der Synästhesie in allen Facetten dargestellt werden, weil dies den Rahmen der Arbeit sprengen würde. Anschließend wird ein Einblick in den gegenwärtigen Stand der Synästhesie-Forschung geboten, der durch Forschungsergebnisse aus den Themengebieten "auditive processing" und "shape processing", also der Klang- und Formverarbeitung im Gehirn ergänzt wird. Ein konkretes Beispiel wird weiter durch die Dokumentation der subjektiven synästhetischen Phänomene meiner Wahrnehmung

dargestellt. Zum Schluß wird der Versuch in der Zusammenfassung des Kapitels unternommen, eine standardisierte Beziehung von Klangfarbe und Formen in der menschlichen Wahrnehmung als Konzept herauszufiltern.

Im dritten Kapitel wird der Versuch unternommen, für die im zweiten Kapitel gewonnenen Erkenntnisse gestalterische Grundlagen der synästhetischen Visualisierung abzuleiten und eine entsprechende parametrische Umsetzung zu finden. Dabei werden u.a. Probleme erörtert, die mit der schlechten Übertragbarkeit des – gegenwärtig nicht vollständig erforschten – natürlichen synästhetischen Vorgangs in eine algorithmische bzw. parametrische Beschreibung zusammenhängen. Trotz der festgestellten Schwierigkeiten werden verschiedene mögliche Konzepte einer Simulation der synästhetischen Beziehung Klangfarbe-Form vorgestellt, von denen eines in einem konkreten Projekt – der Software "Synalizer" – realisiert wird. Anschließend findet ein Ausblick darauf statt, wie die gewonnenen Erkenntnisse als Grundlage für ein softwarebasiertes Musikinstrument angewendet werden könnten. Zum Schluß findet eine Bewertung der gewonnenen Erkenntnisse statt.

II. Grundlagen

II.1 Was ist Synaesthetic Sound Synthesis?

Mit dem Begriff „Synästhetische Klangsynthese“ ist die Idee eines softwarebasierten Musikinstruments gemeint, dessen Interface konzeptionell auf Vorgängen meiner synästhetischen Wahrnehmung beruht. Bei diesen völlig subjektiven Vorgängen ist das Hören von Klängen unmittelbar mit der Wahrnehmung von Formen verbunden. Das heißt konkret: ganz bestimmte Klänge oder Geräusche rufen ganz bestimmte Formen „im Kopf“, bzw. auf einem „inneren Monitor“ hervor. Nach dem Revival der Synästhesieforschung in den 80er Jahren ist Synästhesie trotz einer jahrhundertelangen Forschungsgeschichte erst seit 1995 durch bildgebende Verfahren (fMRT), in denen Gehirnaktivitäten visuell sichtbar gemacht werden können, wissenschaftlich vollständig anerkannt (siehe hierzu Kapitel II.2.2) .

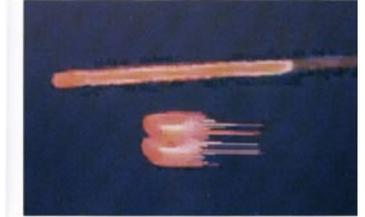
Für das Projekt soll die Synästhesie als ein in der Natur vorkommendes Modell der Visualisierung von Musik bzw. der Verbindung von Klang und

(Computer-)Grafik in einem natürlichen, nicht künstlichen „virtuellen“ Raum betrachtet werden. Im Fall einer Musiksoftware bzw. eines Software Instruments bilden die Formen das Interface, um elektronische Klänge zu modulieren, die wiederum die Formen modellieren.

Das Ziel:

1. Modulieren-modellieren als einheitlicher, untrennbarer Vorgang.
2. Einbezug der visuellen Parameter von Klängen in das musikalische Schaffen.

Der obere orangefarbene Strich stellt die Melodiestimme, die untere Figur die Begleitstimme des Klaviers dar. Ausschnitt aus einer Computersimulation von Matthias Waldeck.
[Quelle: Emrich, 2002, S.79]



II.2 Synästhesie als ein natürliches Modell für die dreidimensionale Visualisierung von Musik

Im Folgenden wird nach einer kurzen allgemeinen Einführung in das Thema "Synästhesie" der Schwerpunkt auf einen Teilbereich der auftretenden Phänomene der "genuinen" Synästhesie gelegt: der Beziehung von Klangfarbe und dreidimensionalen Formen.

II.2.1 Einführung in das Phänomen Synästhesie

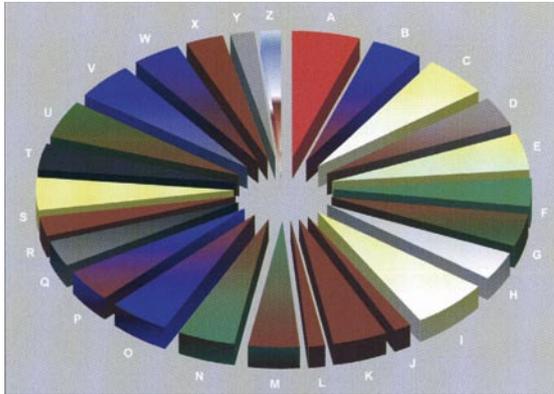
Synästhesie [griech.]: *syn*=zusammen, *aisthesis*=Empfindung [Cytowic, 1995, S.12]

II.2.1.1 Definition Synästhesie

Wenn ein Sinnesreiz (z.B. das Hören eines Tones) nicht nur die dem Sinn entsprechende Wahrnehmung (gemäß dem Beispiel eben das Hören) auslöst, sondern gleichzeitig noch eine andere (z.B. die Wahrnehmung einer Farbe oder Form), spricht man von Synästhesie. [siehe auch Emrich, 2002, S.34]

Die synästhetischen Phänomene werden von den Synästhetikern je nach Veranlagung entweder auf einem "Inneren Monitor im Kopf" [*associators*], der allerdings keine räumliche Begrenzung aufweist oder in der Außenwelt z.B. "vor dem Kopf" [*projectors*] projiziert wahrgenommen [Dixon, 2004]. Interessanterweise wird dabei die restliche Wahrnehmung nicht beeinträchtigt, sondern die synästhetische Wahrnehmung vom Bewußtsein zusätzlich integriert oder z.B. bei Gefahr ausgeblendet.

Die häufigste Synästhesieart ist das sog. "Farbenhören", oder auch "*coloured hearing*", bei der Sinnesreize wie Geräusche, Sprache, Musik oder gelesene Buchstaben und Zahlen zur Wahrnehmung von bewegten Farben oder/und Formen führen. [siehe auch Emrich, 2002, S.11] Weitere Kombinationen könnten z.B. auch Geschmack=Formwahrnehmung, Hören=Tastwahrnehmung sein, wobei der möglichen Kombinationen auch dreier oder noch mehr Sinneswahrnehmungen je nach Veranlagung des Synästhetikers keine Grenzen gesetzt sind aber dann zunehmend seltener werden.



2 < WIE SIND DIE BUCHSTABEN GEFÄRBT?

Diese Grafik zeigt, welche Farben Synästhetiker den Buchstaben am häufigsten zuordnen. Die Tortenstückgröße nimmt mit der relativen Häufigkeit der jeweils korrelierten Farbe zu. Befragt wurden 41 Probanden – 38 Frauen und 3 Männer. [Quelle: Emrich, 2002, S.74]

Mulvenna [2005, S.400] spricht in diesbezüglich von verschiedenen "Synästhesie-Subtypen" [*synaesthesia subtypes*]. Manchmal berichten Synästhetiker auch zusätzlich von parapsychologischen Fähigkeiten, wie u.a. Telepathie oder dem Vorhersehen von geschichtlichen Ereignissen.

Es handelt sich bei der Synästhesie um ein subjektives Phänomen. Objektive Übereinstimmungen der wahrgenommenen Phänomene unter den Synästhetikern sind rein statistischer Art: z.B. ist der Buchstabe "A" für die meisten Synästhetiker mit "coloured hearing" rot. Daraus läßt sich jedoch nicht die objektive Gesetzmäßigkeit ableiten, daß der Buchstabe "A" de facto für die menschliche Wahrnehmung rot ist.

Die Synästhesie ist in der Regel bis auf seltene Ausnahmen unidirektional, daß heißt wenn Nummern Farben hervorrufen, werden die Farben nicht Nummern hervorrufen. [Mulvenna, 2005, S.400]

Synästhesie kann man vermutlich nicht erlernen, man muss dazu sicherlich die entsprechende Anlage mitbringen. [Emrich, 2002, S.43]

Die einzige Möglichkeit, wie Nicht-Synästhetiker unter Umständen *manchmal* die Erfahrung von Phänomenen ähnlich derer von Synästhetikern erleben können, ist durch die Einnahme der Droge LSD. [Cytowic, 1995, S. 155]

MERKMALE GENUINE SYNÄSTHESIE

Merkmale nach Grossenbacher (2001):

ENTSTEHUNG: Von der Mehrzahl der Synästhetiker wird das Phänomen erstmals in der Kindheit/Jugend bemerkt.

AUTOMATISMUS: Die synästhetischen Verknüpfungen werden unabhängig vom Willen des Betroffenen hervorgerufen.

EINZIGARTIGKEIT: Synästhetische Verknüpfungen sind durch sehr spezifische sinnliche Eigenschaften gekennzeichnet.

ALTER: Synästhesie kommt bei Kindern häufiger vor als bei Erwachsenen.

GESCHLECHT: Unter Synästhetikern sind Frauen häufiger vertreten als Männer.

VERERBUNG: Synästhesie tritt unter Verwandten gehäuft auf. [Quelle: Emrich, 2002, S.14]

Es gibt gegenwärtig mindestens zwei vermutete Synästhesiearten:

Die **Genuine Synästhesie**, bei der ganz bestimmte Sinnesreize immer mit ganz bestimmten synästhetischen Wahrnehmungen gekoppelt sind. Diese sind durch das Auslösen des selben Sinnesreizes auch immer wieder identisch reproduzierbar, sei es nun unmittelbar oder in der Erinnerung (siehe auch MERKMALE links). Das bereits genannte "*coloured hearing*" ist z.B. ein typischer Vertreter der Genuinen Synästhesie.

Die statistische *Häufigkeit* der Genuinen Synästhesie wird in der einschlägigen Wissenschaft unterschiedlich eingeschätzt: Emrich [2002, S.14] und seine Arbeitsgruppe benennen eine Häufigkeit zwischen 1:500 und 1:1000, vom englischen Psychologen Simon Baron Cohen wird eine Häufigkeit von 1:2000 angegeben, von Cytowic 1:25000. Das Verhältnis von Frauen zu Männern ist dabei 8:1. [Söffing, 2005] Anschütz [1953, S.242] und Cytowic [Meise, 2005, S.39] sind der Ansicht, dass Synästhesie latent in jedem schlummert. Baron-Cohen sucht nach einem "Synästhesie-Gen", welches er auf dem

X-Chromosom vermutet. Alles in allem zeigt sich eine Tendenz zu höheren Häufigkeiten als zunächst erwartet. Gegenwärtige großangelegte Studien mit sehr vielen Probanden lassen eine durchschnittliche Häufigkeit von 1 Synästhetiker mit zumindest einem Synästhesie-Subtyp unter 30 Nichtsynästhetikern vermuten. [Mulvenna, 2005, S.400]

Eine in neuerer Zeit noch nicht lange als Synästhesie anerkannte Art ist die **Gefühlssynästhesie**. Hierbei ist der Auslöser der synästhetischen Wahrnehmungen nicht ein äußerer Sinnesreiz, sondern ein Gefühl oder eine bestimmte Stimmung des Synästhetikers. Die Schwierigkeit der wissenschaftlichen Verifizierung lag bisher am singulären Auftreten der Phänomene, da kein Gefühl dem anderen gleicht und das Phänomen Gefühl grundsätzlich bislang wenig erforscht ist.

Gefühlssynästhetiker beschreiben das Auftreten der Phänomene meist im Zusammenhang mit bestimmten Lebenssituationen, in denen Gefühlszustände wie extreme Aufregung (z.B. Prüfungssituationen, Ärger, Trauer) oder

Stimmungen in Gesprächssituationen zwischen den Beteiligten. Eine Gefühlssynästhetikerin, beruflich Gesprächstherapeutin, schilderte, dass sie anhand eines "in ihr" entstehenden Farbgemäldes ablesen kann, ob ein Therapiegespräch positiv oder negativ verläuft. Eine andere schilderte, dass bei extremem Ärger der Raum um sie herum blaue Farbstreifen bekommt während eine weitere Gefühlssynästhetikerin von stacheligen Formen berichtet, die anzeigen, dass mit ihrer gegenwärtigen Lebenssituation alles in Ordnung ist. Emrich spricht diesbezüglich auch von Gefühlssynästhesie als "Kompass" für Lebenssituationen.

Es gibt auch Synästhetiker, bei denen beide Synästhesieformen gleichzeitig auftreten und die sich unter Umständen gegenseitig auch beeinflussen, z.B. wenn eine bestimmte durch Genuine Synästhesie entstandene Wahrnehmung bestimmte Gefühle auslöst, die dann wiederum synästhetische Phänomene auslösen.

Trotzdem manche Synästhetiker von Reizüberflutung und Stress sprechen sind jedoch viele darunter, die die synästhetischen

Wahrnehmungen als Bereicherung empfinden. Kreativitäts-Tests aus der Psychologie haben ergeben, dass Synästhetiker im Vergleich zu Nicht-Synästhetikern eine größere Fähigkeit zum kreativen und abstrakten Denken haben. Das würde auch den überproportional großen Anteil an Künstlern, Schriftstellern und Musikern unter den Synästhetikern erklären. [Mulvenna, 2005, S.400] Psychologen weisen demnach auch darauf hin, dass es sich bei der Synästhesie um keine Krankheit, sondern um eine Erweiterung der Wahrnehmung handelt.

3 > Alexander László, geb. 1895 DIE FARBLICHTMUSIK

Buch von Alexander László, mit Tafeln und Textabbildungen

71 Seiten, 23,5x16cm, Leipzig 1925

Mit fünf tabellarischen Begleittafeln über die Farbe-Ton-Entsprechungen und ihre Kombinationen

Farbmusikalische Aufführung (nach einem Aquarell von Matthias Holl)

[Quelle: Maur, 1985, S.211]



II.2.1.2 Geschichtlicher Überblick

Die Geschichte des Synästhesieproblems reicht laut Anschütz [1953, S.220] bis in die ältesten Zeiten zurück. Er führt hierfür eine "Lehre von den Entsprechungen der einzelnen Bezirke des Lebens" der "alten Chinesen" an, bei der allerdings keine "Mitempfindungen im engeren Sinne" vorliegen. In der Medizin ist der Begriff der Synästhesie seit ca. 300 Jahren geläufig. Seit Ende des 17. Jahrhunderts sind Berichte von Blinden, die Farbeindrücke schilderten, die durch Töne hervorgerufen werden, bekannt. 1810 erschien Goethe's Abhandlung "Zur Farbenlehre", in der er Korrespondenzen zwischen Farben und anderen Sinneswahrnehmungen erörterte [Cytowic, 1995, S.68]. Über den Zeitpunkt des ersten wissenschaftlichen Beleges der Synästhesie gibt es unterschiedliche Auffassungen. Anschütz benennt die Beschreibungen der Photismen bei Zahlen, Buchstaben, Intervallen und Tönen von Musikinstrumenten des Arztes L. Sachs von 1812. [Anschütz, 1953, S. 221]

Die erste wissenschaftliche Untersuchung von Personen mit synästhetischen Wahrnehmungen

durch den britischen Naturforscher Francis Galton wurde laut Emrich im Jahre 1883 unternommen. Durch ihn und andere Forscher erfolgte eine akribische Beschreibung und Dokumentation der synästhetischen Phänomene, die Anfang des 20. Jahrhunderts einen regelrechten Boom der Synästhesie auslösten. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch die Kunstszene stark von der Synästhesie beeinflusst. Insbesondere Künstler, die an einer "Verschmelzung der Künste zu einer Einheit" im Sinne eines Gesamtkunstwerks nach Richard Wagner interessiert waren, waren von der Synästhesie fasziniert, vor allem vom "Farbenhören". Konzepte wie die der "Farblichtmusik" (1925) von Alexander László, in denen Farben bestimmten Noten zugeordnet werden oder Wassily Kandinskys Oper "Der gelbe Klang" (1912) mit einer speziellen Mischung aus Farbe, Licht, Tanz und Ton sind Ausdruck eines besonders starken Interesses an der Verschmelzung der Künste und Sinneseindrücke zur damaligen Zeit. Kandinsky selbst berichtete von Farbeindrücken beim Hören der Musik von Richard Wagner [Kandinsky, 1913, S.14] und plädiert dafür, dass eine "Verwandtschaft zwi-



4 > Alexander László, geb. 1895 DIE FARBLICHTMUSIK

Buch von Alexander László, mit Tafeln und Textabbildungen
71 Seiten, 23,5x16cm, Leipzig 1925

Mit fünf tabellarischen Begleittafeln über die Farbe-Ton-Entsprechungen und ihre Kombinationen

"Beispiele, Akkorde zu bilden, die nach meiner Empfindung die unten abgebildeten Farben in sich tragen.", Lászlós System einer Zuordnung von Akkorden und Farben bzw. Grauwerten.

[Quelle: Maur, 1985, S.212]

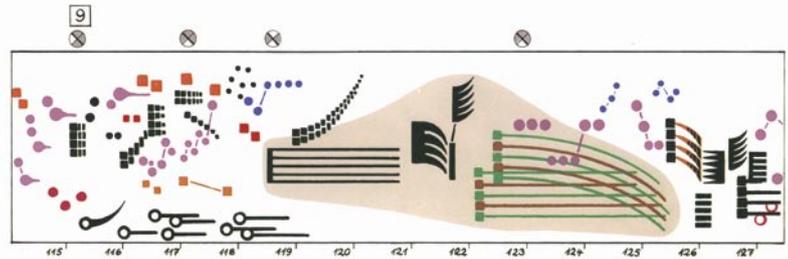
schen der Malerei und der Musik offensichtlich ist." [Kandinsky, 1955, S.218] Weitere Beispiele für Künstler mit synästhetischem Empfinden oder einem Interesse daran sind Charles Beaudelaire, Arthur Rimbaud, Alexander Skrjabin, Oliver Messiaen oder Vladimir Nabokov. Allerdings bleibt es schwierig, rückwirkend nur aufgrund der Aussagen der Künstler einzelne als Synästhetiker zu verifizieren, da keine eindeutigen Beweise vorliegen. [siehe auch Emrich, 2002, S. 16]

Der Komponist György Ligeti (*1923) ist ziemlich sicher ein Synästhetiker, wie seine Beschreibungen in Interviews über seine Musik, hier im Zusammenhang mit seiner elektronischen Komposition "Artikulation" (1958), vermuten lassen: "Klänge und musikalischer Zusammenhang wecken bei mir stets Vorstellungen von Konsistenz und Farbe, von sichtbarer sowie erkennbarer Form. Klingende Felder und Massen, die zusammenfließen, einander ablösen oder durchdringen, schwebende Netzwerke, die zerreißen oder sich verknoten – feuchte, klebrige, schwammige, faserige, trockene, brüchige, körnige und kompakte Materialien – Fäden, Floskeln, Splitter und Spuren

aller Art – imaginäre Bauwerke, Labyrinth, Inschriften, Texte, Dialoge, Insekten, Zustände, Ereignisse, Verschmelzung, Verwandlung, Katastrophe, Verfall, Verschwinden – all dies sind Elemente dieser nichtpuristischen Musik." [Ligeti, 2002, S.7f]

Bis 1931 fanden in Deutschland einige zum Teil sehr große und gut besuchte Ausstellungen und Kongresse zur Synästhesie mit Bildern von Synästhetikern statt. Psychologen wie Georg Anschütz forschten ernsthaft in Zusammenarbeit mit Künstlern an der Synästhesie, insbesondere an der Farb-Ton-Beziehung, bis sich weltweit in der Wissenschaft der Behaviourismus zunehmend durchsetzte, der die unter objektiven Kriterien damals nicht zu verifizierende Synästhesie als "psychologischen Tick" [Cytowic, 1995, S.74f] oder Einbildung brandmarkte. Ab 1931 wurde in Deutschland der Boom der Synästhesieforschung zusätzlich durch die Nationalsozialisten beendet, paradoxerweise trotz der leitenden Position des NS-Dozentenbundführers und nunmehr führenden "Nazipsychologen" und offensiven Antisemiten Georg Anschütz, da die Synästhesie

Elektronische Musik. Eine Hörpartitur von Rainer Wehinger.
Ausschnitt aus der Hörpartitur
[Ligeti, 1970, S.51]



u.a. mit ihren abstrakten Darstellungen vermutlich nicht ins Ideologiebild passte. Nach Aussage von Emrich ist allerdings kein Fall bekannt, dass Synästhetiker, wie manchmal behauptet, als geistig Behinderte im "Dritten Reich" verfolgt wurden.

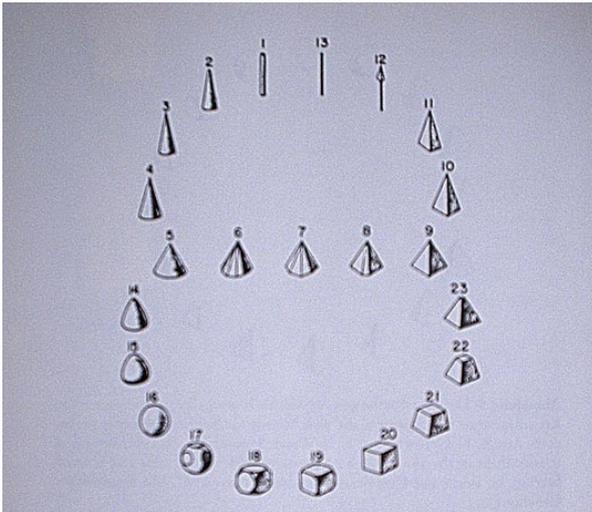
Erst zu Beginn der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts erlebte die Synästhesieforschung ein Comeback durch den Neurologen Richard E. Cytowic. Dieser lernte im Februar 1980 auf einer Party am Buffet einen Synästhetiker kennen, der bei Geschmack Formen wahrnahm: "Ich sah zu, wie er die Sauce aufschlug, die er zu den Brathähnchen reichen wollte: 'Oh je', sagte er und nippte an einem Löffel, 'da sind zu wenig Spitzen auf dem Hähnchen.' " [Cytowic, 1995, S.10]

Cytowic's darauf folgende Forschungen zur Synästhesie wurden zunächst in Wissenschaftskreisen skeptisch betrachtet [Cytowic, 1995, S.133], stießen bald darauf jedoch auf ein geballtes öffentliches (Medien-)Interesse. Viele Synästhetiker erkannten ihre Empfindungen und Erscheinungen in seinen Ausführungen wieder, manchen war dadurch erst klar, dass sie nicht "verrückt" sind.

Es dauerte jedoch noch bis Anfang der 90er Jahre, bis die Synästhesie wissenschaftlich objektiv verifiziert werden konnte: "Durch die Verfahren der funktionellen Bildgebung konnte gezeigt werden, dass man bewusst etwas sehen (halluzinieren) kann, ohne dass die primäre Sehrinde aktiv ist (Zeki 1993). Endlich wurde die Synästhesie in der Wissenschaft ernst genommen." [Emrich, 2002, S.46]

Cytowic ging zunächst nur vom Vorhandensein der Genuinen Synästhesie aus und schickte die Testpersonen weg, die angaben, synästhetische Phänomene aufgrund von Gefühlen wahrzunehmen. Emrich konnte jedoch Ende der 1990er Jahre anhand einer Testperson die mittlerweile auch von Cytowic anerkannte Hypothese aufstellen, dass die Gefühlssynästhesie ebenfalls existieren muss.

Die nun auch wissenschaftliche Verifizierung bewirkte in der Folge, dass die Synästhesie wieder "en vogue" wurde. Zusätzlich zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen über das Bewußtsein des Menschen (Emrich [2002, S.17] spricht in Bezug



6 < Das revidierte Formendiagramm für die Zuordnung von Geschmack und Form zeigt die kontinuierlichen Veränderungen nun in Gestalt einer Acht. Aus R.E. Cytowic und F.B. Wood: Synesthesia II: Psychophysical relationships in the synesthesia of geometrically shaped taste and colored hearing, in: Brain and Cognition. Academic Press 1982. [Quelle: Cytowic, 1995, S.88]

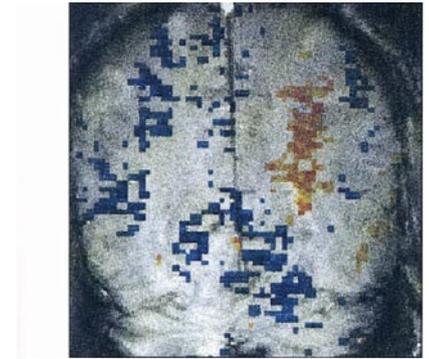
auf die Synästhesie sogar von einem "wissenschaftlichen Glücksfall, der es erlaubt, durch dieses Phänomen mehr über grundlegende Prozesse der Informationsverarbeitung im Gehirn" zu erfahren) veränderte sich seitdem auch die gesellschaftliche Akzeptanz für Synästhetiker. Wenn sie von Ihren Wahrnehmungen öffentlich berichten, werden sie nun nicht mehr ausgelacht oder für verrückt erklärt, sondern treffen meist auf interessierte Zuhörer.

In gestalterischen und künstlerischen Forschungsbereichen ist die Synästhesie wieder ein spannendes Thema und sogar in kommerziellen Bereichen, wie z.B. dem Geräuschdesign wird erwogen, in Zukunft evtl. visuelle Parameter z.B. in den Klang von Motoren mit einzubeziehen. [Haverkamp, 2004] Auch die Untersuchung von synästhetischen Wortpaaren wie "heller Ton" oder

"schreiende Farben" in europäischen Sprachen und des deutschen Wortes "Tonhöhe" durch die Literaturforscherin Sabine Gross weisen auf einen Ursprung in synästhetischer Wahrnehmung hin. Der letzte Schrei ist die Suche nach den sog. "Formkonstanten", eine Bezeichnung, die Heinrich Klüver um 1930 den Halluzinationserlebnissen von Patienten mit Migräne, Fieber oder Unterzuckerung gab und die sich mit synästhetischen Farb- und Formwahrnehmungen deckt. " 'Wir sind uns zurzeit noch nicht sicher, was eigentlich physisch den Formkonstanten entspricht', kommentiert Cytowic, es sei aber anzunehmen, dass ihre Existenz auf irgendeine Grundgegebenheit der Wahrnehmung hindeute." [Meise, 2005, S.41]

7 > Eine fMRT-Untersuchung eines Probanden mit sehr "starker" Synästhesie. Bei rein akustischer Stimulation wurden gleichzeitig Hirnareale des visuellen Systems aktiviert (rot gefärbte Areale). Untersuchung in Kooperation mit dem Institut für Neurobiologie der Universität Magdeburg, Prof. Dr. Scheich.

[Quelle: Emrich, 2002, S.73]



II.2.2 Synästhetischer Vorgang im Gehirn – Verifizierung durch Funktionelle Bildgebende Verfahren – gegenwärtiger Stand der Forschung

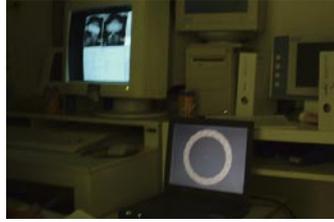
Funktionelle Bildgebung: Nuklearmedizinische Methoden wie Positronen-Emissions-Tomografie (PET) oder neuroradiologische Verfahren wie die funktionelle Kernspintomografie (fMRT)

fMRT: „Sie erzeugt Aufnahmen des Gehirns, auf denen sich aktive Bereiche deshalb abheben, weil sauerstoffreiches Blut andere magnetische Eigenschaften hat als sauerstoffarmes. Wenn Nervenzellen im Gehirn ihre Aktivität erhöhen, erweitern sich die Blutgefäße in der entsprechenden Region und der Stoffwechsel der Nervenzellen schaltet um. Durch die erweiterten Gefäße fließt mehr sauerstoffgesättigtes Blut und das führt zu einem Signalanstieg [...]“ [Emrich, 2002, S.46]

Durch die Darstellung der *fMRT* wurde die synästhetische Wahrnehmung bildlich sichtbar gemacht. Besonders die synästhetische Buchstaben=Farben-Beziehung lässt sich durch *fMRT* sehr gut verifizieren, da hier die

Hirnzentren offenbar klar zuzuordnen sind. Bei diesem Test wird mit den Testpersonen im Kernspintomograph zunächst ein Grundcheck durchgeführt, ob alle Gehirnfunktionen normal funktionieren. Anschließend wird den Testpersonen auf einem Monitor im gleichzeitig scannenden Kernspintomographen Buchstaben vorgeführt oder über Lautsprecher vorgelesen. Bei Synästhetikern sind in der finalen bildlichen Darstellung sowohl die Hirnareale als aktiv eingefärbt, die der visuellen Wahrnehmung zugeordnet sind, als auch die der akustischen Wahrnehmung. Bei Nichtsynästhetikern würde jeweils nur ein Hirnzentrum eingefärbt sein, nicht jedoch beide gleichzeitig.

Seit langer Zeit sind Philosophen, Psychologen und Neurologen dem menschlichen Bewußtsein auf der Spur. Durch die Verifizierung der Synästhesie hat man nun herausgefunden, dass die menschliche Wahrnehmung vermutlich anders funktioniert als man es bisher in der einschlägigen Wissenschaft für möglich gehalten hat. Jeder Mensch generiert sich offenbar unter starker Vernetzung von Emotionen und



vielen Hirnarealen seine eigene Wahrnehmung. Diese Vernetzung geht so weit, dass einzelne Sinnesreize nicht nur – wie bisher vermutet – von dem ihnen zugeordneten Hirnzentrum verarbeitet werden, sondern auch andere Zentren unter starker Beteiligung des limbischen Systems an der Wahrnehmung beteiligt sind. Diese Vernetzung scheint bei Synästhetikern in Bezug auf die Sinneswahrnehmung ausgeprägter zu sein. Wo diese Verbindung der Sinne genau stattfindet, ist allerdings bislang unbekannt. [Emrich, 2002, S.51]

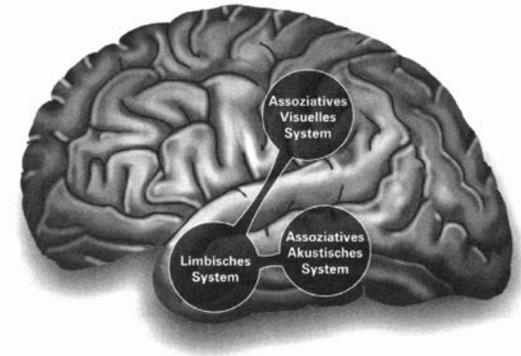
Interessanterweise scheinen Ergebnisse aus der Säuglingsforschung darauf hinzuweisen, dass Neugeborene und Säuglinge Sinnesreize synästhetisch wahrnehmen. Das würde bedeuten, dass jeder Mensch zumindest zum Beginn seines Lebens Synästhetiker ist. Mit der Entwicklung des Gehirns ändert sich die Wahrnehmung und die synästhetischen Verknüpfungen nehmen ab oder eine komplette Trennung der Verarbeitung der Sinnesreize erfolgt.

Es ist im Moment noch nicht ganz geklärt, ob bei Synästhetikern diese Trennung (Modularisation) entweder als Säugling nicht abgeschlossen wurde [Emrich, 2002, S.50] oder als Kleinkind nach einer vorübergehenden Trennung wieder auftritt.

Abschließend ein Erklärungsversuch des Phänomens Synästhesie von Emrich [2002, S.67]: „Uns erscheint folgendes Modell plausibel: Die Kopplung der Sinne durch die Synästhesie kommt dadurch zustande, dass zwischen zwei Hirnrinden-Arealen eine ‚Brücke‘ über das limbische System gebildet wird. Sie stellt gewissermaßen das ‚limbisch bewertende Zwischenglied‘ dar, verknüpft die Sinneseindrücke also mit Emotion und erzeugt dadurch erst die Kopplung im eigentlichen Sinne. Mit diesem Modell kann man ein Konzept für die Entstehung von Bewusstsein entwickeln. [...] Dieses Konzept würde auch gut zu unserer Erfahrung als Menschen und zu unserem Selbstverständnis passen, denn es bedeutet, dass wir nicht nur denkende, sondern immer auch fühlende Wesen sind. Gedanken und Wahrnehmungen bleiben nie ganz im abstrakten Sinne ‚kognitiv‘, sondern werden zugleich

8 > Verbindungen zwischen den assoziativen Hirnrindengebieten für Sehen und Hören mit einem Areal des limbischen Systems (Amygdaloid-Hippocampus-System)

[Quelle: Emrich, 2002, S.66]



von unserem Gehirn bewertet und mit einem emotionalen Grundcharakter versehen. Dieses Ergebnis, wenn es sich bestätigt, würde bedeuten, dass Menschen aus den Synästhesie-Erlebnissen und der Erforschung der Synästhesie etwas sehr Grundsätzliches über sich erfahren haben.“

[Emrich, 2002, S.67]

Internet-Links zur Synästhesie:

<http://www.mhh-synaesthesie.de>

<http://www.synaesthesieforum.de>

II.3 Ergänzende Forschungserkenntnisse zur Klangfarben- und Formwahrnehmung des Menschen

Trotz der massiven Unklarheiten in der Synästhesieforschung über die Entstehung der synästhetischen Verknüpfung von auditiven und visuellen Aspekten soll nun im folgenden zusätzlich ein Streifzug durch einige aktuelle Forschungsberichte aus dem Bereich der Neuropsychologie zur Klangfarben- und Formverarbeitung des Gehirns unternommen werden. Dieser Streifzug erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit der aufgeführten Forschungsergebnisse, sondern greift lediglich Aspekte auf, die im Hinblick auf eine parametrische Simulation der Synästhesie wichtig sein könnten.

Klangfarbe und dreidimensionale Form sind deswegen Gegenstand dieses Kapitels, da die Beziehung der beiden Aspekte die bestimmende Ausprägung meines Synästhesie-Subtyps ist, wie wir in Kap. II.4. noch genauer sehen werden.

II.3.1 auditive processing – die Klangfarbenverarbeitung im Gehirn

Klangfarbe ist eine multidimensionale Eigenschaft des Klanges, die es einer Person erlaubt, z.B. Musikinstrumente auch dann zu unterscheiden, wenn Tonhöhe, Lautstärke und wahrgenommene Dauer identisch bleiben. [Samson, 2003, S.144] Das Verblüffende an der Klangfarbe ist, dass sie physikalisch im Vergleich zur menschlichen Wahrnehmung bislang nur unzureichend erfasst ist. Dies liegt an der Komplexität der musikalischen Eigenschaft Klangfarbe, die aus verschiedenen akustischen Teilaspekten wie Ein- und Ausschwingphase, Partialtönen [Pierce, 1985, S.156], bzw. Amplitude, Vibrato, Tremolo, Formant Strukturen, gefühlte Lautstärke, Dauer und Frequenzanteilen über eine bestimmte Zeit [Roads, 1996, S.544] besteht, die miteinander kombiniert werden. Diese Kombination führt dazu, dass die Klangfarbe in der menschlichen Wahrnehmung sehr viel differenzierter auftritt als die Tonhöhe oder -dauer.

Die Verarbeitung von Schall im Gehirn beginnt mit der Übergabe vom Innenohr im spiralförmigen Cortischen Organ, auch der sogenannten "Schnecke" (mögliche Einflüsse des Außen- und Mittelohres werden der Einfachheit halber hier außer acht gelassen). Die höchsten Töne werden von Nervenzellen am Anfang der Spirale wahrgenommen, die tiefsten Töne an der Spitze. Die maximal mögliche Spannweite der menschlichen Wahrnehmung reicht von 20 bis 20000 Hertz. Dabei werden von den Nervenzellen Frequenz und Lautstärke an das Gehirn übertragen. Der Klang wird also erst einmal in Frequenz- und Lautstärkenparameter aufgerastert, trotzdem findet durch das Gehirn bereits hier eine Steuerung statt, indem die Sensitivität der Nervenzellen verringert oder erhöht wird. [Jourdain, 1998, S.24 und 33ff] Moore [2003b] führt in einem Paper auf, wie an dieser Stelle Taube durch ein sog. "Cochlear Implantat" wieder rudimentär etwas hören können, indem die entsprechenden Nervenzellen durch das Implantat künstlich stimuliert werden, so dass sie den weiteren Hörprozess "anfeuern".

Das "wüste Durcheinander von Frequenzkomponenten" wird laut Jourdain über den Hirnstamm weitergeleitet und endet im primären auditorischen Cortex, der sich auf den Temporallappen [auch Schläfenlappen, Anm.] auf beiden Seiten des Gehirns befindet. Hier stehen Nervenzellen entsprechend dem cortikalen Frequenzband bereit, die andere Nervenzellen anregen ["feuern"] oder hemmen, um so "eine Momentaufnahme des ankommenden Schalls anzufertigen, bei dem verschiedene Aspekte bereits aussortiert oder vermessen wurden. Die eigentlichen und 'höheren' Analysen vollziehen sich erst im [anschließenden] sekundären Cortex. [...]

Der sekundäre auditorische Cortex ist in einzelne 'Felder' organisiert, von denen einige wie im primären auditorischen Cortex nach Frequenzen und andere nach eher rätselhaften Gesichtspunkten geordnet sind. Jedes Feld ist auf die Analyse eines ganz bestimmten Aspekts von Schall zugeschnitten." [Jourdain, 1998, 78-82]

Jourdain führt weiter aus, dass das Gehirn aus diesen stark vereinheitlichten Klangströmen "verschiedene Muster (Frequenz, Intensität,

Lokalisation, Veränderungsrate) zueinander in Beziehung setzt, diese Beziehungen wiederum miteinander verknüpft und so fort . [Diese Beziehungen werden in Hierarchien geordnet und sind daher sehr wichtig für die Wahrnehmung von Rhythmus; Anm.] Man darf nicht glauben, daß dieser Prozess irgendwann zu einem abgeschlossenen 'Abbild' des Schalles führt, das dann von einem anderen Teil des Gehirns wahrgenommen wird. Es ist vielmehr der Akt des Herausarbeitens der zugrundeliegenden Beziehungen innerhalb der Schallkomponenten, der letztendlich unser Verständnis ausmacht. [...] Das Gehirn betrachtet einzelne Töne nicht isoliert, sondern interpretiert Schall immer mit Bezug auf den vorangegangenen Kontext." [Jourdain, 1998, S.83f]

Aus ökonomischen Gründen wird die rechte Gehirnhälfte, bzw. der rechte Temporallappen offenbar für die Klangverarbeitung dominant benutzt. Zur Fragestellung, wie und wo Klangfarbe im Gehirn maßgeblich verarbeitet wird, fand Samson [2003] in Studien durch Patienten mit gestörter und normaler Klangfarbenwahrnehmung heraus, dass

die Klangfarbe mutmaßlich im vorderen Temporallappen verarbeitet wird. [Jourdain, 1998, S.24, 33ff]

Trotz aller Forschungsbemühungen sind noch viele Fragen zur auditiven Wahrnehmung ungeklärt, da ab einem gewissen Punkt die Klangwahrnehmung nicht mehr ausschließlich durch die für die akustische Analyse spezialisierten Gehirnmodule stattfindet. Laut Aussage des Neuroanatomis Rolf Dermietzel wird die Klang- und Musikwahrnehmung auch durch Assoziationsfelder im Assoziationskortex gebildet sowie durch die Vernetzung mit anderen Gehirnarealen, die Schmithorst zufolge auch für syntaktische Verarbeitung, Ausdruck von Sprache und visuelle Assoziation zuständig sind. [Schmithorst, 2005, S.451]

Im Fall der Synästhesie wäre vermutlich eine Verbindung zu optischen Regionen im Bereich der Sehrinde an der "höheren" Klangwahrnehmung beteiligt.

II.3.2 shape processing – die Verarbeitung von dreidimensionaler Formwahrnehmung im Gehirn

Dreidimensionale Dinge zu erfassen ist keine einfache Aufgabe für das menschliche visuelle System. Gemäß Tsutsui [2004, S.221] besteht das Problem darin, dass die dreidimensionale Welt auf die zweidimensionalen Oberflächen von zwei Retina projiziert wird und das Gehirn die Tiefendimension aus dem 2D-Bild auf der Retina rekonstruieren muss. Rekonstruiert wird die dreidimensionale Anordnung von Objekten, ihre Strukturen und Lage im Raum. In das 2D-Bild auf der Retina sind sogenannte "depth cues" (wörtlich übersetzt: "Strichmarken für Tiefe") eingebettet, die als Anhaltspunkte für die Rekonstruktion dienen.

Wie das menschliche visuelle System eine 3D-Darstellung der visuellen Welt unter Verwendung der depth cues erstellt, ist seit langem eine der zentralen Fragen der Bildverarbeitungs-Forschung in Psychophysik und Neuropsychologie.

Die bisher vermuteten *depth cues* sind:

- a. binoculare Ungleichheit (*binocular disparity*)
- b. lineare Perspektive (*linear perspective*)
- c. Oberflächenstruktur-Gradient (*texture gradient*)
- d. parallaktische Verschiebung (*motion parallax*)

[Tsutsui, 2004, S.227]

Tsutsui führt weiter aus, dass die Informationen der verschiedenen *depth cues* vom Gehirn integriert werden, um die verallgemeinerte Darstellung einer 3D-Flächengeometrie zu generieren.

Die 3D-Wahrnehmung spielt sich vermutlich hauptsächlich im Parietallappen ab, wie Studien über Patienten mit Schädigungen in diesen Bereichen und Studien mit Affen zeigen. Letztendlich ist sie jedoch ein "Framework", an dem verschiedene Gehirnareale beteiligt sind, die dann jeweils ausschließlich Informationen eines bestimmten *depth cues* verarbeiten. Wie dieses Framework im Detail und in Zusammenhang mit dem Kurzzeitgedächtnis arbeitet, ist allerdings gegenwärtig noch nicht geklärt. Auch wurde bislang die Hypothese von Biedermann (1987)

weder bestätigt noch widerlegt, dass die dreidimensionale Objekterkennung durch die Zerlegung in einfache geometrische Komponenten, *Geons* genannt (= geometrisches Ion), erfolgt. [Sakata, 2005, S.159f]

Das interessante an den synästhetischen Form-Phänomenen auf dem sog. "Inneren Monitor" (siehe auch Kap. II.4.1.2) ist, dass diese vermutlich nicht über das 2D-Bild der Retina und die *depth cues* ausgelöst werden, sondern durch neurale Impulse, die aus dem auditiven System stammen. Aus diesem Grund liefern möglicherweise auch blinde Synästhetiker mit *coloured hearing* präzise Formbeschreibungen zu akustischen Phänomenen. [Steven, 2004, S.865] Wie im Detail die akustischen Informationen in das 3-D-Framework gemappt werden, ist gegenwärtig noch unbekannt.

II.3.3 Zusammenfassung der Erkenntnisse über den Ablauf des in der menschlichen Wahrnehmung als Synästhesie vorkommenden Modells für eine mögliche Beziehung Klangfarbe-Form

Um Anhaltspunkte für eine parametrische Simulation zu gewinnen, lässt sich trotz der vielen offenen Fragen der Wahrnehmungs- und Synästhesie-Forschung folgender rein spekulativer Ablauf der Transformation von Schall in dreidimensionale Formen durch das menschliche Gehirn vorstellen:

- a. Der Schall wird im Cortischen Organ zunächst in Frequenzen von max. 20Hz bis 20000Hz und Lautstärke hierarchisch aufgesplittet und in neuronale Informationen bzw. Impulse umgewandelt. Das Gehirn steuert dabei die Empfindlichkeit der Nervenzellen.
- b. Die ungeordneten Parameter der Frequenz- und Lautstärkekomponenten werden im primären auditorischen Cortex gefiltert, vermessen und zu einer Momentaufnahme des Schalls angefertigt. Diese Momentaufnahme wird im sekundären auditorischen Cortex im Detail analysiert und zueinander sowie in Bezug auf den vorangegangenen Kontext in Beziehung gesetzt: dazu zählen Aspekte des Schalls wie Frequenz, Intensität, Lokalisation oder Veränderungsrate.
- c. Die Analyse der Klangfarbenaspekte findet im rechten Temporallappen statt.

d. Nun werden die neuronalen akustischen Parameter nicht mehr allein in den akustischen Gehirnmodulen verarbeitet, sondern es geschieht eine Vernetzung mit Gehirnarealen, die auch für syntaktische Verarbeitung, Ausdruck von Sprache und visuelle Assoziation zuständig sind. Vor allem das limbische System ist als "Brücke" beteiligt und verknüpft die Eindrücke mit Emotionen.

e. Offenbar findet gleichzeitig auch eine Vernetzung mit dem Parietallappen und dem "Framework" aus verschiedenen Gehirnarealen statt, das maßgeblich für die 3-D-Wahrnehmung zuständig ist.

f. Das Gehirn benutzt *depth cue*-Parameter der Retina, um eine dreidimensionale Flächengeometrie zu generieren. Die bisher vermuteten *depth cues* sind binoculare Ungleichheit (*binocular disparity*), lineare Perspektive (*linear perspective*), Oberflächenstruktur-Gradient (*texture gradient*) und parallaktische Verschiebung (*motion parallax*).

Möglicherweise werden die auditiven neuronalen Parameter des auditorischen Cortex über verschiedene Zwischenstationen im Gehirn irgendwann auch auf die *depth cue*-Parameter des 3D-Frameworks gemappt, und so entstehen vielleicht die dreidimensionalen Formen auf dem "Inneren Monitor"...?

II.4 Phänomenologische Dokumentation meines Synästhesie-Subtyps Klangfarbe=Formen

Auszug aus einem Gespräch vom 24.09.2005 mit dem Neurophilosophen Hinderk M. Emrich im Rahmen des Synästhesie-Cafés, einem jährlichen Treffen von Synästhetikern an der Medizinischen Hochschule Hannover:

MD: Wie wird der gehörte Klang bzw. die Klangfarbe im Gehirn analysiert und wie entstehen daraus die synästhetischen Formen?

Emrich: Das weiß gegenwärtig niemand. Sie müssen den Vorgang phänomenologisch erfassen.

II.4.1 Parameter meines Synästhesie-Subtyps

Um sich einer Antwort der unter Kap. II.4 gestellten Frage phänomenologisch anzunähern und später eine parametrische Simulation meines subjektiven Synästhesie-Subtyps zu erreichen, sollten detaillierte Aspekte der Phänomene meines Synästhesie-Subtyps benannt werden.

Diese werden hier aus Gründen der Übersichtlichkeit unterteilt in zwei Bereiche: die Aspekte, die die akustischen Auslöser der Phänomene sind und die visuellen Aspekte, die die Erscheinungsformen der Phänomene darstellen.

II.4.1.1 Akustische Auslöser meiner synästhetischen Phänomene

1. Die Klangfarbe / -zusammensetzung von Geräuschen oder Klängen innerhalb von Musikstücken oder im Alltag ist maßgeblich verantwortlich für die Beschaffenheit der Formen.

2. Die Wahrnehmung der Formen und Klänge wird immer von einem bestimmten Gefühl beglei-

tet. Mit Hilfe des Gefühls lassen sich auch am besten die Details der Formen beschreiben.

3. Die Lautstärke hat einen untergeordneten Einfluss. Sehr laute Töne sind auf dem „Inneren Monitor“ etwas größer / näher im Raum als leise Töne. Wenn Töne zu laut sind, wird die Wahrnehmung überreizt und auf dem „Inneren Monitor“ erscheint eine Darstellung, die am ehesten mit einem Kugelblitz mit weißem, grellen Licht vergleichbar ist und keine bestimmte Form aufweist.

4. Die Tonhöhe bestimmt tatsächlich die Lage der Töne in der Höhe. Im Vergleich mit tiefen Tönen sind hohe Töne im „Inneren Monitor“ tatsächlich höher gelegen.

5. Aspekte der Tonart oder der musikalischen Form von Musikstücken spielen keine nennenswerte Rolle für die Darstellung der Formen. Interessanterweise sind jedoch bei Moll-Tönen die Formen im Vergleich etwas prägnanter als bei Dur-Tönen.

6. Elektronische Klänge sind neben vielen Alltagsgeräuschen am besten geeignet, um besonders prägnante und reine Formen hervorzurufen. Unter den elektronischen Klangsyntheseverfahren sind hierbei vor allem analoge Sinuswellen und die FM-Synthese (besonders im Bezug auf Glockenklänge) hervorzuheben. Instrumente wie Klavier sind deutlich schwieriger zu beschreiben, da die vielen Klangfarbenbestandteile des „klassischen“ Klavierklanges häufig indifferente Formen hervorrufen. Insofern eignet sich im Hinblick auf besonders prägnante Formen Neue Musik besser als Musik, die nach der traditionellen Harmonielehre komponiert wurde, da in diesem Musikgenre deutlich mehr Experimente u.a. bezüglich der Klangfarbe durchgeführt werden (z.B. präpariertes Piano von John Cage, etc.).

II.4.1.2 Visuelle Aspekte meiner synästhetischen Phänomene

1. Der „Innere Monitor“: Ein dreidimensionaler schwarzer Raum „im Kopf“, der allerdings keine räumliche Begrenzung aufweist. Der „Innere Monitor“ wird vom Bewusstsein ausgeblendet, wenn Umwelteinflüsse die komplette Aufmerksamkeit erfordern, ansonsten existiert er parallel zu anderen Wahrnehmungen.

2. Darstellung der Formen im „Inneren Monitor“: Am ehesten vergleichbar mit einem „schnellen Rendering“, das im Moment des Hörens des Klanges zeitgleich ohne Latenz stattfindet. Es entstehen dabei statische Formen, die unmittelbar einem Klang zugeordnet sind. Wenn der Klang sich nicht mehr verändert, ändert sich die Form ebenfalls nicht, sowohl beim Hören als auch in der Erinnerung an den Klang. Verändert sich der Klang, verändern sich die Formen analog, d.h. für jede Veränderung findet ein „schnelles Rendering“ statt, das die modifizierten Formen darstellt. Die Darstellung ist in der Regel perspektivisch, selten evtl. axonometrisch.

3. Materialität und Struktur der Formen: halbtransparente Formen, deren Transparenz jedoch von ca. 10% bis 70% variieren kann. Die Oberflächenbeschaffenheit kann sehr unterschiedlich strukturiert sein. Zum Vergleich kommen Materialien wie Glas, Plastik oder Metall / Edelstahl am ehesten in Frage. Bei bestimmten Klängen werden die Formen etwas diffus dargestellt. Die Diffusität bzw. Indifferenz drückt sich durch nebelartige Strukturen aus, die manchmal die Formen auch umgeben oder mit ihnen verwoben sind.

4. Farbe der Formen: Graustufen, die ins bläulichweiße Farbspektrum hineinreichen; in bestimmten Fällen je nach Klang farbig (rot, grün, etc.) eingefärbt.

II.4.2 Wie sieht das eigentlich aus? – Visuelle Beispiele meiner synästhetischen Phänomene

*Zusammengefasst spielen fünf Aspekte für meine
synästhetischen Formen eine Rolle:*

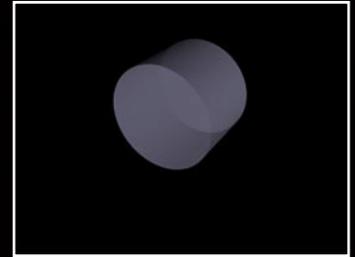
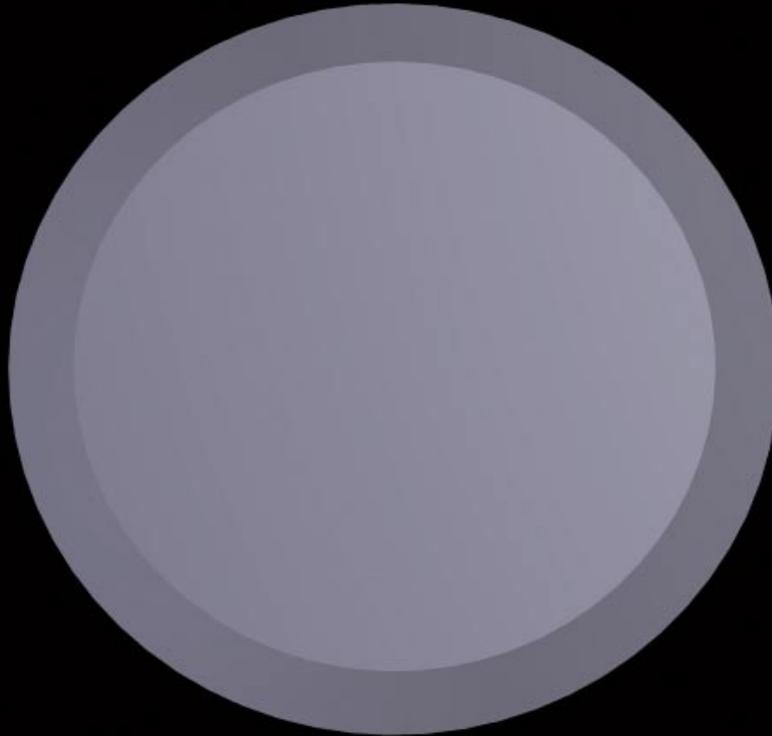
- a. Grundform
- b. Oberflächenstruktur
- c. Farbe
- d. Transparenz
- e. diffuser "Nebel" bei indifferenten Formen

Anbei als Beispiel entsprechende Formen zu den
elektronischen Grundwellenformen, jeweils bei
420 Hertz.



Sinus

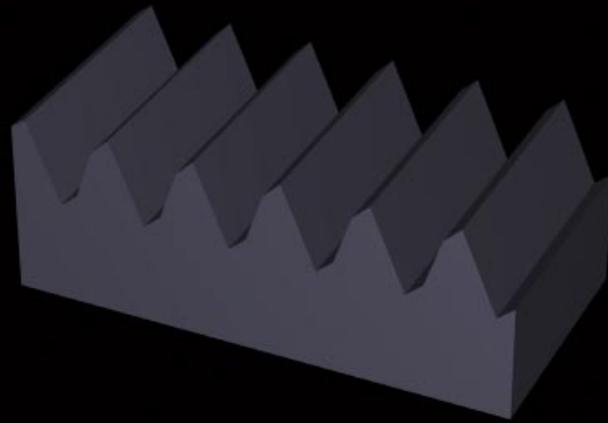
Der Sinuston ist immer eine Kugel, die manchmal bei bestimmten Frequenzen auch goldgelb eingefärbt ist. Vom Material her tritt er meistens als glatte, leicht oder stark transparente Glaskugel auf.



Rechteck

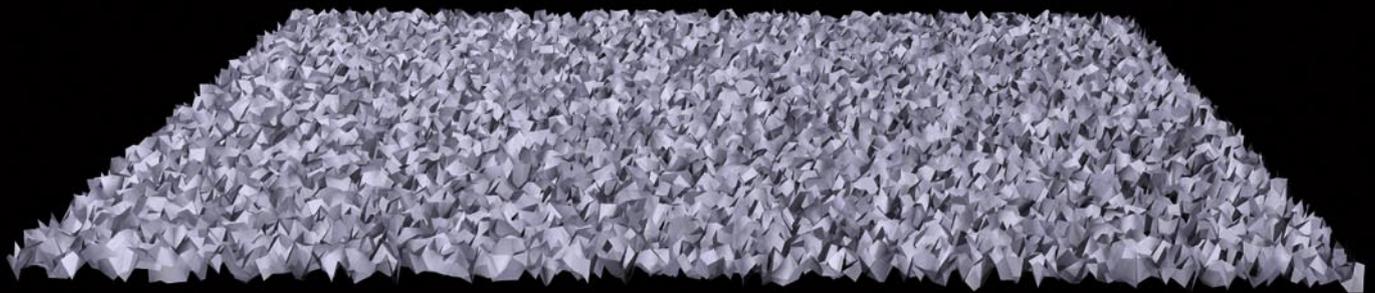
Die Rechteck-Welle ist sehr schwierig zu beschreiben, da sie sehr indifferent erscheint. Jedoch tritt bei ihr trotz der Indifferenz kein Nebel auf. Am ehesten erscheint sie als ein von vorn gesehener Zylinder. Daher zum besseren Verständnis zusätzlich rechts oben eine axonometrische Darstellung,

die jedoch nicht der synästhetischen Darstellung auf dem "Inneren Monitor" entspricht. Von den Materialeigenschaften trifft auf die Rechteckwelle am ehesten die von leicht transparentem grauweißem Plastik zu.



Sägezahn

Der Sägezahn ist wie ein flaches Zahnrad, von dunkelgrauem metallischem, blockartigem Charakter. Als Material ist Gussmetall am ähnlichsten.



Weißes Rauschen

Das weiße Rauschen ist eine zerknitterte, helle grau-weiße Fläche. Die Materialeigenschaften sind am ehesten mit Aluminium vergleichbar.

II.4.2.1 Abfolge beim Hören einer Sequenz aus FM-Klängen (siehe *Flash-Animation auf der CD*)

Anmerkungen

Die Animation zeigt den ungefähren Ablauf der synästhetischen Wahrnehmung im „Inneren Monitor“.

Der „Innere Monitor“ ist ein schwarzer dreidimensionaler Raum, etwa einem „leeren Weltall“ vergleichbar. In diesem Raum werden die Formen unmittelbar analog zur Wahrnehmung des Klanges gerendert. Zu beachten ist dabei, dass gemäß Ernst Pöppel die Gegenwart bezüglich der Wahrnehmung ca. 3 Sekunden dauert.

Legende zur Animation

30/60 Overview

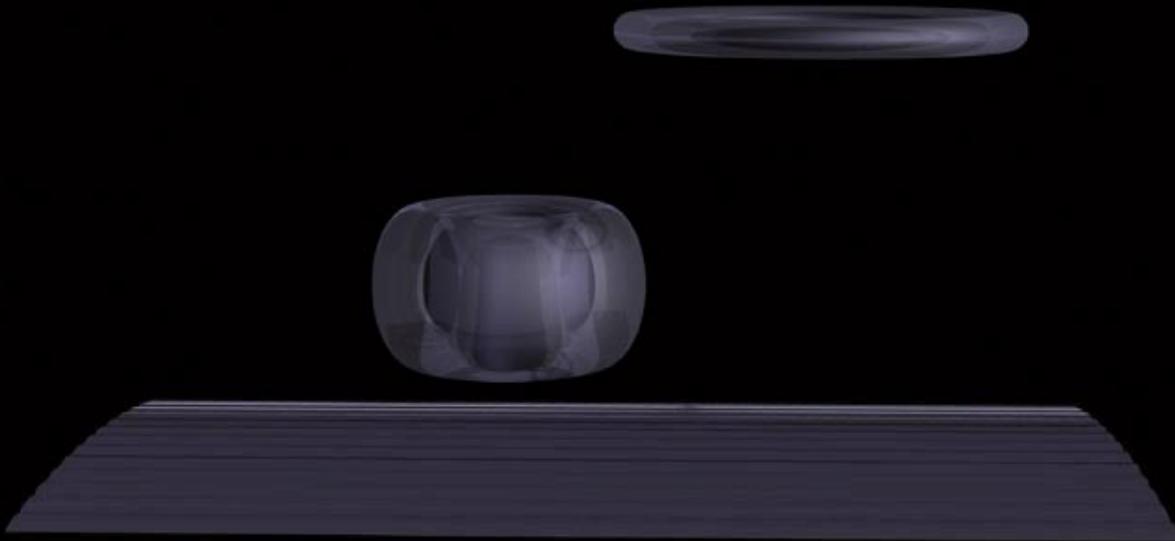
Eine Ansicht, die nicht der Ansicht der Wahrnehmung entspricht, aber die Formen besser im Überblick zeigt.

Start

Startet die Animation. (Ton muss aktiviert sein!)

Stop

Stoppt die Animation. Wenn der Ton aufhört ist der „Innere Monitor“ leer - es sei denn, die Erinnerung an die Klänge aktiviert neue Formen (siehe auch „Memory View“).



Memory View

Zeigt das Bild, das durch die Erinnerung an die Klänge übrigbleibt. In der Erinnerung wird Musik oder eine Abfolge von Klängen anscheinend auf bestimmte prägnante Momente „komprimiert“. Analog werden dazu die wahrgenommenen Formen der prägnanten Momente in einer entsprechenden Ansicht kombiniert und arrangiert

III. Parametrische/Technische Umsetzung

Das bislang unerreichte Ziel, einen objektiven "Translationsalgorithmus" oder ein Naturgesetz für die Verwandtschaft von visuellen und auditiven Phänomenen zu finden ist ein alter Traum der Menschheit. Seit der Antike verbarg sich hinter diesem Traum auch die Idee, eine "kosmische Harmonie" zu erreichen oder zu erforschen, die dem heutigen Stand der Physik widerspricht. Schon früh wurden erste Apparate gebaut, die diese Verbindung belegen oder simulieren sollten. Seit dem Beginn der Industrialisierung beschäftigt das Thema Künstler, Erfinder, Bastler und Unterhalter und bleibt bis heute ein "offenes Feld des Experiments, eine künstlerische und technische Herausforderung" im Wechsel von "Begeisterung und Verzweiflung, von Erfolg und Scheitern." [siehe auch Daniels, 2004]

Ein Beispiel benennt Cytowic [1995, S.68]: "Bereits Sir Isaak Newton mühte sich 1704 ab, mathematische Formeln zu entwickeln, die eine Gleichsetzung der Schwingungsfrequenzen von Schallwellen mit entsprechenden Wellenlängen des Lichts erlaubten. Es gelang ihm nicht, die erhofften "Translationsalgorithmen" zu finden, aber die Idee hatte Fuß gefasst, und ihre erste praktische Anwendung fand sie anscheinend im *clavecin oculaire*, einem Instrument, das simultan Töne und Licht hervorbrachte. 1725 wurde es erfunden."

Daniels [2004] nennt als weiteres Beispiel das Pyrophon des Frédéric Kastner von 1873: "Dieses neuartige Instrument, das durch farbige Gasflammen zugleich Licht und Töne erzeugt, nutzt den physikalischen Effekt der so genannten 'singenden Flammen'. Es ist ein Zwitter aus Musik und Physik, aus Kunst und Experiment. Dass hier Klang aus Licht gewonnen wird, verheißt den Zeitgenossen eine Annäherung an die schon lange gesuchte kosmische Harmonie der Natur."

Seit der wissenschaftlichen Verifizierung der Synästhesie keimt bei Künstlern und Musikern neue Hoffnung auf, dass sich aus der Subjektivität der synästhetischen Verknüpfungen doch noch einige objektive Aspekte der Verbindung von Bild und Ton herausdestillieren lassen, da insbesondere das Medium Computer sehr für eine Verknüpfung und Darstellung der Phänomene geeignet scheint: "Über ein dutzend Komponisten, moderner, computergenerierter Musik fragten [mich] nach dem Translationsalgorithmus zwischen Sehen und Hören, weil sie herausfinden wollten, ob ihre Kompositionen 'richtig' waren." [Cytowic, 1995, S.141]

Genau diese Herausforderung stellt sich beim vorliegenden Projekt, welche beim folgenden Experiment angegangen werden soll: ob sich durch die parametrische Simulation der subjektiven Synästhesie im Computer nicht doch einige objektive Kriterien der Beziehung von Klangfarbe und Form ableiten lassen.

III.1 Versuch der Ableitung von Ansätzen für eine parametrische Umsetzung aus den in II. gewonnenen Erkenntnissen

Mögliche Entsprechungen der auditiven Wahrnehmung

Laut Moore [2003, S.51] verhält sich die Basilar Membran, die im Cortischen Organ die Frequenzen aufsplittet, ähnlich wie eine Fourier Analyse oder eine Filterbank. Roads [1996, S.599] führt diesbezüglich eine Variante eines weiterentwickelten Spektrogramms an: das *Cochleagram*, welches exakt das Frequenzspektrum und das Verhalten des Cortischen Organs (engl. *cochlea*) emulieren soll.

Mögliche Entsprechungen der visuellen Wahrnehmung

Visuelle Entsprechungen sind im Rahmen dieser Arbeit offen geblieben. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

III.1.1 Probleme der parametrischen Umsetzung der synästhetischen Beziehung gemäß dem Vorbild der Generierung im Gehirn

Das Konzept der Klangfarbe ist gemäß Roads [1996, S.544] mit der des physikalischen Spektrums verwandt aber nicht identisch. Psychoakustiker benutzen demzufolge den Begriff "Klangfarbe" für die Bezeichnung von Mechanismen, die Klang in Familien einteilen. Die Schwierigkeit im Hinblick auf eine physikalische Analyse von Klangfarbe besteht darin, alle beteiligten Parameter zu erfassen. Zudem besteht das Problem, daß selbst die meist auf Spektralanalyse beruhenden [Roads, 1996, S.598] gegenwärtigen Analysemethoden, die auf eine Emulation des menschlichen auditiven Systems abzielen, anders als menschliche Hörer keine Erfahrungen einer früheren Analyse in eine laufende Analyse mit einbeziehen können. Möglicherweise verhalten sich zukünftige Systeme in diesem Punkt intelligenter. [Roads, 1996, S.608]

III.2 Konzepte der Simulation der synästhetischen Beziehung Klangfarbe=Form durch Algorithmen bzw. Parameter

Aus den gewonnenen Erkenntnissen ergeben sich bislang drei Möglichkeiten einer Simulation der synästhetischen Beziehung Klangfarbe=Form in eine experimentelle Software. Im folgenden wird der mögliche technische Ablauf einer Simulation durch eine Software beschrieben.

III.2.1 Die „1:1 Umsetzung“

Die sogenannte "1:1 Umsetzung" bezieht sich auf den spontan gedachten Weg einer einfachen und stark verkürzten Vorstellungsform vom synästhetischen Verarbeitungsprozess in Kap II.3.3. Daraus resultiert folgender technischer Ablauf innerhalb einer experimentellen Software:

1. Der durch eine Klangquelle ausgelöste Schall wird durch eine Fourieranalyse, in verschiedene Parameter aufgesplittet.
2. Von der Fourieranalyse aus werden die Parameter in eine 3-D-Erzeugung gemappt, die Klänge werden an einen Verstärker weitergeleitet.
3. Die Klänge werden durch den Verstärker und Lautsprecher hörbar, die Formen im 3-D-Modul aufgrund der Parameter generiert und auf dem Bildschirm sichtbar.

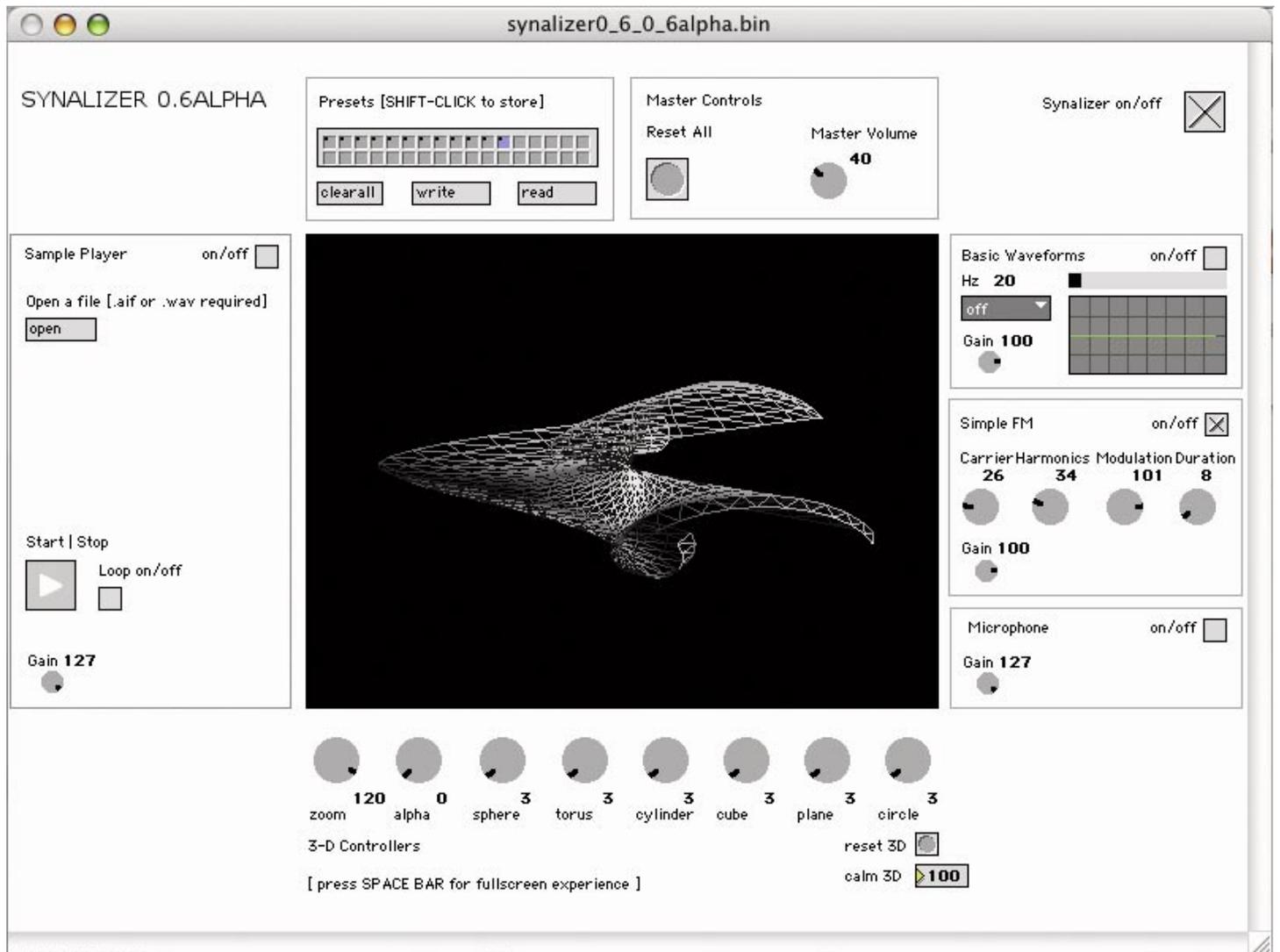
III.2.2 Die Alternative – die phänomenologische Umsetzung

Die Alternative wäre die direkte "hartverdrahtete" parametrische Verknüpfung von Klangerzeugung und dreidimensionaler Form, die sich eng an einer Dokumentation der synästhetischen Phänomene orientiert.

Der Nachteil wäre in diesem Fall, dass der Anspruch der universellen Klangverarbeitung verloren ginge, da man sich hier auf eine ganz bestimmte Klangerzeugung beschränken müsste.

III.2.3 Weitere denkbare Konzepte

- a. Spektralanalyse in ihrer Gesamtheit der Frequenzen als Grundlage für die Parameter. Allerdings müsste man dann ein Verfahren entwickeln, wie man die Fülle der Parameter bündelt und an die 3-D-Erzeugung übergibt.
- b. Andere Klanganalyseverfahren, die sich nicht am menschlichen auditiven System orientieren, verwenden und auf die synästhetischen Phänomene "tunen".



III.3 Versuch einer experimentellen „1:1 Umsetzung“ – der Synalizer

Für eine experimentelle Umsetzung wurde nun eine Software geschaffen, die den im Kap. III.2.1 vorgestellten technischen Ablauf Klangerzeugung, Klanganalyse, 3D-Darstellung in Bezug auf meinen Synästhesie-Subtyp umsetzt. Die genannten Features beziehen sich ausschließlich auf die Version 0.6alpha des work-in-progress-Projekts.

III.3.1 Technische Konzeption – Realisierung in MAX/MSP/JITTER

Grundlage der synästhetischen Simulation sind verschiedene Klangquellen:

- a. die elektronischen Wellenformen Sinus, Rechteck, Sägezahn, Dreieck sowie Weißes und Rosa Rauschen
- b. eine einfache FM-Klangerzeugung
- c. der Input durch ein Mikrofon
- d. ein einfacher Sample-Player, der beliebige .aif- und .wav-Audiodateien abspielen kann

Die digitalen Tondaten werden zum einen in eine Klanganalyse geroutet, zum anderen in einen Verstärker, über den die Klänge hörbar werden. In MAX/MSP wurde der "Analyzer" von Tristan Jehan verwendet, der Fourier- und Spektralanalyse in einem verbindet und damit einen guten Querschnitt dessen bietet, was gegenwärtig an physikalischer Klanganalyse, die sich an das menschliche akustische System anlehnt, geläufig ist.

Die Parameter, die aus den Tondaten analysiert werden, sind:

- a. Pitch (Hz) [Tonhöhe]
- b. Loudness [Lautstärke]
- c. Brightness [Tonhelligkeit]
- d. Noisiness [Rauschanteile]
- e. Amplitude
- f. Sinusoid 1 (Freq) [1. Formant/Partialton]

Die Parameter aus der Klanganalyse werden in ein JITTER-Modul gemappt. Zum Einsatz kommt das `jit.gl.gridshape`-Objekt, das die mathematische Generierung von einfachen Grundformen als verknüpftes Netz innerhalb einer 3D-Matrix ermöglicht. Es wurden sechs Grundformen ausgewählt:

- a. Sphere [Kugel]
- b. Torus [Ring]
- c. Cylinder [Zylinder]
- d. Cube [Würfel]
- e. Plane [Ebene]
- f. Circle [ebener Kreis]

Um nun möglichst viele Formvarianten zu erreichen werden die sechs Grundformen prozentual ineinander gemischt. Das Mischungsverhältnis bestimmen die Parameter aus der Klanganalyse. Das Mapping erfolgte so, dass die Verknüpfung der Parameter Sinn macht und einen entsprechenden visuellen Effekt hat. Folgende Parameter wurden verknüpft:

Klangparameter >> Mischung (%) Grundform

- | | |
|---------------|-------------|
| a. Pitch | >> Plane |
| b. Loudness | >> Sphere |
| c. Brightness | >> Torus |
| d. Noisiness | >> Cylinder |
| e. Amplitude | >> Circle |
| f. Sinusoid 1 | >> Cube |

Das Ergebnis der Mischungen wird in eine 3-D Matrix ausgegeben, die die Formen mit schwarzem Hintergrund entsprechend dem "Inneren Monitor" anzeigt.

Als Darstellungsform wurde die ungerenderte Darstellung als Wireframes gewählt, da von den in Kap. II.4.2 genannten Aspekten meiner synästhetischen Formen

- a. Grundform
- b. Oberflächenstruktur
- c. Farbe
- d. Transparenz
- e. diffuser "Nebel" bei indifferenten Formen

nur die Grundform bislang vollständig umgesetzt ist. Die Farbe der Wireframes ist ein Graublau-Weiß, welches bei meinen synästhetischen Formen in der Regel dominant ist. Ein gewisser "Nebel"-Effekt ist durch einen Regler (alpha) in der 3-D Controller-Leiste möglich, der bei einem Refresh des Bildes das vorherige je nach Einstellung langsamer transparent ausblendet.

Die Software wurde noch um einige Features erweitert, die eine größere Interaktion mit den Formen möglich machen sollen. So kann das Mischungsverhältnis mit einem zusätzlichen Multiplikator interaktiv im Sinne einer VJ-Software

manipuliert werden und die Formen herangezoomt und gedreht werden. Es ist ferner möglich, Presets abzuspeichern und die Darstellung der oft "zittrigen" Formen deutlich zu beruhigen. Die meisten Parameter sind auch über einen Midi-Controller ansprechbar, und zwar über die Midi-Controllernummern Ctrl 0-15.

III.3.2 Probleme der Realisierung und Abweichungen von einer echten Simulation

Ein Grundproblem besteht darin, dass die kombinierte Fourier-/Spektralanalyse nicht den komplexen Analyse- bzw. Wahrnehmungsprozess, des Gehirns abbildet. Dies wäre aber notwendig, um Klangfarbe der menschlichen Wahrnehmung entsprechend angemessen zu repräsentieren. Somit werden viele Klänge von der Analyse ähnlich interpretiert, obwohl sie für den Menschen völlig anders klingen.

Das andere Problem besteht in der nach wie vor vorhandenen Unklarheit, wie aus den akustischen neuronalen Impulsen die vom auditorischen Cortex ausgehen in Zusammenhang mit dem

visuellen Cortex oder anderen Gehirnarealen die dreidimensionalen Formen entstehen.

Solange die Forschung in diesen Fragen noch nicht weiter ist, kann eine echte parametrische Simulation der Synästhesie mit der Verbindung Klangfarbe-dreidimensionale Form nicht erfolgen. Aus diesem Grund repräsentieren die Formen des Synalizer in dieser Version (0.6alpha) auch nicht die synästhetischen Phänomene meines Subtyps, da die 3-D-Erzeugung inhaltlich keine auf der Synästhesie basierende Konzeption hat.

Sie kokettiert vielleicht ein wenig mit Cytowic's "Formkonstanten", der vermuteten Grundcodierung von Formen in der menschlichen Wahrnehmung (siehe Kap. II.2.1.2).

III.3.3 Ausblick auf zukünftige verbesserte Versionen bzw. eine Verwendung als Musikinstrument

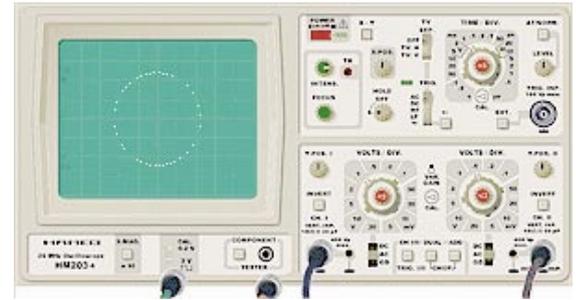
Das Ziel von weiteren Versionen wäre die Aspekte meiner synästhetischen Formen

- a. Grundform
- b. Oberflächenstruktur
- c. Farbe
- d. Transparenz
- e. diffuser "Nebel" bei indifferenten Formen

vollständig durch Rendering abzubilden, welches dann ebenfalls durch Klangparameter gesteuert würde.

Für eine Verwendung als Musikinstrument müsste ein hardwarebasiertes Sensorinterface angebunden werden, mit dem es möglich ist, die Formen durch Gesten zu verändern und so Formklänge=Klangformen improvisiert zu "spielen".

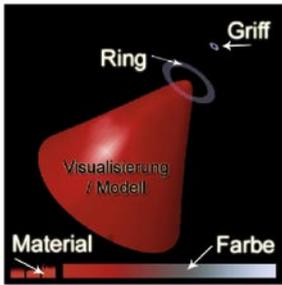
9 > Sinuston als kreisrunde LISSAJOUS-FIGUR, dargestellt durch ein Oszilloskop.
[Quelle: <http://www.virtuelles-oszilloskop.de>]



IV. Allgemeine Schlußfolgerungen – Resümee und Bewertung der gewonnenen Ergebnisse, offene Fragen

Synästhetische Wahrnehmung ist mittlerweile evident und hat offenbar einen nicht unerheblichen Einfluss auf die europäische Kulturgeschichte seit der Antike. Dadurch, dass die synästhetischen Wahrnehmungen in dieser Form existieren, kann dies bedeuten, dass reine Abstraktion ein integraler Bestandteil, wenn nicht gar Bestandteil einer Grundcodierung der menschlichen Wahrnehmung ist. Dies wird vor allem interessant in Bezug auf die Vermutung von Cytowic, dass es gewisse "Formkonstanten" gibt, die als Code in jedem Menschen vorhanden sind.

Die Fragestellung, ob sich durch die parametrische Simulation der subjektiven Synästhesie im Computer nicht doch einige objektive Kriterien der Beziehung von Klangfarbe und Form ableiten lassen kann aufgrund der vielen offenen gebliebenen Fragen nicht eindeutig beantwortet werden. Tatsache ist jedoch, dass im Gehirn eines Synästhetikers eine Art "neuronales Parameter-Mapping" stattfindet und auditive in visuelle Phänomene transferiert werden. Dieser Transformationsprozess - soweit bekannt - weist in Teilen Analogien zu physikalischen Gegebenheiten auf. Dies betrifft vor allem die Frequenzanalyse des Cortischen Organs. Der Teil der Transformation ins Visuelle ist leider weitgehend unbekannt. Dies liegt auch an fehlenden eindeutigen Forschungsergebnissen zur dreidimensionalen Wahrnehmung und an fehlenden Grundlagen, wie das neuronale Netzwerk des Gehirns die menschliche Wahrnehmung unter Einbindung von Emotionen überhaupt zusammengeneriert. Solange diese Fragen nicht geklärt sind, muss eine echte Simulation der Synästhesie in Bezug auf physikalische Gegebenheiten Improvisation und Flickwerk bleiben, bzw. sich auf



A synaesthetic approach for a synthesizer interface
based on genetic algorithms and fuzzy sets
VST-Plugin

Ein Projekt an der Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Medien

[Quelle: Schatter, 2005; Broschüre anlässlich der International Computer Music
Conference (ICMC) Barcelona 2005]

phänomenologische Plagierung mit der try-and
error-Methode beschränken.

Der Synalizer in der Version 0.6alpha ist dies-
bezüglich also vielleicht ein kleiner Schritt in
Richtung Synästhesie-Simulation, da er den syn-
ästhetischen Ablauf berücksichtigt, jedoch die
phänomenologische Ausprägung noch zu rudi-
mentär ist, bzw. nicht mit den synästhetischen
Phänomenen übereinstimmt.

Es gibt im Bereich der synästhetischen
Phänomene meines Klangfarben=3D-Form-
Subtyps überraschende Übereinstimmungen zu
physikalischen Visualisierungen: der Sinus-Ton
wird im Oszilloskop als Lissajous-Figur eben-
falls exakt kreisförmig dargestellt. Auch bei
der Sägezahn-Wellenform gibt es Parallelen in
Bezug auf die Zackenform. Ob diese Parallelen
Zufall sind, oder eine gemeinsame physikali-
sche Grundlage haben, ist gegenwärtig reine
Spekulation.

Nichtsdestotrotz dürfte für zukünftige soft-
warebasierte Musikinstrumente das Thema
Synästhesie durch neue Erkenntnisse aus der
Synästhesieforschung weiterhin interessant blei-
ben, da hier Klänge um visuelle Parameter erwei-
tert werden, die gemäß unserer Wahrnehmung
doch mutmaßlich zum Klang dazugehören.

LITERATURVERZEICHNIS

- Anschütz, Georg (1953). „Psychologie - Grundlagen, Ergebnisse und Probleme der Forschung“. Richard Meiner Verlag, Hamburg.
- Cytowic, Richard E. (1995). „Farben hören, Töne schmecken. Die bizarre Welt der Sinne.“ Deutscher Taschenbuch Verlag, München.
- Daniels, Dieter (2004). Sound & Vision in Avantgarde & Mainstream. http://www.medienkunstnetz.de/themen/bild-ton-Relationen/sound_vision/20/.
- Dixon, Mike J; Smilek, Daniel; Merikle, Philip M (2004). „Not all synaesthetes are created equal: Projector versus associator synaesthetes.“ Cognitive, Affective, & Behavioural Neuroscience 4(3): S.335-343.
- Emrich, Hinderk M. (2002). „Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie: das Leben mit verknüpften Sinnen“. Hirzel, Stuttgart; Leipzig.
- Haverkamp, Dr. Michael (2004). „Synästhetische Wahrnehmung und Geräuschdesign Grundlagen : Verknüpfung auditiver und visueller Attribute“. Dr. Michael Haverkamp, Köln.
- Jourdain, Robert (1998). „Das wohltemperierte Gehirn: Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt“. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; Berlin.
- Kandinsky, Wassily (1913). „Rückblicke“, Berlin. 3. Auflage Benteli Verlag, Bern 1977
- Kandinsky, Wassily (1955). „Essays über Kunst und Künstler“. Benteli Verlag, Bern.
- Ligeti, György (1970). „Artikulation; Elektronische Musik. Eine Hörpartitur von Rainer Wehinger“. Schott, Mainz.
- Maur, Karin v. (1985). „Vom Klang der Bilder - Die Musik in der Kunst des 20. Jahrhunderts“. Prestel Verlag, München.
- Meise, Sylvia (2005). „Wie bunt ist die Welt?“ Psychologie Heute 07(2005): S.39-41.
- Moore, Brian C.J. (2003). „An Introduction to the psychology of hearing“. Academic Press, San Diego.
- Moore, Brian C.J. (2003b). „Coding of sounds in the auditory system and its relevance to signal processing and coding in cochlear implants.“ Ontology & Neurology Volume 24(March 2003): S.243-254.
- Mulvenna, Catherine; Walsh, Vincent (2005). „Synaesthesia.“ Current Biology 15(No 12): S.399-400.
- Pierce, John R. (1985). „Klang – Musik mit den Ohren der Physik“. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Roads, Curtis (1996). „The Computer Music Tutorial“. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts / London, England.
- Sakata, Hideo; Tsutsui, Ken-Ichiro; Taira, Masato (2005). „Toward an understanding of the neural processing for 3D shape perception.“ Neuropsychologia 43(2005): S.151-161.

Samson, Séverine (2003). „Neuropsychological Studies of Musical Timbre.“ New York Academy of Sciences(Nr. 999): S.144-151.

Schatter, Günther; Züger, Emanuel; Nitschke, Christian (2005). „A Synaesthetic Approach for a Synthesizer Interface based on Genetic Algorithms and Fuzzy Sets“. Ein Projekt der Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Medien, Weimar.

Schmithorst, Vincent J (2005). „Separate cortical networks involved in music perception: preliminary functional MRI evidence for modularity of music perception.“ NeuroImage 25(2005): S.444-451.

Schneider, Peter; Sluming, Vanessa; Roberts, Neil; Scherg, Michael; Goebel, Rainer; Specht, Hans J; Dosch, H Günter; Bleeck, Stefan; Stippich, Christoph; Rupp, André (2005). „Structural and functional asymmetry of lateral Heschl's gyrus reflects pitch perception preference.“ Nature Neuroscience Volume 8(Number 9, September 2005): S.1241-1247.

Söffing, Christine (2005). Synästhesiewerkstatt. <http://www.synaesthesiewerkstatt.de/synaesthesie.htm>. 2005.

Steven, Megan S; Blakemore, Colin (2004). „Visual synaesthesia in the blind.“ Perception 33(2004): S.855-868.

Tsutsui, Ken-Ichiro; Taira, Masato; Sakata, Hideo (2004). „Neural mechanisms of three-dimensional vision.“ Neuroscience Research 51(2005): S.221-229.



www.khm.de