

# Komponieren mit skulpturalen Klangphänomenen in der Computermusik

## Dissertation

Gerriet K. Sharma

Matrikel Nummer: S0773304

Universität für Musik und Darstellende Kunst Graz

Künstlerisch-wissenschaftliches Doktoratsstudium

Komposition und Musiktheorie

ID-V795500

Betreut durch:

Professor Marko Ciciliani

(Universität für Musik und Darstellende Kunst Graz)

Professor Robert Höldrich

(Universität für Musik und Darstellende Kunst Graz)

Professor Marco Stroppa

(Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Stuttgart)

Professorin Elena Ungeheuer

(Universität Würzburg)

vorgelegt bei der künstlerisch-wissenschaftlichen Doktoratsschule am

6. September 2016

Dank

Ich bedanke mich bei meinen Doktoratsbetreuern Marko Ciciliani, Robert Höldrich und Marco Stroppa und meiner Doktoratsbetreuerin Elena Ungeheuer für die besondere Unterstützung in den letzten drei Jahren. In jedem Einzelverhältnis ist ein besonderer Austausch entstanden, der auf jeweils seine Art zum Teil sehr konkrete Probleme lösen konnte, aber auch häufig Anstoß gab, langfristige und komplexe Fragen zu verstehen und diesen künstlerisch forschend nachzugehen.

Weiter möchte ich mich beim Institut für Elektronische Musik und Akustik der Kunstuniversität Graz bedanken. Beides, die Kollegialität und der fachliche Anspruch haben ein Umfeld geschaffen, in dem diese Arbeit langsam und beständig wachsen konnte, an dem sich ihr Anspruch messen musste und in dem Ideen ihren Raum hatten.

Mein Dank gilt auch der künstlerisch-wissenschaftlichen Doktoratschule der Kunstuniversität Graz, die meine Vortrags- und Konzertaktivitäten in den letzten Jahren gefördert und unterstützt hat und in deren Programmen ich entscheidende Denkanstöße für die Entwicklung dieser Arbeit bekommen habe.

Ich bedanke mich auch bei Gerhard Eckel, Martin Rumori und David Pirrò, deren Unterstützung in den Jahren vor Beginn dieser Arbeit mich überhaupt erst in die Lage versetzt hat, meine Forschungsfragen aus der künstlerischen Praxis heraus zu formulieren und später zu verfolgen.

Außerdem möchte ich mich bei der PEEK/FWF Forschungsgruppe OSIL (Orchestrating Space by Icosahedral Loudspeaker) bedanken, namentlich bei Franz Zotter, Matthias Frank, Florian Wendt und Markus Zaunschirm. Die Unterstützung, die Anstöße und das ingenieurwissenschaftliche Umfeld sowie der Austausch und die langen Diskussionen über Forschungsfragen, Versuchsaufbauten, Wahrnehmungsphänomene, Seriösität und Instinkt haben entscheidend dazu beigetragen, dass ich als Künstler die Rolle des künstlerischen Forschers annehmen, die Disziplinen überbrücken und für meine künstlerische Arbeit nutzbar machen konnte.

Ich danke Wolf Thiel und Edith Sharma-Thiel für ihr unablässiges Vertrauen.

Ohne Worte: Der Dank bei meiner Frau Verena Lercher.

## Kurzfassung

Im Rahmen der Arbeit werden bisher wenig erforschte elektroakustische Raum-Klangphänomene, *plastic sound objects* [González-Arroyo, 2012], die bei bestimmten Klangproduktionsverfahren in der Computermusik seit etwa 60 Jahren verstärkt auftauchen, praktisch und theoretisch untersucht. Hierzu wurde der Ikosaederlautsprecher, ein spezielles vom Institut für Elektronische Musik und Akustik der Kunstuniversität Graz entwickeltes Lautsprechersystem eingesetzt und weiterentwickelt. In der Mitte aller künstlerisch forschenden Bemühungen steht die Frage nach dem „Shared Perceptual Space“ (SPS), dem Raum in der akusmatischen Musik [Chion, 2009, 144], an dem sich die Wahrnehmungen der Komponisten<sup>1</sup>, der mit dem Feld befassten Wissenschaftler und des Publikums hinsichtlich der dreidimensionalen Klangobjekte überschneiden. Die Forschungsarbeit versucht diesen Raum durch künstlerische Handlungen einzugrenzen oder seine Entstehung zu provozieren und durchläuft hierzu wiederholt einen dreistufigen Prozess: Im Rahmen einer Reihe von aufeinander aufbauenden elektroakustischen Kompositionen wird den plastischen Eigenschaften dieser Klangphänomene nachgegangen. Parallel zum kompositorischen Prozess wird der Versuch einer sprachlichen Fixierung verallgemeinerbarer Beschreibungen der erzeugten Objekte unternommen. Hierfür wurden Recherchen zu bestehenden Terminologien und ihrer Verwendung angestellt. In einem weiteren Schritt wurde dann die Überprüfung dieser Begriffe durch den Versuch der Einordnung des eigenen kompositorischen Prozesses vorgenommen. Zudem wurde unterstützend auf ingenieurswissenschaftlichem Wege versucht, das künstlerisch erzeugte Raum-Klangphänomen durch Hörversuche, Messungen und virtuelle Modellierung nachzubilden und psychoakustisch zu erklären.

Die so verzahnt entstandenen Beschreibungen, aber auch Kollisionen von Wahrnehmungen, haben den weiteren kompositorischen Prozess schrittweise informiert und zu einem erweiterten Verständnis und einer anderen Praxis der künstlerischen Arbeit mit diesen Phänomenen geführt.

---

Zur besseren Lesbarkeit werden auf den folgenden Seiten personenbezogene Bezeichnungen, die sich zugleich auf Frauen und Männer beziehen, generell nur in der männlichen Form angeführt, also z.B. „Komponisten“ statt „KomponistInnen“ oder „Hörer“ statt „HörerInnen“.

## Abstract

This thesis includes a practical and theoretical investigation into electroacoustic space-sound phenomena, *plastic sound objects* [González-Arroyo, 2012], previously little researched. Over the last 60 years these have increasingly appeared in certain sound projection techniques in the field of computer music. A special loudspeaker system developed by the Institute of Electronic Music and Acoustics [IEM] at the University of Music and Performing Arts Graz, the icosahedral loudspeaker, has been used and further developed for this purpose. The focus of all of the artistic research endeavours is the question of “Shared Perceptual Space” [SPS], the space in acousmatic music [Chion, 2009, 144] within which the perceptions of composers, scientists and audience intersect in respect of three-dimensional sound objects. The research aims to use artistic actions in order to demarcate this space or to trigger its formation. To do so it repeatedly implements a three-phase process: within the context of a series of progressively evolving electroacoustic compositions, the plastic qualities of these sound phenomena are explored. Parallel to the compositional process, an attempt will be made to find the language to establish generalisable descriptions of the objects produced. Research into existing terminologies and their application was employed to this end. Further to this, these terms were reviewed in an attempt to classify the researcher’s own compositional process. Additionally, engineering sciences were used to simulate and explain the artistically produced spatial sound phenomenon in psychoacoustic terms with listening tests, measurements and virtual modelling.

The resultantly interlocked descriptions and also collisions of perceptions gradually informed the ensuing compositional process and led to an expanded understanding and a different practice of artistic work with these phenomena.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dank                                                                                                                                            | 01 |
| Kurzfassung                                                                                                                                     | 02 |
| Abstract                                                                                                                                        | 03 |
|                                                                                                                                                 |    |
| KAPITEL I                                                                                                                                       |    |
| Voraussetzungen - Methoden und Praktiken                                                                                                        | 10 |
|                                                                                                                                                 |    |
| 1. Einleitung                                                                                                                                   | 10 |
| 1.1. Künstlerische Forschung                                                                                                                    | 10 |
| 1.2. Persönlicher Hintergrund und bisherige kompositorische Praxis                                                                              | 11 |
| 1.3. Desiderat dieser künstlerischen Forschung -<br>Towards a <i>Shared Perceptual Space</i> (SPS)                                              | 14 |
| 1.3.1. SPS: Das akusmatische Paradigma -<br>die Wahrnehmungssituation als etablierter Ausnahmezustand<br>- jenseits des <i>Mediatized Space</i> | 14 |
| 1.3.2. SPS: Intersubjektivität als Wahrnehmungsspektrum<br>im medialen Raum - Forschungsfragen                                                  | 18 |
| 2. Werkzeug und Instrument I - Bedingungen                                                                                                      | 19 |
| 2.1. Der Ikosaederlautsprecher                                                                                                                  | 19 |
| 2.2. Beamforming                                                                                                                                | 20 |
| 2.3. Ausgangspunkte für die künstlerische Forschung mit dem IKO                                                                                 | 21 |
| 2.3.1. Übertragung bisheriger Erfahrungen                                                                                                       | 21 |
| 2.3.2. OSIL (Orchestrating Space by Icosahedral Loudspeaker)<br>PEEK AR 328                                                                     | 22 |
| 3. Methoden und Praktiken                                                                                                                       | 23 |
| 3.1. Etablierung eines iterativen Arbeitsprozesses                                                                                              | 23 |
| 3.1.1. Recherche                                                                                                                                | 23 |
| 3.1.2. Komposition                                                                                                                              | 24 |
| 3.1.3. Ingenieurwissenschaftliche Analyse                                                                                                       | 25 |
| 3.2. Erweiterte Konzertpraxis                                                                                                                   | 25 |
| 3.3. Vorträge und Workshops                                                                                                                     | 26 |

## KAPITEL II

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Recherche: Begriffsfelder und ihre Koordinaten                          | 27 |
| 1. Verbalisierung                                                       | 28 |
| 1.1. 100 Jahre Beschreibungen musikalischer Klangphänomene              |    |
| - Stationen und Strategien                                              | 30 |
| 1.1.1. <i>L'Arte dei Rumori</i> - Russolo                               | 30 |
| 1.1.2. Serielles Denken und <i>Musique Concrète</i>                     | 31 |
| 1.1.3. Hörerbasierte Begriffsforschung nach Thies                       | 33 |
| 1.1.4. <i>Spectromorphology</i> nach Smalley                            | 35 |
| 1.1.5. <i>Space-form</i> and the acousmatic image nach Smalley          | 37 |
| 1.1.6. Perceptually Informed Organization                               |    |
| by Repertory Grid nach Grill                                            | 38 |
| 1.1.7. Interdisziplinäre Topologie nach Nystrøm                         | 39 |
| 1.2. Zusammenfassung und Einordnung                                     | 40 |
| 2. Skulptur, Plastik, Objekt -                                          |    |
| Erste Spuren des Skulpturalen in der Elektronischen Musik               | 41 |
| 3. Klang als Skulptur -                                                 |    |
| 3.1. Klangskulpturen                                                    | 46 |
| 3.2. Einordnung des IKOs                                                | 49 |
| 4. Dramaturgie und Inszenierung skulpturaler Klangformungen             | 49 |
| 4.1. Visualität                                                         | 49 |
| 4.2. Die Inszenierung des IKOs                                          | 52 |
| 5. Taugliche Begriffe für die Beschreibung skulpturaler Raumbeziehungen | 53 |
| 5.1. Körper-Raumbeziehungen                                             | 54 |
| 5.1.1. Kernplastik                                                      | 55 |
| 5.1.2. Raumplastik                                                      | 55 |
| 5.1.3. Kern-Schaleprinzip                                               | 55 |
| 5.2. Das Skulpturale im Rahmen der Arbeit                               | 56 |
| 6. Klang als Objekt                                                     | 57 |
| 6.1. Formung des Hörens - der „Höreindruck“                             | 59 |
| 6.2. Das Klangobjekt im Rahmen der Arbeit                               | 60 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 7. Kompositorisches Material                                           | 62 |
| 7.1. Ton, Klang, Geräusch                                              | 62 |
| 7.2. Klang als Textur                                                  | 64 |
| 7.3. Klang als räumliche Textur                                        | 65 |
| 7.4. Ergebnis: Ausgangsmaterial für die skulpturale Klangkomposition   | 67 |
| 8. Raum                                                                | 68 |
| 8.1. Spuren in der (computer-)musikalischen Verwendung                 | 68 |
| 8.2. Spatial Turn                                                      | 70 |
| 8.3. Drei Raumtheorien                                                 | 71 |
| 8.3.1. Drei Dimensionen der Raumproduktion bei Lefebvre                | 72 |
| 8.3.2. Räume und Orte bei Michel de Certeau                            | 75 |
| 8.3.3. Spacing und Synthese bei Martina Löw                            | 76 |
| 8.4. Der Raumbegriff im Rahmen der Arbeit                              | 78 |
| 8.5. Wissenschaftliche Attribute der Wahrnehmung                       |    |
| räumlicher Dimensionen in der Lautsprecherumgebung                     | 79 |
| 8.6. Raum und Spatialisierung                                          | 81 |
| 8.6.1. Spatialisierung 1. Ordnung                                      | 81 |
| 8.6.2. Spatialisierung 2. Ordnung                                      | 82 |
| 8.7. Zusammenfassung                                                   | 83 |
| <br>KAPITEL III                                                        |    |
| Forschung in der gegenwärtigen Praxis der Raum-Klangkomposition        | 84 |
| 1. Werkzeug und Instrument II - Umgebungen                             | 84 |
| 1.1. Einordnung im Feld der aktuellen multikanalen Lautsprechersysteme | 84 |
| 1.2. Der virtuelle IKO (ViKO)                                          | 87 |
| 2. Konzertpraxis als Forschungsprozess                                 | 88 |
| 2.1. Ursprünge - Komponieren im Labor                                  | 88 |
| 2.2. Exemplarische Raum-Klanginszenierungen im Konzert                 | 90 |
| 2.2.1. Signale <sup>graz</sup> 2014, Graz                              | 90 |
| 2.2.2. Izlog Suvremenog Zvuka Festival 2015, Zagreb                    | 92 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.2.3. InSonic2015, Karlsruhe                                                      | 95  |
| 2.3. Auswertungen der praktischen Erfahrungen                                      | 96  |
| 2.3.1. Differenzierung von Aufführungskonzepten                                    | 96  |
| 2.3.2. Platzierung des Publikums - Öffnung der Sitzplatzordnung                    | 98  |
| 2.3.3. IKO-spezifische skulpturale Bassphänomene                                   | 99  |
| <br>                                                                               |     |
| KAPITEL IV                                                                         |     |
| Forschung, Modellbildung und Begriffbestimmung im Labor                            | 100 |
| <br>                                                                               |     |
| 1. Miniaturen                                                                      | 100 |
| 1.1. Index der Miniaturen                                                          | 101 |
| 1.2. IKO-Spatialisierungsgrundmuster                                               | 101 |
| 1.4. Faktoren der Spatialisierung 2. Ordnung                                       | 104 |
| 2. Hörerbasierte Forschung durch Hörversuche im Labor                              | 105 |
| 2.1. Einordnung im Forschungsfeld                                                  | 105 |
| 2.2. Hierarchisches Modell der Raum-Klangphänomene (Ebene 1 - 3)                   | 106 |
| 2.3. Probanden und Laborraum                                                       | 107 |
| 2.4. Hörversuch 1 - Wahrnehmung lokaler statischer Klangprojektionen               | 108 |
| 2.5. Hörversuch 2 - Wahrnehmung von Klangtrajektorien                              | 111 |
| 2.5.1. Halbkreis und Vollkreis                                                     | 112 |
| 2.5.2. Panning und Fade                                                            | 114 |
| 2.6. Ergebnis                                                                      | 115 |
| 3. Etüden                                                                          | 116 |
| 3.1. Index der Etüden                                                              | 116 |
| 3.2. Vorversuch 3 - Intersubjektive Unterscheidbarkeit verräumlichter Klangobjekte | 117 |
| 3.3. Hörversuch 3 - Intersubjektive Unterscheidbarkeit verräumlichter Klangobjekte | 119 |
| 3.4. Zusammenfassung und Einordnung                                                | 122 |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 4. Einführung anderer Begriffe in der Raum-Klangkomposition |     |
| mit skulpturalen Klangphänomenen                            | 124 |
| 4.1. Ansichtigkeit und Aspekt                               | 124 |
| 4.1.1. Relief                                               | 126 |
| 4.1.2. Plastizität                                          | 127 |
| 4.1.3. Kontur                                               | 128 |
| EXKURS: Echolokation                                        | 130 |
| 4.1.4. Gerichtetheit                                        | 133 |
| 4.2. Proportion - Großplastik und Kleinplastik              | 136 |
| 4.3. Zeitebenen in der skulpturalen Klangkomposition        | 137 |
| <br>KAPITEL V                                               |     |
| Komposition und Analyse                                     | 140 |
| <br>1. mirage 1 - 6                                         | 140 |
| 2. Analysen                                                 | 141 |
| 2.1. mirage 1                                               | 142 |
| 2.2. mirage 2                                               | 148 |
| 2.3. mirage 3                                               | 152 |
| 2.4. mirage 4                                               | 156 |
| 2.5. mirage 5                                               | 161 |
| 2.6. mirage 6                                               | 166 |
| <br>3. Zusammenfassung und abschließende Betrachtungen      | 172 |
| <br>Liste der Abbildungen                                   | 175 |
| Liste der Tabellen                                          | 176 |
| AUDIO                                                       | 176 |
| Kompositionen für den IKO                                   | 176 |
| Studien und Hörversuche                                     | 177 |
| Hörbeispiele                                                | 177 |
| Liste der Download-Links                                    | 178 |
| Bibliographie                                               | 179 |
| APPENDIX                                                    | 194 |

# Komponieren mit skulpturalen Klangphänomenen in der Computermusik

*Sehr viele Menschen und vielleicht die meisten Menschen müssen,  
um etwas zu finden, erst wissen, dass es da ist. (Georg Christoph Lichtenberg)*  
*Ich bin blind, und die Musik ist meine kleine Antigone, die mir helfen wird,  
das Unglaubliche zu sehen. (Jean Luc Godard)*  
*One can't see acoustically what happens in the space until you illuminate it,  
by putting sounds in it. (Max Neuhaus)*

*Wenn ich als Komponist mit Lautsprechersystemen arbeite,  
die bislang ungehörte Raum-Klangphänomene hervorbringen können,  
woher kann ich wissen, dass das Publikum diese auch wahrnehmen wird?  
Bin ich am Ende eines kompositorischen Prozesses der Einzige,  
der dieses technisch vermittelte Angebot von Welt wahrnimmt?  
Forsche ich damit im Arbeitsprozess ausschließlich an mir selbst?  
Wären wir dann im medial erzeugten Klang-Raum alle allein,  
oder gibt es vielleicht doch einen intersubjektiven Raum der Wahrnehmung  
für diese Musik? (Gerriet K. Sharma)*

# KAPITEL I

## Voraussetzungen - Methoden und Praktiken

### 1. Einleitung

#### 1.1. Künstlerische Forschung

Über den Begriff der Künstlerischen Forschung ist in den letzten Jahren viel diskutiert worden [Borgdorff, 2012; Brandstätter, 2013; Badura et al., 2015]. Ich halte es nach eingehender Beschäftigung mit den vertretenen Positionen in der themenrelevanten Literatur und zahlreichen Diskussionen in der künstlerisch-wissenschaftlichen Doktoratsschule der Kunstuniversität Graz sowie nach Besuchen auf internationalen Symposien und Konferenzen für wichtig, dieser Arbeit keine abgeschlossene Definition künstlerischer Forschung voranzustellen. Vielmehr stelle ich auf den folgenden Seiten meine Praxis des Forschens dar als erkenntnisgetrieben, um Kontextinformiertheit bemüht, durchgehend prozessreflexiv und kommunikationsbereit. Meine künstlerische Tätigkeit, die den Antrieb für diese forschende Bewegung darstellt, thematisiert den medial vernetzten Menschen bzw. dessen Wahrnehmung und die Beeinflussung und Veränderung seiner Wahrnehmung durch akustische Medien. Das künstlerische Angebot besteht darin, für den Moment der Begegnung in und mit der Raum-Klangkomposition eine andere sinnliche Weltbeschreibung zu eröffnen. Anders: Es geht mir inhaltlich um den Hinweis auf und die Verfeinerung von Wahrnehmungsmöglichkeiten mit den Mitteln der elektroakustischen Raum-Klangkomposition. Dies geschieht in meiner Praxis des künstlerischen Forschens durch die Provokation von Erfahrungen im Grenzbereich des Begrifflichen. D.h. auch, dass ich mich immer wieder auf eine Spurensuche in meinem eigenen Erfahrungsbereich, sowie angrenzenden aber mir z.T. fremden oder schwerer zugänglichen Themenbereichen begeben und diese Pfade offenlegen muss. Wie das Forschungsthema andeutet, geht es um Raum, um die Sensibilisierung für Raum durch Kunst und in der Kunst. Ich beteilige mich mithin mit meiner Arbeit an einer Suche nach einer anderen – auditiven - Raumästhetik.

## 1.2. Persönlicher Hintergrund und bisherige kompositorische Praxis im Forschungsfeld

Ein Schwerpunkt meiner kompositorischen Arbeit ist die langjährige Beschäftigung mit *Spatialisierung* [Harley, 1994, 179-180; Zvonar, 2004; Ojala, 2009, 357ff; Roads, 2015, 240], der Anordnung und Komposition elektroakustischer Klänge in Lautsprecherumgebungen zu dreidimensionalen Klangformungen in Wellenfeldsynthese und Ambisonics<sup>2</sup>. Meine Arbeiten im Bereich der computergenerierten und -gesteuerten mehrkanaligen akusmatischen Klangkomposition und Installation führten zu einem verstärkten Interesse an der Weiterentwicklung und Transformation des musikalischen Materials mittels einer dynamischen Raum-Klangkonzeption. Zur Vertiefung dieses Interesses nutzte ich zunächst die Wellenfeldsynthese als Verfahren zur Raumklang(re-)produktion, da hier im Gegensatz zu herkömmlichen Mehrkanal-Verfahren (z.B. Stereo oder Quadrophonie) eine Lokalisation von Klangergebnissen innerhalb eines sog. Wellenfeldes im Konzertsaal oder Studioraum möglich ist. So entstand 2005 in Kooperation mit der Kunsthochschule für Medien Köln *Aubaine*<sup>3</sup> (32'58'') im Wellenfeldsynthese-Studio des Fraunhoferinstituts Illmenau. Die Studiosituation bestand aus Prototypen horizontal rundum laufender Panele mit ca. 200 Lautsprechern. Im Rahmen dieser Arbeit konnten die ersten Ideen hinsichtlich einer Raum-Klangkomposition entwickelt werden, in der die Wahrnehmung mit im Raum variablen Klangergebnissen, vergleichbar mit Schauspielern, die auf einer Bühne agieren, konfrontiert wird. Einer Einladung von Prof. Gerhard Eckel als Gastkomponist folgend, entwickelte ich 2006/2007 die ambisonische Raum-Klangkomposition *Abandonee*<sup>4</sup> (48'53'') im CUBE, dem Studio- und Konzertraum des Instituts für Elektronische Musik und Akustik Graz. Hierbei habe ich zum ersten Mal mit einer Lautsprecherkuppel gearbeitet. Die Dreidimensionalität der Konstruktion und die hierdurch und durch den CUBE-Mixer<sup>5</sup> [Ritsch et al., 2008] bedingten Formungsmöglichkeiten an und mit Klängen im Labor konfrontierten mich

---

<sup>2</sup> Die Wellenfeldsynthese (WFS, Wave Field Synthesis) zählt ebenso wie Ambisonics zu den holophonen Schallquellenreproduktionsverfahren. Während Ambisonics auf einer lokalen Schallfeldrekonstruktion im/um den Koordinatenursprung basiert, wird bei WFS eine globale Rekonstruktion angestrebt. Der Ansatz der Wellenfeldsynthese leitet sich direkt aus dem Huygens-Fresnel'schen Prinzip ab.

<sup>3</sup> Die mit Dirk Specht entwickelte Klangkomposition wurde für das "SPARK Festival of Electronic Music and Art 2006" (Minneapolis/USA) ausgewählt, erhielt eine von drei "Honourable Mentions" des Eastman-Computer-Music-Centre (EMC#25) Rochester (New York/USA) und wurde von der DEGEM im ZKM-Netzradio im Rahmen des ISCM World New Music Festivals 2006 in Stuttgart vorgestellt. Zuletzt wurde die Komposition 2008 im Rahmen der Ausstellung „Geração Transterritorial“ im „Paço das Artes“ in Sao Paulo vorgestellt.

<sup>4</sup> *Abandonee* wurde im Frühjahr 2009 im DEGEM-Webradio vorgestellt und im Mai 2009 im SWR2 - bei Musik spezial: RADIOPHON. Die Komposition wurde im April 2009 auf das New York City Electroacoustic Music Festival eingeladen.

<sup>5</sup> Der CUBE-Mixer ist ein in Pure Data programmiertes Steuerungswerkzeug für den CUBE.

erstmalig mit einer anderen, plastischen Präsenz von elektroakustischem Klang. Im Verlauf der Tests des Systems und der Kompositionsarbeiten vor Ort entwickelte sich eine Vorstellung vom Klangkörper als durch Lautsprecher in den Raum projiziertes plastisches Objekt aus Klang, mit dem sich der Komponist im weiteren Kompositionsvorgang gestaltend auseinandersetzen kann. Dieser Idee einer skulpturalen Klangformung<sup>6</sup> durch computergesteuerte Klangprojektion bin ich in den folgenden zwei Jahren kontinuierlich nachgegangen und habe die Erfahrungen und Ergebnisse in der zehnteiligen Komposition *LAND* [49'11"] 2009 systematisiert und ausgeführt.<sup>7</sup> Seit 2009 erfolgte dann die Beschäftigung mit dem IEM-Ikosaederlautsprecher. Parallel zu dieser Entwicklung habe ich mich seit 2005 klangkünstlerisch mit installativen Praktiken im öffentlichen Raum auseinandergesetzt. U.a. habe ich von 2010 - 15 die Werkreihe *{kA}: keine Ahnung von Schwerkraft*<sup>8</sup> verfolgt, in deren Rahmen ich mich mit den akustischen Eigenschaften leerstehender Architekturen beschäftigt habe [Sharma, 2013; 2014a; 2014b; Reither et al. 2016]. Hierdurch bekam der Aspekt der Ortsbezogenheit als allgegenwärtiger Faktor bei der Arbeit mit Lautsprechern einen erhöhten Stellenwert bei der Konzeption aller meiner kompositorischen Handlungen, ob im Studio, im Konzertsaal, Einfamilienhaus oder im leerstehenden Bürogebäude. Für mich haben, nach eingehender Beschäftigung mit verschiedenen Lautsprechersystemen und Projektionsverfahren in den letzten 15 Jahren, bestimmte Klangschichtungen und -anordnungen etwas räumlich Abgrenzbares, so dass sie zu skulpturalen, heterogenen Körpern aus Klang amalgamieren. Dadurch, dass die physischen, fixen Klangquellen, z.B. einzelne Lautsprecher im Studio oder Konzertsaal bei Verwendung von Ambisonics, häufig entfallen, höre ich nach kurzer Zeit den Klang nicht mehr als ausschließlich aus dem Lautsprecher kommend, sondern nehme die Bewegungen und Ausrichtungen der in den Raum projizierten Quellen als gegeben hin, das technische Setup selber tritt in der Wahrnehmung zeitweise zurück. Und in diesen Momenten kommt es mir vor, als könne man bestimmte Klänge als dreidimensionale Objekte oder voneinander getrennte Klangzonen wahrnehmen. Ich zeige in solchen Situationen also nicht mehr mit dem Finger auf die Quelle als Punkt oder fahre ledig-

<sup>6</sup> Zur Klangskulptur in meiner bisherigen Arbeit vgl. Oliver Wiener „Expedition zu den entropischen Inseln“ in [Ungeheuer/Wiener, 2012] sowie Elena Ungeheuer in [Ungeheuer, 2012]: „Giacomettis Skulpturenwerk als Entwurf raumklanglicher Virtualität *avant la lettre*“.

<sup>7</sup> Die Arbeit wurde nach der Premiere am 7. April 2009 im CUBE des IEM Graz als binaurale CD mit Box produziert. *LAND* wurde als Jury-Selection Teil des NEU/NOW Festivals Vilnius in 2009. Eine weitere Präsentation fand im Rahmen von „next generation“ 2011 im Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM) Karlsruhe und bei den Darmstädter Ferienkursen 2014 statt.

<sup>8</sup> Die beiden Kompositionen mit dem CUBE wurden jeweils durch ein Auslandsstipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) ermöglicht.

<sup>9</sup> Die Werkreihe wurde vom Land Steiermark, der Kunstuniversität Graz und der SK-Stiftung Kultur Köln gefördert und im Herbst 2016 für die Ausstellung des Europäischen Klangkunstpreises nominiert.

lich eine Bewegung von A nach B nach, sondern kann mit beiden Armen und den Händen einen Bereich umschreiben, fahre Felder verschiedener Größen und Staffeln nach und stelle Raumbeziehungen wie Wolkenformationen und sich durchdringende Klangschlieren<sup>10</sup> nach. Diese Ausdehnungen lassen sich formen und hinterlassen einen dreidimensionalen Eindruck in der auditiven Wahrnehmung.

Obwohl ähnliche Beschreibungen bei anderen Komponisten auftauchen [z.B. Varèse, 1998 [1936]; Bayle, 1989; Emerson, 2007, 147; Smalley, 2007; González-Arroyo, 2012; Nyström, 2013], ist die [Be-]Greifbarkeit dieser Erscheinungen problematisch. Sowohl im kompositorischen Prozess als auch in der Aufführungssituation gibt es grundsätzliche Schwierigkeiten der Reproduzierbarkeit und darüber hinaus Divergenzen bei der Wahrnehmung durch das Publikum. In den letzten 60 Jahren ist vor allem viel über technische Setups und Softwarelösungen für Klangbewegungen und -projektionen geschrieben worden. Über das, was dann in der Wahrnehmung aufgrund der Benutzung dieser Werkzeuge entsteht, jedoch relativ wenig, zumal der Lautsprecher als visuelles Objekt im Konzertbetrieb zumindest einer problematischen Einordnung in Bezug auf das Verhältnis zum sog. Klangobjekt bedarf.<sup>11</sup> Zudem wird die Beschreibbarkeit im Sinn einer basalen Kategorisierung dreidimensionaler Klangobjekte zwar thematisiert [Smalley, 2007, Nyström 2013], ist aber wenig verbreitet. *Indeed the art of spatialisation has emerged as one of the most important topics in composition today. Even though a formal theory of spatial relations remains to be developed* [Roads, 2015, 281]. Und selbst dort, wo es entsprechende Versuche der Einordnung gibt, verweisen diese meist auf außermusikalische Phänomene, die den visuellen Wahrnehmungsräumen entlehnt und somit Anlehnungen sind, die sich häufig nicht verallgemeinern bzw. in den auditiven Wahrnehmungsbereich übersetzen lassen.

*How composers conceive musical content and form – their aims, models, systems, techniques, and structural plans – is not the same as what listeners perceive in that same music. In electroacoustic music, the separation between the act of sound making and perception, combined with the specialised nature, proliferation and transience of methods and devices, indicate that technological knowledge cannot be part of any method founded on perceptual consensus.* [Smalley, 1997, 107]

---

<sup>10</sup> Im Sinne einer Verwischung eines soeben erlebten Ereignisses, als noch übriggebliebene, hörbare Spur seiner klanglichen Bestandteile in der Wahrnehmung.

<sup>11</sup> Ein Problem auf das ich in Kapitel II. 4. gesondert eingehen werde.

### 1.3. Desiderat dieser Künstlerischen Forschung - Towards a Shared Perceptual Space (SPS).

Ziel der künstlerischen Forschungsarbeit ist die Konzeption eines gemeinsamen *Raums* der Wahrnehmung dreidimensionaler Klangphänomene - eines Bereichs, den ich an anderer Stelle den Shared Perceptual Space (SPS) genannt habe [Sharma et al., 2015].

*Selbst unter der Voraussetzung, alle wissenschaftlichen und technologischen Schwierigkeiten seien gelöst, bleibt die Frage offen, wie wir den Raum in seiner vielfältigen Bedeutung als musikalisches Material organisieren können.* [Stroppa, 1991]

Es geht mithin darum, Parameter für einen intersubjektiven Raum der Wahrnehmung dreidimensionaler Klangphänomene zu finden. Für den Komponisten stellt sich die Frage, inwieweit eine vermittelbare oder sich selbst vermittelnde Komposition von plastischen Klangobjekten<sup>12</sup> konzeptionell, theoretisch und praktisch überhaupt möglich ist, wenn er mit wechselnden architektonischen Raumsituationen,<sup>13</sup> unterschiedlichen Raumbeschreibungen und Wahrnehmungen konfrontiert ist. Gibt es also im Bereich der Raum-Klangkomposition, wie ich diese seit Jahren verfolge, einen Raum am Ort<sup>14</sup> der Musik, an dem sich meine Wahrnehmung im kompositorischen Prozess mit der Wahrnehmung der Ingenieure und der Wahrnehmung des Publikums überschneiden? Kann zumindest der ungefähre Umfang einer Schnittmenge beschrieben werden? Wie und von welchen Seiten (sprachlich, technisch, künstlerisch etc.) kann man sich diesem Feld nähern?

#### 1.3.1. SPS: Das akusmatische Paradigma - die Wahrnehmungssituation als etablierter *Ausnahmezustand* - jenseits des *Mediatized*<sup>15</sup> *Space*

Ich lege meiner künstlerischen Forschung die Annahme zugrunde, dass die Erfahrung in der elektronischen Lautsprechermusik eine eigenständige Hörsituation erzeugt und daher auch spezifischer ästhetischer Forschungen bedarf. Häufig werden die Orte, an denen Musik über Lautsprecher wiedergegeben wird, als „Mediatized Spaces“ [Smalley, 2007,45] bezeichnet. In den meisten Theorien zur „Mediatization“ schwingt aber die Annahme mit, dass reprodu-

<sup>12</sup> Vgl. hierzu Kapitel II. 7.3. Klang als räumliche Textur.

<sup>13</sup> Vgl. hierzu Kapitel III. 2. Konzertpraxis als Forschungsprozess.

<sup>14</sup> Zum Ortsbegriff vgl. Kapitel II. 8.3.

<sup>15</sup> Das Wort „mediatized“ wird hier im engen Sinne verstanden, wie ihn z.B. Philip Auslander verwendet: [...] *a particular cultural object is a product [...] of media technology.* [Auslander, 2008, 5]

zierende Medien zunächst nur auf eine Realität referenzieren, diese aber nicht erzeugen [vgl. Sanden, 2013, 4]. Bereits die ersten Aufnahme- und Wiedergabeverfahren gingen aber schon einen Schritt weiter [Katz, 2004, 24]. Ursprüngliche Reproduktionsapparate, deren Aufgabe ausschließlich in der möglichst originalgetreuen Wiedergabe gesehen wurde, veränderten die Spielweise der Musiker (z.B. mehr Vibrato, kürzere Pausen bei Streichern), so dass sich in den Einspielungen die Spielweise des klassischen Repertoires durch die angewendete Medien-Technologie zu verändern begann. Und dadurch, dass heute mehr Menschen weltweit Musik in aufgenommener Weise hören statt im Konzert, verändert sich auch die Hörgewohnheit und damit die Hörweise der auf Partitur basierenden Musik. Wie wir hören, wurde mit hin nach und nach von der immer weiter verbreiteten, später omnipräsenten Audiotechnik geformt [Katz, 2004, 22]. In einem bald folgenden Schritt wurden Aufnahmetechniken und Studiopraktiken zu eigenen künstlerisch-poetischen Handlungsweisen, durch die eine andere Musik erst möglich wurde und im Stereofeld Raumsituationen erzeugt wurden, die außerhalb des Aufnahme- und Wiedergabemediums überhaupt nicht realisierbar sind, wie z.B. durch ineinander geschachtelte Raumhallsimulationen verschiedener Instrumente.

*[...], the disembodied sound of audio reproduction is often interpreted in a framework that is specific to this context. For example, the spatial arrangement of sources in a typical stereo pop song makes no physical sense. We accept the spatial arrangement as an idiom of audio reproduction, a musical-spatial idiom. The immaterial nature of audio reproduction enables auditory spatial art to exploit the spatial schemata of everyday life. [Kendall/Ardilla 2008]*

Klangbewegungen, Instrumentenanordnungen, Stimmplatzierungen wurden als künstlerische Setzungen möglich und verwendet, die keinerlei Bezug zu tatsächlichen Bühnensituationen oder Instrumentaltechniken aufweisen müssen. Tatsächlich wurden die Aufführungsorte später so konzipiert, dass die Studioproduktionen „Live“ überhaupt erst aufführbar wurden. Katz beschreibt diese musikalischen Produkte als real und virtuell zugleich [Katz, 2004, 9]. Auch Vollmar verweist ausdrücklich darauf, dass *[...] schon diese ersten Jahre der Audioproduktion zeigen, dass die sog. Medien der Schallreproduktion die Klangereignisse eben nicht einfach „abbildeten“ und damit reproduzierten, sondern dass dieser Mediatisierungsprozess wie flüssiges Metall geformt werden konnte und musste* [Vollmar, 2010]. Die Wahrnehmungssituation im akusmatischen Konzert entsteht dadurch, dass der Lautsprecher als Werkzeug und/oder Instrument eine eigene kulturelle Klang-Umgebung schafft, die zwar manchmal auf Zustände und Gegebenheiten außerhalb des Konzerts

oder der Installation verweisen mag (z.B. durch die Verwendung von Klängen die assoziativ Bilder von Wasser erzeugen, aber nicht zwingend Wasserklänge sind), aber nach über 100 Jahren Entwicklung und Praxis der musikalischen Raumbespielung durch Lautsprecher vom Labor über das Wohnzimmer, die Boutique bis hin zum Konzertraum - das Hören und damit die Wahrnehmung insbesondere in der Computermusik, im Moment des Erlebens selber ausrichtet und formt. *Not only do electroacoustic composers have the freedom to design sounds that specifically support spatial effects, but they can also explore ways of creating sound that have no obvious analog in the physical world* [Kendall/Ardilla, 2008]. Es handelt sich eben bei einem akusmatischen Konzert nicht um einen herkömmlichen Konzertraum, in dem über einen hineingestellten Lautsprecher Musik (ab-)gespielt wird. Der Lautsprecher im akusmatischen Konzert vermittelt nicht bereits Erlebtes, sondern erschafft Erleben. *Reality is as much about aesthetic creation as it is about any other effect when we are talking about media* [Sterne, 2003, 241].

McKinnon [2016] attestiert dem akusmatischen Kontext eine eigenständige und einzigartige Form von Lebendigkeit („Liveness“). *Such acousmatic contexts, while not live in a conventional sense, use sonic immersion, dynamic spatial articulation of sound, and the experience of sound as invisible matter, as means to create a unique form of liveness*. Paul Sanden schreibt über Liveness: *Liveness is a perception, guided by the different ways it may be evoked inside cultural discourse and practice* [Sanden, 2009, 8].

Diese Wahrnehmungssituation ist insofern besonders, da sie eine andere Hörhaltung vom Publikum fordert als z.B. das Theater oder ein Violinkonzert. Der Performer im traditionellen Sinn ist tatsächlich verschwunden, so dass die Aufmerksamkeit für den musikalischen Vorgang in der Praxis anders angesprochen wird. Der Hörer wird durch die technische wie künstlerische Komposition im Sinne einer Zusammenfügung verschiedener Elemente als Beteiligter herausgefordert. *Loudspeaker music, shifts the centre of gravity away from the performer and towards the listener, reconstituting liveness as listener-determined* [McKinnon, 2016]. Hinzu kommt eine schizophrene Auführungssituation, die wir nicht überwinden können: Die Anwesenheit der unbeweglichen Artefakte „Lautsprecher“ scheint die visuelle Situation der Performance erstarren zu lassen. Die Augen können nichts und niemanden verfolgen. Die Darbietung findet mithin zwischen Lautsprecherumgebung und dem Ohr des Hörers statt. Die Performance wird nach innen verlagert und

damit bekommt die Chionsche Visu-Audition [Chion, 2009, 150]<sup>16</sup> eine zentrale Rolle für diese Wahrnehmungssituation. Denn die so erzeugten und erzeugbaren Klangobjekte sind mitunter so fragil, dass kleine Veränderungen, wie z.B. technische oder menschliche Umgebungsgeräusche des Saals, flackern-des Licht, Lichtfarbwechsel oder Publikumsgeräusche, die Aufmerksamkeit mangels emphatischer Publikums-Performerverbindung ablenken und zerstören können. Darüber hinaus lässt sich wiederum die physische Präsenz des Lautsprechers nicht leugnen. Man kann nicht so tun, als ob er nicht da wäre. Simon Emmerson fragt zu Recht: *But is loudspeaker music really 'acousmatic'?* [Emmerson, 2007, 147]. Selbst wenn der Lautsprecher durch Ausleuchtung des Aufführungsraums fast verschwindet, wird er als starres, manchmal plumpes Objekt und Verursacher oder zumindest Teil der Ursache für die Raum-Klangkomposition ausgemacht oder zumindest hinzu gedacht werden. In diesem Spannungsverhältnis steht die akusmatische Lautsprechermusik seit ihren Anfängen, muss also in der Forschung aber vor allem auch Komposition als ein Teil des Geflechts von Bedingungen verstanden werden, die in ihrer Abhängigkeit zueinander untersucht werden müssen. [...] *I find this enthralling and somatically powerful, yet highly fragile as its auditory objects [both real and virtual] are contradicted by the visible physicality of the objects that give rise to them – loudspeakers* [McKinnon, 2016].

Die meisten Studien, die sich mit Klangphänomenen in der Computermusik auseinandersetzen, lassen den Lautsprecher als Teil des erzeugten Phänomens außen vor. Zudem ordnen sie die medial erzeugte Situation als virtuell ein [Harenberg, 2012; Roads, 2015, 260]. Im Rahmen meiner künstlerischen Forschung gehe ich allerdings gerade davon aus, dass ohne die Anwesenheit des Lautsprechers eben diese Phänomene und ihre „Lebendigkeit“ konkret und real nicht wahrnehmbar werden. Es bedarf eben genau des Zusammenspiels zwischen dem Lautsprecher als Objekt, dem erzeugten Klang, der Umgebung und der körperlichen, affektiven und interpretativen Aktivität des Hörers. Denn genau hier entsteht die eingangs erwähnte, eigene Wahrnehmungssituation in einem eigenen medial<sup>17</sup> bestimmten kulturellen Kontext. So auch McKinnon:

*This can only happen in the absence of performer and performance, and in the presence of the loudspeaker. Such liveness is both singular and radical, particularly considered within a contemporary cultural context dominated by multimedia, whether spectacular or mundane.* [McKinnon, 2016]

<sup>16</sup> Vgl. hierzu Kapitel II. 4. Dramaturgie und Inszenierung skulpturaler Klangformungen.

<sup>17</sup> Medial meint hier: Durch die Übertragung des Lautsprecher geformt und beeinflusst.

### 1.3.2. SPS: Intersubjektivität als Wahrnehmungsspektrum im medialen Raum - Forschungsfragen

*If it communicates to me, that's one thing, because I know what my music means to me. Now, if I can communicate something to somebody else, then that's where the excitement of the composition is [...] The job of a composer is to mediate between ideas and the people that make up your audience. [Field, 2001]*

Wer eine Weile im Studio gearbeitet hat, macht die Erfahrung, dass es zu einer Spezialisierung der eigenen Wahrnehmung kommen kann, die mit der Hörerfahrung und -gewohnheit Dritter z.T. nur noch wenig gemein hat. Dieser subjektive Erfahrungshorizont kann mitunter auch Formen der akustischen Illusion annehmen. *My experience of teaching composers has often revealed to me that such distortions are frequent* [Smalley 97, 111]. Um diesen Eindruck kommunizieren zu können, müssen Ansätze für eine stabilere Wahrnehmbarmachung bei Dritten gefunden werden. Es geht mir hierbei allerdings nicht um die absolute Festlegung auf „die Beschreibung“ oder „die exakte Form“, die für alle gleich ausfällt oder ausfallen soll. Im Bereich der Kunst/Musik wäre das ein inakzeptabler, regressiver Ansatz. Es geht also nicht um Gleichschaltung von Wahrnehmung und auch nicht um Fixierung von Wahrnehmungsweisen. Insofern befindet sich diese künstlerische Forschungsarbeit häufig in einem intendierten fruchtbaren Konflikt mit den Ingenieurwissenschaften, die für ihre Modelle viel eher eine Fixierung der „auditorischen Objekte“ im kartesischen Raum fordern und fordern müssen.<sup>18</sup> Es geht mithin um die Überlagerung verschiedener Perspektiven und ihrer Beschreibungsweisen plastischer Klangobjekte, um diese im kompositorischen Prozess berücksichtigen oder bewußt ignorieren zu können. Deshalb versuche ich über die in der Folge beschriebenen Methoden und im Forschungsprozess zu verstehen, was ich auslöse, d.h. welches Wahrnehmungsspektrum ich erzeuge und welche Kategorien für und in der Hörerfahrung es bei Publikum, Wissenschaftlern und bei mir gibt. Es geht also darum, die Variabilität besser verstehen und über die Forschung (Modellbildung, Verbalisierung, neue Kompositionen) die eigenen Klangobjekte und deren Inszenierung durch die Annahme eines SPS anders kennen zu lernen. Aus diesen Überlegungen und meiner geschilderten künstlerischen Praxis heraus ergaben sich die folgenden Forschungsfragen:

---

<sup>18</sup> Vgl. hierzu Kapitel II. 8.5.: Wissenschaftliche Attribute der Wahrnehmung räumlicher Dimensionen in der Lautsprecherumgebung

Was sind skulpturale Klangphänomene?

Wie können die Raum-Klangphänomene verbalisiert werden?

Kann eine methodische Kompositionsweise mit diesen Phänomenen erarbeitet werden?

Wie kann man die Phänomene für ein Publikum inszenieren und erfahrbar machen?

Welche technischen und räumlichen Bedingungen sind hierfür erforderlich?

## 2. Werkzeug und Instrument I - Bedingungen

### 2.1. Der Ikosaederlautsprecher

Das für die Forschungsarbeit verwendete Lautsprechersystem besteht aus einem aus Holz gefertigten Ikosaeder (5. platonischer Körper), in dessen 20 Seiten jeweils ein Lautsprecherchassis eingelassen wurde. Die Verkabelung befindet sich im Innern des Gehäuses. Das Objekt steht auf einem Stativ, kann flexibel im Raum positioniert werden und ist über ein Multicore-Kabel an ein klangerzeugendes Computersystem mit Wandler- und Verstärkereinheit angeschlossen.

Der IEM Ikosaederlautsprecher gibt gebündelt Klänge in rundum frei einstellbare Raumrichtungen ab. Durch die Klangbündelung sollte ursprünglich eine Qualitätsverbesserung für akustische Messungen herbeigeführt werden. Durch Anwendung der Holophonie [Jessel, 1999] können natürliche Schallerzeuger nachgebildet oder die Pfade der Schallreflexion nachempfunden werden. Die



Abbildung 1: Der IKO mit Stativ und Verstärker

Idee, Schallquellen mit einstellbarer, akustischer Abstrahlung in der elektroakustischen Musik einzusetzen, ist mit Ende der 1980er Jahre in Paris von einer Forschungsgruppe am IRCAM aufgeworfen worden. Dabei ist eine be-

kannte Konzeptstudie „La Timée“<sup>19</sup> gebaut worden, ein würfelförmiger Lautsprecher mit sechs getrennt anspielbaren Kanälen für die Erzeugung schwach gebündelter, frei steuerbarer Schallabstrahlrichtungen [Misdariis et al., 2001]. Im Jahre 2006 hat das Institut für Elektronische Musik der Kunstuniversität Graz intensiv begonnen, das Thema von einer technischen Seite her weiter zu vertiefen. Maßgeblich beteiligt waren damals Franz Zotter, Alois Sontacchi, Robert Höldrich und Hannes Pomberger. Das Forschungsergebnis war der 20-kanalige Ikosaederlautsprecher (IKO), welcher mit seinen getrennt angesteuerten Lautsprechermembranen eine deutlich höhere Strahlenbündelung als die früheren Prototypen erreichen konnte und dies mit dem klanglichen Anspruch, auch Musikinstrumente in ihren tiefen Registern mitsamt ihrer Rundumabstrahlung klanglich korrekt und kräftig wiedergeben zu können. Darüber hinaus ist das entstandene Gerät auch zum Einsatz neuartiger akustischer Raumvermessung geeignet.

## 2.2. Beamforming

Aufgrund der früheren Erfahrungen mit den dreidimensionalen Formungsmöglichkeiten in Ambisonics, lag es nahe, dieses Projektionsverfahren von Anfang an auch für den IKO zu nutzen. Durch die Anwendung des von Franz Zotter entwickelten Beamforming-Algorithmus [Zotter, 2009; Zotter/Frank, 2015; Keller/Zotter, 2015] in Ambisonics (3. Ordnung) ist es möglich, Klänge stark gebündelt auf Böden, Decken und Wände zu projizieren, so dass man Klänge nicht ausschließlich an und von der Quelle selber hört (wie z.B. bei einer Geige oder bei den meisten Radiogeräten), sondern an einem projizierten und reflektierenden Punkt (Spiegelquelle). Dabei werden einzelne Lautsprecher durch Superposition so gewichtet, dass Schallabstrahlung in eine gewünschte (Haupt-)Richtung möglich wird. Bei der Schallausbreitung bilden sich somit konstruktive Interferenzen in der gewünschten Richtung, während dort, wo man möglichst keinen oder wenig Schall abstrahlen möchte, sich die Einzelsignale destruktiv überlagern. Diese „Beams“ sind nicht nur in ihren Abstrahlwinkeln frei einstellbar, sondern können auch bewegt werden. Hierdurch können die Spiegelquellen an den reflektierenden Flächen sogar mobilisiert und überlagert werden.

Der Frequenzbereich, in dem das Beamforming mit dem IKO funktioniert, liegt zwischen 250 und 800 Hz. Verändert man während der Projektion die Ord-

---

<sup>19</sup> <http://www.entrettemps.asso.fr/Timee/> [zuletzt eingesehen: 08/2016]

nungen, verändert sich die Hauptkeule. D.h. bei Herabsetzung der ambisonischen Ordnung wird die Hauptkeule breiter bis hin zur omnidirektionalen, kugelförmigen Abstrahlung (0-te Ordnung). Setzt man die Ordnung wieder auf 3 herauf, wird die Keule schmaler und die Raumanregung gerichteter.

Für die raumbildende Arbeit mit dem IKO wurden im Forschungszeitraum ausschließlich die Ambix- und mcfx-Plugins von Matthias Kronlachner [Kronlachner, 2014] verwendet, der die IEM-Forschung zum Thema der Klangprojektion aus den letzten 15 Jahren mit einem eigenständigen Werkzeug in eigenem Design umgesetzt hat. Nach der Vorstellung der Plugins auf der Linux Audio Conference 2013 kam es zur Zusammenarbeit für eine Anpassung der Plugins an die Arbeitssituation mit dem IKO. Durch mehrfachen Austausch konnte die Systemstabilität, Rechenleistung und Handhabbarkeit bei der Arbeit mit den Plugins abgestimmt werden. Der Grund für die Verwendung dieser Plugins im Rahmen dieser Arbeit liegt in der allgemeinen Zugänglichkeit<sup>20</sup> und dem VST-Format, der diese in den herkömmlichen Digital Audio Workstations [Reaper, Ardour, LogicPro] und sowohl auf Mac OSX als auch Windows und Linux einsetzbar macht. Darüber hinaus sind die Plugins auch in Max/MSP<sup>21</sup> verwendbar.

## 2.3. Ausgangspunkte für die künstlerische Forschung mit dem IKO

### 2.3.1. Übertragung bisheriger Erfahrungen

Im Rahmen der vorgelegten Arbeit wurden Erfahrungen und entwickelte Ideen aus dem Umgang mit Mehrkanalsystemen, diversen Lautsprecheranordnungen und verschiedenen Projektionsverfahren wie WFS und Ambisonics auf den bisher nur wenig erforschten Apparat des IEM-Ikosaederlautsprechers angewendet. Der Komponist hat hier die Möglichkeit, aus einem Zentrum heraus Klänge sehr differenziert im Raum zu staffeln, bewegen, überlagern und mischen. Hierbei entstehen dreidimensionale elektroakustische Klangformationen, die so oder ähnlich auch in anderen Lautsprecheranordnungen, wie Kreisen und Kuppeln, unter Verwendung WFS und Ambisonics erfahrbar sind. Diese plastischen Klangphänomene ließen sich lange aber nur grob und unzureichend beschreiben, sie waren zudem instabil und schienen stark an die Laborsituation gebunden. Die zunehmende Praxis deutete aber schon früh darauf hin, dass sich bei genauerer Erforschung des Systems sehr differen-

---

<sup>20</sup> <http://www.matthiaskronlachner.com/?p=2015> (zuletzt eingesehen 08/2016)

<sup>21</sup> <https://cycling74.com>

zierte Raum-Klangkompositionen mit skulpturalem Charakter komponieren und an verschiedene Raumsituationen anpassen lassen müssten. Seit 2009 entstanden im Dialog mit den Ingenieuren Franz Zotter, Matthias Frank und Hannes Pomberger die Kompositionen *grrawe* und *firniss*<sup>22</sup> Anfang 2014 kam dann nach ersten Studien im Atelier Klangforschung am Institut für Musikforschung Würzburg und im Klangdom des ZKM *grafik unten*<sup>23</sup> hinzu. Diese Kompositionen dienten zunächst dem Kennenlernen und Ausbau des technischen Apparats für die künstlerische Verwendung und waren vor allem Übertragungen von Mehrkanalkompositionen für herkömmliche Lautsprecheranordnungen auf den IKO. D.h. es ging mir in den ersten Jahren um die Erfahrung der Differenzbildung zwischen den Systemen. Darüber hinaus wurde der Ikosaederlautsprecher mit unterschiedlichen Klangkompositionen, Klangerzeugungsverfahren, Spatialisationskonzepten, installativ und konzertant, in verschiedenen Raumsituationen erprobt. Bereits die ersten Tests und Kompositionen haben gezeigt, dass sich der mobile IKO sowohl als vielseitiges elektroakustisches Kompositionswerkzeug als auch konzerttaugliches Instrument zur variablen Bespielung von Kammermusiksälen bis zu größeren Konzertsälen eignet. Dies erforderte allerdings, die Faktoren Lautsprechersystem, Computer, Beamforming, Raumakustik und Publikumswahrnehmung als zusammenhängende Faktoren innerhalb der Komposition zusammenzuführen und im Rahmen der kompositorischen Arbeit verstärkt die Wechselwirkungen im Auge (Ohr) zu behalten.

### 2.3.2. OSIL (Orchestrating Space by Icosahedral Loudspeaker)

Diese vorliegende, in 2013 begonnene Arbeit ist seit Mai 2015 Teil des vom österreichischen Forschungsfonds (FWF) geförderten künstlerischen Forschungsprojekts OSIL.<sup>24</sup> Viele der hier vorgestellten Ergebnisse wurden aus künstlerischer und ingenieurwissenschaftlicher Perspektive in den einschlägigen Zeitschriften und internationalen Foren publiziert. Die Projekt-Website befindet sich im August 2016 auf: [www.iem.at/OSIL](http://www.iem.at/OSIL)

---

<sup>22</sup> *grrawe* wurde u.a. im Rahmen des Forum Alpbach 2010 vorgestellt und war Teil des Konzertprogramms der DAFx10 sowie 2011 bei *next generation* im ZKM. *grrawe* und *firniss* wurden auf die International Computermusic Conference ICMC 2012 und das New York Electroacoustic Music Festival 2016 eingeladen.

<sup>23</sup> Werkbesprechungen und Interpretationen zu *grrawe* und *grafik unten* finden sich in [Ungeheuer/Wiener, 2012].

<sup>24</sup> Projektleiter des PEEK Projekts OSIL (AR 328) ist Franz Zotter.

### 3. Methoden und Praktiken

#### 3.1. Etablierung eines iterativen Arbeitsprozesses

Im Rahmen der Arbeit wurde ein iterativer Prozess verfolgt, bestehend aus Textrecherche, Komposition, Begriffsbildung (Verbalisierung), Hörversuchen und psychoakustischer Modellierung. Dieser Prozess wurde mehrfach durch-

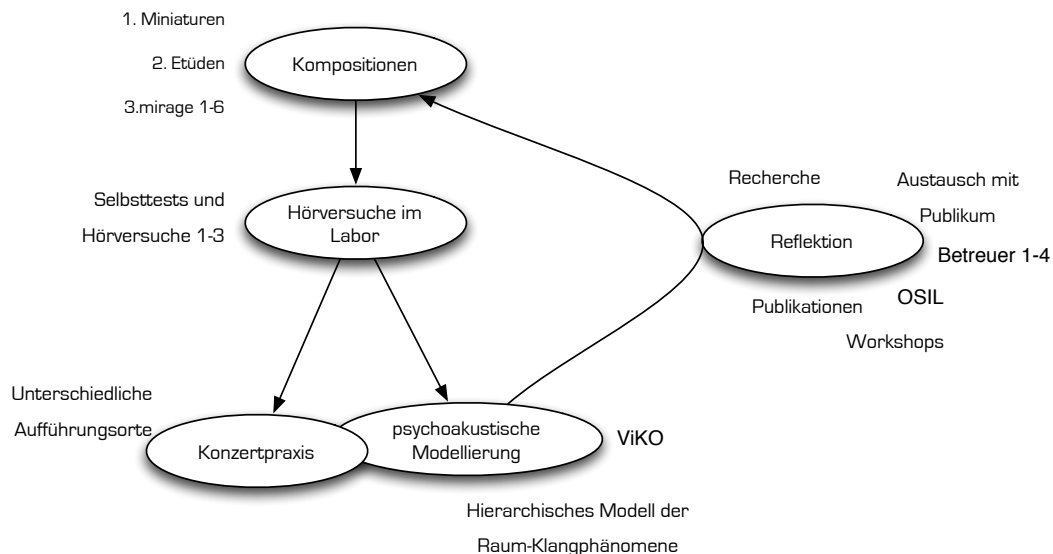


Abbildung 2: Das Schema zeigt den iterativen Forschungsprozess, hier immer ausgehend vom Feld *Komposition* in dreifacher Wiederholung. Ausgehend von sehr einfachen komponierten Raum-Klangkonstellationen [1. Miniaturen] werden zunächst im Selbsttest, später mit Probanden im Labor, Hörversuche durchgeführt, deren Ergebnisse direkt in die Aufführungs- und Konzerpraxis mit dem IKO einfließen. Gleichzeitig werden diese ingenieurwissenschaftlich ausgewertet, um zu technischen Erklärungen der auftretenden Phänomene in Form von psychoakustischen Modellen zu kommen, die dann diskutiert, publiziert und im weiteren Arbeitsprozess angewendet werden. Die Reflexion über die Verbalisierungsmöglichkeiten der Phänomene, die Erfahrungen aus den Aufführungen, die Modellierungen und Ergebnisse der Selbstversuche im Austausch mit Publikum, Kollegen und Betreuern fließen dann in die Komposition komplexerer Raum-Klangdefinitionen [2. Etüden] ein. Diese durchlaufen dann wieder den vorgeschriebenen Prozess und führen schließlich zur Komposition eigenständiger Kompositionen [mirage 1-6], die dann wiederum mit den im Arbeitsprozess etablierten Begriffen beschrieben und interpretiert werden, um die Stimmigkeit der künstlerischen Forschungsergebnisse nachzuweisen.

laufen. D.h. die Auswertungen informierten jeweils den weiteren Arbeits- und Kompositionsprozess.

##### 3.1.1. Recherche

Hierbei handelte es sich um einen fortwährenden und begleitenden Prozess. Beginnend mit der Überprüfung der Begriffe, die ich selbst seit Jahren verwende, übergehend zu denen, die andere Komponisten, Ingenieure, Musikwis-

senschaftler und Laien für das Forschungsfeld verwenden, habe ich versucht, die Differenzen zwischen den Begriffen offenzulegen und die tatsächliche Tauglichkeit für die Beschreibung der Wahrnehmungsmöglichkeiten im medialen Raum im Rahmen der künstlerischen Forschungsarbeit zu überprüfen.

### 3.1.2. Komposition

Es ging in der ersten praktischen Stufe um die kompositorische Verkleinerung der plastischen Klangformungen als *Miniaturen* von jeweils 30 Sekunden Länge. Dabei wurde immer mit der gleichen Position des Lautsprechers im gleichen Raum gearbeitet. Die so entstandenen 64 Raum-Klangminiaturen wurden zunächst von mir selbst und von zwei Abhörpositionen aus beschrieben: verwendetes Klangmaterial, Bewegungsmuster, Geschwindigkeit, erzeugte wahrnehmbare Form im Raum. Nach erneutem Durchlauf der weiteren Stufen im Prozess wurden die Aufzeichnungen durch die Anwendung der neu gefundenen Begriffe Kontur, Gerichtetheit und Plastizität ergänzt.<sup>25</sup> Diese Miniaturen bildeten dann die Grundlage für die Auswahl erster Stimuli für die Hörversuche 1 und 2.

Die Ergebnisse des Hörversuchs 1 und 2 wurden mit den eigenen Erfahrungen abgeglichen und flossen so in die Komposition komplexerer Raum-Klangplastiken ein, die ich als *Etüden* bezeichne. Die Etüden wurden von mir vor allem hinsichtlich ihrer Körper-Raumbeziehung<sup>26</sup> [Kernplastik, Raumplastik, Kern-Schaleprinzip] klassifiziert<sup>27</sup>. Diese Etüden wurden dann in zwei weiteren Hörversuchen untersucht und in der Folge feste Bestandteile *eigenständiger Kompositionen*, die zusammen die Werkreihe *mirage* 1 - 6 bilden.

Die über den Zeitraum von drei Jahren entstandenen Kompositionen beinhalten viele der durch Miniaturen und Etüden bestätigten Spatialisierungsmodelle bzw. haben diese kombiniert und weiterentwickelt.<sup>28</sup> Dabei wurden ausschließlich die skulpturalen Körper-Raummodelle umgesetzt und als allgemeine Formungsprinzipien verwendet. Die 6 fertigen Arbeiten wurden dann anhand der erweiterten Begriffe aus der Skulpturenlehre<sup>29</sup> noch einmal einer Analyse unterzogen.<sup>30</sup>

---

<sup>25</sup> Vgl. Index der Miniaturen, Kapitel IV. 1.1.

<sup>26</sup> Vgl. Kapitel II. 5.1.1. Körper-Raumbeziehungen

<sup>27</sup> Vgl. Index der Etüden, Kapitel IV. 3.1.

<sup>28</sup> Vgl. Index der Miniaturen und Index der Etüden mit entsprechenden Verweisen in *mirage* 1 - 6

<sup>29</sup> Vgl. Kapitel IV. 4.

<sup>30</sup> Vgl. Kapitel V. 2. Analysen

### 3.1.3. Wissenschaftliche Analyse

Das Versuchsdesign und die Durchführung der Hörversuche 1-3 sowie deren Auswertungen wurden von und in Zusammenarbeit mit den Ingenieuren Franz Zotter, Matthias Frank, Florian Wendt und Markus Zaunschirm getätigt. Die jeweiligen Analysen wurden publiziert<sup>31</sup> und wiederum in den künstlerischen Arbeitsprozess mit einbezogen. Auch die sich verändernden künstlerischen und praktischen Anforderungen an den IKO wurden so durch das anwachsende Wissen aus den ingenieurwissenschaftlichen Studien, wie z.B. Filterverbesserung, Softwareerweiterungen, Simulation und Performancestabilität detailliert aufgegriffen und umgesetzt. Die geschichtlichen und musikwissenschaftlichen Analysen sind auf allen Stufen des iterativen Prozesses Teil der gedanklichen und praktischen Entwicklungen in Bezug auf die Formulierung der Bedingungen für die Komposition skulpturaler Klangphänomene in der Computermusik gewesen.

### 3.2. Erweiterte Konzertpraxis

Seit 2013 wurden im Rahmen dieser Arbeit mit dem IKO 10 öffentliche Konzerte und Demonstrationen gegeben. Hierzu zählten Aufführungen bei: *Darmstädter Ferienkurse für Neue Musik* 2014; *Signale<sup>graz</sup> 1001*, 2014; *izlog-Suvremenog Zvuka Festival* - Französischer Pavillon, Zagreb 2015; *izlog-Suvremenog Zvuka Festival* - Media Art Gallery, Zagreb 2015; *EPARM Festival* Graz 2015; *Artistic Needs and Institutional Desires* - Symposium Haus der Kulturen der Welt, Berlin 2015; *InSonic2015* ZKM Karlsruhe; sowie ein Konzert mit der neuen 8-Kanal Lautsprechersimulation<sup>32</sup> des IKOs beim *New York Electroacoustic Music Festival* 2016 und der *Sound and Music Computing Conference Hamburg* 2016. Diese Aufführungen fanden unter sehr unterschiedlichen räumlichen und organisatorischen Bedingungen statt. Die praktischen Erfahrungen aus Publikumsreaktionen, technischen Rückschlägen, ortsspezifischen Inszenierungen, akustischen Überraschungen sowie Aufbau-Transport- und Sicherheitsproblematiken waren wiederum wichtige Anstoßgeber für weitere wissenschaftliche und künstlerische Studien, deren Auswertungen am Ende in die musikalischen Kompositionen und die Konzeption eines neuen IKOs eingeflossen sind. Aus diesen Erkenntnissen sind zahlreiche standardisierte Vorgänge und Handlungsweisen für eine erweiterte, neue Kon-

---

<sup>31</sup> Übersicht: <http://iem.kug.ac.at/projects/osil/osil-news/publications.html>

<sup>32</sup> Vgl. hierzu Kapitel III.1.2. Der virtuelle IKO (VIKO).

zertpraxis mit dem IKO und mit unterschiedlichen Publikumssituationen hervorgegangen.<sup>33</sup>

### 3.3. Vorträge und Workshops

Der jeweilige Status quo der künstlerischen Forschung wurde seit 2013 in 11 Vorträgen vorgestellt und der Kritik des Fachpublikums ausgesetzt. Zu den Veranstaltungen zählten: *Lange Nacht der Forschung* Graz 2013/14; *Künstlerisch-Wissenschaftliche Doktoratsschule* Graz 2014 und 15; *CUBE-lecture* 2014; *Doctors in Performance Conference*, Helsinki 2014; *Izlog Suvremenog Zvuka Festival* Zagreb 2015; *Musikbiennale Zagreb* 2015; *EPARM-Festival* Graz 2015; *International Conference on Spatial Audio*, Graz 2015; *Artistic Needs and Institutional Desires* Symposium Haus der Kulturen der Welt Berlin, sowie bei *Sweep*, Symposium für aktuelle Klangforschung Kassel 2016 und einem Hands-on-Workshop mit OSIL auf der *InSonic2015* Konferenz. Diese Vorträge haben z.T. zu sehr kontroversen Diskussionen hinsichtlich der Verbalisierungsmöglichkeit künstlerischer Handlungsweisen, der Verallgemeinerbarkeit skulpturaler Klangphänomene für den Bereich der Lautsprechermusik sowie der Vergleichbarkeit verschiedener Klangprojektionssysteme und Raumkonzepte, aber auch der Konzertauglichkeit des IKOs und seiner vermeintlichen Alleinstellung im Feld der elektronischen Musik geführt. Alle diese Aspekte werden im Rahmen dieser Arbeit aufgegriffen und an entsprechender Stelle im Forschungsprozess erörtert.

---

<sup>33</sup> Vgl. Kapitel III. 2. Konzertpraxis als Forschungsprozess.

## KAPITEL II

### Recherche: Begriffsfelder und ihre Koordinaten

*It is astonishing how, for example, so much analysis has been undertaken without a generally accepted foundational vocabulary* [Landy, 2007, 220].

Im Folgenden werden immer wieder auftauchende Begriffe zur Bestimmung des eigentlichen Untersuchungsobjekts dieser Arbeit aufgeführt, um so das Forschungsfeld einzugrenzen und die Forschungsfragen besser fokussieren zu können. Es handelt sich dabei um Extrakte der oben beschriebenen Literaturrecherchen. Für die künstlerische Tätigkeit bedeutete diese Einordnung zunächst eine Vergegenwärtigung der eigenen Situation, eine Spurensuche in diesem Feld und gegen Ende der Arbeit die Formulierung einer eigenen Position hinsichtlich der Tauglichkeit bestehender Terminologien, Kompositionsweisen und neu gefundener Begrifflichkeiten. Während es zwischen Wissenschaft und Kunst seit den Anfängen der Computermusik einen regen Austausch gegeben hat, gab es von Seiten der Komponisten wenig Interesse an den tatsächlichen Wahrnehmungsmöglichkeiten des Publikums bzgl. der in der Komposition angelegten Raum-Klangphänomene. Darüber hinaus beinhaltet elektroakustische Musik zwei diametral gegensätzliche Kulturen: Auf der einen Seite finden wir die exakten Wissenschaften der Akustik, Informatik und Ingenieurwissenschaften, die vor allem die Bedingungen für die Klang(re)produktion definieren und entsprechende Werkzeuge für die Komposition weiterentwickeln. Auf der anderen Seite findet sich die Kultur der Wahrnehmung von Musik mit dem Ohr. Während die erste stark durch klar definierte Begriffe und entsprechende Verbalisierungskonzepte geprägt ist, die von einer Gemeinschaft von Spezialisten geteilt werden, kann der aurale, musikalische Aspekt, der musikalisches Denken und musikalische Wahrnehmung hervorbringt, auf keine konsistente Terminologie zurückgreifen, soweit es die Lautsprechermusik und hier speziell die Raum-Klangkomposition betrifft.

Es gibt hauptsächlich Ansätze, die auf subjektiven Beschreibungen fußen.<sup>34</sup> Dies liegt u.a. daran, dass Kunst und Wissenschaften zwei gegensätzliche Ansätze beim Formulieren verfolgen. Thorensen beschreibt das Dilemma so:

---

<sup>34</sup> Vgl. Kapitel II. 1.

*Thus a fundamental problem within every aesthetical discussion in this field resides in the contradicting approaches of science and art. Scientific discourse seeks to eliminate ambiguity in its terminology and definitions. An artistic discourse would on the contrary often seek to be as polyvalent as possible, suggesting a network of meanings or implications. Thus the scientific ideal is more often than not alien to an aesthetically oriented discourse. However, there is also a need for some intersubjective agreements in the aesthetic field so that music can be meaningfully discussed in words. [Thoresen, 2006, 4]*

Hieran anschließend ist also zunächst im Rahmen einer Spurensuche nach dem kleinsten Nenner übereinstimmender Beschreibungsmöglichkeiten und Wahrnehmungen an der Schnittstelle von Publikum, Komponist und Wissenschaftlern zu fragen. Die in der Folge zu beschreitenden Hauptfelder der Untersuchung sind Verbalisierung, Skulptur, Klang und Raum.

## 1. Verbalisierung

Um in einen Austausch mit anderen treten zu können, benutzen wir herkömmlicherweise Sprache. Aber auch im vermeintlich autistischen oder egoistischen kompositorischen Prozess können Benennungen auftretender Phänomene weiterhelfen, die sich nicht nur auf die Herstellungsweise oder Herkunft beziehen, sondern der Erfahrung entstammen und der ästhetischen Ideenbildung dienen.

Viele Publikationen im Bereich der Computermusik beschäftigen sich mit technischen Problemen und deren Lösungen. Darüber hinaus gibt es eine große Anzahl von Publikationen, die sich mit den Wahrnehmungsaspekten im Bereich des *Spatial Audio* und ihrer qualitativen wie quantitativen Analyse auseinandersetzen [Blauert, 1997; Lindau et al., 2014; Frank 2013; Chaisel/Wickelmaier, 2007; Rumsey, 2002, Rumsey/Berg 2001, Marentakis et al., 2014]. Dies war in den letzten 20 Jahren aufgrund der zu lösenden Problematiken hinsichtlich Systemstabilität, Rechnerleistungen, Lautsprecher-Layouts und Klangprojektionsverfahren auch notwendig. Für eine ästhetische Auseinandersetzung - und diese bleibt keiner Kunst erspart - braucht es aber ein zusätzliches, anderes Wissen, eine begriffliche Festigung nicht nur der handwerklichen Fähigkeiten, sondern ebenso der Wahrnehmungsphänomene mit einem zu diskutierenden Maß an Verallgemeinerbarkeit. Diese Forderung ist gar nicht neu oder ausschließlich an die Entwicklung der Computermusik gebunden. Eine ähnliche Verbalisierungsproblematik finden wir im Bereich der partiturbasierten Musik im 20. Jahrhundert. Im Gegensatz zu den prinzipiell

verfeinerbaren Notationsmöglichkeiten von Lautstärke, Tonhöhen [neue Vorzeichen für Mikrotöne oder Centangaben] und Dauern - die dadurch vielleicht unanschaulicher werden, jedoch den gemeinten Sachverhalt klar beschreiben - sind die Klangfarben von Tönen und Geräuschen nur schwer darstellbar: Die Beschreibung von Klangfarben geschieht meistens über die Instrumente, die sie hervorbringen, bzw. über die Angabe besonderer Spielweisen. Es wird also nicht der Klang notiert, sondern die Quelle oder die Aktion, die zu einem Klang führen soll.

*Wir haben bisher immer nur die Töne benannt nach ihrer Herkunft. (...); man war bis heute nicht fähig, musikalische Töne mit Namen zu benennen, wie rot oder grün bei den Farben. Wenn man sagt Oboe, dann meint man das Instrument, das man gebaut hat, und mit dem man Töne macht. Aber einen Oboenton als solchen kann noch niemand unter Musikern beschreiben. Wenn Musiker Töne hören, von denen sie nicht wissen, wie sie gemacht werden, sind sie völlig verloren.(...) Es gehört nicht in die Kategorien, die wir beim Namen nennen können. Das ist sehr wichtig, denn da verliert man auf einmal die Wahrnehmung, die Orientierung. Und es schafft Unsicherheit. Und Unsicherheit ist nicht erwünscht. (...) wir haben ein ganz kleines, beschränktes Reservoir an Tönen, die wir benennen können, und das ist miserabel.*  
[Stockhausen, 1973]

Stockhausen weist hier deutlich auf das Dilemma hin, meist könne nur das benannt werden, was auch der Benennung und somit der Auseinandersetzung damit zugänglich ist. Ähnliche Probleme werden gegenwärtig an anderer Stelle im Bereich der zeitgenössischen Klangproduktion im Film-Sound-Design diskutiert. Barbara Flückiger vertritt hier eine klare Position: [...] *Solange auditive Wahrnehmungen nicht in Sprache überführt werden können, sind sie auch der Analyse nicht zugänglich* [Flückiger, 2001, 100]. Die Sprache ist also eine entscheidende Schnittstelle zwischen dem Klang und allen Hörern. Ihr wird dabei schon Vorarbeit in Bezug auf die Analyse von Klang impliziert. Darüber hinaus wird ihre Wichtigkeit bei der Verfeinerung der Wahrnehmung selbst betont. *Je differenzierter die sprachliche Auflösung, desto differenzierter wird in ihrem Gefolge auch die Wahrnehmung und umgekehrt.* Damit zusammenhängend wird die These aufgestellt, dass *in unserer Kultur [...] ein adäquates Vokabular zur Beschreibung von Klangobjekten fehlt* [ibid.].

Natürlich gibt es die absolut nachvollziehbare Auffassung unter Komponisten, dass der Künstler in seiner eigenen Vorstellungswelt lebt und diese im Werk reflektiert. Ob und wie das Werk dann wahrgenommen wird, obliegt nicht mehr dem Einfluss des Komponisten und ist, wie bei jedem Kunstwerk im Moment der Freigabe - frei. *Die Schwierigkeiten, die manche damit haben, eine Musik zu hören, die nur als Klanglichkeit existiert, sind mir, wenn ich*

*komponiere, völlig gleichgültig* [Chion, 2009]. Dem soll hier nicht widersprochen werden, allerdings haben wir einen Grad an künstlerischer Gestaltungsfreiheit gewonnen, die für die Wahrnehmung Phänomene produziert, deren Intersubjektivität bzw. deren Bedingungen aufgrund der fehlenden allgemeinen Formate, Konzertsituationen, Techniken und Begriffe stark in Frage steht.

*If a group of listeners finds a music 'rewarding' it is because there is some shared experiential basis both inside and behind that music. We need to be able to discuss musical experiences, to describe the features we hear and explain how they work in the context of the music.* [Smalley, 97, 107]

## 1.1. 100 Jahre Verbalisierung musikalischer Klangphänomene - Stationen und Strategien

Mit der Zusammenfassung und dem Vergleich verschiedener exemplarischer Positionen soll in der Folge versucht werden, die Eigenheiten unterschiedlicher Ansätze zu verstehen und Kriterien für einen eigenen produktiven Ansatz einer Verbalisierung im heterogenen Feld der Raum-Klangkomposition zu entwickeln. Hierbei ist eine Auswahl getroffen worden, die sich ausschließlich an der Eingrenzung meines Forschungsfelds orientiert und außerhalb dieses Felds nicht als abschließend gelten kann.

### 1.1.1. *L'Arte dei Rumori* – Russolo

Einen frühen Versuch der Gliederung des für die Musik des 20. Jahrhunderts neuartigen Klangmaterials in Klangfamilien findet man bereits in Luigi Russolos futuristischem Manifest *L'Arte dei rumori* von 1913. Zeitgleich mit dem Bau und der Vorführung der *Intonarumori*, einer Gruppe von apparativen Vorrichtungen, die als Geräuscherzeuger konzipiert wurden, beschäftigte sich Russolo mit den Geräuschen selber, die er in sechs Klassen einteilt [Russolo 1916, bei Thies 1982, 15]. In jeder Klasse fasst er verschiedene Geräusche zusammen, die er für besonders charakteristisch hält. Allerdings lässt sich an keiner Stelle des Texts das zugrunde liegende Ordnungssystem ablesen. Vielmehr vermengt der Autor verschiedene Kriterien miteinander. Zum Teil enthalten die Klassen Klänge ähnlicher *Helligkeit*, z.B. Pfeifen/Zischen/Schnauben gegenüber Murmeln/Gurgeln. Weiter werden zwei Gruppen vor allem aus lauten Geräuschen wie Dröhnen/Knallen/Donnern und Kreischen/Knattern – gebildet. Wieder zwei andere Gruppen orientieren

sich ausschließlich an der Klangquelle: Schlaggeräusche einerseits und Tier- und Menschenstimmen andererseits. Diese Art der manifestierten Geräuschklassifikation ist mithin nicht geeignet, Klänge verallgemeinerbar zu beschreiben. Bemerkenswert ist allerdings, dass bereits vor mehr als 100 Jahren mit der Konstruktion von Klangerzeugern die Notwendigkeit eines Verbalisierungsansatzes formuliert wurde.

### 1.1.2. Serielles Denken und *Musique Concrète*

Seit dem Aufkommen der Elektronischen Musik und der *Musique Concrète* um 1950 entstehen verschiedene Klassifikationssysteme, deren Verfasser ein klareres Schema anstreben. Die verschiedenen Standpunkte schlugen sich auch in den ersten Bemühungen um eine Gliederung des verwendeten Klangmaterials nieder: So orientierte sich Herbert Eimert [Eimert 1954, 44-45] an Helmholtz [Die Lehre von den Tonempfindungen, 1863], indem er ausschließlich stationäre Merkmale in Ton, Klang, Tongemisch, Geräusch und Zusammenklang einteilte. Auf die Hörwahrnehmungen, die dieses Material in sich birgt, geht er indes nicht ein. Für ihn steht serielles Komponieren als Handlung und Strategie im Vordergrund: *Die elektronische Klangkomposition setzt ein musikalisches Denken in Reihen, Serien, Ordnungen und Verhältnissen voraus, ja sie ist einfach ein Teil dieses statistisch-seriellen Denkens* [Eimert 1954, 245].

Pierre Schaeffer hat ein sprachliches System entworfen, das es ermöglichte, die neuen musikalischen Strukturen der elektroakustischen Musik zu erfassen und zu kommunizieren. In seinem 1952 erschienenen Buch *A la recherche d'une Musique Concrète* [Schaeffer, 1952] entwickelte er ein differenziertes System für die Beschreibung von Klangobjekten. Die zahlreichen und neuen Hörerfahrungen der Komponisten und Techniker, die in den damaligen Studios arbeiteten, erforderten seiner Meinung nach Dokumentation und musikalische Theorie sowie philosophische Reflexion, um die wachsende Zahl von Ingenieurskonzepten auszugleichen, die damals den Diskurs in der elektroakustischen Musik zu monopolisieren drohten [Thorensen, 2006, 2]. Sein *Traité des Objets Musicaux* [Schaeffer, 1966] (TOM) erschien 1966, fasste konsequent seine Erfahrungen und Forschungsergebnisse zusammen und stellte somit den ersten umfassenden Versuch dar, klangbasierte Musik (*sound-based music*) [Landy, 2007] zu systematisieren und verbalisieren. Schaeffer war der Überzeugung, dass die neuen Studiopraktiken zwangsläufig

zu neuen Techniken führen, neue Klangmaterialien hervorbringen und ein neues theoretisches System erfordern würden. Darüber hinaus war er der Auffassung, dass Musiker durch die sorgfältige Balance zwischen den neuen Studiopraktiken und der Beschäftigung mit ihren theoretischen Implikationen ein profunderes Verständnis von Musik - und zwar jeder Musik - als eine soziale und künstlerische Praxis entwickeln würden [Thorensen, 2006].

Herkömmliche Klassifizierungssysteme, die auf den technischen Mechanismen instrumentaler Quellen beruhten, schienen nicht länger hilfreich oder angebracht. *Primauté de l'oreille* im Gegensatz zu abstrakten Formen musikalischer Konstruktion wurde fundamental für Schaeffers Perzept. Konsequenterweise resultierte *Programme de la Recherche Musicale* (PROGREMU) aus seiner Erfahrung als Komponist in der neuen, elektroakustischen Umgebung. PROGREMU umfasst ein System von fünf ineinandergreifenden Stadien: Typologie, Morphologie, Charakterologie, Analyse und Synthese. Mit Typologie und Morphologie werden Klangobjekte aus ihrem Kontext isoliert, klassifiziert und beschrieben. Danach werden Klänge mittels Charakterologie in Genres gruppiert, und durch Analyse kann ihr Potential für musikalische Strukturen bewertet werden. Mit diesen Informationen soll der Komponist in die Lage versetzt werden, neue Klangobjekte zu erzeugen. Jedes Stadium hat zwar eine spezifische Funktion, dient aber einem Hauptziel: der musikalischen Komposition. Wichtig und hier bemerkenswert war zudem *Le Solfège de l'Objet Sonore*, eine Sammlung von Aufnahmen mit Hörbeispielen, die TOM begleitete und Schaeffers theoretische Überlegungen sinnlich erfahrbar machte. Die Sammlung wurde 1967 vom ORTF als Langspielplatte veröffentlicht.

*This solfège 'is not yet music', it is the indispensable preliminary to it. It is embodied in the five operations of the program of musical research - Programme de la Recherche Musicale. Solfège is therefore related to the listening experience as well as classification and analysis, and has primarily been created for the composer. [Landy, 2007, 97]*

Zum ersten Mal wurden technisch aufgezeichnete Hörbeispiele als Nachweis, aber auch Teil einer musikalischen Theorie der Klangerzeugung und Klassifizierung zur Verfügung gestellt. Leider blieb eine von Schaeffers wichtigsten Entwicklungen, die Kodifizierung aller Klangkategorien in einem allumfassenden Diagramm, dem *Tableau récapitulatif du solfège des objets musicaux* [TARSOM], das ebenso wie sein PROGREMU vielen wesentliche Denkanstöße gegeben hat, weder in der Analyse noch in der kompositorischen Anwendung ohne weitere Verbreitung [Thorensen/Hedman, 2007]. Allerdings gibt es wohl kaum eine Theorie einer musikalischen Klangklassifizierung, die auf der

Hörerfahrung oder der Vorrangstellung des Ohrs basiert, die nicht durch die Schaeffer'schen Schriften beeinflusst wurde. Sie sind damit wegweisend und müssen in jede Überlegung zu intersubjektiven Verbalisierungsstudien einbezogen werden.

### 1.1.3. Hörerbasierte Begriffsforschung nach Thies

In umfassender Kenntnis der Arbeiten Eimerts, Schaeffers und auch Fennelys [Fennely, 1968] entwickelte Wolfgang Thies 1982 in seinem Buch *Grundlagen einer Typologie der Klänge* eine Liste von Adjektiven, mit der er versucht, das Vokabular der Klänge beschreibenden deutschen Alltagssprache zu systematisieren.

Mit fortschreitender Ausweitung des Klangrepertoires wird es immer schwieriger, sich in der Vielfalt aller verfügbaren Klänge zurechtzufinden. Spätestens seit dem Aufkommen der elektronischen Musik zeigt sich das Problem der Systematisierung und Beschreibung von Klangeigenschaften in neuem Licht. Ein umfassendes, leistungsfähiges Beschreibungssystem ist erforderlich, um die Orientierung im Reich der Klänge, auf traditionellem Weg oder mit elektronischen Geräten und die Verständigung über die Klangwelt zu erleichtern. [Thies, 1982, 14]

Dieses System der Beschreibung stützt sich ausschließlich auf die vom Gehör wahrnehmbaren Eigenschaften von Klang, wobei keinerlei physikalische oder semantische Eigenschaften beschrieben werden sollen. Weil das System vom hörenden Menschen benutzt werden soll, muss es sich auf die vom Gehör wahrnehmbaren Klangeigenschaften stützen [Thies, 1982, 37].

Zu Beginn kompiliert er eine umfassende Sammlung von klangbeschreibenden Worten und stützt sich dabei auf die Studien von Anneliese Liebe [Liebe, 1958], in der sie 1600 Worte der deutschen Sprache zur Beschreibung von Klängen aufgelistet hatte. Unter Anwendung eines systematischen Ausschlussverfahrens (z.B. keine rein bewertenden Adjektive, keine deutenden Adjektive, keine auf Klingerzeuger verweisenden Adjektive, keine interregional instabilen Adjektive) reduzierte er die Sammlung auf 433 Adjektive. Die neue Sammlung wurde dann in die Kategorien Lautmalerei (z.B. meckernd, tickend, donnernd), körperhafte Merkmale (z.B. hart, rau, beweglich), Aktivität (z.B. gleitend, hackend, perlend), Material (z.B. pelzig, blechern, samtig) und Sonstige unterteilt. Unter Sonstige gibt es eine weitere Unterteilung zwischen Dynamik/Intensität (z.B. flüsternd, verhalten, heftig), Deutlichkeit (z.B. belegt, deutlich, frei) und Kontinuität (z.B. stetig, gleichmäßig, unbeständig). Als letz-

tes werden die räumliche Lage (z.B. fern, nah, hoch) und der umgebende Raum (z.B. trocken, hallend) unterschieden. Thies unterscheidet außerdem während des weiteren Analyseprozesses zwischen allgemeinen (z.B. hell, unbeständig, beweglich) und speziellen (z.B. quakend, fauchend, rau) Merkmalen [Thies, 1982, 34ff]. Im nächsten Schritt entwickelte er 32 Klänge [Thies, 1982, 77], die wohl das Universum der Klänge möglichst umfassend abstecken sollte. Diese wurden im Rahmen von Hörversuchen Probanden vorgespielt, um deren freie Beschreibungen schriftlich aufzuzeichnen. Die Hörversuche sollten folgende Fragen klären:

1. Bestehen Gemeinsamkeiten zwischen verschiedenen Personen hinsichtlich der Klangbeschreibung?
2. Wie gut sind umgangssprachliche Begriffe zur Beschreibung von Klängen geeignet?
3. Welche semantischen Zusammenhänge bestehen zwischen den Begriffen?

Diese Beschreibungen wurden dann mit den vorher erzeugten Listen verglichen und die Begriffe je nach Häufigkeit ihres Auftretens abgeglichen. In einem zweiten Schritt wurde ein Fragebogen mit einem bipolaren Skalensystem erstellt, auf dem die Probanden Tendenzen zwischen zwei begrifflichen Gegensatzpaaren eintragen konnten (brillant vs. matt). Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet und die so extrahierten Begriffe als Beschreibungssystem publiziert. Die Thiessche Typologie wurde diesen Recherchen nach nie in der Praxis von Komponisten oder anderen Musikwissenschaftlern verwendet und nur wenige Autoren wie z.B. Barbara Flückiger verweisen überhaupt auf die Studie [Flückiger, 2006, 106]. Es ist aber bemerkenswert, dass Thiess seinem Anliegen folgend, Orientierung zu ermöglichen, diesen schwierigen und unpopulären Versuch einer hörerbasierten Forschung anstrengt, in dem er sich dem Problem von drei Seiten zu nähern versucht: Semantische Beschreibung, Hörerfahrung und Statistik und diese in einem iterativen Prozess methodisch abgleicht. Der Autor war sich zudem im Klaren darüber, dass dieser Ansatz nicht die intersubjektiven Probleme der Verbalisierung per se lösen würde, aber er unternahm einen wichtigen Versuch, das Problem zu beleuchten: *Grundsätzlich darf man von einer Klang-Typologie nicht erwarten, daß sie eine rationale Durchdringung des Klangreichs ermöglicht; sie soll lediglich ein Hilfsmittel zur Orientierung sein.* [Thies, 1982, 40]

*The primacy of perception is unassailable  
since without it  
musical experience  
does not exist.*  
[Smalley, 1986, 63]

#### 1.1.4. *Spectromorphology* nach Smalley

In seinem wegweisenden Artikel „Spectromorphology: Explaining Sound Shapes“<sup>35</sup> versucht Denis Smalley 1997 ein Vokabular und eine Referenz für die ästhetische Auseinandersetzung zu schaffen, um elektroakustische Musik zu beschreiben, indem er Spectromorphology<sup>36</sup> als ein deskriptives Werkzeug etabliert.

Smalley begründet sein Bezugssystem mit einem von ihm beobachteten Mangel: [...] *the lack of a shared terminology is a serious problem confronting electroacoustic music because a description of sound materials and their relationships is a prerequisite for evaluative discussion* [Smalley, 1986, 63]. Sein Konzept bezieht sich auf die Kategorien: Klangorganisation auf Mikro- und Makroebene, Diskursmethoden, Analyse und Repräsentation, neue Präsentationsformen (soweit es um Spatialisierung geht), Hörerfahrung und Klassifizierung. Smalleys Bezugssystem ist nicht an die herkömmliche Tonalität gebunden, bezieht diese aber als Teil eines größeren Systems mit ein.

Spectromorphology ist ein Ansatz zum Verständnis von Klangmaterialien und musikalischer Struktur, der sich auf das Spektrum der Klänge und dessen Veränderung in der Zeit bezieht. In einer früheren Publikation führt er an, [...] *spectromorphological composition, like other musical languages, is concerned with expectations gratified and foiled, and such expectations are founded on shared perceptual experience* [Smalley, 1986, 75]. Das bedeutet weiter, dass Smalley auf der Hörerfahrung als Ausgangs- und Zielpunkt aller strukturierenden und interpretativen Prozesse besteht.

---

<sup>35</sup> Das gesamte Konzept wurde insgesamt in drei Texten entwickelt: „Spectro-morphology and Structuring Processes“ (1986), „Listening Imagination: Listening in the Electroacoustic Era“ (1992), und „Spectromorphology: Explaining Sound Shapes“ (1997)

<sup>36</sup> In seinen eigenen Worten beschreibt er Spectromorphology folgendermaßen: [Smalley, 1997, 106]. *The two parts of the term refer to the interaction between sound spectra (spectro-) and the ways they change and are shaped through time (- morphology)* [ibid.: 107]. *When considering the lower-level constituents of spatial texture we are often dealing with sounds which are primitive, or obscured and confused by other activity. Nevertheless, they are both spectral and temporal thus spectromorphological and exist in the context of a larger textural spectromorphology.*

*[...] today we continually need to reassert the primacy of aural experience in music. The heritage of twentieth-century formalism and the continuing propensity of composers to seek support in non-musical models have produced the undesirable side-effect of stressing concept at the expense of percept [Smalley, 1986, 63]. [...] the practice of listening, and the perceptive observation of the listening process must therefore form the foundation of any musical investigation. [ibid.]*

Smalley definiert drei Themenbereiche im System der Spectromorphology: Spektrale Typologie, Morphologie und Bewegung. Darüber hinaus beschäftigt er sich intensiv mit Strukturierungsfragen. Das gesamte System wurde seit 1997 ausführlich an verschiedenen Stellen beschrieben und interpretiert [Hirst 2011, 19], angewendet [Blackburn, 2011; Pasoulas, 2011] und kritisiert [Pedersen, 2011]. Einhellig sind alle Stimmen der Meinung, dass es sich um eines der umfassendsten und modernsten Vokabulare für die Beschreibung von (nicht nur) akusmatischen Klangphänomenen handelt. Neu entwickelte Anwendungen wie EAnalysis<sup>37</sup> von Pierre Couprie zur Analyse Elektroakustischer Musik sowie OREMA (Online Repository for Electroacoustic Music Analysis)<sup>38</sup> als ein Forum für den Austausch und die Diskussion entsprechender Analysen machen Gebrauch von dieser Terminologie. Sie ist folglich lebendig.

Es gibt aber auch Kritiker, die aufgrund des Umfangs des Vokabulars und der z.T. uneinheitliche Abgrenzungen zwischen den Kategorien [Reed, 2008, 37] der Meinung sind, dass Smalley das Problem zwar erkannt hat, aber ein im Grunde nicht praktikables System an seine Stelle setzt.

*Smalley also cites a lack of established terminology as a major problem for electro-acoustic music analysis. Spectromorphology attempts to address this problem. But in its totality, Smalley's extensive system of lists of vocabulary and analytical concepts is prohibitive to practical application. [Reed 2008, 36]*

Was man zudem nicht findet, sind intersubjektive Studien hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit und Trennschärfe der Begriffe in Bezug auf das verwendete Material. Smalley selber sieht in Spectromorphology ein Angebot für eine höchst subjektive Anwendung [Smalley, 1997, 110]. Außerdem gibt es trotz der Fülle von Begrifflichkeiten und des Hörerbasierten Ansatzes keine Sammlung mit Klangbeispielen, die das spectromorphologische Vokabular exemplarisch stützen würden. Lediglich ein Artikel [Smalley, 1993], der sich mit Klangtransformationen befasst, stellt Klangbeispiele zur Verfügung.

---

<sup>37</sup> [http://logiciels.pierrecooprie.fr/?page\\_id=402](http://logiciels.pierrecooprie.fr/?page_id=402) [zuletzt eingesehen: 08/16]

<sup>38</sup> <http://orema.dmu.ac.uk> [zuletzt eingesehen: 08/16]

### 1.1.5. *Space-form* and the acousmatic image nach Smalley

Dieses Schriftwerk baut auf der Terminologie der Spectromorphology auf und ist Smalleys umfassender Versuch der Beschreibung und Definition von Räumlichkeit in der akusmatischen Musik. Es handelt sich um eine ästhetische Umgebung, die versucht, transmodale perzeptive Möglichkeiten mit Hilfe von sog. Source-bondings [Smalley, 2007, 35] und spektromorphologischen Relationen zu strukturieren. Darüber hinaus bezieht es aber auch Attribute, die aus der bisherigen Musikkultur und -tradition herrühren, wie z.B. Tonhöhe und Rhythmus, mit ein. Der Autor eröffnet eine Phänomenologie potentieller spatialer Formen und Formierungen, die durch akusmatische Musik inszeniert werden können. Sein Space-form Modus der Analyse ist sich der Ko-evolution von Zeit und Raum in der Musik bewusst, verfolgt aber einen neuartigen Ansatz: [...] *an approach to musical form, and its analysis, which privileges space as the primary articulator. Time acts in the service of space* [Smalley, 2007, 56].

Diesbezüglich ist der Ausgangspunkt seiner Überlegungen interessant: Auf der Basis einer auto-ethnografischen Beschreibung einer Soundscape-Szene in einem Dorf in Südfrankreich entwickelt Smalley eine bemerkenswerte Taxonomie analytischer Begriffe für die Wahrnehmung spatialer Klänge: zoned, proximate, behavioral, perspectival, distal, utterance, agential, vectorial, panoramic, ouverture/enclosure, approach/recession, diagonal forces etc.. Smalley selbst stellt fest, dass er, um Raum zu verstehen, zunächst das Klangmaterial zu differenzieren lernen musste. In Bezug auf seinen Spectromorphology Artikel bemerkt er: [...] *we needed to know about spectromorphology before we were in a position to understand space* [Smalley, 2007, 54].

Smalley geht an keiner Stelle auf existierende Raumkonzepte der Akustik oder Soziologie ein. Es handelt sich hier allerdings um den ersten umfassenden Versuch, sich dem Thema des Raums als kompositorischem Parameter in der akusmatischen Musik zu nähern und diesen detailliert beschreibbar zu machen. Es ist festzustellen, dass diese Begriffe teilweise in das Vokabular der Komponisten in diesem Feld eingegangen sind und diverse Autoren [beispielhaft: Landy, 2007, 30; Born, 2015, 12; Roads, 2015, 281] sich darauf beziehen, wobei es in der Literatur durchaus Anklänge gibt, dass allein der Umfang des Begriffssystems eben dieses wenig handhabbar macht. *Several features are notable, not only in themselves, but for what they reveal about the strenghts and limitations of distinctive styles of phenomenology of sound*

*and listening* [Born, 2015, 12] und: [...] *Smalley's analysis is a tour de force* [ibid., 13].

Problematisch ist auch hier, dass es sich um eine Ableitung der Begriffe aus einer Hörerfahrung, einer Szene außerhalb des Studio- oder Konzertraums, also ohne spezifische Lautsprecherumgebung handelt, die subjektiv abgeleitet, auf Naturbilder und -situationen referiert. Inwiefern diese Bilder wieder persönliche Übersetzungen sind und inwieweit sich diese für die Analyse und Fortentwicklung künstlerischer Ideen im medialen Raum eignen, bleibt offen und wird auch nicht in weiterführenden Studien überprüft.

*In Smalley's article "Space-form and the acousmatic image", the evocative text depiction of the Orbieu soundscape would tantalise internal images for many a reader, yet to achieve such in sonic art without 3D sound is, by virtue of the complex couplings of sound, time and space, upon which the description relies, another matter.* [Barret, 2010]

#### 1.1.6. Perceptually Informed Organization by Repertory Grid

Thomas Grills PhD-Arbeit von 2012 trägt den Titel *Perceptually Informed Organization of Textural Sounds* [Grill, 2012]. Zentrales Thema der Studie ist die Untersuchung perzeptiv sinnvoller Beschreibungen von Klangtexturen. Das Repertory Grid Interview-Verfahren wurde hier angewendet, um bipolare persönliche Strukturen herauszuarbeiten, die relevante Charakteristiken dieser Texturen repräsentieren können. Zu diesem Zweck wurde eine großangelegte Online-Befragung mittels einer mehrstufigen Befragungsroutine durchgeführt, um diese Beschreibungen zu verfeinern und zu evaluieren.

Unter Verwendung dieses Modells untersucht Grill Verfahren zur Strukturerkennung in digitalem Klang, konkret die Segmentierung in Stücke kohärenten Inhalts und die halb-automatische Erkennung von repräsentativen Klangmaterialien. Die Verfahren werden im Vergleich mit zwei beispielhaften Annotationen von bekannten Werken elektroakustischer Musik erprobt. Seine Hauptforschungsfragen lauten: Wie kann digitales Klangmaterial anhand von Kriterien der menschlichen Wahrnehmung beschrieben werden? Wie können grundlegende Schritte im musikalischen Schaffungsprozess der klangbasierten Musikpraxis durch wahrnehmungsinformierte Werkzeuge unterstützt werden? Es handelt sich hier um einen bemerkenswerten Ansatz, musikalische Praxis, empirische Studien und computerunterstützte Statistik zusammenzuführen. Aufgrund der Studien Grill's ist es zudem möglich, Klangtextu-

ren zu definieren, wie sie in der akusmatischen Musik häufig vorkommen.

### 1.1.7. Interdisziplinäre Topologie nach Nystrøm

Erik Nystrøms PhD-Arbeit von 2013 trägt den Titel *Topology of spatial texture in the acoustic medium* [Nystrøm, 2013] und untersucht die dynamischen Gewebe des erlebten Raums in der akusmatischen Musik. Seine Topologie spatialer Texturen ist eine Zusammenführung verschiedener Konzepte [...] *a network of concepts treating music as a flexible, textural space, which deforms, shapes, and transforms in time* [ibid., 13].

Nystrøm entwickelt auf der Grundlage von Spectromorphology und Spaceform eine avancierte und umfassende Terminologie zur Beschreibung spatialer Klangtexturen und deren Verhalten, wie Ausbreitung und Verteilung. Er versteht diese als Beitrag für alle Bereiche der akusmatischen Musikproduktion und Wahrnehmung: [...] *as a contribution to theory in the acousmatic medium, relevant to composition, analysis, and listening* [ibid., 18]. Nystrøm geht davon aus, dass die Raum-Klangphänomene, denen wir im Konzert begegnen, klangliche Bedingungen darstellen, die sich eher aus visuellen Zuschreibungen ableiten lassen, als ihren akustischen Quellen. *In the approach taken in this thesis, as we know them in our minds, are viewed as having a form of graphic spatiality because of their spatial articulation* [ibid, 27]. Er legt mithin zugrunde, dass wir auch beim räumlichen Hören mit einer Wahrnehmung operieren, die sich an Erfahrungen grafischer Formen räumlicher Ausdehnung orientiert. *Thus, this visualization is highly reliant on intrinsic spectromorphological features, and the manner in which spectral and perspectival space are articulated generally, but also the physicality of textures* [ibid., 29]. Allerdings kann er diese Beobachtungen durch wissenschaftliche Studien aus der Psychoakustik nur eingrenzen [ibid, 27, Fußnote 40]. Belegt ist sein Ansatz nicht.

Die künstlerischen Arbeiten, die im Rahmen der Arbeit entwickelt wurden, sollen entsprechende Beispiele für einen visuellen Forschungsansatz räumlicher Texturen geben. Die Terminologie orientiert sich an Kompositionen für 8-kanalige Lautsprecherringe. Nur ausnahmsweise nimmt er Bezug auf andere Multikanalsysteme wie z.B. das BEAST<sup>39</sup>. Nystrøms Arbeit ist derzeit das umfassendste Angebot für die Verbalisierung räumlicher Texturen im Bereich

---

<sup>39</sup> <http://www.beast.bham.ac.uk/> [zuletzt eingesehen 08/16]

der akusmatischen Musik. Die von ihm in Anlehnung an Smalley entwickelten Begriffsschemata für Texturbeschreibungen (textons, fillaments: vgl. bereits in [Nystrøm, 2011]) sowie deren Ausbreitungs- und Verteilungseigenschaften, sind aufgrund der Hörbeispiele nachvollziehbar und scheinen praxiserprobt. Als Komponist in diesem Feld kann man nachvollziehen, was Nystrøm meint, aber er definiert an keiner Stelle Raum als Konzept und so bleibt offen, was letztendlich das Räumliche an seinen beforschten Texturen ist. Problematisch ist auch die Fixierung auf die sog. *quasi-visual shapes*. Hierbei führt er den Begriff des „visual listening“ ein: *I term the condition where graphic associations have an important role in the acousmatic experience visual listening* [Nystrøm, 2013, 27], kann aber auf keine direkten Studien hierzu verweisen.

## 1.2. Zusammenfassung und Einordnung

Die meisten Versuche der Verbalisierung von Klangphänomenen der letzten 100 Jahre sind fast ausschließlich aus der wissenschaftlichen Perspektive oder der der Komponisten angestellt worden. Wir können feststellen, dass es ein verbreitetes Problembewusstsein gibt. Verbalisierung gilt den Autoren durchweg als essentiell, um eine vertiefte und verfeinerte Arbeit in diesem Feld möglich zu machen. Alle unternehmen den Versuch, Begriffe aus einer Praxis zu kondensieren. Es geht um die Verallgemeinerung wahrnehmbarer Entitäten, um dann, auf diesem Wissen aufbauend, in der Praxis wiederum spezifisch und genauer werden zu können. Die Frage nach der Beschreibbarkeit räumlicher Phänomene kommt historisch erst spät auf, wobei die Publikumperspektive, mit Ausnahme der Studie von Grill, durchweg außen vor bleibt.

*Listener-based research is not totally new within this field. It is, however, the exception rather than the rule.* [Landy, 2007, 39]

Im Rahmen der künstlerischen Forschungsarbeit mit plastischen Klangphänomenen scheint es heute daher notwendig, interdisziplinäre und intersubjektive Studien anzustrengen, die versuchen, das Feld der Wahrnehmungsvielfalt genauer zu bestimmen und einfache, reproduzierbare Begriffe zu isolieren. Dabei sollte immer bei der konkreten Hörerfahrung angesetzt werden.

[...] *electroacoustic music does not benefit of a unified representation code relying sonorous text with the compositional work of the composer. For this reason, the representation of the listening experience becomes the only mean to understand and study this music.* [Zattra, 2005]

Konzeptuelle kompositorische Erwägungen sind in diesem Forschungsprozess zunächst und entgegen dem herkömmlichen Kompositionsvorgang nachrangig, aber niemals abwesend. Es geht dabei darum, einen Ansatz für Analyse und vor allem Komposition zu finden, der geläufige Formulierungen und Wahrnehmungskapazitäten einbindet, um dann eine speziellere, individuelle und feinere künstlerische Artikulation und deren Reflexion zu ermöglichen. Forderungen nach solchen Studien lassen sich im Übrigen auch in anderen Bereichen, zunehmend im Feld der ebenfalls ephemeren Performance Arts, beobachten. Wir finden einen ähnlichen Ansatz, das „Unbegreifbare“ [Leitfeld, 1986] zu beschreiben, bei den Theaterwissenschaften der Gegenwart. Der Ansatz von Leitfeld versucht ausdrücklich, die *Wahrnehmungskapazitäten* des Publikums zu verstehen [Leitfeld, 1986, 121]. Natürlich ist auch von solchen Studien keine absolute Trennschärfe zu erwarten, aber dieser Weg im Sinne einer konzentrierten Forschungsbewegung verspricht, alternative Informationen zu liefern, und ermöglicht somit, das Feld durch Beschreibungen genauer einzugrenzen.

*Diesen Problemen [der begrifflichen Ungenauigkeit] wird man nicht entkommen. Man kann jedoch die jeweils eigenen Grundannahmen durchleuchten und die Mehrdeutigkeit der Terminologie abbauen.* [Flückiger, 2001, 74]

## 2. Skulptur, Plastik, Objekt -

### Erste Spuren des Skulpturalen in der Elektronischen Musik

*Alle Kunst konfrontiert uns mit den historischen und kulturellen Dimensionen unserer Urteilspraxis, indem sie in keiner unserer Bestimmungen ganz aufgeht.* [Rebentisch, 2015, 55]

Traditionell werden dreidimensionale Kunstwerke als Skulptur, Plastik oder Objekt bezeichnet [Klant/Walch, 2003, 9], wobei der Begriff Plastik häufig synonym mit Skulptur verwendet wird. Im deutschen Sprachgebrauch wird er als Oberbegriff für alle dreidimensionalen Kunstwerke verwendet, wohingegen im Englischen, Französischen und Italienischen die jeweilige Übersetzung des Wortes Skulptur (*sculpture* bzw. *scultura*) als Gattungsbegriff gebraucht wird. Objektkunst wird als im frühen 20. Jhd. entstandene Kunst umrissen, die mit vorgefertigten z.T. industriell produzierten Gegenständen arbeitet [Klant/Walch, 2003, 155].

In der Geschichte der Elektronischen Musik finden sich immer wieder Beschreibungen von Klangphänomenen, die durch Lautsprecher in den Raum

projiziert und als skulptural, körperhaft, plastisch, objekthaft mit diversen Begriffen - u.a. der bildenden Kunst entlehnt - beschrieben werden. Allerdings mit sehr unterschiedlichen Herleitungen, Bedeutungen und Funktionen für die Kompositionen und nicht zuletzt die Wahrnehmung eines mehr oder weniger geschulten Publikums.

Sehr früh finden wir eine solche Beschreibung bei Edgar Varèse:

*When new instruments will allow me to write music as I conceive it, the movement of sound-masses, of shining planes, will be clearly perceived in my work, taking the place of linear counterpoint. When these sound masses collide, the phenomena of penetration or repulsion will seem to occur. Certain transmutations taking place on certain planes will seem to be projected onto other planes, moving at different speeds and at different angles ... We have actually three dimensions in music: horizontal, vertical, and dynamic swelling or decreasing. I shall add a fourth, sound projection ... [the sense] of a journey into space. [Varèse, 1998 (1936)]*

Hier beschreibt Varèse zunächst seine Vorstellung von im Raum abgegrenzter und abgrenzbarer mithin dreidimensionaler Formationen. Er beschreibt Klangmassen und verwendet grafische Beschreibungen ("Planes") von Klangemergenzen, die in verschiedenen Winkeln und mit verschiedenen Geschwindigkeiten projiziert und bewegt werden können. Hier werden deutlich räumliche Konstellationen von Klängen, losgelöst von einer Darstellung oder Darstellbarkeit in Partituren, aus einer visuellen Wahrnehmungsperspektive geschildert. Offen bleibt, ob diese Schilderung assoziativ oder synergetisch gemeint ist und welche Klangquellen diese Formungen erzeugen. Die Schilderungen erinnern unwillkürlich an expressionistische Gemälde und Darstellungen abstrakter Kunst, wie sie zur gleichen Zeit in Bildhauerei und Malerei und wenig später den aufkommenden [Klang]-Installationen wiederzufinden sind. Hier werden solche stark objektbezogenen Begriffe explizit in den Bereich der Musik übertragen. Varèses Musik selbst wurde von Morton Feldman auch einmal als „Floating sculpture“ bezeichnet [Feldman, 1981]. Varèse spricht die Klangprojektion als vierte Dimension der Musik an, sie ist für ihn eine "Reise in den Raum". Die Thematisierung von Raum als Teil der kompositorischen Handlung wird hier sehr deutlich und ist beispielhaft für eine starke Bewegung, sowohl in der Musik, als auch in etwa zeitgleich in der bildenden Kunst. Allerdings bleibt unklar, was mit Raum letztendlich gemeint ist. Sicherlich in erster Linie ein Konzertraum, aber die Verwendung des Worts "Reise" („Journey“) lässt eine vielschichtige, erweiterte Auffassung von Klang-Räumlichkeit vermuten.

Varèse macht die Herstellung oder Komposition dieser räumlichen Klangformationen von neuen Instrumenten abhängig, die er in einer sich nähernden Zukunft erahnt. Er trifft zudem für die damalige Gegenwart bereits eine sehr differenzierte Aussage darüber, was den Stand der Technik und die daraus erwachsenen konkreten Möglichkeiten für den Komponisten angeht:

*Today, with the technical means that exist and are easily adaptable, the differentiation of the various masses and different planes as well as these beams of sound could be made discernible to the listener by means of certain acoustical arrangements ... [permitting] the delimitation of what I call 'zones of intensities'. These zones would be differentiated by various timbres or colours and different loudnesses. [They] would appear ... in different perspectives for our perception ... [They] would be felt as isolated, and the hitherto unobtainable non-blending ... would become possible. [ibid.]*

Klangmassen, -ebenen und -strahlen erlauben die Erzeugung von abgegrenzten Intensitätszonen. Wiederum objekthafte räumliche Strukturen, wiederum wird Klang projiziert und geformt. Bemerkenswert ist, dass Varèse hier eine deutliche Aussage darüber fällt, was das Publikum wahrnehmen wird und wie.

Für Varèse selber wurden diese technischen Möglichkeiten tatsächlich erst im Rahmen der Vorbereitungen zur Weltausstellung 1958 in Paris einsetzbar. In Kollaboration mit Iannis Xenakis und Le Corbusier schuf er sein *Poème Électronique* für den Philips-Pavillon. Es war die erste elektroakustische Komposition, die mit einer derart großen Anzahl von über 400 Lautsprechern<sup>40</sup> und multiplen Tonbandspuren arbeitete. Der Überlieferung nach soll die komplexe Steuerung, die die Philipsingenieure entwickelt hatten, die Anordnung von Klängen um das Publikum herum und die Bewegung entlang von Trajektorien ermöglicht haben. Nicht klären lässt sich, wie einfach, *easily adaptable* (vgl. Zitat o.) – wie Varèse dies angenommen hat – diese Techniken tatsächlich für die dezidierte Komposition der von ihm beschriebenen Phänomene gewesen sind. Noch schwieriger ist die Frage zu beantworten, wie die Wahrnehmbarkeit für ein unvorbereitetes Publikum mit seiner bisherigen Hörerfahrung gewesen sein mag bzw. auch heute noch wäre. Hierunter verstehe ich nicht nur die Möglichkeit, an den Konzerten teil zu nehmen, sondern auch, ob und wie die vom Komponisten so genau beschriebenen Formationen, die schließlich Zielpunkt seiner künstlerischen Bemühungen waren, von einem anderen Konzertteilnehmer wahrgenommen und beschrieben würden.

---

<sup>40</sup> Die Zahl der Lautsprecher variiert in der Überlieferung zwischen 300 und 500.

*Varèse's Poème Électronique featured in the Philips' pavilion at the Brussels World Fair of 1958 and was experienced by up to two million visitors. [...] as with all work of this period (and indeed up until the seventies), it lacked both a simple control system and the support of a comprehensive theory of sound localisation.* [Malham, 2003]

Für Varèse steht die Produzierbarkeit, die Existenz dieser Phänomene im Rahmen der Komposition aber deutlich fest. Er wird diese so wahrgenommen haben. Es geht hier nicht um Spitzfindigkeiten, wenn man nach der Wahrnehmungsfähigkeit des Publikums fragt, man könnte sogar darauf verzichten, bliebe dann nicht die Frage nach dem Sinn der manifestartigen Beschreibungen diskreter plastischer Klangphänomene. Wir dürfen zumindest annehmen, dass es sich bei den Aussagen Varèses zum Teil um metaphorische Äußerungen oder künstlerische Utopien gehandelt hat. In jedem Fall entstand hier ein Gründungsmythos einer *Spatial Music* [Zvonar, 2004], der in der Folge Musiker und Wissenschaftler zu einer langen, arbeitsreichen Reise motivierte.

Seit dieser Zeit tauchen ähnliche Beschreibungen bei Komponisten - nicht nur der elektronischen Musik - immer wieder auf, die Bewegung von Klängen im Konzertraum, die Erzeugung von Klangzonen und Trajektorien thematisieren [Harley, 1994]. Hinzu kommt die verstärkte Thematisierung von Raum als musikalischem Parameter außerhalb der Partitur und abgetrennt von einer Tonhöhenkonzeption [umfassend: Ojala, 2009] sowie die Orientierung an Entwicklungen in den anderen Künsten, vor allem der bildenden Kunst, hinsichtlich der Beschreibungen der neu entstehenden Phänomene, die verstärkt durch elektronische Klangerzeugung und Spatialisation mittels mehrkanaliger Klangprojektionen möglich wurden [Brech/Paland, 2015].

Mit dem Entwurf und Bau des Deutschen Pavillons bei der Weltausstellung in Osaka konnte Stockhausen zusammen mit dem Architekten Bornemann und dem Ingenieur Leonhard von der Firma *Elektronic* (Zürich) einen Kugelraum mit in sieben Ringen rundum laufenden Lautsprechern für die EXPO 70 realisieren. *Damit vervollkommneten sich die Möglichkeiten der Klangbewegung von der kreisförmigen Horizontale bzw. vom 4- oder 8-kanaligen mehrdimensionalen Hören zur kugelförmigen Totale* [Nauck, 1997].

*Die Klänge fliegen frei im Raum herum. In Kreisen, Spiralen, unter und über den Zuhörern* [Stockhausen, 1971, 183].

Mit der Zeit sind mobilere Einheiten, Lautsprecherorchester als Wiedergabesysteme von Stereowerken entstanden. Das vermutlich umfangreichste Instrument ist das Acousmonium der Groupe de Recherches Musicales (GRM). In der ersten Hälfte der 70er Jahre durch François Bayle konzipiert, grup-

piert es unterschiedlichste Typen von Lautsprechern zu einer imposanten räumlichen Aufstellung. Bayle beschrieb einen Aspekt der akusmatischen Erfahrung als „image of sound“ oder „i-sound“ [...] *an intermediate object which in a certain way includes appearance, where it can be followed and seen to work* – which arises in the process of ‘listening without seeing’ [Bayle, 2007].

Durch die Forschungen und Publikationen von Chowning [Chowning, 1971] und Moore [Moore, 1983] wurden die Grundlagen für die computergesteuerte und -erzeugte Bewegung und Anordnung von Klängen im Raum schließlich international verbreitet. Angesichts dieser Raum-Klangphänomene und technischen Gestaltungsmöglichkeiten<sup>41</sup>, die sich in den letzten 100 Jahren rasant entwickelt haben und zumindest in den letzten 15 Jahren als „*more easy adaptable*“, um noch mal Varèse aufzugreifen, angesehen werden dürfen, stellt sich die Frage ihrer Beschreibung, Beschreibbarkeit und ihrer Einordnung bzw. Begrifflichkeit gegenwärtig neu.

Interessant ist in diesem Zusammenhang eine Aufzeichnung von González-Arroyo über die Emergenz eines *plastic sound objects* in seiner Arbeit:

*And then one day it happened, I perceived it there: sound was there, **almost as a touchable object**. I have a vivid memory of this first experience; it was a grainy structure slowly ascending in the middle of the room. Pure subjective perception perhaps, almost a mirage, but magical and extremely powerful. [...] I will just summarize my reflections. I have had the experience **several other times**, sometimes as strongly, others less so, but it is clear to me now that it is the interaction of several of these layers, each one exploring space with its own rules what causes this **strong emergent phenomenon**. It is not merely a spatial operation, it is the interweaving of the qualitative, the temporal and the spatial dimensions of a sound object interacting with others. This is not surprising after all, it is music, the interrelation of elements, what gives rise to **another perception**.*<sup>42</sup> [González-Arroyo, 2012]

Für González-Arroyo wird Klang zum „fast“ berührbaren Objekt im Raum. Dieser Moment wurde nicht nur einmal erlebt, er ist für den Komponisten reproduzierbar. Er selbst stellt sich jedoch die Frage, ob es sich um rein subjektive Wahrnehmung handelt. Er beschreibt weiter die Erkenntnis aus dem Arbeitsprozess, dass ein Zusammenwirken verschiedener Faktoren erforderlich ist, die den oder einen Raum erforschen müssen, damit es zu dieser Wahrneh-

---

<sup>41</sup> Einen Überblick liefert Organised Sound 15, Sound/Space: New approaches to multichannel music and audio, 2010.

<sup>42</sup> Hervorhebungen vom Verfasser.

mung kommt. Auch hier werden wir, 70 Jahre später, an die von Varèse imaginierten dreidimensionalen Raum-Klangsituationen erinnert.

Drei Begriffsgruppen tauchen historisch in verschiedenen Schattierungen immer wieder auf: Klang als Skulptur oder Teil von Skulptur, Klang als Objekt, sowie Klang und Raum [vgl.: Harrison 1999a].

### 3. Klang als Skulptur

#### 3.1. Klangskulpturen

*Soundsculptures have been made for decades and yet the term remains vague.*  
[Landy 2007, 183]

In der ersten Hälfte der 20. Jahrhunderts häufen sich die Beschreibungen von Klangskulpturen oder *sound plastics*. Wobei hier zum Verständnis Unterscheidungen getroffen werden müssen. Auf dem mit *Sculptures Musicales* überschriebenen Blatt aus der *Green Box* von 1934 formuliert Marcel Duchamp:

*Klänge, die andauern und von verschiedenen Punkten ausgehen und eine klingende Skulptur bilden, die fortdauert*<sup>43</sup>.

Es handelt sich um eine frühe Überlieferung der Verwendung einer Kombination eines traditionell auditiv konnotierten mit einem visuell konnotierten Begriff zur Erzeugung einer – hier assoziativen – Formungsvorstellung.

Seit den 50er Jahren lassen sich diverse Spielarten von Klangskulpturen beobachten. Um 1952 begannen die Brüder Bernard und François Baschet Skulpturen zu entwerfen, deren Metall- oder Glasstäbe zum Klingen gebracht werden können. Seit 1957 mit der Gruppe *Structures Sonores* in Konzerten verwendet, später auch als bespielbare und selbstspielende Skulpturen im öffentlichen Raum und für Musikerziehung und -therapie eingesetzt, haben die Objekte mit ihren charakteristischen Schalltrichtern aus Blech offensichtlich über ihre Funktion als Klangerzeuger hinaus visuell skulpturalen Charakter [vgl. Baschet, 1968; Baschet/Baschet, 1987].

Zur gleichen Zeit verstärkte sich das Interesse bildender Künstler an Bewe-

---

<sup>43</sup> *Sons durant et partant de différents points et formant une sculpture sonore qui dure* [Marcel Duchamp, „Sculptures Musicales“ [1934], in: ders., Duchamp du signe. Écrits, hrsg. von Michel Sanouillet, Paris 1975, S. 47.

gung. Jean Tinguely mit seinen *Relief Sonore* (seit 1955) gilt als einer der Pioniere der kinetisch akustischen Skulptur.<sup>44</sup> Motoren, Zahnräder, Antriebsriemen werden zu Maschinen zusammengesetzt, die keinen bestimmten ersichtlichen Zweck erfüllen, deren Funktion eine geheime ist und die dabei aufgrund ihrer Konzeption Klänge erzeugen, deren Eigenschaften ihnen zunächst durch die Konstruktion zufallen, aber dann in der Folge durch den Künstler gestaltet werden. Die anfallenden Geräusche sind Teil eines tautologischen Funktionierens. Tinguely bezeichnet seine *Métamatics* als „*klingende Metaroboter-Malmaschinen*“ [Gertich, 1999, 145]. Unter Klangskulpturen firmieren auch die Arbeiten Nicolas Schöffers. Es geht Schöffers in seinen seit 1948 entstehenden Spatiodynamiken um „*die konstruktive und dynamische Einbeziehung des Raums in das plastische Kunstwerk*“ [ibid, 147]. Hierbei handelt es sich häufig um mit Lautsprechern versehene z.T. kinetische Gerüstkonstruktionen mit Lichtelementen.

*Die Hinzunahme von Ton und Klang stellt ein weiteres Mittel dar, die Herrschaft über den Raum zu erlangen. Der Plastik selber entnommene und elektronisch bearbeitete Klangfolgen können [...] über beträchtliche Raumentfernungen hin abgestrahlt werden und dabei völlig im Einklang mit der Plastik bleiben.* [Schöffers, 1963, 135]

Der Künstler Panagiotis Vasilakis aka Takis entwickelte ab dem Jahr 1965 „*Musikalische Skulpturen*“. Bei diesen Objekten wurden Klänge u.a. durch bewegte Nadeln erzeugt, die durch das Einwirken magnetischer Kräfte vibrieren. Diese Arbeiten erweiterte er in den 70er Jahren zu Environments, die er dann *Musikalische Räume* nennt. 1969/70 entwickelt Stephan van Huene sein *Totem Tones*, eine Werkgruppe aus fünf Skulpturen unter Verwendung von Holz, Orgelpfeifen, Metallteilen, Gebläsen, Licht und Computern. *Bei Totem Tones kam die äußere Erscheinungsform nicht nur von der häuslichen, sondern der instrumentalen Architektur, der Orgelpfeifen selber* [v. Huene, 1980].

Die *Totem Tones* verweisen außerdem auf Helmholtz, den Autor der Lehre von den Tonempfindungen [Helmholtz, 1865], schließlich auch auf Dayton Miller, der mit Orgelpfeifen synthetische Vokale hergestellt hat.

Diese Beispiele haben durchaus Aspekte der von Edgar Varèse intendierten räumlich-musikalischen Schreibweisen und Objektbezogenheiten, lösen aber das Klangprodukt nicht vom jeweiligen Klangerzeuger ab. Objekthafter Klangerzeuger und Klang bedingen sich direkt.

---

<sup>44</sup> Tinguely bezog sich in seinen Titeln mitunter auf musikalische Formen (z.B. *Mes Etoiles – Concert pour sept peintures* [1958]).

Es gibt parallel zu dieser Entwicklung aber auch die Behandlung von Klang als Material im Sinne eines Werkstoffs wie Stahl, Holz oder Beton im Rahmen einer künstlerischen, gestaltenden Verfahrensweise mit diesem. Bernhard Leitner erklärte rückblickend in Bezug auf seine frühen Untersuchungen zu Raumklangbewegungen [1969–1975], [...] *[d]er Ton selbst soll[e] als Baumaterial verstanden werden, als architektonisches, skulpturales, Form schaffendes Material – wie Stein, Gips, Holz* [Leitner, 1986, 23].

Bill Fontana nennt seine Arbeiten, bei denen er aufgenommene ortsfremde Klänge z.T. in Echtzeit oder als fixed media Installationen an anderen Orten einfügt „*Sound sculptures*“. Er beschreibt die Wirkungsweise wie folgt:

*My sound sculptures use the human and/or natural environment as a living source of musical information. I am assuming that at any given moment there will be something meaningful to hear and that music, in the sense of coherent sound patterns, is a process that is going on constantly. My methodology has been to create networks of simultaneous listening points that relay real time acoustic data to a common listening zone [sculpture site]. Since 1976 I have called these works sound sculptures.*<sup>45</sup>

Fontana bezieht hier den Umgebungsraum als lebendigen Teil der Skulptur mit ein und definiert für die Abhörsituation ein Feld der Wahrnehmung.

Der bildende Künstler Michael Brewster verwendet den Ausdruck „Acoustic Sculpture“ seit den 70ern:

*My works have taken form of sculpture and drawing installations made by sound when restricted to confined space. [...] My use of sound as material [...] began with the realization that the sense of hearing was the most congruent mode for sculptural perception. Unlike vision, which is successive and frontal, or flat, hearing is most like sculpture also simultaneous and round [...]. I make Acoustical Sculptures by physically matching an architectonic volume with sound waves of a size and power that will boost the rooms cavity into resonance. The sculpture that results is a field of palpable sound volumes, of different sizes densities, and rates of excitement. [M. Brewster nach Gertich, 1999, 145]*

Hier gibt es trotz des eindeutigen Hintergrunds in der bildenden Kunst wiederum begriffliche Parallelen zum Text von Varèse, die sich vor allem auf die wahrnehmbare Materialität von Klang und die Intensität und Abgrenzbarkeit von Klängen im Raum beziehen. Im Gegensatz zu Varèse spielt aber der Umgebungsraum eine Rolle. Dieser wird als Teil der skulpturalen Arbeit verstanden.

---

<sup>45</sup> Artist Statement auf <http://www.resoundings.org/> (zuletzt eingesehen: 08/16)

Im Jahr 2003 veröffentlichte Bernhard Leitner [Leitner, 2003] eine CD mit dem schriftlichen Zusatz, dass diese nur mit Kopfhörern anzuhören sei. Er gab an, dass die CD *dreidimensionale Klangskulpturen* enthalte, die sich ausschließlich im Innenraum des Kopfes des Zuhörers formierten.

### 3.2. Einordnung des IKOs

In den überwiegenden Fällen geht man in der Literatur davon aus, dass Klangskulpturen einzelne Objekte bezeichnen, die dem Rezipienten ein fixiertes, dingliches Gegenüber anbieten, das auch betrachtet werden kann und somit als visuelles Kunstwerk konzipiert wurde. Wobei wir hier feststellen können, dass sich in der Praxis ein Paradigmenwechsel vollzogen hat. Während es zunächst um haptische Skulpturen ging, die auch Klang produzieren, und bei denen dieser Klang integraler Teil der Skulptur ist, hat sich in der Folge die Dinglichkeit völlig aufgelöst. Der Begriff der Skulptur wird dort später nur noch auf den ansonsten ephemeren Klang angewendet.

Fontana und Brewster verwenden den Begriff grundsätzlich so, dass er sich immer in ein Verhältnis zu seiner Umgebung positioniert, wie es sonst für gegenständliche Skulpturen typisch wäre. Hier geht das Grundverständnis von einer Ortsspezifität bzw. Ortsabhängigkeit aus. Zieht man die Situation mit dem Ikosaederlautsprecher zum einordnenden Vergleich heran, fällt auf, dass der Lautsprecher selber auf Grund seiner seltenen Bauweise ein visuell starkes Objekt und insofern im Kontext einer Aufführung in der Gesamtkomposition nicht zu ignorieren ist. In der Verwendung, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht wird, hat der IKO allerdings vor allem die Funktion eines Kompositionswerkzeugs und Konzertinstruments. Das Gerät selber wird nicht als Plastik verstanden, obschon es sich natürlich um eine sichtbare Installation handelt. Der Lautsprecher, so prominent er sein mag, ist aber eben nicht Produkt der künstlerischen Arbeit mit Raum und Klang. Vielmehr provoziert er die anschließende Frage der visuellen Bedeutungen, die ein Lautsprecher im Konzert haben kann:

## 4. Dramaturgie und Inszenierung skulpturaler Klangformungen

### 4.1. Visualität

Für die weitere Auseinandersetzung sollen zwei Begriffe von Chion eingeführt werden.

## Audio-Vision

*Bezeichnet den Typ von Wahrnehmung, der dem Kino oder Fernsehen eigen ist, bei dem das Bild im bewussten Fokus der Aufmerksamkeit ist, aber bei dem der Klang in jedem Moment eine Reihe von Effekten, von Sinneseindrücken [...] hinzufügt, ...die dem Bild zugeschrieben werden und aus ihm hervorzugehen scheinen. [...]* [Chion, 2010, 145]

Die Definition beschreibt zwar zunächst die Wahrnehmungssituation bei Fernsehen und Film, es ist aber genau die Situation, die auch im Konzertraum entstehen kann, und die der Komponist bei der Arbeit mit Lautsprechern und der Komposition skulpturaler Klangphänomene bedenken muss, damit die Augen nicht, wie häufig beim IKO, auf der Oberfläche des ungewöhnlichen 20-seitigen Objekts dauernd hin und her wandern. Es entsteht die Gefahr, dass durch die bewusste visuelle Fokussierung auf das statische Objekt die auditive Wahrnehmung für die Bewegungen und Formationsprozesse im Raumnachgeordnet wird. Komplexe Raum-Klangphänomene sind in der elektroakustischen Konzertsituation kaum wahrnehmbar, sobald das Hören durch starke visuelle Konzentration der Wahrnehmung dem Sehsinn untergeordnet wird.

## Der entsprechende Gegenbegriff – Visu-Audition

*Bezeichnet eine Art von Wahrnehmung, die sich bewusst auf das Auditive konzentrieren soll, aber bei dem das Hören durch einen bestimmten visuellen Kontext, der es beeinflusst und bestimmte Wahrnehmungen auf es projiziert, begleitet und verstärkt, sprich parasitär besetzt wird.[...]* [Chion, 2010, 150]

Visu-Audition ist bei der Art der Inszenierung des IKOs, aber auch den meisten anderen Lautsprecherkonzertsituation anzustreben. Der Komponist muss den visuellen Kontext (mit-)komponieren oder zumindest beim Komponieren imaginieren, um die Wahrnehmung auf die Raum-Klangphänomene lenken zu können. Je feiner die klangliche Emergenz, desto feiner muss die Möglichkeit der auditiven Konzentration hierauf sein können. Dies kann durch Lichtsetzung, aber auch Bühnenaufbau, Publikumsplatzierung und grundsätzliche Ortswahl für die Vorführung geschehen. Hierzu sollen zwei Beispiele für bewusste skulpturale Dramaturgie und Inszenierungen in der akustischen Kunst/Musik untersucht werden:

## 1. Gerhard Eckel: *Stele*<sup>46</sup>

Kinetische Klangskulptur. GMD, Sankt Augustin, 1998

*Die kinetische Klangskulptur "Stele" vereint plastische und klangliche Elemente in einem hybriden Objekt. Die statische visuelle Form der Skulptur und ihre dynamische akustische Erscheinung bilden dabei einen Kontrast, der die beiden Aspekte wechselseitig verstärkt. Die zu einer fragilen Säule geschichteten Lautsprecher dienen einerseits als Bausteine einer an minimalistischen Ansätzen orientierten (archi)tektonischen Skulptur, andererseits bilden sie in ihrer linearen Anordnung ein akustisches Prisma, das Klangprojektionen von besonderer Nuanciertheit erlaubt.* (Gerhard Eckel)



Abbildung 3: Installationsansicht *Stele* von Gerhard Eckel

Als *Stele* (altgr.  $\sigma \tau \acute{\eta} \lambda \eta$  stélē, Säule, Grabstein) wird seit der griechischen Antike primär ein hoher, freistehender Pfeiler bezeichnet. Der Titel verweist bereits auf die Thematisierung des visuellen Objekts. Aufgrund des von Gerhard Eckel geschriebenen Algorithmus<sup>47</sup> wird Klang so in den Raum projiziert, dass man entgegen der sichtbaren Fixierung der Säule den Höreindruck hat, dass sich eine Säule aus Klang vor und zurück neigt. Hier werden also in der künstlerischen Setzung zwei Säulen für die Sinne in ein Spannungsverhältnis gesetzt. Die Säule steht für sich allein, die Audio-Vision ist also ein starker Aspekt, ein Gestaltungsmittel im Rahmen der Komposition.

## 2. Marco Stroppa

*Totem Acoustique* in der Oper *Re Orso, légende musicale*, Uraufführung: 19. Mai 2012.

Die aus acht Lautsprechern zusammengesetzte Säule hängt mittig über dem Bühnenraum. Die Lautsprecher sind jeweils um 60° gedreht und formen so eine Spirale. Die Klänge können in alle Richtungen abgestrahlt werden und mit verschiedenen Bewegungsmustern sowohl um die Säule herum als auch

<sup>46</sup> <http://iem.at/~eckel/art/Stele/Stele.html>

an der Säule entlang von oben nach unten und in Sprüngen bewegt werden. Auch hier haben wir eine sichtbare technische Apparatur, die Klänge projiziert und wiedergibt. Der Lautsprecher hängt dort aber nicht als Ausstellungsstück, sondern ist Teil des umtriebigen Gesamtgeschehens zwischen den Sängern, die auf- und abtreten, Dirigent und Orchestereinsätzen. Die zentrale Hängung über dem

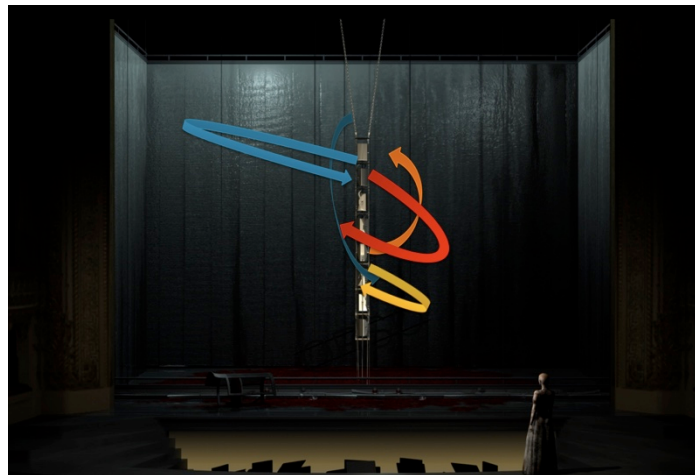


Abbildung 4: Grafische Bühnendarstellung: Totem Acoustique

Bühnenraum und Einbeziehung in die Szenographie verweisen wiederum darauf, dass die Visualität des Objekts bewusst als Teil einer Gesamtkomposition verstanden wurde, in der sie zwar spürbar ist, aber im Wahrnehmungsspektrum durch Einbettung konsumiert wird. Hier wird also der Aspekt der Visu-Audition im Rahmen der Komposition kontrolliert und im Werk eingesetzt. Insofern kommt diese Anordnung der Arbeit mit dem IKO, vor allem auch bei der Frage des Verhältnisses von Klang und Apparat, sehr nahe.

## 4.2. Die Inszenierung des IKOs

Der IKO selber ist als visuelles Objekt jedoch schwieriger: er erinnert an Design und Konstruktionen der 70er Jahre, verweist auf visuelle Clichés des Science Fiction Films und kann dadurch und aufgrund seiner ungewöhnlichen Bauweise die Hörperspektive auf die Klänge, die Einordnung der Musik durch das Publikum beeinflussen. Außerdem ist er als fünfter Platonischer Körper aus der Geometrie bekannt, und Rudolf von Laban hat diesen geometrischen Körper in seiner Raum-Harmonielehre des Tanzes als Grundform gewählt [Laban, 1991]. D.h. die Form ist außermusikalisch durch andere Verwendungen und Kontexte begrifflich aufgeladen. Diese Aufladung wird nicht verschwinden. Aber es ist eben die Aufgabe des Komponisten, mit diesem Konflikt, den wir in jedem Konzert mit auditiver Medientechnik haben, dem Spannungsverhältnis von Audio-Vision und Visu-Audition umzugehen, sofern er die Aufmerksamkeit verstärkt auf das klangliche Resultat ausrichten möchte. Der Vergleich mit den beiden vorgestellten Inszenierungen von Gerhard Eckel und

Marco Stroppa zeigt, dass vermeintlich ähnliche Apparat-Klangkonstellationen und ihre Dramatisierungen sehr unterschiedliche Hörhaltungen erzeugen und damit eben auch Wahrnehmung und Wahrnehmbarkeit der plastischen Raum-Klangphänomene formen. Je nach dem gesetzten Schwerpunkt auf der Skala zwischen Audio-Vision und Visu-Audition sind unterschiedliche Feinheiten in der Inszenierung des Lautsprechers und in der Dramaturgie des Gesamtablaufs herauszuarbeiten. Bei den im Verlauf der vorliegenden Arbeit beforschten Phänomenen wird das Skulpturale am Klang im akustischen Labor ausschließlich als hörbare Dreidimensionalität untersucht, wobei der IKO in allen Hörversuchen verwendet und nicht simuliert wurde. Der audiovisuelle Aspekt des IKOs wird in den Praxisstudien hinsichtlich der Inszenierung im Konzertbetrieb, für die seine Anwesenheit als Voraussetzung der Wahrnehmungssituation gelten muss, durchweg berücksichtigt.<sup>47</sup>

## 5. Taugliche Begriffe für die Beschreibung skulpturaler Raumbeziehungen

Trotz Verbreitung und gerade wegen der heterogenen Verwendung des Begriffs bleibt grundsätzlich die Tauglichkeit eines Skulpturenbegriffs in der elektronischen Raum-Klangkomposition zu prüfen.

Wie gezeigt, taucht der Begriff der Skulptur in den letzten 80 Jahren im Bereich der Musik und Klangkunst häufig auf. Er bezieht sich sowohl auf eine räumliche Formierung visueller und/oder auditiver Elemente, als auch die Tätigkeit, die Art des Umgangs mit Klang. Letzteres zeigt sich u.a. im Namen der vom IRCAM entwickelten und vertriebenen Software zur Bearbeitung und Veränderung von Klang: *AudioSculpt*.

*One of my early desires as a musician was to sculpt and organize directly the sound material...[Jean Claude Risset]<sup>48</sup>*

Ebenso problematisch jedoch, wie die starke, den Höreindruck überlagernde Anbindung an das Visuelle, die Audio-Vision als künstlerisches Produkt, ist die

---

<sup>47</sup> Vgl. Kapitel III. 2. Konzertpraxis als Forschungsprozess

<sup>48</sup> Jean Claude Risset Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, CNRS, Marseille, COMPUTER MUSIC: WHY? [http://liberalarts.utexas.edu/france-ut/\\_files/pdf/resources/risset\\_2.pdf](http://liberalarts.utexas.edu/france-ut/_files/pdf/resources/risset_2.pdf) [zuletzt eingesehen: 08/2016]

Verwendung des Skulpturenbegriffs per se. Denn dieser hat eine Transformation in der außermusikalischen Kunstgeschichte vollzogen, der eine Einordnung eines Objekts in der Bildenden Kunst – was Skulptur ist und was nicht – heute auch für Experten z.T. nur sehr schwer möglich macht. Die Definition des Skulpturenbegriffs hat sich seit den 50er Jahren radikal verändert, was Rosalind Krauss' für die Einordnung maßgeblicher Aufsatz *Sculpture in the Expanded Field* von 1979 eindrücklich aufzeigt [Krauss, 1979]:

*[...] But in doing all of this, the very term we had thought we were saving - sculpture - has begun to be somewhat obscured. We had thought to use a universal category to authenticate a group of particulars, but the category has now been forced to cover such a heterogeneity that it is, itself, in danger of collapsing. And so we stare at the pit in the earth and think we both do and don't know what sculpture is. [...] At this point modernist sculpture appeared as a kind of black hole in the space of consciousness, something whose positive content was increasingly difficult to define, something that was possible to locate only in terms of what it was not. [...] The expanded field is thus generated by problematizing the set of oppositions between which the modernist category sculpture is suspended."*

Aufgrund dieser nahezu unüberschaubaren Ausweitung des Begriffs scheint es fraglich, ob der Begriff der Skulptur als Feld in der Musik oder Klangkunst heute noch eine relevante Trennschärfe erzeugt, wenn er diese auf seinem Herkunftsterrain schon vor einer Weile eingebüßt hat. Zumal die Verwendung des Begriffs in der Musik und Klangkunst keine aufeinander aufbauende Geschichte einer Werkästhetik ableiten lässt.

## 5.1. Körper-Raumbeziehungen

Schaut man sich aber die traditionell herausgebildeten Modelle verschiedener historischer Körper-Raumbeziehungen in der Bildhauerei an, können diese der Orientierung im medial erzeugten Lautsprecherraum durchaus dienlich sein. Diese Relationen stellen die körperliche Masse dem Raum gegenüber. Beide existieren in einem Verhältnis wechselseitiger Bezüge. Beobachtet man vor diesem Hintergrund die Entwicklung der Skulptur in der Geschichte der Bildenden Kunst, stellt man fest, wie sich das Körpervolumen Schritt für Schritt dem Raum gegenüber öffnet, diesen zu erobern versucht und sich endlich fast in diesem auflöst. D.h. der Raum ist nicht nur Umraum und Hülle, sondern seit der Moderne auch ein aktiver Mitgestalter an der Skulptur [Krämer, 2011, 17].

Diese Körper-Raumbeziehungen werden zunächst in drei Gruppen unterteilt:

#### 5.1.1. Kernplastik/Körperplastik

Diese Kategorie wird meistens so beschrieben, dass sie sich monolithisch als Masse in der Wahrnehmung manifestiert. Insofern werden ihr die Attribute *geschlossen, raumverdrängend und raumabweisend* zugesprochen [Klant/Walch 2003, 12; Krämer 2011, 17; Rawson, 1997, 66]. Beispiel: Auguste Rodin, *Der Denker* [1880 - 82]<sup>49</sup>

Eine Unterkategorie ist die Kernplastik mit sich öffnendem Massevolumen, die sich [teilweise] in den Raum hineinwölbt. Diese wird als *raumgreifend oder raumweisend* bezeichnet: Beispiel: Auguste Rodin, *Johannes der Täufer* [1877 - 80]

#### 5.1.2. Raumplastik

Diese Kategorie wird so beschrieben, dass sie tendentiell eine räumliche Situation umstellt (*Space Cages*, Rawson 1997, 69) oder durch Verbindungen verschiedener Koordinaten erzeugt [Klant/Walch 2003, 12; Krämer 2011, 18]. Insofern wird ihr zuerst das Attribut *raumumfassend* zugesprochen. Beispiel: Naum Gabo, *Raumkonstruktion Nr. 2* [1959/60]

Als Unterkategorien werden vereinzelt noch das Raumzeichen mit dem Attribut *raumbindend*: Beispiel Sol LeWitt; *Open Cube* [1968] und als

Variation hiervon die Raumlineatur aufgeführt [Klant/Walch 2003, 12; Krämer 2011]. Beispiel: Alberto Giacometti, *L'Homme qui marche I* [1960]

#### 5.1.3. Kern-Schaleprinzip

Als Ableitung der beiden Prinzipien wird das Kern-Schaleprinzip aufgeführt, das mit dem Attribut *raumbildend* beschrieben wird. In der Kombination von Raumplastik und Kernplastik ergibt sich ein erlebbares Spannungsverhältnis zwischen diesen Raumpolen [Krämer 2011, 17]. Beispiel: Henry Moore, *Mutter mit Kind* [1977]

---

<sup>49</sup> Aus rechtlichen Gründen ist es leider nicht möglich, alle hier aufgeführten Skulpturen fotografisch abzubilden. Die Eingabe einer Werkbezeichnung in eine Internetsuchmaschine führt aber zu einer entsprechenden Abbildung.

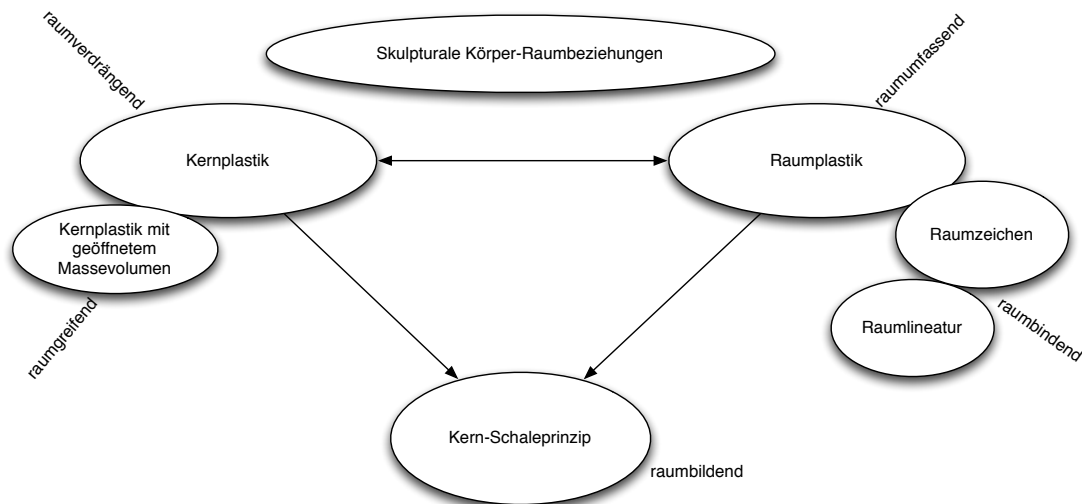


Abbildung 5: Übersicht der skulpturalen Körper-Raumbeziehungen: Die Kernplastik (KP) wirkt grundsätzlich raumverdrängend, kann aber auch mit einem geöffneten Massevolumen auftreten, dann wirkt sie raumgreifend. Die Raumplastik (RP) dagegen wird grundsätzlich als raumumfassend wahrgenommen, wobei sie als Unterkategorien die Raumlineatur und das Raumzeichen führt, die als raumbindend wahrgenommen werden. KP und RP stehen in der Aufmerksamkeit in einem Spannungsverhältnis, das bei gleichzeitigem Auftreten als Kern-Schaleprinzip mit dem Attribut raumbildend bezeichnet wird.

Verstände man die Attribute als Wirkungsweisen, könnten diese auf das Verhältnis verschiedener Klanganordnung und Klangmassen im Studio- oder Konzertraum angewendet werden. Insofern bestünde eine ableitbare Verbindung der Gestaltungsprinzipien, die eine Bezeichnung der mit Lautsprechern erzeugten plastischen Klangphänomene als skulptural oder gar Skulpturen nahelegen würde.

Was auch für eine solche Anwenung spricht, ist, dass sich in der neueren Literatur zu räumlichen Gestaltungsprinzipien in der akusmatischen Musik Spuren ähnlicher erfahrungsbasierter Beschreibungen finden: Nystrøm stellt für die Beschreibung von Räumlichkeit drei fast deckungsgleiche Kategorien auf [Nystrøm, 2013, 22ff].<sup>50</sup>

## 5.2. Das Skulpturale im Rahmen der Arbeit

Die Begriffe Skulptur und Klangskulptur fanden in der neueren Geschichte der Klangkomposition häufige z.T. sehr unterschiedliche Verwendungen. Sie sind deshalb nicht eindeutig in den Bereich der dreidimensionalen Klangprojektion mit Lautsprechern zu übertragen. Allerdings bieten sich überlieferte und begrifflich manifestierte Körper-Raumbeziehungen für die konzeptuelle Einordnung bestimmter elektroakustischer Raum-Klangphänomene an, sofern man diese durch Hörversuche als akustisch wahrnehmbar nachweisen kann. Der

<sup>50</sup> Vgl. die eingehende Auseinandersetzung mit diesen Kategorien, Kapitel IV. 3.4.

Klang projizierende IKO mag eine Klangskulptur im engeren Sinne und ein Skulptur im weiteren Sinne sein,<sup>51</sup> er ist aber nicht Hauptgegenstand der Untersuchung, sondern es ist das künstlerisch gesetzte (akustische) Feld<sup>52</sup> und die Phänomene darin, die er miterzeugt und deren Teil er ist.

Um eine bestehende Beschreibungsproblematik, die durch ein technisches Setup sowie mangelnde Visualisierbarkeit der Vorgänge und ungeklärte Wahrnehmungssituationen zustande kommt, nicht durch die Einführung eines anderen vagen Begriffs (Skulptur?) offen zu lassen, muss also im Rahmen der künstlerischen Forschung versucht werden, das *Skulpturale als Komposition* zu begreifen und im Labor sowie im Konzertbetrieb methodisch zu prüfen, um Verallgemeinerbarkeit extrahieren zu können. Insofern kann man sogar eine *expanded situation*, wie sie Seth Kim-Cohen in seiner Lesart von Krauss herausarbeitet, für die skulpturalen Phänomene in der Computermusik annehmen, sofern man die Faktoren, die ihre Entstehung bestimmen, und ihr Verhältnis untereinander besser versteht: *The expanded situation represents a new constitution and conduct of the sculptural object, which now must "perform" for, or interact with, the viewer and the environment—both components of the expanded situation* [Kim-Cohen, 2009, 44].

Um die skulpturalen Körper-Raumbeziehungen auf diese Situation anwenden zu können, müssten diese Raum-Klangformationen auch von anderen Personen als dem Komponisten wahrgenommen werden und sich unter bestimmten und näher zu bestimmenden Umständen reproduzieren lassen. D.h. im Rahmen der in der Folge zu komponierenden Raum-Klangminiaturen<sup>53</sup> müssten sich für den Komponisten diese Beschreibungen praktisch umsetzen lassen, und diese Raum-Klangphänomene müssten im Hörversuch nachweisbar sein. Außerdem müssten sie im Konzertbetrieb inszenierbar sein und sich ein Begriffsfeld für kompositorisch akzeptable Aufführungsgenauigkeit ableiten lassen.

## 6. Klang als Objekt

Eine weitere Spur plastischer Klangphänomene führt zu der Frage der Objekteigenschaften von Klang. Die Assoziation oder tatsächliche Verwendung von Klang als Teil von Klangskulptur oder gar als skulpturales Material lässt

---

<sup>51</sup> Ebenso könnte man dies von einem Lautsprecherkreis oder einer Lautsprecherkuppel behaupten.

<sup>52</sup> Vgl. hierzu Towards a Shared Perceptual Space (SPS), Kapitel I. 1.3.

<sup>53</sup> Vgl. hierzu Index der Miniaturen, Kapitel IV. 1.1.

sich historisch auf eine weitere Entwicklung zurückführen, die vor allem auf die Komposition von Wahrnehmung zielt. Hierfür muss man noch einmal zurück zu Pierre Schaeffer und seine Arbeit vor diesem Hintergrund lesen: Parallel zu den oben beschriebenen Veränderungen in der Bildenden Kunst experimentierten im Paris der frühen 1950er Jahre der Rundfunkingenieur Pierre Schaeffer und der Komponist Pierre Henry mit Alltagsgeräuschen, die zunächst auf Schallplatte und später auf Tonband aufgenommen wurden. Mit diesem „konkreten“ Klangmaterial gestalteten sie neuartige Klangcollagen.

Mit der technischen Möglichkeit der Klangspeicherung und -manipulation auf Tonband entwickelte sich eine völlig neue Arbeitsmethode, die den bislang geltenden instrumental orientierten Kompositionsprozess radikal veränderte: Anstelle der jahrhundertlang praktizierten Arbeitsteilung – Ausarbeitung einer Partitur und deren Interpretation mit Instrumenten – fallen nun Komposition und Interpretation zusammen. Komponist und Interpret verschmelzen in Personalunion miteinander, wie dies Henry und Schaeffer programmatisch in ihrer *Symphonie pour un homme seul* (1951) demonstrierten. Auch hier gibt es eine Parallele zum Atelier und der Arbeitspraxis des bildenden Künstlers, der sein Material mit den Händen auswählt, zerlegt, bearbeitet, formt und zusammenfügt. Der traditionelle Kompositionsvorgang, bei dem sich das anfängliche Abstraktum einer künstlerischen Idee über viele Zwischenschritte schlussendlich zur Partitur konkretisiert, erscheint hier genau umgekehrt: Ein konkretes Klangobjekt wurde durch Manipulation seiner materialimmanenten Eigenschaften soweit zu einer abstrakten Struktur verändert, bis zuletzt die ursprüngliche Herkunft des Klanges nicht mehr erkennbar war.

Dieser medienspezifische kompositorische Ansatz wurde von Pierre Schaeffer in seinem 1966 erschienenen Buch *Traité des objets musicaux* detailliert theoretisch ausgeführt. Schaeffer hat mit seinem theoretischen Hauptwerk zum ersten Mal ein sprachliches System entworfen, das es ermöglicht, die neuen Klänge der elektroakustischen Musik zu erfassen und zu kommunizieren. Potentielles Ausgangsmaterial ist das mittels Mikrofon aufgenommene und auf Tonband gespeicherte Klangobjekt. Das *Objet Sonore* [Chion, 2010, 147] unterscheidet sich vom reinen und abstrakten Klangereignis. Mithilfe einer von Schaeffer entwickelten Analysemethode wird dieses Klangobjekt typologisch klassifiziert, wobei seine Eigenschaften durch eine systematische Höranalyse des Komponisten bestimmt werden. Erforderlich dafür ist das von Schaeffer proklamierte „reduzierte Hören“ (*écoute réduit*).

*Ein Begriff, der von Husserls Begriff der phänomenologischen Reduktion inspiriert ist und der die Entscheidung für das Hören bezeichnet, das damit verbunden ist, beliebige Klangphänomene zu beobachten und zu beschreiben, und zwar um ihrer selbst willen, in ihren sinnlich spürbaren Eigenschaften der Masse, der Körnung, der Dauer, des Materials, des Volumens etc. [...] [Chion, 2010, 149]*

Klang wird also ungeachtet seiner realen Herkunft als rein phänomenologisches Objekt begriffen. Die Aufmerksamkeit wird dabei auf die Eigenschaften des Klangs gelenkt, nicht aber auf seine Ursache. Dieser Ansatz versucht, den betrachteten Gegenstand losgelöst von seinem Bedeutungskontext als Ding-an-sich zu erfassen und seine innere Struktur als Feld von Möglichkeiten zu erfahren, die kompositorisch herausgearbeitet werden können.

## 6.1. Formung des Hörens, der „Höreindruck“

Diese Art der Komposition will in direkter Weise auf das Hören einwirken, indem es dasselbe nicht nur leitet, sondern formt. Hierzu schreibt Elena Ungeheuer:

*Was Pierre Schaeffer in seiner Musique concrète vorschwebte, verdient ein Oxymoron als Titel: Mediale Unmittelbarkeit. Denn es sind genau die Formungsbedingungen der Schallplatte oder des Tonbands als Abspielgerät einer auf Tonträger gespeicherten Musik, die eine neue Art des Hörens, das unmittelbar zum Wesen des Musikalischen vordringt, erlauben sollen. [...] Die Loops, entweder mithilfe der geschlossenen Rille oder einer Tonbandschleife realisiert, dienen weiter dazu, die mit Mikrophon aufgenommenen Klänge in der Wiederholung ihrer Einbindung in situative Gegebenheiten zu entkleiden, so dass sie schließlich nicht mehr semantisch auf den Kontext verweisend, sondern – als Ergebnis eines Hörprozesses – in ihrer reinen Klanglichkeit wahrgenommen werden. Auch die Schnitttechnik, die Art, Klänge nach klanglichen Gesichtspunkten aneinander zu montieren, formt das Hören der Klänge. [Ungeheuer, 2010, 23]*

Klang wird also in der Geschichte der Musik zu einem Objekt in doppelter Hinsicht: Zum einen wird er als Stück Tonband konkret „begreifbar“, handhabbares Material, ein visuelles Objekt, das sich von Hand formen lässt und als „eingefrorene Zeit“ zur Verfügung steht. Darüberhinaus wird das Klangobjekt als parametrisierbare Struktur aufgefasst, zusammengesetzt aus Eigenschaften wie Materie, Form, Körnigkeit und Bewegung, welche als Variablen technisch vom Komponisten verändert werden können. *Um eine Chance zu haben, dieses **Irgendetwas**<sup>54</sup> zu schaffen oder einzufangen und ihm einen Sinn zu geben, wird es niemals ein anderes Mittel als die Klangfixierung geben, die aus*

---

<sup>54</sup> Hervorhebungen vom Verfasser.

*den Klängen nicht die zufällige Inkarnation einer Intention macht, sondern **wirkliche Objekte**[...].*[Chion, 2010, 23]

Allerdings ist die Idee des Klangobjekts und nicht zuletzt dessen Voraussetzung, das reduzierte Hören, kritisiert worden. Denn letzteres muss eingeübt werden und ist dem Publikum in den meisten Fällen nicht eigen: *Schaeffer's reduced listening theory is more concerned with the aurality of sounds than their source. This is, in fact, for many listeners not an easy thing to achieve.* [Landy, 2007, 73]

Die Striktheit, mit der Schaeffer das reduzierte Hören als Bedingung für die Erfahrbarkeit seiner Musik verknüpft, scheint heute seltsam, da sie zu einer verschulden Einschränkung des Publikums führt, bevor ein Stück überhaupt erst wahrgenommen werden kann. Ziel im Rahmen einer akusmatischen Klang-Komposition müsste es vielmehr sein, das Publikum durch künstlerische Setzungen in eine nahezu assoziationsfreie und raumforschende Hörhaltung zu versetzen, die es ihm dann ermöglicht, die komponierten Klangphänomene wahrzunehmen.

*[...] it would be absurd to think that one could expect listeners to adopt a particular listening mode prior to hearing a work, not allowing them to form a relationship of their own with the music. It is of course a voluntary listening behaviour that comes naturally only if the music actively lures listeners in that direction.* [Nystrøm, 2013, 31]

## 6.2. Das Klangobjekt im Rahmen der Arbeit

Wichtig für die Einordnung im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist, dass die Terminologie des Klangobjekts als Struktur in der elektroakustischen Raum-Klangkomposition als zunächst unabhängig von seiner Herkunft beobachteter Klang übernommen wird, aber spatial gedacht und befragt wird. Insofern gehe ich hier auch an keiner Stelle auf Produktionsverfahren verschiedener Klangmaterialien ein. Auch wird kein Bezug auf die in der Skulpturenlehre verwendete Terminologie des Objekts z.B. als *Readymade* genommen.

Schaeffer selber hatte allerdings nach Jahren des Experimentierens in den 50er Jahren die Idee eines dreidimensionalen Klangobjekts oder gar einer *Spatial Music* in *Traité des Objets Musicaux* verworfen.

*Es gibt keine Mehrspurgeräte, die nicht einen Keim der Verräumlichung in sich trügen. Neue Freiheitsgrade treten aber durch die Verfügbarkeit von Lautsprechern auf den Plan, deren Verschaltung oder Verteilung im Wiedergaberaum Bewegungen von einem Lautsprecher zum anderen ermöglichen [Kinematik der Schallprojektion]. Diese Verräumlichung wird oft mit einem unerfindlichen Mythos einer "räumlichen Musik" durcheinandergebracht. (Schaeffer, 1966, 409) (Übersetzung d.V.)<sup>55</sup>*

Er geht sogar einen entscheidenden Schritt weiter und kommt zu dem Ergebnis, dass *die Verortung des Klangobjekts kaum eine Rolle spielt, die Diffusion über mehrere Lautsprecher aber die Wahrnehmbarkeit der Klangobjekte verbessern und verfeinern könne.*<sup>56</sup> Diese Auffassung widerspricht, wie gezeigt, der Erfahrung vieler Komponisten bis heute, ist aber für die Einordnung umso wichtiger, weil Schaeffer offensichtlich an eine Grenze gekommen war, mit deren Überschreitung wir heute anscheinend immer noch befasst sind: *The issue of whether diffusion is a legitimate continuation of the compositional process or merely a random throwing-around of sound which destroys the composer's intentions continues to be a matter of great debate* [Harrison, 1999a].

Für eine Bestimmung der Voraussetzungen eines dreidimensionalen Klangobjekts muss geklärt werden, wie dieses beschaffen sein muss und kann, damit es als kompositorisches Material und im Rahmen einer kompositorischen Technik Verwendung finden kann. Hierbei können nicht alleine die Wahrnehmung des Komponisten und die Annahme eines „reduzierten Hörens“ als Eintrittsvoraussetzung für die Erfahrbarkeit der Komposition ausschlaggebend sein.

Es ist also Desiderat, Raum so zu komponieren, dass im Laufe der Komposition das Publikum für die räumlichen Vorgänge sensibilisiert wird. Dieser Ansatz entspräche in etwa der Wiederholung des Themas bei der klassischen Sonate. Ist das Thema eingeprägt, können die motivischen Abspaltungen in der Durchführung besser nachvollzogen werden. Hierfür muss in wahrnehmungsorientierten Untersuchungen geklärt werden, was im Zusammenhang als „räumliches Klangobjekt“ wahrgenommen wird. Nur dann kann tatsächlich von der Formung eines Höreindrucks im Sinne einer direkten Einwirkung auf das Hören die Rede sein.

---

<sup>55</sup> [...] *il n'y a pas de lecture multipiste sans l'amorce d'une spatialisation. Mais de nouveaux degrés de liberté apparaissent dans la disposition des haut-parleurs, leur couplage ou leur dispersion dans l'espace sonore de restitution, les mouvements eventuels des sons de l'un à l'autre des hautparleurs [cinématique spatiale de projection sonore]. Cette spatialisation, souvent confondue avec on ne sait quel mythe de 'musique spatiale'* [Schaeffer, 1966, 409].

<sup>56</sup> Übersetzung nach [Malham, 2003, 18].

## 7. Kompositorisches Material

### 7.1. Ton, Klang, Geräusch

*But after all what is music but organized noises?*

*And a composer, like all artists, is an organizer of disparate elements.*

[Varèse, 1966]

Auch heute noch wird die Partitur von vielen als der „wahre Ort“ der musikalischen Arbeit und des Werks angesehen. Die Fähigkeit, Musik in einem Notensystem zu lesen und zu schreiben, wird nach wie vor als unverzichtbare Voraussetzung des Komponierens angesehen [vgl. Delalande, 2007]. Die Spurensuche und die Einordnung der vorliegenden Arbeit muss sich aber zwangsläufig an einem anderen musikalischen Feld orientieren, da es bei der elektroakustischen Raum-Klangkomposition mit Lautsprechern eben nicht weiterhilft, wenn man sie in einem Notensystem aufschreiben wollte. Leigh Landy hat, um eine Abgrenzung zur traditionellen, notenbasierten Musik vorzunehmen, die Einführung des Ausdrucks der sog. *Sound-based music* [...] *the art form in which the sound and not the musical note is the basic unit* [...] [Landy, 2007, 17] vorgeschlagen. Die Arbeit kreist genau um diese andere Grundeinheit.

Klang wird umgangssprachlich häufig mit Musik oder „wohlklingenden“ akustischen Ereignissen in Verbindung gebracht. Die Soundstudies als Masterstudiengang an der UdK Berlin bieten in ihrem Beitrag in den *Positionen* nicht weniger als *fünf* Bedeutungen von Klang an: Als Quelle, als Objekt, als Signifikant, als Rest, als Affekt [Papenburg, Schulze, 2011, 10]. In der physikalischen Akustik ist folgende Beschreibung geläufig: *Als Klang wird ein periodischer Schalldruckverlauf mit der Periodendauer  $T$  bezeichnet, dessen Frequenzen (Harmonische) in einem ganzzahligen Verhältnis zur Grundfrequenz  $f_{(1)}$  stehen* [Maute, 2006]. Und dort findet man auch eine mögliche Abgrenzung zum Geräusch: *Ein Klang ist ein streng periodischer Vorgang beliebiger Form. Ein nichtperiodischer Vorgang ergibt ein kontinuierliches Frequenzspektrum und heißt Geräusch* [Gerthsen/Meschede, 2010].

Auch in der Musiktheorie des 19. Jahrhunderts wurde *Klang* mehrdeutig verwendet. Einerseits prägte Helmholtz die Bedeutung des Begriffs als Synonym für einen [periodisch schwingenden] komplexen Ton (im Gegensatz zum aperiodisch schwingenden Geräusch und dem [*reinen*] Ton = Sinuston, andererseits wurde in der Theorie der Harmonik, insbesondere von Hugo Riemann [Riemann, 1919], von *Klang* als abstrakter harmonischer Referenzeinheit ge-

sprochen (Oberklang, Unterklang, Parallelklang, Leittonwechselklang etc.), die man sich in der Regel in Form eines Akkords vorstellte. Gleichgültig, ob man bereits einen aus zwei oder mehr Sinustönen bestehenden komplexen Ton in der Tradition Helmholtz' als Klang bezeichnet oder erst einen Zustand, der aus mehreren solchen komplexen Tönen gebildet wird, so kann man davon ausgehen, dass jedes Klangereignis induktiv oder deduktiv bestimmt sein kann: Es kann sich aus Einzelkomponenten zusammensetzen, in elektronischer Musik durch additive Synthese, oder im gegenteiligen Verfahren aus einem Klanggemisch herausgeschnitten sein, in elektronischer Musik mittels Filtern aus weißem Rauschen oder einem anderen Klanggemisch. Eine Konsequenz aus der Erschließung aller nur denkbaren Schattierungen zwischen Tonhöhen- und Geräuschstrukturen in der Musik nach 1945 ist, dass die ein Klangereignis konstituierenden Klänge nicht mehr wie bei Helmholtz auf harmonische Teiltonstrukturen begrenzt bleiben können, sondern vielmehr alle Zwischenstufen umfassen müssen, zwischen eindeutig bestimmbareren Tonhöhen und einem Rauschen, Knacken oder Pochen, durch das keinerlei Tonhöhenempfindung mehr hervorgerufen wird. Eine kategoriale Trennung zwischen Klang und Geräusch hat vor dem Hintergrund der kompositionsgeschichtlichen Entwicklung der letzten 60 Jahre ihre Trennschärfe und somit ihren analytischen Nutzen verloren.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird entsprechend keine Trennung der Begriffe Ton, Klang, Geräusch vorgenommen. Der Begriff Klang wird als Überbegriff unabhängig von seiner Erzeugung und Herkunft sowie seiner Schwingungseigenschaften verwendet und muss im Einzelfall im Kontext für eine Einordnung und im Rahmen der Untersuchungen beschrieben werden. Wichtig für diese Arbeit ist weiter, dass man im Forschungsprozess nachvollzieht, was die Beteiligten (Komponisten, Wissenschaftler, Probanden) am Wahrnehmungsprozess der musikalischen Arbeiten jeweils unter einem Klang verstehen, wenn man sie zu „plastischen Klangphänomenen“ befragt. Hierfür muss der Begriff aber ein maximal offener sein, um keine Ergebnisse vorwegzunehmen.

Entgegen der allgemeinen Annahme, in der Bildenden Kunst sei die Skulptur ein weitgehend statisches Objekt, das sich in einem eingefrorenen Zustand befände, weist diese, durch die multiplen Perspektiven der räumlichen Betrachtungsmöglichkeiten, mindestens eine zeitliche Struktur auf. Sie hat Konturen, die sukzessiv erlebbar sind.<sup>57</sup> In der akustischen Kunst als zeitbasierten

---

<sup>57</sup> vgl. zum Begriff der Kontur, Kapitel IV. 4.1.3.

Kunst muss das Skulpturale grundsätzlich über die Zeit und mehrere Zustände eingeführt werden. Es geht hier mithin um eine Sensibilisierung für eine Klang-Raum-Form in der Zeit oder in mehreren parallelen Zeiten.<sup>58</sup> Begünstigend für das Auftreten des plastischen Höreindrucks im Sinne der vorliegenden Arbeit ist, dass es möglichst wenig visuelle Anhaltspunkte gibt, die auf die Herkunft der Erzeugung der Klänge verweisen könnten, noch Klänge verwendet werden, die eindeutig auf eine außermusikalische Herkunft verweisen. Nur durch die absichtliche Verweigerung dieser Hinweise kann es im Hier und Jetzt zu spatialen Ausformungen in der akusmatischen Umgebung kommen, wie sie von Komponisten immer wieder erwähnt und von Publikum und Probanden beschrieben werden. Zusammenfassend muss hier eine synergetische Frage gestellt werden: Was macht Klang zu plastischem Material im Kompositionsprozess?

Wieder ausgehend von den eigenen praktischen Erfahrungen der letzten Jahre, ließ sich zunächst feststellen, dass es sich

*häufig um repetitive Klangstrukturen handelt, die durch Überlagerungen oder Bewegungen im Lautsprecherraum als plastisch erlebt werden können. Diese konnten zyklische oder selbstähnliche interne Strukturen aufweisen und haben insofern die Eigenschaft, als Fäden oder Verkettungen, zusammenhängende Folgen von Klangelementen aufzutreten, so dass die Wahrnehmung nach einer kurzen Zeit eine Art Sättigung erfährt, die sich dann auf eine übergeordnete oder zusammengesetzte Form verlässt und das Klangereignis als Wolke, Ablagerung oder Schliere im Raum auffasst.*

[Auszug aus den Labornotizen, Gerriet K. Sharma, 2015]

## 7.2. Klang als Textur

Diese grobe Selbstbeschreibung verweist auf die Verwendung von Klangtexturen, wie sie u.a. von Smalley beschrieben [1997] und von Grill [2012] und Nystrøm [2013] in den letzten Jahren untersucht wurden. In Smalleys hörerzentrierten Begriffswelt der Spectromorphology stellt *texture* eine grundlegende Formungsbedingung für musikalische Strukturen dar. Grill definiert fünf Bedingungen für texturale Klangstrukturen, basierend auf den Studien von Saint-Arnaud [Arnaud, 1995], so wie diese auch in den Artikeln Strobl [Strobl et al., 2006] und Schwarz [Schwarz, 2011] Erwähnung finden. Demzufolge werden -

---

<sup>58</sup> vgl. zu den drei Zeitebenen in der skulpturalen Klangkomposition Kapitel IV. 4.3.

1. Klangtexturen aus basalen Klangelementen oder Atomen geformt.
2. Diese Atome treten auf in Zusammenhang mit einem übergeordneten Muster das periodisch, zufällig oder beides sein kann.
3. Das übergeordnete Muster muss über einen gewissen Zeitraum das gleiche bleiben.
4. Das übergeordnete Muster muss sich in einer kurzen Aufmerksamkeitszeit komplett darstellen.
5. Die übergeordnete Zufälligkeit wird solange als texturales Formungsprinzip akzeptiert, wie es ausreichende Ereignisse innerhalb der Aufmerksamkeitsspanne gibt, die genug Beispiele für die Eigenschaften der Zufälligkeit anbieten.

Diesen Bedingungen entsprechend wurden die Klangtexturen für die Miniaturen, Etüden und Hörversuche konstruiert und komponiert.

### 7.3. Klang als räumliche Textur

Diese Texturen können dann zu räumlichen Texturen komponiert werden. Der Begriff der *spatial texture* taucht in Smalleys Aufsatz „The Listening Imagination“ wohl das erste Mal auf: *[...] spatial texture has a role in the mediation of spectral texture, and ‘concerns the topological content of the real/imagined space – its size, the relationships of the dimensions of sounds to their localisation, the density of distribution of sounds, the connectedness of the sounds in space [spatial continuity/contiguity], and actual spatial movement* [Smalley, 1996, 92-3].

Diese räumlichen Texturen entstehen in einer Verbindung von perspektivischem Feld [Smalley, 2007, 48] und spektralem Raum. Während das perspektivische Feld immer von einer Hörerposition aus verstanden werden muss, ist der spektrale Raum von den Frequenzen der Audiosignale bzw. ihren Überlagerungen in den jeweiligen Texturen abhängig. Man kann hier auch von spektraler Vertikalität sprechen [Nyström, 2013, 20]. Der Wahrnehmungszusammenhang zwischen Frequenz und vertikaler Höhe wurde experimentell nachgewiesen und geht somit über die häufig behauptete metaphorische Verlinkung kultureller Konditionierung hinaus. Die im Frequenzspektrum wahrgenommene Vertikalität wurde bereits um 1930 von C. C. Pratt beforscht und ist seit dem als „Pratt’s Effect“ bekannt. Pratt ließ Probanden die Höhe einer verdeckten Quelle, die Sinustöne abspielte, schätzen und fand eine direkte

Verbindung zwischen Tonhöhe und Vertikalität [Pratt, 1930]. Roffler und Butler [Roffler/Butler, 1968] bestätigten das Verhältnis in weiteren Studien und fanden darüber hinaus, dass dieses auch bei von Geburt an Blinden festzustellen war, was darauf hinweist, dass es sich nicht ausschließlich um eine visuelle Verhältnismäßigkeit handelt. Zudem konnten sie diese Verhältnisbildung auch bei Kleinkindern nachweisen, denen die konzeptionelle und sprachliche Assoziation von hoch und tief zur Frequenz unbekannt war. „Pratt’s Effect“ wurde auch in *un-pitched noisebands* [Cabrera/Tilley, 2003; Susnik et al., 2005] und komplexen harmonischen Klängen [Cabrera/Morimoto, 2007] überprüft.<sup>59</sup>

Auch in diesem Zusammenhang interessant ist, dass Roffler und Butler [Roffler/Butler, 1968] herausfanden, dass für jede vertikale Ortung Frequenzen über 7 kHz in einem Klang vorhanden sein müssen. Forschungsergebnisse legen also nahe, dass Frequenz einen weitaus deutlicheren Einfluss auf die wahrgenommene vertikale Orientierung hat als die physische Positionierung von Klangquellen [grundlegend und umfassend: Blauert, 1997]. Die Höhe [Elevation] der wahrgenommenen Klangquelle und damit häufig verbunden, der Raum-Klangausdehnung als Gegenstück zu einer Ausweitung des Klanghorizonts in der Horizontalen, ist also nicht zwingend von der physisch vorhandenen oder physikalisch erzeugten Klangquelle abhängig. Das Richtungshören über Kopf ist im Vergleich zu vorn-hinten und seitlich sehr ungenau [vgl. Kendall, 2010b, 231]. Richtungshören unterhalb des Körpers ist noch weniger präzise [ibid.]. Im Labor nachgewiesen ist, dass die akustischen Hörwahrnehmungen für Höhe, die von der Ohrmuschel beeinflusst werden, durch die spektralen Charakteristiken der Klangquellen gestört und überlagert werden können [Bloom, 1977; Roffler/Butler, 1968; Blauert, 1997; Susnik et al., 2005].

Generell lässt sich somit sagen, dass hochfrequente Klänge räumlich eleviert, weiter oben, wahrgenommen werden als tieffrequente. So lässt sich feststellen, dass sowohl Lautsprecher, die über Kopf angebracht sind, als auch durch Projektion erhöht verortete Spiegelquellen sich nur selten durch das Gehör auch dort verorten lassen. Vertikales Panning funktioniert meist nur mit sehr breitbandigen Signalen oder perkussiven Reihungen von transienten „Klicks“, sofern wenige bis gar keine Lautsprecher auf tiefergelegenen Lautsprecher-ebenen Klang erzeugen<sup>60</sup>. Erfahrungsberichte aus dem Sonic Lab in Belfast belegen, dass zum einen nur tieffrequente, schmalbandige Quellen und Quel-

---

<sup>59</sup> Ein zusammenfassender Überblick aller Studien zum Thema findet sich bei: [Cabrera et al., 2005].

<sup>60</sup> Vgl. hierzu auch in Bezug auf den IKO: Miniaturen 49 - 52

len mit scharfen Einsatz[Attack]-Transienten unterhalb des Bodens lokalisiert werden, zum anderen Quellen über die Deckenlautsprecher nur dann lokalisiert werden konnten, wenn diese hohe Frequenzen oder eben scharf transiente Klänge abspielen [Kendall, 2010, 236].

Hieraus folgt weiter, und das ist für das Komponieren in Lautsprecherumgebungen grundlegend wichtig, dass spektrale Vertikalität, im Gegensatz zur Wahrnehmung im perspektivischen Feld, nicht direkt von der Position des Hörers abhängig ist, denn das Verhältnis von hoch und tief und umgekehrt bleibt unabhängig von der Raumposition und der Hörrichtung des Hörers das gleiche. Perspektivisches Feld und spektraler Raum in Bezug auf die Senkrechte bilden die Formungsbedingungen für dreidimensionale Klangtexturen. In der Raumklang-Komposition ist es dieser Moment, an dem sich Räumlichkeit und Zeit verbinden, in dem Zeit eine räumliche Funktion einnimmt und durch Ablagerungen in der Wahrnehmung raumplastische Strukturen im Klang aufbauen.

*Spectromorphologies which not only have spectral contours, but also extend in perspectival space, become more like three-dimensional visual forms, with width, height, and depth. In addition to the temporal shaping of spectra, spatial textures acquire a purely spatial, non-temporal, approximation of shape.[...] textures have spectral and perspectival contours, sizes, and scales, which are not necessarily directly tied to temporally-evolving aspects of sound, such as motion and growth.*

[Nyström, 2013, 30]

#### 7. 4. Ergebnis: Ausgangsmaterial für die skulpturale Klangkomposition

Klangobjekte in Form von Klangtexturen sind das Ausgangsmaterial für die Komposition von skulpturalen Klangphänomenen im Rahmen dieser Arbeit. Die Verräumlichung dieser Texturen geschieht durch kompositorische Verbindung der Aspekte des perspektivischen Felds und der spektralen Vertikalität. Dabei gilt es positionsabhängige und -unabhängige Faktoren des Materials bei der Produktion konzeptuell zu berücksichtigen. Wie die aufgeführten Forschungen zeigen, lässt sich eine künstlerische Idee nur schwer gegen die tatsächliche Wahrnehmungskapazität des Hörers durchsetzen. Diese räumlichen Klangtexturen stehen dann dem Komponisten für die Komposition skulpturaler Anordnungen zur Verfügung, sofern die aufführungstechnischen Bedingungen für ihre Wahrnehmbarkeit stabil konzipiert und inszeniert werden.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> Vgl. hierzu Kapitel III.2.

## 7. Raum

*Der Raum ist existentiell,*

*die Existenz ist räumlich*

[Merleau-Ponty, 1966 (1945)]

*Klänge werden nicht nur als Eigenschaften einer Schallquelle und damit als Indikatoren für deren Ortung wahrgenommen, sondern sie können sich quasi zu Objekten verselbständigen mit regelrecht körperlichen Eigenschaften. Es entsteht ein Hör-raum, dessen Dimensionen in einem verwirrenden Verhältnis zum Realraum stehen.* [de la Motte-Haber, 1991]

*Taking possession of space is the first gesture of living things, of men, and of animals. The first proof of existence is the act of occupying space.* [Le Corbusier, 1946]

### 8.1. Spuren in der (computer-)musikalischen Verwendung

Raum ist ein weiterer Begriff, der für die kompositorische Arbeit mit skulpturalen Klangphänomenen eine zentrale Rolle spielt. Auch hier beginnt der Forschungsprozess mit einer Spurensuche. Einhergehend mit den Einführungen der Mehrkanaltechnik und den ersten Aufführungen mit komplexen Lautsprecheranordnungen, wie z.B. bei der Weltausstellung 1958, wurde das Thema in der Komposition verstärkt thematisiert.

*[...]Der Komponist versucht im Rahmen der analogen Tonbandkomposition [...] die Richtung und die Bewegung der Töne im Raum zu gestalten und als eine neue Dimension für das musikalische Erlebnis zu erschließen. [...] Wir bemerken mehr und mehr, dass sich alle musikalischen Vorstellungen in zunehmenden Maße verräumlichen.* [Stockhausen, 1958, 153]

Der Begriff Raum wird in der Computermusik von je her nicht übereinstimmend verwendet. [...] *the notion of "space" has become the paradigm of electroacoustic music. However, the terminological framework of electroacoustic "spaces" is not clearly defined* [Harley, 1994].

Übereinstimmung gibt es vor allem darüber, dass Raum in der akusmatischen Musik eine zentrale Rolle spielt. *Acousmatic music is the only sonic medium*

*that concentrates on space and spatial experience as aesthetically central.*  
[Smalley, 2007, 35]

Chion unterscheidet zwischen *internal space*, der in der Komposition angelegt ist, und *external space*, der während der Aufführung entsteht [Chion, 1988]. Risset beschreibt die Zerbrechlichkeit eines *illusory space*, der vom Komponisten hergestellt wird, und den *real space* der Aufführung, in dem der *illusory space* vorgestellt wird [Risset, 1998]. Smalley zählt über 20 verschiedene Räume in der elektroakustischen Musik auf, z.B. the composed space, the listening space, the superimposed space [Smalley, 2007, 35ff]. Emmerson spricht von *nested spaces* [Emmerson, 1989] und *space frames* [Emmerson, 2015], Roads unterscheidet zwischen *virtual* und *real spaces* [Roads, 2015, 261].

In dem Standardwerk *Was ist elektronische Musik?* von Werner Kaegi wird die Spatialisierung mittels mehrkanaliger Lautsprecheranordnungen zwar erläutert als *räumliche Anordnung von Schallquellen*, Raum selber wird aber nicht thematisiert [Kaegi, 1967, 23].

Martin Suppers Buch *Elektroakustische Musik & Computermusik* [Supper, 1998, 121] von 1998 behandelt Raum im letzten Kapitel. Interessant ist hier das Zitat von Rudolf Carnap, das der Autor diesem Kapitel „Musik und Raum“ voranstellt: *In meiner Dissertation „der Raum“ (1921) versuchte ich zu zeigen, dass die einander widersprechenden Theorien über das Wesen des Raumes, die von Mathematikern, Philosophen und Physikern vertreten wurden, daher rührten, dass die Autoren über völlig verschiedene Dinge sprachen, dabei aber denselben Terminus Raum verwendeten.*<sup>62</sup> In der Fußnote hierzu macht Supper klar, dass er sich in seinen Erläuterungen vor allem auf den architektonischen Raum konzentriert. Diese Reduktion lässt durchblicken, dass es diverse Verwendungen des Begriffs Raum gibt, deren Berücksichtigung aber wohl den Rahmen des Kapitels Raum sprengen würde. Die folgenden Unterkapitel in Suppers Buch lauten dann jeweils: *Raum als Instrument*, *Virtueller und simulierter Raum* und *Bewegung des Klanges im Raum*.

In der Musikwissenschaft wird Raum historisch vor allem auf Tonhöhenverhältnisse zurückgeführt. Gunnar Hinrichs spricht vom musikalischen Raum als *Ordnung des Beisammenseins musikalischer Klänge, die als deren simultanes Beziehungsgeflecht die Identität des Einzelnen der Musik ermöglicht und räumliche Vergleichungsgrößen erzeugt. Daraus ergibt sich zum einen, dass*

---

<sup>62</sup> Rudolf Carnap, *Mein Weg in die Philosophie*, Stuttgart: Reclam, 1993, S. 18 f, zitiert in Supper 1998.

*Musik nicht nur im Raum erklingt, sondern auch eine eigene Art von Raum in sich gestaltet* [Hindrichs, 2014, 161]. In dem 2005 erschienenen Buch *Musik und Raum* beschreibt Karen Gloy den Raum als Grundphänomen, das sich aus einer Überlagerung von diversen Raumtypen zusammensetzt. Sie beschreibt den *gestimmten Raum*, den *Aktionsraum*, den *Wahrnehmungsraum*, den *mathematischen Raum* und den *metaphorischen Raum* als mögliche Grundtypen [Gloy, 2005, 11].

Dadurch, dass der Konzertraum durch die Positionierung von Lautsprechern anders gestaltet und bespielt werden konnte, wurden andere Raumbegriffe in Betracht gezogen. Pierre Boulez spricht sich für das Erforschen flexiblerer Raumbegriffe aus, die sich im Verlauf eines Stücks ändern können:

*It seems to me that one of the most urgent objectives of present-day musical thought is the conception and realization of a relativity of the various musical spaces in use. [...]The time has obviously come to explore variable spaces, spaces of mobile definition capable of evolving [by mutation or progressive transformation] during the course of a work.* [Boulez, 1971 [1963]]

## 8.2. Spatial Turn

Die vielseitige Verwendung des Begriffs ist nicht weiter verwunderlich, wenn man in Betracht zieht, dass parallel zu der Entwicklung in der Musik der Begriff des Raums interdisziplinär neu und historisch bemerkenswert behandelt wurde, so dass man vom sog. *Spatial Turn* spricht:

*Eine erste, sehr vereinfachte Definition des spatial turn sollte berücksichtigen, dass irgendwann im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts etwas Erstaunliches geschah - etwa, was in der Rückschau des 21. Jahrhunderts vielleicht als eines der bedeutsamsten intellektuellen und politischen Ereignisse des späten 20. Jahrhunderts angesehen werden wird. Einige Individuen, unter ihnen auch Wissenschaftler, fingen damit an, über Raum und räumliche Elemente des menschlichen Lebens ernsthaft und kritisch nachzudenken - und zwar in einer ähnlichen Weise wie schon seit langem über Zeit und die Geschichtlichkeit des menschlichen Lebens gedacht wird. Im Laufe der letzten 150 Jahre haben wir uns daran gewöhnt, die Welt viel eher durch eine historische als durch eine raumbezogene Brille zu sehen. Aber was jetzt geschah, ereignete sich auf interdisziplinärer, transdisziplinärer, ja wenn man so will: pandisziplinärer Ebene. Raumbezogenes Denken ist im späten 20. Jahrhundert aus den traditionell mit Raum befassten Disziplinen - wie Geographie, Architektur, Städtebau, Regionalwissenschaften, bisweilen auch Soziologie und Kunstgeschichte - ausgebrochen. Die plötzliche Breite des spatial turn ist über alle Maßen bemerkenswert.* [Soja, 1989, 243]

Angeichts der historisch einmaligen Veränderungen im Umgang mit und Denken über Raum, wäre es wünschenswert, wenn auch die akustischen Künste mit einem anderen Raumkonzept agieren würden. Einem, das einerseits weniger metaphorisch, dafür begrifflich verallgemeinerbarer und andererseits nicht nur „kartesisch“, dafür jedoch interdisziplinär orientierter ausgerichtet ist.

### 8.3. Drei Raumtheorien zur Konstituierung eines SPS

Aber welcher Raumtyp, welche Definition oder welches Konzept kann einen praktischen Beitrag für das Komponieren mit skulpturalen Klangphänomenen leisten? Da gerade die Computermusik immer interdisziplinär fortgeschrieben wurde, liegt es nahe, auch außermusikalische Raumüberlegungen in die Komposition von Räumen mit einzubeziehen. Will man also plastische Klangphänomene untersuchen und diese zudem mit einem Lautsprechersystem, das mobil gedacht ist und in verschiedenen Situationen eingesetzt werden soll, muss man für das Komponieren sowohl ein Verständnis für Raumakustik als auch die verschiedenen Raumideen und ihre Bedingungen für den darin resonierenden Klang entwickeln.

*Sound and space converse by multiplying and expanding the point of attention, or the source of a sound: the materiality of a given room shapes the contours of sound, moulding it according to reflection and absorption, reverberation and diffraction.*  
[LaBelle, 2006, ix, xi]

*[At the same time] sound makes a given space appear beyond any total viewpoint: in echoing throughout the room, my clapping describes the space from a multiplicity of perspectives and locations, for the room is here, between my palms, and there, along the trajectory of sound ... What we hear in this clapping is more than a single sound and its source, but rather a spatial event. [ibid., x ]*

Hier überlagern sich also Modelle der Psychoakustik und Raumakustik mit philosophischen und soziologischen Vorstellungsmodellen, wie wir Raum in unserer Wahrnehmung konstituieren. Während die elektroakustische Musik und mit ihr die Entwicklung von Audio-soft- und -hardware in den letzten Jahrzehnten vor allem vom Euklidischen Raum ausgeht, orientieren sich andere Raumideen von diesem weg bzw. verstehen den physikalischen Raum zwar als Bedingung aber mehr im Sinne einer Folie, vor deren Hintergrund sich andere Räume auffalten.

In der Folge seien drei Vertreter aufgeführt, die im Rahmen dieser Arbeit eine Richtung für weitere Überlegungen zur kompositorischen Aufführungspraxis plastischer Klangobjekte und deren Erforschung vorgeben können: Henri Lefebvre, Michel de Certeau und Martina Löw.

Henri Lefebvre [Lefebvre, 1974] und Michel de Certeau [Certeau, 1980] entwickelten ihre Theorien des Raums in den 70er Jahren. Sie werden heute z.B. in der Architektur und in den Sozialwissenschaften breit rezipiert. Die Soziologin Martina Löw entwickelte ihren Ansatz in ihrer Dissertation *Raumsoziologie* von 2000 [Löw, 2001]. Ausgangspunkt für alle drei Ansätze bildet ein relationales Raumverständnis.

Die allgemeine Raumtheorie unterscheidet zwischen absolutistischen und relativistischen Raumvorstellungen. In der absolutistischen Vorstellung existiert der Raum unabhängig von der Materie. Bewegliche Körper und Dinge befinden sich in einem Raum, der selber unbewegt bleibt. Der Raum existiert kontinuierlich, für sich und bildet für alle eine gleiche, homogene Grundlage des Handelns. Diese Vorstellung eines Behälterraumes wurde in der Wissenschaft mit der Entwicklung der Relativitätstheorie von relativistischen Raumkonzeptionen abgelöst. Sie prägt jedoch nach wie vor das alltägliche Verständnis von Raum und ist meist notwendige Bedingung für psychoakustische Studien und ingenieurwissenschaftliche Forschung im Bereich des Spatial-Audio. In der relativistischen Raumvorstellung existiert der Raum nicht unabhängig von den Körpern. Raum wird vielmehr verstanden als Relation, als Beziehungsstruktur zwischen Körpern. Die Körper, deren Anordnungen zueinander den Raum erst hervorbringen, befinden sich in ständiger Bewegung. Damit ist auch der Raum selbst nicht mehr statisch, sondern wird prozesshaft und verändert sich fortwährend im Verlauf der Zeit. Da die Anordnung von Körpern nicht unabhängig vom Bezugssystem des Beobachters gedacht werden kann, ist Raum nicht absolut, sondern existiert stets relativ zum Bewusstsein des Beobachtenden.

### 8.3.1. Drei Dimensionen der Raumproduktion bei Henri Lefebvre

Lefebvre versteht Raum als gesellschaftlich hergestelltes, soziales Produkt. Er unterscheidet drei Ebenen der Produktion von Raum, die dialektisch miteinander verbunden sind.

Die erste Dimension der Raumproduktion bezeichnet Lefebvre als *räumliche Praxis* [Lefebvre, 1974, 335]. Ausgangspunkt ist die materielle Dimension des Raumes. Die materiellen Elemente und Objekte, welche Raum bilden, werden sinnlich wahrgenommen und zu einer räumlichen Ordnung des Gleichzeitigen verknüpft. *Räumliche Praxis* bezeichnet alles, was Menschen im und mit dem Raum tun: Welche Gegenstände und Objekte sie errichten, wie sie diese und sich selber im Raum bewegen, wie sie mit der Topografie umgehen, wie und wozu sie den Raum nutzen. Hierzu würden in der musikalischen Praxis somit die Anordnung von Bühne und Publikum, die Gestaltung des Bühnenraums, das Aufstellen oder Aufhängen von Reflektoren und die Bestuhlung oder Einrichtung von Passagen im Rahmen von Installationen zählen, darüber hinaus die Anordnung von Musikern und Lautsprechern aufgrund verschiedener Ordnungsprinzipien, zu denen Raumakustik und Konzepte wie Audio-Vision und Visu-Audition gehören. Hierzu zähle ich weiter auch die Komposition, Anordnung und Bewegung plastischer Klangobjekte. All dies sind Elemente der *räumlichen Praxis*.

Die zweite Dimension der Raumproduktion bei Lefebvre ist der *konzipierte Raum* [ibid., 336]. Die Verknüpfung von einzelnen wahrgenommenen, materiellen Elementen zu einem Raum setzt eine gedankliche Leistung, eine Vorstellung von Raum voraus. Diese *Repräsentationen des Raums* umfassen sprachliche Beschreibungen, bildliche Darstellungen, Karten, Pläne, wissenschaftliche Definitionen. Darstellungen und Definitionen von Raum basieren auf gesellschaftlichen Konventionen und werden diskursiv verhandelt. Entsprechend muss sich jede eingehende Untersuchung im Feld der Raum-Klangkomposition mit den Definitionen von Raum im eigenen und den angrenzenden Feldern auseinandersetzen und gegebenenfalls Begriffe anbieten. Da, wie oben gezeigt, diese Konzeptionen im Bereich der Musik und der Musikwissenschaften weit auseinanderlaufen bzw. Raum nicht hinreichend definiert ist, müssen andere Begriffe räumlicher Attribute zur Einordnung der künstlerischen Ergebnisse herangezogen werden. Diese entstammen der Skulpturentheorie, der Raumtheorie und der Ingenieurwissenschaft. Auch im Rahmen des Versuchsdesigns und der Ergebnisdarstellung muss erwogen werden, wie die Abhörsituation visualisiert und später grafisch ausgewertet werden kann.

Die dritte Ebene der Produktion von Raum ist der gelebte Raum, die Ebene der Bedeutung des *symbolischen Gehalts* [ibid.]. Sie ist für die Erfahrung, das Erleben von Räumen entscheidend. Räume werden mit einem symbolischen Gehalt belegt, sie können etwas außerhalb ihrer selbst bezeichnen. Die sym-

bolische Bedeutung von Räumen äußert sich beispielsweise in der Architektur von Sakralräumen oder Räumen der Repräsentation politischer Macht. Sie zeigt sich in der Bedeutung von Kulturlandschaften für das Selbstverständnis eines Landes, sowie von Orten, die für die individuelle Biografie wichtig sind. Gestaltungen von Konzertsälen verweisen auf eine gewisse hochherrschaftliche oder bürgerliche Haltung gegenüber der Kunst bzw. einer bestimmten Musiktradition, deren Fortbestand sie sichern sollen.

*Raumwahl und Raumgestaltung von Konzertstätten spiegeln das Auf und Ab der Autonomie dieser Kunst wider. Der Ort der Musikausübung wird meistens musikfremd legitimiert.* [Kirchberg, 2009, 156]

*Selbst dann, wenn der Konzertsaal als „Realisierungsort autonomer Musik“ bezeichnet wird, ist dieser Ort auch immer eine „gesellschaftliche Einrichtung“.* [Heister 1996: 42, 44]

*Symptomatisch dafür steht die Inschrift am Neuen Gewandhaus „res severa verum gaudium“ - die ernste Sache ist die wahre Freude.* [Kirchberg, 2009, 157]

Durch die beschriebenen Veränderungen in der Konzeption von Musik, sei es durch die Errichtung von Lautsprecherkuppeln oder Kugelbauten oder die Erfindung mobiler Lautsprecherorchester [fast] ohne menschliche Aufführende, Selbstspieler und installative Klangerzeuger, aber auch die Gestaltung neuer Konzertsäle, die vielseitig und unkonventionell eingerichtet und umgebaut werden können, verändert sich diese Verweisstruktur zunehmend. Das veränderte Bewusstsein für Inszenierung in Medienkunst und Theater hat in allen musikalischen Disziplinen Spuren hinterlassen, z.B. durch die Verwendung von Videoschirmen, Lichtinstallationen und beleuchtbare (!) Lautsprecherkuppeln [ZKM]. Hierdurch entstehen Verweise auf außermusikalische Zusammenhänge, wie Medientechnik, Film und Fernsehen sowie Politik, Wissenschaften und andere Künste. Außerdem werden immer häufiger Konzerte an früher untypischen Orten aufgeführt: Foyers, alte Fabriken, leerstehende Kaufhäuser, Kellergewölbe, Ladenlokale – um nur ein paar Beispiele zu nennen. Sie formen durch ihre ursprüngliche Widmung *symbolische Räume*. Das Symbolische ist mithin auch in die Überlegungen der Komposition mit einzubeziehen, wenn man den Ort der Aufführung als für das Werk mitentscheidend ansehen will und seien es zunächst vor allem konventionelle, optische Aufladungen. Das Verhalten eines Publikums wird sich in der Erwartungshaltung und der Perspektive auf das Dargebotene entsprechend ausrichten. Spiele ich ein Lautsprecherkonzert in einem unbestuhlten Galerieraum, verbinden sich die akus-

tischen Eigenschaften mit der Widmung des Orts anders als bei Aufführung des gleichen Konzerts in einer Kapelle mit Bänken.

Raum entsteht also im Zusammenspiel dieser drei Pole. Er ist nicht als Anordnung von materiellen Objekten und Artefakten zu verstehen, sondern als das praktische, mentale und symbolische Herstellen von Beziehungen zwischen diesen Objekten. Raum ist nicht ruhend, immobil, gegeben, sondern ein vielschichtiges Gewebe, das laufend produziert und reproduziert wird.

### 8.3.2. Räume und Orte bei Michel de Certeau

Die Raum-Klangkomposition mit dem IKO bezieht das akustische Potential von Orten in Gestalt von Konzertsälen, Eingangshallen, Galerieräumen, Laboren oder Einkaufszentren mit ein. Michel de Certeaus Ansatz der *Praktiken im Raum* [*pratiques de l'espace*], in deren Rahmen er Raum und Ort differenziert [Certeau, 1980, 217], liefert hierbei einen passenden, weil seinerseits auf Alltagsgegebenheiten ausgerichteten Rahmen. Sein Orts- und sein Raumkonzept sind in seine soziologische Theorie des Alltagslebens eingebettet [ibid., 219]. Ort bezeichnet darin das Eigene, eigentlich das Originäre, das sich definitorisch scheidet von dem, was es nicht ist. Gegenüber einer solcherart stabilen Konstellation ist Raum ein dynamisches Konzept. Raum entsteht aus Ort und zwar qua Eingriff, was Certeaus handlungstheoretischen Argumentationsrahmen plausibel macht. Raum ist *ein Resultat von Aktivitäten, die ihm eine Richtung geben, ihn verzeitlichen*. Die Rede von richtungsweisenden Vektoren, die den Raum *als eine mehrdeutige Einheit von Konfliktprogrammen und vertraglichen Übereinkünften* funktionieren lassen, zeigt deutliche Nähe zu Formulierungen der Akteur-Netzwerk-Theorie. Michel Callon und Bruno Latour nehmen in ihren Texten mehrstufige Prozesse der Erzeugung von Übereinstimmung in Netzwerken an, im Zuge derer unterschiedliche Aktanten ihre Interessen und Ziele aufstellen und verändern, Handlungsprogramme und Gegenprogramme aufgefahren und Aktanten neu eingeführt, umdefiniert oder entfernt werden [vgl. Schulz-Schaeffer, 2000, 187]. Die hierbei angenommenen Übereinkünfte, Verhandlungen oder, allgemeiner gesprochen, der mit dem Ziel der Etablierung von Situationen betriebene kommunikative Austausch ist für die Komposition einer akustischen Raumwerdung eines Orts nicht nur metaphorisch zu deuten: Akustische Gegebenheiten des Aufführungsraums, der IKO als Werkzeug, Reflektoren, Publikum und Publikumsplatzierung stellen „Aktanten“ dar, die die Ausgestaltung der Raum-

Klänge und Klangräume als Ergebnis ihrer gegenseitigen Einflussnahme programmieren. Certeaus Bild für die Transformation von Ort in Raum ist der Gehende, der die geometrische Festlegung eines Orts dynamisiert [Certeau, 1980, 218]. Der IKO praktiziert eben diese Transformation, indem auf bestehende Ortsspezifika reagierende Klänge zu Performern werden, die in ihrer Bewegung neue Vektoren ausprägen und dadurch erst Raum erzeugen.

### 8.3.3. Spacing und Synthese bei Martina Löw

Martina Löw entwickelt ihre Theorie des Raumes ebenfalls aus einer soziologischen Perspektive. Ihre Position steht beispielhaft für den gegenwärtigen „Spatial Turn“ in den Geistes- und Sozialwissenschaften. Löw versteht Raum als *relationale Anordnung von sozialen Gütern* [Löw, 2001, 158]: von materiellen Elementen und Menschen. Raum ist nicht gegeben, sondern wird über das Anordnen von Elementen (in Relation zu anderen Anordnungen), also über Handlungen, hervorgebracht. Die Konstitution von Raum ist als Prozess zu verstehen. Löw unterscheidet dabei zwei verschiedene Prozesse der Raumkonstitution: *Spacing* (Einrichtung) und *Synthese*. Diese sind der *Räumlichen Praxis* und der *Konzeption von Raum* bei Lefebvre vergleichbar. *Spacing* bezeichnet das Platzieren, das Errichten, Bauen oder Positionieren von Gebäuden, aber auch von beweglichen Gütern. Über Prozesse der Wahrnehmung, Vorstellung und Erinnerung werden die einzelnen Elemente, die im *Spacing* platziert werden, miteinander verknüpft und zu Räumen zusammengefasst [Löw, 2001, 166]. Hier gilt ähnlich wie bei Lefebvre, dass eben auch das Platzieren von plastischen Klangobjekten, deren Bewegung, Anordnung und Separierung raumkonstituierende Praktiken des *Spacings* sind. Komponierter Klang kann also dazu beitragen, die unterschiedlichen Raumkomponenten im Sinne einer Einrichtung zu verbinden [Brüstle, 2009, 115]. Der sog. Raumtyp „Konzert“ entstünde dann, wenn Gebäude, Instrumente, Interpreten, Lautsprecher, Medientechnik und Publikum in einem bestimmten, intendierten Verhältnis zueinander arrangiert und platziert werden und von den Menschen, die sich darin bewegen, in der Wahrnehmung als Raum zusammengesetzt werden. Diesen Verknüpfungsprozess bezeichnet Löw als *Synthese*. Im alltäglichen Handeln können die beiden Prozesse nicht voneinander getrennt werden. Das Bauen, Errichten und sich im Raum Bewegen ist ohne die gleichzeitige Verknüpfung der umgebenden Elemente nicht möglich. Vorstellungen da-

von, was ein Raum ist und sein kann (z.B. eine Straße oder ein Platz), bestimmen, was und wo gebaut wird.

*Spacing* und *Synthese* erfolgen im Alltag repetitiv. Die Anordnung von Elementen zu einem bestimmten Raumtyp folgt je einem Ordnungsprinzip. Die Elemente, welche den Raum Straße bilden, werden immer nach einem vergleichbaren Muster angeordnet und wahrgenommen. Diejenigen Prozesse der Raumkonstitution, welche nach vorgegebenen, gesellschaftlich und institutionell abgesicherten Regeln erfolgen, bilden räumliche Strukturen. Raum, verstanden als relationale Anordnung, als Beziehung zwischen Elementen, hat selber keine materielle Qualität. Er wird aber als gegenständlich erlebt, wenn die Relationenbildung, also die Anordnung der Elemente, institutionalisiert wird, d.h. nach immer denselben Regeln erfolgt.

Insofern wäre im Rahmen einer Untersuchung zu plastischen Klangobjekten ein an der Wahrnehmung orientiertes Regelwerk zu suchen, sofern man vom Hörer eine Syntheseleistung erwarten möchte: Ein Bühnenraum und eine Zuschauerbestuhlung verweisen auf einen Konzertbetrieb, auch das Aufstellen und Verwenden eines Lautsprechersystems darf über 50 Jahre nach dem Philips-Pavillon und dem „Poème Électronique“ als synthetischer Raum gelten. Problematisch wird es, wenn wir mit Klangobjekten arbeiten, deren Beschreibungen und Erfahrungen divergieren und selbst in Expertenkreisen uneinheitlich gehandhabt werden. Mithin also die Institutionalisierung minimal und von anderen „shareholdern“ wie z.B. einem Publikum losgelöst ist.

Eine kompositorische Raumsynthese kann also nur erfolgen, wenn die verwendeten Elemente wahrnehmbar, platzierbar und einer Beschreibung zugänglich werden. Dieser Definition würden in der Literatur der elektroakustischen Raum-Klangkomposition z.B. Nystrøms Beschreibungen seiner *distribution schemas* entsprechen [Nystrøm, 2013, 46]. Aber auch Emmersons *space frames* [Emmerson, 2015, 13] sind in der Lage, diese Syntheseleistungen zu erbringen. Das *Spacing*, das Platzieren, Bauen, Einrichten von Elementen ist an einen konkreten Ort gebunden. Dieser spezifische, meist geographisch markierte Ort, die konkrete Stelle macht die Entstehung von Räumen erst möglich. Erst in der Synthese dieser Elemente können mithin Varèses *zones of intensities* oder Bayles *region of influence* [Bayle, 2007, 243] bzw. Emmersons *area of interest* [Emmerson, 1999, 138] zustande kommen.

## 8.4. Der Raumbegriff im Rahmen der Arbeit

*The space beyond the framework of the body may appear to be a priori to most people, but in fact it must be traversed to be properly grasped. The movement of the body, the movement of objects, the movement of other people - all of these contribute to an understanding of space through spatial actions and behaviours. [Kendall, 2010, 232]*

Ich verwende im Rahmen dieser Arbeit einen relationalen Raumbegriff. Dieser ist zum einen an räumliche Praktiken gebunden, berücksichtigt aber darüber hinaus konzeptionelle Raumvorstellungen und das Symbolische. D.h. der Raum existiert nicht unabhängig von den Körpern. Raum wird vielmehr verstanden als Relation, als Beziehungsstruktur zwischen Körpern. Hierunter verstehe ich neben dem Komponisten, der während des kompositorischen Prozesses anwesend sein muss, um die plastischen Klangobjekte komponieren zu können, die Klangobjekte mit ihren räumlichen Ausdehnungen und ihrer Platzierung selber, den Ikosaederlautsprecher und seine Platzierung, Forscher, die die Phänomene beobachten, das Publikum und die Beschreibung räumlicher Phänomene als Raumkonzeptionen. Somit ist der SPS notwendige Bedingung für die Entstehung und Wahrnehmung skulpturaler Klangphänomene, die diesen ihrerseits wiederum als Raum erst bilden. Es herrscht also ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis. Das gilt für die klassische Körper-Raumkonstellation der Skulptur:

*The importance of the all-round totality of a full three-dimensional piece is that it should „take possession“ of its space by one means or another. [Rawson, 1997, 66]*

*This does not mean simply occupying space; all objects do that. It means developing its shapes and their implications so as to build in readable connections between the piece and the spatial environment. [ibid. 67]*

Wie auch für skulpturale Klangphänomene in der Computermusik:

*We must note here in passing the reciprocal tie, which unites the space inhabited by the senses and the spatial sense, so that to understand what a thing is, is to work out the space suggested by the dimensions of that thing; and in the same way, listening to it involves a space and time for the object listened to. [Bayle, 2007, 242]*

Insofern widerspreche ich der häufig anzutreffenden Auffassung in der akustischen Musik, dass es sich um eine Kunst handle, die „Musik im Raum“ oder „Klang im Raum“ behandelt.<sup>63</sup> Stattdessen plädiere ich hier vor dem Hintergrund der von Smalley angestoßenen Debatte um spektromorphologische

---

<sup>63</sup> Vgl. exemplarisch: *next generation* Symposiumsbericht 2007

Raumdefinitionen und Nyströms ausgearbeiteten Topologien räumlicher Texturen sowie unter Einbeziehung der aufgezeigten Raumpraktiken von Lefebvre über Certeau bis zu Löw für die grundsätzliche Annahme, dass es sich bei der elektroakustischen Raum-Klangkomposition um „Musik als Raum“ im Sinne einer raum-bildenden Kunstrichtung handelt, in der insbesondere die skulpturalen Klangphänomene geeignet sind, Raum zu konstituieren.

## 8.5. Wissenschaftliche Attribute der Wahrnehmung räumlicher Dimensionen in der Lautsprecherumgebung

Sowohl Löw als auch Lefebvre setzen für die Konzeption des Raums bzw. dessen Synthese verallgemeinerbare Begriffe zu dessen Einrichtung voraus. D.h. auf der Beschreibungsebene müssen für eine Raumbildung in der Lautsprecherumgebung konkrete Begriffe der Audiotechnologie mit einbezogen werden, die, wie erwähnt, von einem statischen Raummodell ausgehen muss, um Raumkonzeptionen z.B. durch die messtechnische und mathematische Bestimmung räumlicher Attribute definieren zu können. Es gibt eine lange Geschichte von Studien, die verschiedene Attribute räumlicher Erfahrungen mit Terminologie verbinden [Zacharov/Koivuniemi, 2001; Rumsey, 2002; Berg/Rumsey, 2003]. In diesem Zusammenhang wichtig ist die genaue Beschreibung räumlicher Abbildung, die Rumsey in seinem Artikel von 2002 für stereophone Wiedergabesysteme vorschlägt: Er definiert zunächst dimensionale Attribute, wie Distanz [Distance], Breite [Width] und Tiefe [Depth], und dann immersive Attribute, die er unterscheidet in Präsenz [Presence], als in einem eingeschlossenen Raum Sein [ibid., 662], und verschiedene Arten der Einhüllung [Envelopment], als Umgebensein von Klang. Kendall [2010b, 230] differenziert und erweitert die Liste, indem er sie auf die Situation der elektroakustischen Klangprojektion anwendet. Er unterscheidet ebenfalls dimensionale Attribute wie:

Richtung [Direction]

Distanz [Distance]

Ausdehnung [Extent]: Breite [Width] und Tiefe [Depth], Höhe [Height]

Und dann immersive Attribute wie:

Präsenz [Presence]

Einhüllung [Envelopment]

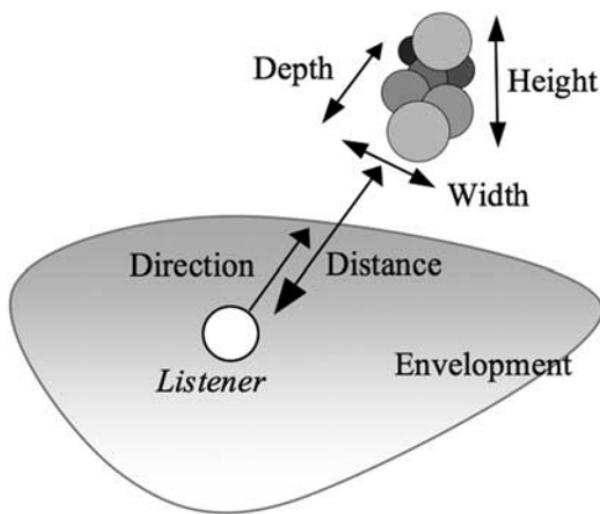


Abbildung 6: Attribute räumlicher Erfahrung nach Kendall, [2010b]

Ähnliche Konzepte finden wir bei Emmerson [1998] und Smalley [2007]. Das Rumsey/Kendall Modell ermöglicht vor allem, genauer über die räumliche Anordnung von dreidimensionalen Klangobjekten nachzudenken: Umhüllung, Gruppierung, Überlagerung sind darstellbar. Die „immersive“ Einhüllung in einem Klangfeld oder „lis-

tener envelopment“ wurde in den letzten Jahren ausführlich in Verbindung mit Raumakustik und seitlich reflektiertem Klang diskutiert. Berg und Rumsey [2003] unterscheiden zwischen „Raumeinhüllung“ (room envelopment) als das Maß, in dem wir uns von reflektiertem Klang umgeben fühlen und „Quelleneinhüllung“ (source envelopment) als das Maß, in dem wir uns von Klangquellen umgeben fühlen. Bei der Quelleneinhüllung nimmt der Hörer Richtungshinweise bewusst wahr und „sieht“ entweder auf eine Klangszene oder aus einer solchen heraus. Diese Szene kann sich ihrerseits aus einer komplexen Verknüpfung von direktionalen sowie diffusen Informationen klingender Objekte und Reflektionen der Umgebung zusammensetzen.

Mit den hier dargestellten Attributen lassen sich in der Folge Raumkonstellationen im auditiven medialen Raum beschreiben. Wobei Höhe und Tiefe bzw. die Ausbreitung in diese Richtungen sich, wie oben dargestellt, durch die Forschungen zum spektralen Raum und perspektivischen Feld beschreiben lassen. Diese Begriffe werden entsprechend in den Analysen wieder auftauchen.

## 8.6. Raum und Spatialisierung

*In electroacoustic music, the acoustic experience has often been a reference point, but the technology of electronic reproduction expands the scope and complexity of spatiality in a radical way. Even though the apparatus may be located within a physical space and even though our spatial hearing has developed within a physical world, electronic reproduction creates the potential for an art of spatiality. [Kendall/Ardilla, 2008]*

*Spatialization, the synthesis of spaces and spatial properties of sounds for a listener [...] [Peters et al., 2011]*

*It is necessary to ask, 'Why is this gesture meaningful, and why should I be placing this sound three meters off to the right, or underneath me? There must be a musical rationale behind sound diffusion. [Field, 2001, 22]*

Der Begriff der Spatialisation oder Spatialisierung von Klang wird nicht eindeutig verwendet, man geht aber allgemein davon aus, dass wir zwei grundlegenden Traditionen unterscheiden können: Die Lautsprecher und der Konzertraum können als Umgebungsraum der Komposition verstanden werden, oder die Lautsprecher und der Umgebungsraum werden als Vehikel verstanden, um bestimmte Raum-Klangphänomene erst zu erzeugen [Kendall 2010, 233]. Meine Arbeit steht vor allem in der zweiten Tradition. Aufgrund der oben dargestellten Abhängigkeit der räumlichen Wahrnehmung vom spektralen Raum bezüglich der Vertikalen unterscheide ich zwei Ordnungen der Spatialisierung:

### 8.6.1. Spatialisierung 1. Ordnung

Die *Spatialisierung 1. Ordnung* ordnet die Klangobjekte im Frequenzspektrum an bzw. komponiert diese in einem bestimmten Frequenzbereich. Die Wahrnehmung wird entsprechend die Ausbreitung des so erzeugten Raums zwischen der höchsten und tiefsten Frequenz aufspannen und darin das Klangobjekt verorten. Dies geschieht in den meisten Fällen also unabhängig von einer Zuweisung der Klangtextur zu einem bestimmten Lautsprecher (oben, unten, seitlich) und einer durch Software ausgeführten Bewegung der (Spiegel-)Quellen. D.h. noch bevor es zu einer Komposition von Trajektorien durch Beamfixierung, Panning oder Rotation sowie der Erzeugung gestaffelter Felder kommt, wird eine Verräumlichung im Material vorgenommen, die die

Senkrechte des so erzeugten Raums mitdefiniert. Diese kann je nach zeitlicher Organisation des Materials durchaus dynamisch sein (z.B. Sweep).

Hörbeispiel 1: *Spatialisierung 1. Ordnung* - mirage 2/T4: 6:21- 6:45

In dieser Vertikalen sind dann auch Staffelungen (oben-unten, aber Mitte leer) durch zeitliche Überlagerungen verschiedener Klangobjekte möglich.

Hörbeispiel 2: *Spatialisierung 1. Ordnung* - mirage 1/T2: 2:50 - 3:23

### 8.6.2. Spatialisierung 2. Ordnung

Die *Spatialisierung 2. Ordnung* besteht dann in der Anordnung und Dynamisierung der Klangtexturen im perspektivischen Feld, wobei hier natürlich auch vertikale Bewegungen von Klangquellen und ein Zusammenwirken mit der Spatialisierung 1. Ordnung eine Rolle spielen (vgl. hierzu Index der Miniaturen).

Erst durch das bewusste Zusammenführen dieser beiden Ordnungen können aus Klangtexturen räumliche Texturen und letztlich skulpturale Klangphänomene komponiert werden. Diese Unterteilung gilt unabhängig vom verwendeten Lautsprechersystem und der verwendeten Projektionsmethode.

*We might have a sensation of perspectival spatiality when a complex perspectival field is present – if, for instance, the layout of zones and trajectories of motion have an emphasis on horizontal extension. Or, spectral spatiality may be emphasised in the presence of an elaborately developed spectrum: for example, how it is morphologically occupied; how textures are stratified. (Nystrøm, 2013, 22)*

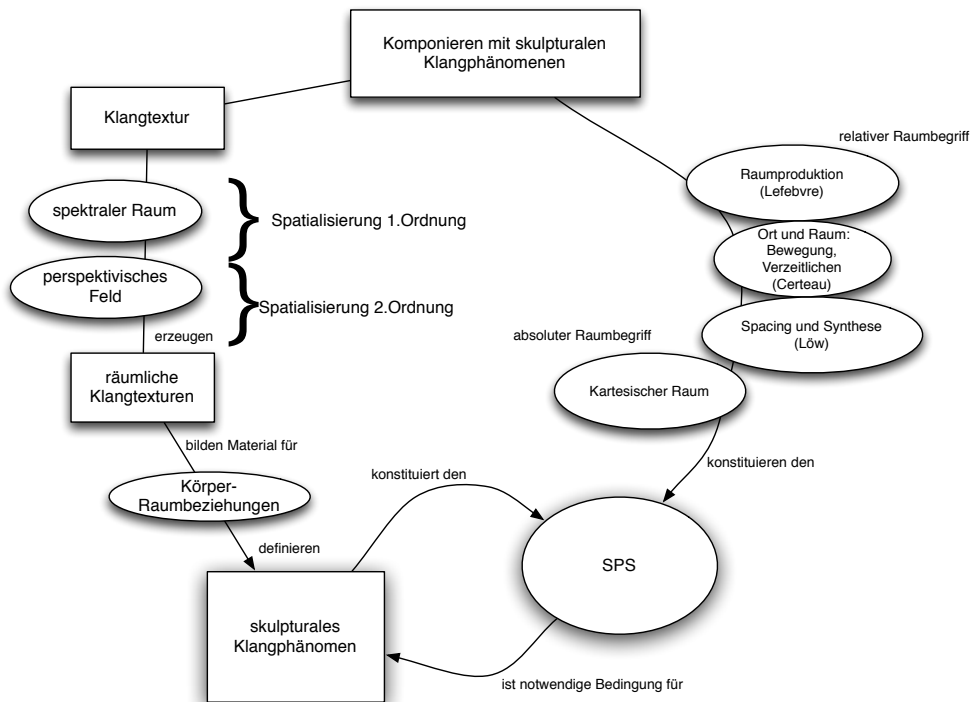


Abbildung 7: Übersicht der Bedingungen für die Komposition skulpturaler Klangphänomene im SPS

## 8.7. Zusammenfassung

Für das Komponieren mit skulpturalen Klangphänomenen müssen zwei Pfade berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 7). Zum einen geht es um die Erzeugung von Klangmaterial, das dabei die Prozesse der *Spatialisierung 1. und 2. Ordnung* durchläuft, um eine skulptutrale Körper-Raumbeziehung aufbauen zu können. Der Weg über den anderen Pfad muss sowohl für die Komposition als auch später bei der Aufführung die verschiedenen Anforderungen des absoluten und relativen Raums berücksichtigen. Letzteres ist entscheidend für die Bildung des SPS der wiederum notwendige Bedingung für die Wahrnehmung des in ihm entstehenden skulpturalen Klangphänomens ist. Das skulpturale Klangphänomen, das durch die Körper-Raumeziehung definiert wird, ist gleichzeitig aber auch konstituierender Faktor für die Entstehung des SPS, da räumliche Definitionen des SPS, wie Richtung, Ausbreitung, Einhüllung erst durch das skulpturale Klangphänomen artikuliert werden.

## KAPITEL III

### Forschung in der gegenwärtigen Praxis der Raum-Klangkomposition

#### 1. Werkzeug und Instrument II - Umgebungen

*In recent years, various forms of surround sound have been added to the diffusion systems many have employed thus far. Virtually all publications have described how these systems work and what the advantages are between one and another from an acoustic point of view. [...], very little consideration has been given thus far to the musical and, more specifically, sound-based musical advantages of these spatialization systems. Furthermore, many of these discussions pay little attention to the diversity of spaces and the quirks thereof where these sound systems are being installed. [Landy, 2007, 220]*

*There are at least three reasons why the spatial potential of electroacoustic music is not always realized: 1) misconceptions about the technical capacities of spatialization systems, 2) misconceptions about the nature of spatial perception, especially in the context of such systems, and 3) a lack of creative engagement, possibly due to the first two issues. [Kendall/Ardilla, 2008]*

##### 1.1. Einordnung im Feld der aktuellen multikanalen Lautsprechersysteme

In 2011 wurde von Peters, Marentakis und Weiss die umfassende und historisch erste Studie über die Verbreitung und Verwendung von Spatialisierung in der Computermusik veröffentlicht: *Current Technologies and Compositional Practices for Spatialization: A Qualitative and Quantitative Analysis* [Peters et al., 2011]. Aus dieser geht hervor, dass in den 2000er Jahren das Interesse der Komponisten an der Arbeit mit mehrkanaligen Lautsprechersystemen stark zugenommen hat und das Interesse an Stereoproduktionen abnimmt. Auch wird aufgezeigt, dass sich die Abspielsysteme qualitativ verbessert haben und weiter verbreitet sind, als noch in den 1990er Jahren. Fast die Hälfte der Befragten hält Spatialisierung für ein *compositional paradigm*, also nicht nur eine technische Erweiterung. Die Studie zeigt aber auch, dass die wenigsten Komponisten im Bereich der akusmatischen Musik ausreichenden Zugriff auf entsprechende Systeme haben und sie ihr Material häufig mit Kopfhörern oder grundsätzlich in Stereo erarbeiten [Peters et al., 2011, 14].

Unter dem Aspekt der Gültigkeit von Forschungsergebnissen für eine breitere Öffentlichkeit im Sinne einer Verallgemeinerbarkeit stellt sich die Frage, wa-

rum die vorliegende Arbeit nicht mit einem statistisch am meisten auf Festivals verbreiteten 8-Kanalring [Lyon, 2008] oder den zunehmend Verbreitung findenden Lautsprecherkuppeln durchgeführt wurde. Das wäre vermeintlich eine standardisierte Forschungsumgebung. Es gibt aber gute Gründe für den IKO. Zum einen hat sich im Umgang mit dem IKO gezeigt, dass man exemplarisch Probleme erneut thematisieren und zuspitzen kann, die in der elektroakustischen Raum-Klangkomposition eine Rolle spielen, aber manchmal nicht so stark ins Gewicht fallen bzw. häufig übergangen oder ignoriert werden. Vor dem Hintergrund einer Suche nach den Bedingungen für einen SPS lässt sich hierdurch die kompositorische und konzertante Praxis überprüfen. Beispiele hierfür wären der Lautsprecher als visuelles Objekt im Konzertbetrieb, seine Rolle im Kompositionsprozess, verschiedene Lautsprecherqualitäten und die Auswirkungen auf verwendetes Klangmaterial, die Sweetspotproblematik, der Umgang mit verschiedenen akustischen Orten und die Platzierung des Publikums. Insofern wirkt der IKO wie ein Brennglas auf den Status quo.

Darüber hinaus gibt es aber noch eine in die Zukunft gerichtete Perspektive meiner künstlerischen Forschung: Zwar gibt es weltweit den Trend zu einer stärkeren Verwendung von Multikanal-Lautsprechersystemen und entsprechender Spatialisierungswerkzeuge [Otondo, 2008; Peters et al., 2011, 25], und das belegen auch die neugebauten Konzert- und Studioräume mit Ring- oder Kuppelanordnungen in den letzten Jahren. Aber es gibt auch Kritik an der Konzeption der Systeme und den künstlerischen Inhalten, die ich teile:

*It is surprising [...] to discover how small the "sweet spot" is on most multichannel diffusion systems. The composer or the person at the mixing desk and the mixing desk itself tend to take up a large portion of this special position. The further away one is from this center position, on virtually all systems, the more skewed the diffusion is. This cannot be right.* [Leigh Landy, 2007, 220]

Außerdem haben sich trotz Verbreitung mulikanaler Lautsprechersysteme und Standardisierungen der Ansteuerung die kompositorischen Konzepte anscheinend nicht weiter verändert:

*[...] Barrett considers that 'the spatialisation equipment and technology have become readily available, but the users haven't caught up'.* [Barrett nach Otondo, 2007]

*[...] despite a considerable development in the technological tools available for the spatialisation of sound, this has not materialised in the electroacoustic music we hear nowadays in concerts. [...] the understanding of spatial issues among composers is still not so advanced'.* [Barrett in: Otondo, 2008]

Es ist also schon fraglich, ob es, trotz weiterer Verbreitung von entsprechenden Lautsprechersystemen, zu einer wirklichen Assimilation gekommen ist, die zu einem erweiterten Verständnis von Spatialisierung geführt hat [Otondo, 2008, 80]. Außerdem werden durch die Verbreitung der Ringe, Kuppeln und Arrays auch ihre Probleme kopiert: Hohe Anschaffungskosten, gefolgt von hohem Wartungsaufwand, schwer auflösbare regelmäßige Zugangsproblematik für Studierende und außerakademische Künstler, was eine Verkapselung und Abschottung aktueller künstlerischer Einflüsse zur Folge haben und eine „Monokultur“ erzeugen kann, sowie teure Probenzeiten. Der Einbau findet häufig in Multifunktionsräumen mit z.T. schwierigen akustischen und politischen Situationen statt. Dies kann dann der Fall sein, wenn sich verschiedene Institutionen und Institute mit unterschiedlichen Interessen diese Räumlichkeiten teilen müssen (z.B. Ambisonics-Kuppel im Ligeti Saal im Mumuth Graz, Wellenfeldsynthese im TU-Hörsaal Berlin). Außerdem bleibt die Übertragbarkeit von Kompositionen auf andere Aufführungssituationen und andere Lautsprechersysteme fraglich und ist in den meisten Fällen nicht probbar, hinzu kommen uneinheitliche Formatierungen in 3D-Audio [Peters et al., 2011, 16].

Es geht also auch darum, künstlerisch forschend einen alternativen Weg für die Komposition mit skulpturalen Klangphänomenen zu finden, wenn man an einer künstlerischen und ästhetischen Fortschreibung des medialen Raums als SPS festhalten möchte. Aufgrund der oben beschriebenen Brennglasfunktion des IKOs sollen die Ergebnisse dieser Suchbewegung zu einem erweiterten und besser informierten Umgang mit allen Lautsprechersystemen bzw. dem Komponieren von raumbildender Lautsprechermusik beitragen. Deshalb hat sich über die Jahre in meiner Arbeit die Idee herauskristallisiert, dass meine künstlerische Forschung sich einem mobilen Gerät widmen müsste, das bis zu einem erlernbaren Grad an die architektonischen und akustischen Gegebenheiten angepasst, im Studio zum Komponieren genutzt werden kann, im Konzertsaal als Wiedergabeeinheit eingesetzt wird und doch immer das gleiche Werkzeug bleibt. Der IKO thematisiert somit auch den Lautsprecher als gewichtigen Teil der Komposition selber, was trotz der mittlerweile etablierten Lautsprechermusik in den einschlägigen Szenen nur selten der Fall ist. In kaum einer Studie der letzten Jahre wird der Lautsprecher in seiner Funktion im künstlerischen Arbeitsprozess in Frage gestellt. Vielmehr scheint er ein neutrales „Etwas“ zu sein, wie ein Rohr, in das Wasser oben hinein läuft und unten wieder heraus. Vor dem Hintergrund, dass es im medialen Arbeitsprozess keine neutrale Übertragung geben kann [McLuhan, 1968, 99; Latour nach Schulz-Schaeffer, 2000, 187], scheint das nicht nur künstlerisch beden-

kenswert. Bei der Arbeit mit dem IKO stellen sich diese Fragen, gerade weil er ein Prototyp ist, neu und im Umgang mit unterschiedlichen architektonischen Räumen und dem Publikum permanent. D.h. die bei der Arbeit mit dem IKO aufkommenden Fragen betreffen alle Bereiche der akusmatischen Musik und des Lautsprecherkonzerts. Die Fragen und Antworten zum SPS sind mithin auch auf andere Lautsprechersysteme hinsichtlich der Komposition von skulpturalen Raum-Klangphänomenen anwendbar. Durch die künstlerisch-wissenschaftliche Zusammenarbeit am IEM wurde der Lautsprecher, inklusive der Software und des Wandler-Verstärkersystems in den letzten drei Jahren so weiter entwickelt, dass der IKO mit erheblich reduzierten Produktionskosten in Serie gebaut werden kann. Im März 2016 wurde die Firma Sonible<sup>64</sup> mit der lizenzierten Anfertigung eines zweiten IKOs beauftragt. Die ersten Tests mit dem neuen Lautsprechersystem wurden am 1. Juli 2016 im CUBE durchgeführt. Dies soll der Auftakt zu einer Serienproduktion sein und den internationalen Vertrieb ermöglichen. Darüber hinaus wurden im Frühjahr 2016 mobile Reflektoren gebaut, die den IKO noch besser an unterschiedliche Raumsituationen anpassbar machen sollen. Die Konstruktion dieser Vorrichtungen resultierte ebenfalls direkt aus der Konzert- und Experimentalpraxis der letzten Jahre<sup>65</sup> und setzt somit die Anforderungen des Transports, Konzertbetriebs und diverser Installationsumgebungen weiter um. Insofern stellt der IKO mittlerweile eine ideale Forschungssituation für alle Fragen um den SPS dar. Die Konzertpraxis mit Lautsprecherringen und -kuppeln hat andere Vorzüge, wie z.B. die Möglichkeit stärkerer Einhüllung des Publikums. Es hat sich aber im Rahmen von umfassenden Studien [Peters et al., 2011] und diverser persönlicher Erfahrungen in diesem Feld gezeigt, dass diese Praxis zu erheblichen Einschränkungen hinsichtlich der Entwicklung und Umsetzung künstlerischer Ideen, Wahrnehmbarkeit dieser Ideen und werktreuer Verbreitung dieser Musik führt. Der IKO eröffnet ein anderes Feld im Bereich der akusmatischen Musik, das künstlerisch wie auch wissenschaftlich akute Fragen eröffnet, deren Lösungen wiederum in alle Bereiche der Lautsprechermusik hineinwirken.

## 1.2. Der virtuelle IKO (ViKO)

*We also saw the demand for technology to give composers a feeling of the venue acoustics while working in the studio. [Peters et al., 2011, 25]*

---

<sup>64</sup> <http://www.sonible.com/de/>

<sup>65</sup> Vgl. hierzu Kapitel III.2.

Aufgrund meiner Konzertpraxis mit dem Ikosaederlautsprecher aber auch anderen Lautsprechersystemen entwickelte sich der Wunsch nach einer Raumsimulation der entsprechenden Aufführungsräume, um Konzertvorbereitungen in Ermangelung ausreichender Probenzeiten vor Ort vornehmen zu können.<sup>66</sup> Aber auch für den kontinuierlichen kompositorischen Prozess mit skulpturalen Klangphänomenen wurde eine Art räumlicher Skizzenblock erforderlich, um nicht einerseits in die Abhängigkeit eines dauernden Zugangs zur Lautsprechertechnik zu geraten und andererseits den Prozess auf das Studio beschränken zu müssen. Im Rahmen der Forschungsarbeiten von OSIL wurde in 2016 der virtuelle IKO (ViKO) entwickelt [Zaunschirm et al., 2016]. Hierbei handelt es sich um ein Plug-in für eine binaurale Kopfhörerumgebung, die den IKO mit seinen Spatialisierungseffekten in verschiedenen Raumsituationen, wie z.B. Raumgröße, reflektierende Eigenschaften und verschiedenen Hörerpositionen simulieren kann. Der ViKO wird auf der Grundlage von Aufzeichnungen von Raumimpulsantworten, hintereinander angeregt durch die 20 Lautsprecher des IKOs mit den 32 Kanälen des Eigenmike EM32 an den gewünschten Hörpositionen und der IKO-Position erzeugt. Die der Arbeit beigefügten Hörbeispiele sind entsprechend alle mit dem ViKO binaural, von zwei Hörpositionen aus gerendert. Zudem wurde eine Simulation für IKO-Kompositionen entwickelt, die es ermöglicht, diese Kompositionen ohne IKO aufzuführen bzw. zumindest Spatialisierungen mit den typischen Raumwirkungen z.B. im standardisierten 8-Kanalring beurteilen zu können.

## 2. Konzertpraxis als Forschungsprozess

*It is a question not only of composed structure, but also of concert diffusion, where the composed space[s] of a work must be negotiated with the acoustics of the performance space.* [Nyström, 2013, 16]

### 2.1. Ursprünge - Komponieren im Labor

Der IEM-Ikosaederlautsprecher war ein wissenschaftliches Messwerkzeug bevor er als Instrument für die Komposition von skulpturalen Klängen in der Computermusik in Erwägung gezogen und erforscht wurde. Aus diesem Grund wurde das Gerät zunächst ausschließlich in der Studio-Laborsituation getestet. Die meiste Forschung bis 2015 wurde im CUBE<sup>67</sup> des IEM, einem 120 qm großen Raum mit einer fix installierten Lautsprecherkuppel und Absorbern für

<sup>66</sup> Das Konzert am 17.06.2016 beim New York Electroacoustic Music Festival war hierfür exemplarisch: Für ein Mehrkanalstück mit der Länge von 10'26" gab es genau 14'00" „Probezeit“.

<sup>67</sup> <http://iem.kug.ac.at/services/raeume.html>

den Konzertbetrieb getätigt. Seit 2015 wurde zusätzlich ein Seminarraum mit z.T. stark reflektierenden Fensterfronten, Holzboden und großer Blackboard-Tafel verwendet. Visuelle Aspekte der Inszenierung hinsichtlich der Konzentration auf räumliche Höreindrücke bzw. die Ablenkung davon, wurden in der Laborsituation nicht beachtet. Um mit den Beamforming-Algorithmen arbeiten zu können und hierdurch wahrnehmbare Reflektionen im reflektionsarmen CUBE zu erzeugen, wurden anfangs gewöhnliche mobile Whiteboards in verschiedenen Distanzen zum Lautsprecher angeordnet. Hierdurch konnten unterschiedliche Entfernungen reflektierender Oberflächen mit unterschiedlichen Klangmaterialien, Projektionswinkeln und räumlichen Klangsichtungen getestet werden. Im Rahmen dieses Prozesses konnte ein „IKO-Nahfeld“<sup>68</sup> als Bereich, in dem die Wandreflektionen und die resultierenden dreidimensionalen Klangobjekte vorhersagbar und stabil wahrnehmbar sind, definiert werden, mit einem daran angrenzenden weiteren „IKO-Diffusfeld“, in dem die Konturen und Trajektorien der Klänge verwischen. Es wurde durch diese Versuche klar, dass starke Reflektionen grundlegend sind, um deutlich wahrnehmbare und stabile dreidimensionale Klangobjekte mit dem IKO zu erzeugen und dass diese Bedingungen unter Verwendung von Reflektorwänden, wie sie heute im Konzertbetrieb eingesetzt werden, in trockenen, wenig reflektierenden Umgebungen herstellbar sind.

Die daraus resultierende Vermutung war, dass dieser neuartige Klangprojektor in der Computermusik nicht nur unter Studiobedingungen, sondern auch an Orten eingesetzt werden kann, die normalerweise nicht für Computermusik vorgesehen oder geeignet sind. Hieraus leiteten sich Fragen ab, wie man dieses Laborwissen in eine Praxis übersetzen kann, wie man z.B. mit längeren Hallzeiten, besonderen architektonischen Schnitten und Räumen sowie Platzierungen von Publikum umgehen und wie ein Wissen hierüber in zukünftige Kompositionen integriert werden kann. Entsprechend wurde der IKO seit 2009 in diversen Aufführungssituationen getestet, indem versucht wurde, die Laborsituation an verschiedenen Orten zu rekonstruieren bzw. aus der Differenzierung zu lernen. Eine zweite Strategie war die Aufführung der gleichen Kompositionen in unterschiedlichen Raumsituationen, um Erfahrungen mit der Reichweite der Beams zu sammeln, um Klangsichtungsmöglichkeiten in größeren Raumvolumen unter Einbeziehung längerer Hallzeiten und den Anforderungen höherer Lautstärken zu verstehen und so die Stabilität der dreidimensionalen Klangobjekte empirisch zu prüfen.

---

<sup>68</sup> Vgl. hierzu Kapitel III.2.3.

## 2.2. Exemplarische Raum-Klanginszenierungen im Konzert

In den letzten sieben Jahren wurde der IKO in 16 Aufführungssituationen erprobt, von denen im Folgenden vier aus der Zeit des Doktorats herausgegriffen werden.

### 2.2.1. signale<sup>graz</sup> 2014

Das Konzert fand am 11.11.2014 im Ligeti-Saal des Mumuth-Konzerthauses der Kunstuniversität Graz im Rahmen der Konzertreihe signale<sup>graz</sup><sup>69</sup> statt. Die Halle hat eine Grundfläche von 511 Quadratmetern und eine Deckenhöhe von bis zu 13 Metern. Die Nachhallzeit beträgt ca. 1,8 Sekunden. Das Konzert wurde in zwei Teilen gegeben. Im ersten wurden drei Stücke für und mit dem IKO gespielt, die aus den Laborsituationen und Mehrkanalkompositionen seit 2010 abgeleitet worden waren (*grrawe*, *firniss*, *grafik unten*<sup>70</sup>). Im zweiten Teil wurde das Higher Order Ambisonics (HOA) Stück I LAND<sup>71</sup>, das für die 29-Lautsprecher-Kuppel komponiert wurde, aufgeführt. Diese Kombination verfolgte das Ziel, die beiden Ansätze der Raum-Klangprojektion in der gleichen

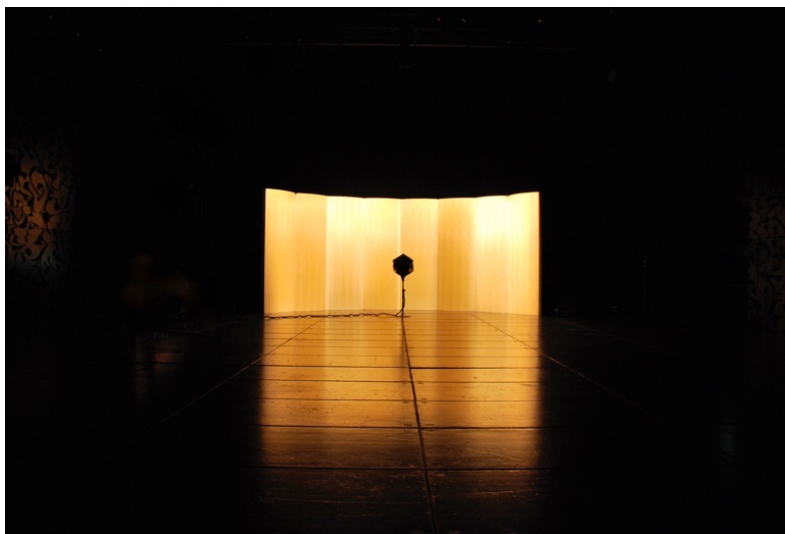


Abbildung 8: IKO mit Reflektorschirm im Ligeti-Saal, MUMUTH Graz, 2014.

Konzertsituation zu kontrastieren und erfahrbar zu machen. Hierbei sollte auch der Frage nachgegangen werden, wie der IKO im etablierten Computermusik-Konzertbetrieb mit einer von-außen-nachinnen Beschallung integriert werden kann. Die Bestuhlung

musste aus organisatorischen Gründen in einer Richtung fixiert werden, und deshalb wurde die Entscheidung getroffen, einen klassischen konzertanten Frontbühnenaufbau zu wählen. Dabei wurde das Publikum in einem Block im Zentrum der Lautsprecherkuppel platziert, um den Sweet Spot der Kuppel

<sup>69</sup> [www.signale-graz.at](http://www.signale-graz.at)

<sup>70</sup> Vgl. Alle drei Stücke als binaurale ViKO-Renderings: Auf der beiliegenden SD Karte oder Liste der downloads, S. 178.

<sup>71</sup> <http://gksh.net/de/arbeiten/raum-klangkomposition-auswahl/i-land/>

möglichst voll auszunutzen. Der IKO wurde am Ende des Saales in der Mitte des Bereichs, in dem normalerweise ein Streichquartett platziert würde, aufgestellt. Die ersten Proben ergaben, dass der IKO in diesem Raumvolumen verloren war und nur schwache nicht vorhersehbare Reflektionen erzeugte. Die Trajektorien der Spatialisierung fielen in den Ikosaeder zurück, hingen an seiner Oberfläche, und die im Labor komponierten Klangstaffelungen und -schichtungen lösten sich in der Halle konturlos in einem undefinierbaren „Blur“<sup>72</sup> (Unschärfe, Trübung) auf. Die skulpturalen Kompositionen fielen auseinander. Nachdem der IKO während der Proben näher zu einer Saalecke gerückt wurde, konnten die Reflektionen über die Wände allerdings besser kontrolliert werden. Es wurde klar, dass eine reflektionsstarke Bühnensituation von ca. 4,5 Metern Durchmesser geschaffen werden musste, um das Werkzeug und die Komposition in dieser Architektur einrichten zu können. Dies wurde dadurch erreicht, dass der Reflektorschild des Ligeti-Saals, der normalerweise für Ensemble-Konzerte genutzt wird, hinter dem IKO aufgebaut wurde. Die Ergebnisse waren überraschend. Die Konturen der skulpturalen Klangformationen wurden auf einmal ausgeprägter und ließen die ursprünglichen Raum-Klangstrukturen der Kompositionen wieder erkennen.

Weitere Proben ergaben, dass sogar die Reflektionen der hohen Decken einbezogen werden konnten, um den räumlichen Höreindruck in der Vertikalen (oben, oben-links-rechts) zu stabilisieren. Diesen Ergebnissen entsprechend, wurden die Zuschauerreihen um ca. 3 Meter weiter nach hinten gerückt, um so mehr vom frontalen Direktschall des IKOs zu verlieren. Auf diese Weise konnte die Aufmerksamkeit des Publikums auf ein weites reliefartiges Links-rechts-Panorama gerichtet werden, das der Reflektorschirm zusammen mit den Reflektionen der Wandmitten des Saals (links-rechts) und den Deckenreflektionen aufspannte, um so den IKO sowohl visuell als auch hinsichtlich des Direktschalls akustisch in den Hintergrund rücken zu können.

Die Ausleuchtung wurde zur Inszenierung unterstützend hinzu gezogen. Indem der Saal während des Konzerts abgedunkelt und nur der Reflektorschirm ausgeleuchtet wurde (vgl. Abbildung 8), reduzierte sich der Lautsprecher in der Ansicht auf eine schwarze Silhouette, deren Konturen schnell als gegeben und visuell nicht weiter ergiebig eingestuft wurden. D.h. durch die gezielte Einrichtung der inszenatorischen Elemente am Ort der Aufführung im Sinne ei-

---

<sup>72</sup> Manche Begriffe, wie z.B. *Blur*, *Burst*, *Grain*, *Fade*, *Onset* oder *Offset*, sind durch die Verbreitung der englischen Sprache im Bereich der Computermusik so gebräuchlich, dass sich eine Übersetzung sprachlich sperrig lesen oder, mangels genauer Übertragbarkeit, Ungenauigkeiten erzeugen würde. Wo es für ein Verständnis grundsätzlich erforderlich erscheint, werden diese jedoch erklärt.

ner Raumpraxis, wurde die Wahrnehmung für die dreidimensionalen Klangkompositionen im so erzeugten Raum gezielt ausgerichtet und verwickelt.

### 2.2.2. Izlog Suvremenog Zvuka Festival 2015 Zagreb

Das Izlog Suvremenog Zvuka Festival 2015 - *Showroom of Contemporary Sound* - fand vom 6. bis 9. Mai in Zagreb statt. Das Aufführungskonzept sah vor, zwei Konzerte mit dem gleichen Programm in zwei unterschiedlichen Räumen zu spielen, um die Fragilität der räumlichen Parameter in den Kompositionen im Vergleich erfahrbar zu machen. Durch die beiden gegensätzlichen Raumsituationen sollte das Abhängigkeitsverhältnis von Klangprojektion, Architektur, Raumakustik und Komposition besser verstanden werden<sup>73</sup>.

#### Französischer Pavillon

Der Französische Pavillon wurde von Frankreich 1937 für die Messe Zagreb gebaut und nach mehrfachen Umwidmungen im Jahr 2014 renoviert und wieder eröffnet. Es handelt sich um ein zylindrisches hoch aufstrebendes Bauwerk, das dennoch verwinkelte Wandstrukturen aufweist und in 13 Meter Höhe von einem dünnen Stahldach mit 32 Meter Durchmesser abgeschlossen wird, in dessen Mitte ein rundes Oberlicht eingelassen ist. Die Wände bestehen aus einem Betonsockel und Holzaufbauten, die rundum durch hohe Fensterfronten durchbrochen werden, durch die Licht in jeden Winkel des



Abbildung 9: IKO im Französischen Pavillon Zagreb, 2015.

sakral anmutenden Saales fällt. Dieser ist von drei Seiten zugänglich und hat somit keine vornehinten Orientierung. Die Hauptperspektive konzentriert sich aus allen Richtungen auf das Zentrum. Der Boden besteht aus geschliffenen Betonplatten.

Mit einer Nachhallzeit von 6 Sekunden ist es nahezu unmöglich, hier Musik aufzuführen, die

<sup>73</sup> Beide Konzerte liegen in einer binauralen Audio-Dokumentation vor, vgl. SD-Karte im Appendix.

nicht für diesen Raum komponiert wurde. Die Hallfahnen machen jede Konversation anstrengend und verwischen die Artikulation.

Dem ersten Eindruck nach würde man den IKO direkt in der Mitte des Gebäudes, zentral unter dem Oberlicht des hohen Dachs aufstellen. Visuell würde hier Symmetrie hergestellt, der IKO in der Mittelachse aus allen Perspektiven im Raum ein ausgewogenes Verhältnis zur Architektur einnehmen. Akustisch würde dies aber genau die Besonderheiten des Lautsprechersystems aufheben, da die Distanzen zu den reflektierenden Oberflächen, mit Ausnahme des Bodens, zu groß wären, um die Beams in Richtung eines Publikums auszurichten, wobei auch fraglich wäre, wo das Publikum zu platzieren wäre. Nach einer Testphase wurde der IKO dezentral in der Nähe einer Wand aufgestellt, um die konkave Wölbung der Wand des zylindrischen Gebäudes als Reflektor zu nutzen. Aufgrund des kirchenartigen Halls war es von Anfang an absehbar und Teil des Aufführungskonzepts mit zwei verschiedenen Aufführungsorten, dass die dreidimensionalen Klangobjekte der Kompositionen nur schwer herstellbar sein würden. Aber nach weiteren Tests, in denen verschiedene Abstände zu der nächsten reflektierenden Wand mit verschiedenen Beam-Bewegungen ausprobiert wurden, stellte sich überraschend heraus, dass ähnliche Raum-Klang Phänomene auf der gegenüberliegenden Hälfte des Saals wahrnehmbar wurden. Diese natürlich stark durch die beschriebenen Eigenschaften des Gebäudes gefärbt. Dennoch konnten objekthafte Erscheinungen, Schichtungen und Bewegungen wahrgenommen werden, die zudem ihre Hauptquelle mehr im Zentrum des Gebäudes zu haben schienen als an dem Ort, an dem der IKO eigentlich platziert wurde. Außerdem konnte die parabolartige Wölbung der Metaldecke so angesteuert werden, dass der Höreindruck stabilisiert werden konnte. Für das Konzert wurde das Publikum entsprechend der in den Proben gemachten Erfahrungen auf Sitzinseln, auf der dem IKO gegenüberliegenden Seite des Saals platziert. Erwartungsgemäß war das Ergebnis im Konzert sehr anders als in der Laborsituation, aufgrund der akustischen Eigenheiten des Orts ergaben sich völlig andere Raum-Mischungen und Konturen. Aber das Experiment zeigte deutlich, dass der IKO auch an problematische Raumsituationen anpassbar ist, wenn man sich auf die architektonischen Gegebenheit einlässt und diese zu nutzen lernt. Darüber hinaus wurde das Konzertprogramm umgestellt, weil die Komposition *firniss* zu feine Lautstärkeabstufungen zwischen transientenreichen, fluktuierenden Burst-Verkettungen beinhaltet, die eng am IKO selber wahrgenommen werden und deren Lautstärken ab einem gewissen Raumvolumen nicht erhöht werden können, ohne dass das System verzerrt. Die Komposition verschwindet fast

völlig, sie kann an den Ort nicht so angepasst werden, dass die skulpturalen Klangphänomene überhaupt in Erscheinung treten. Hierdurch wurde klar, dass für stabilere spatiale Kompositionen weitere Forschungen über die Quell-Charakteristiken von Signalen mit verschiedenen Onset- und Releasezeiten und deren jeweiliges Potential, die akustischen Gegebenheiten des jeweiligen Aufführungsraums zu artikulieren, notwendig sind. Auch mussten Studien angestellt werden, welche Klänge unter Verwendung des Beamformings näher am IKO und welche weiter entfernt wahrnehmbar sind. Außerdem wurde deutlich, dass es einer Raumsimulation bedarf, wenn man bei kürzeren Probenzeiten Kompositionen auf verschiedene Raumsituationen hin vorbereiten möchte.

## Multi-Media-Art Galerie

Zwei Tage nach dem ersten Konzert wurde der IKO in einen rechteckig geschnittenen Galerieraum gebracht, mit ca. 130 Quadratmetern Grundfläche, 4 Meter Deckenhöhe und ca. 1,1 Sekunden Nachhallzeit. Der Lautsprecher wurde in der vom Eingang aus gegenüberliegenden rechten Ecke des Raums aufgestellt, um die Reflektionen der gemauerten Ziegelwände und einen Teil der Deckenkonstruktion, die aus Glas und Holz besteht, auszunutzen. Nach wenigen Minuten konnte die Abhörsituation wie im Labor hergestellt werden. Das Publikum wurde später auf beiden Längsseiten des Raums auf Bänken



Abbildung 10: IKO in der Media Art Galerie Zagreb, 2015.

platziert, so dass die Mitte freibleiben konnte. Zu Beginn des Konzerts wurde zudem angekündigt, dass man sich während des Konzerts im Raum frei bewegen und sich seinen eigenen Abhörpunkt suchen könne. Dies war

der Versuch, die skulpturalen Klang-

phänomene durch mögliche Standortwechsel besser wahrnehmbar zu machen. Die wesentlich intimere Situation als im Pavillon ermutigte das Publikum, während des Konzerts mehrere Standortwechsel vorzunehmen und die

Klangskulpturen von mehreren Positionen aus abzuhören. Nach dem Konzert wurden von Besuchern sehr ähnliche Aussagen über die Wahrnehmbarkeit der skulpturalen Klangformationen und deren räumliche Definition und Abgrenzbarkeit in Klangzonen, Klangschichtungen und Trajektorien gemacht. Diese wurden als Klänge zwar erinnert aber nicht so verwischt und diffus wie beim Konzert im Pavillon wahrgenommen. Die Erfahrungen aus der Multi-Media Art Gallery Zagreb haben neue Fragen über Art und Beschaffenheit des verwendeten Klangmaterials und seiner Spatialisierbarkeit in Bezug auf den Aufführungsraum aufgeworfen, und wie die so entstehenden Phänomene für die Aufführungssituation aber auch den kompositorischen Prozess klassifiziert werden können. Da es offensichtlich skulpturale Stücke gibt, die in dem einen Raum funktionieren, aber in einem anderen nicht aufführbar sind, müsste man im Vorfeld eine Einschätzung aufgrund einer Raumsimulation oder anhand von Daten (Raumgröße, Hallzeit, Bestuhlung, Umgebungsgeräusche etc.) abgeben und die Stücke beim Komponieren mit Raumindices versehen können oder vor Ort flexibel durch die so begründbare Aufführung eines anderen Stücks reagieren. Hierdurch wird auch der spezifische Instrumentencharakter des verwendeten Lautsprechersystems und der intrinsische Zusammenhang mit der Kompositionen von Raum unterstrichen: Niemand würde auf die Idee kommen, Luigi Nonos *Prometeo* in einer kleinen Kapelle oder einem Klassenzimmer oder Bachs *Chaconne* aus der *Partita 2* in D-moll in einem Stadion aufzuführen.

### 2.2.3. InSonic2015 Konferenz im ZKM Karlsruhe

Im ZKM war das IKO-Konzert für die Eröffnung des Abschlussabends im KUBUS vorgesehen.

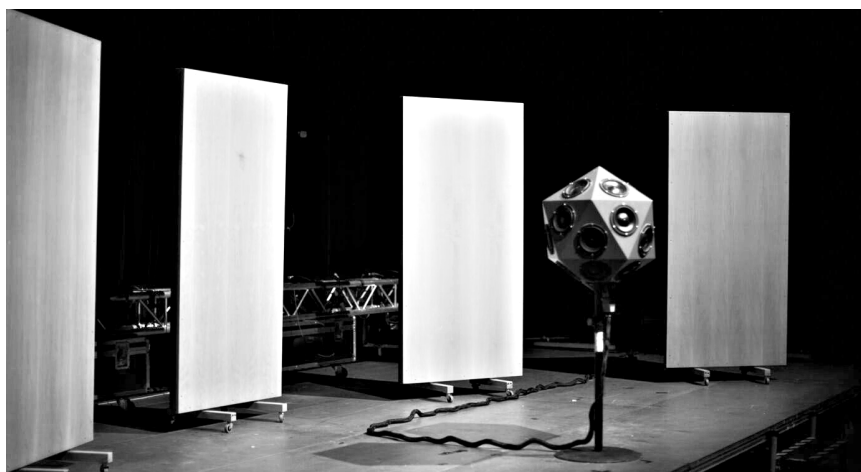


Abbildung 11: IKO mit Reflektoren Im KUBUS des ZKM Karlsruhe, 2015

BUS vorgesehen. Die Nachhallzeit des Aufführungsraums beträgt 1,6 Sekunden, die Wände waren z.T. mit Molton abgehängt worden. Alle anderen Stücke des

Abends wurden mit der 43-kanaligen Lautsprecherkuppel aufgeführt, die zeitweise mit Performern auf der Bühne vorne und einem frontalen WFS-Lautsprecherarray ergänzt wurde. D.h. wie bei dem Signale-Konzert von 2014 war die Bestuhlung fixiert und nach vorne ausgerichtet, mit dem Fokus auf der Bühne. Resultierend aus den Labor- und Bühnenerfahrungen der letzten Jahre, wurden fünf mobile Reflektorwände etwa 2 Meter hinter dem Lautsprecher in einer halbkreisförmigen Aufstellung platziert, mit einer Lücke von ca. 1,50 Meter zwischen den Einzelwänden. Nach einer Probenzeit von 20 Minuten, der Justierung von Beams und Distanzen der Reflektoren zum IKO, Bühnenrand und Publikum, konnten die skulpturalen Raum-Klangphänomene sehr genau wahrgenommen werden, ähnlich der Laborerfahrungen aus dem IEM. Selbst bei voller Bestuhlung und mit dem Publikum als Block vor der Bühne sitzend, waren die Konturen der Kompositionen klar abgegrenzt und konnten die Raum-Klangbewegungen bis weit in den Saal hinein nachvollzogen werden. Zwar wurde ab einer gewissen Distanz zur Bühne (ca. 8 Meter) die räumliche Staffelung geringer und das Panorama etwas breiter, aber ohne dass Plastizität eingebüßt wurde.

## 2.3. Auswertung der praktischen Erfahrungen

### 2.3.1. Differenzierung von Aufführungskonzepten

Die so gemachten Praxiserfahrungen mit dem IKO führten zu Untersuchungen mit Raum-Klangmodellen in der Laborsituation, um die Bedingungen besser zu verstehen, die es künstlerisch ermöglichen, Raum als Parameter in der elektronischen Musik zu komponieren und verlässlich an unterschiedlichen Orten zu reproduzieren. In den letzten Jahren haben sich zwei grundsätzliche Aufführungs- und Inszenierungskonzepte aus der künstlerischen Perspektive als plausibel herausgestellt. Das erste (Abbildung 12) sucht die Nähe zu Ecken in typischen rechteckigen Räumen, das zweite verwen-

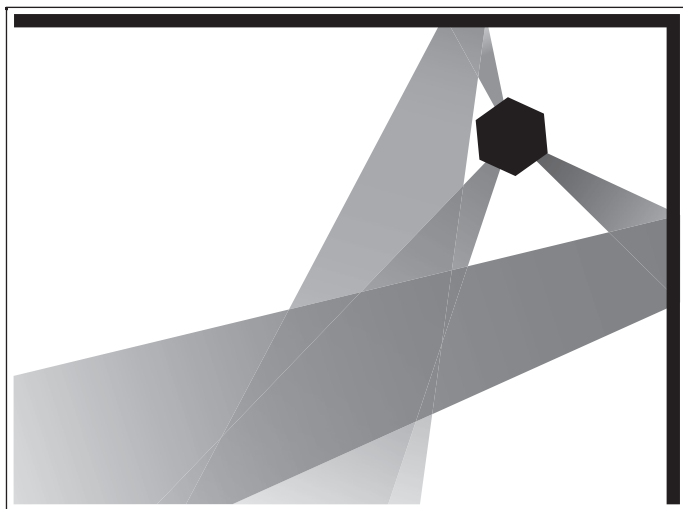


Abbildung 12: IKO in der rechteckigen Aufführungsvariante.

det konkave Anordnungen von Reflektoren hinter dem IKO.

Diese bewussten Lautsprecher-Raumanordnungen beeinflussen die Ausbreitungspfade in der Konzertsituation und damit die Zahl der diskret lokalisierbaren Richtungen. Die rechteckige Aufführungssituation mit einer Eckenanordnung des IKO erlaubt die Orchestrierung und Ausbalancierung von mindestens zwei ausgeprägten Wandreflektionen im Verhältnis zum wahrnehmbaren Direktschall. Hierfür sollte der Abstand des IKO zum Publikum mindestens genau so groß sein wie zu beiden Wänden. In solchen Konstellationen wurde der IKO in der Vergangenheit u.a. auch auf der DAFx 2010 (Glaswände), den Darmstädter Ferienkursen für Neue Musik 2014 (diverse Materialien) und dem izlog-Festival 2015 (Ziegelwand) eingesetzt. Rechteckige Räume ermöglichen häufig noch weitere nutzbare Reflektionen, wie z.B. Decke, Boden und weiter entfernte Seitenwände sowie Raumhalleffekte, bergen aber gleichzeitig die Risiken von Verwischungen durch Raumgeometrien und Wandmaterialien im Wechselspiel mit den verwendeten Klangmaterialien. Deshalb wäre es für die kompositorische Praxis ratsam, Stücke so zu komponieren, dass diese auf verschiedene Raumsituationen, immer noch mit Hilfe des Ohrs und entsprechender Softwarewerkzeuge, anpassbar bleiben. Das hätte zur Folge, Bewegungsgeschwindigkeiten bei Rotationen und Fades sowie Winkel und Radien der Beams am jeweiligen Ort so zu verändern, dass im Zusammenspiel der akustischen Eigenschaften des Aufführungsorts, der Publikumsplatzierung und der Ausrichtung des IKOs das Stück jeweils modelliert werden kann, um den Bedingungs-zusammenhang zwischen SPS und skulpturaler Klangkomposition (wieder) herzustellen. Dies war in den ursprünglichen Versionen von *grrawe*, *firniss* und *grafik unten* fast nicht möglich, weil das Klangmaterial kaum auf die Bewegungen und Trajektorien sowie die Geschwindigkeit der Beams abgestimmt werden konnte und die Kompositionen deshalb wenig räumliche Staffelungen von Klängen mit dem IKO zuließen. Auch wurden einzelne Passagen zwar im Sinne einer *Spatialisierung 2. Ordnung* in der Elevation differenziert auskomponiert, diese Spiegelquellen ließen sich aber dann praktisch nicht im jeweiligen Aufführungsraum realisieren, weil kaum Deckenreflektionen erzeugt werden konnten bzw. das verwendete Klangmaterial für die Erzeugung von Spiegelquellen nicht geeignet war und somit auf der Oberfläche und am Nordpol des IKOs fest hing.

Konkave Anordnungen (Abbildung 13) von Reflektoren hinter dem IKO bewirken eine große Anzahl nutzbarer und ausgeprägter Reflektionen. Die Anordnung hinter dem IKO sollte vorzugsweise einen Radius von 5 – 7 Metern vorweisen, der Lautsprecher selber sollte in der Symmetrieachse der Anordnung

mit einem Abstand zwischen 1,5 und 3 Metern zum zentralen Reflektor aufgestellt werden. Diese Anordnung erhöht die ansonsten limitierte Anzahl von Reflektionen (Bühnenrückwand, Seitenwände) auf eine Fülle von möglichen Richtungen zwischen Bühne und Publikumsraum. Das Publikum sollte möglichst

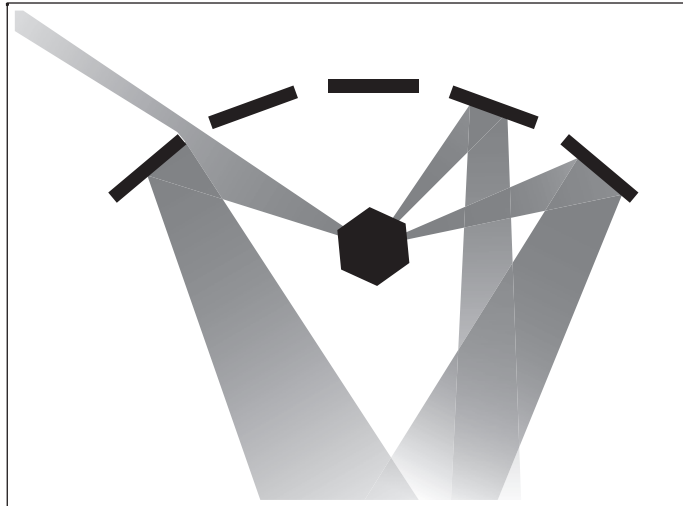


Abbildung 13: IKO in der konkaven Aufführungsvariante

etwa 5 Meter vom IKO entfernt sitzen, um eine balancierte Perspektive auf die spatialen Klangobjekte zu ermöglichen, die ja gerade erst durch die Reflektionen geformt werden. Dieses *IKO-Nahfeld* variiert natürlich in seiner Größe mit zunehmender Halligkeit des Aufführungsorts. Bei zu roßem Abstand zum *IKO-Nahfeld* setzt der oben erwähnte *Blur* ein, der die Differenzierung der dreidimensionalen Klangobjekte im *IKO-Diffusfeld* auflöst. Für die Wahrnehmung der skulpturalen Klangobjekte spielt auch die Sicht eine Rolle, die den IKO bei größerem Abstand weniger stark fokussiert und aus einer mehr beobachtenden Sehhaltung in eine Art Starren verfällt, was wiederum den Höreindruck für den Umgebungsraum verstärkt. Das bedeutet aber auch, dass ein stabiles *IKO-Nahfeld* und Visu-Audition in einem Spannungsverhältnis stehen können, das am jeweiligen Aufführungsort ausgeglichen werden muss. Ausleuchtung kann hier insofern hilfreich sein, dass während des Konzerts der Konzertraum stärker als der IKO betont wird.

### 2.3.2. Platzierung des Publikums - Öffnung der Sitzplatzordnung

Öffnet man die fixe Sitzplatzstruktur hin zu einer freien Positionierung durch das Publikum selbst, verändert man die Konzentrationshaltung auf das Stück. Hierdurch kommt es zu einer flexiblen sozialen Raumbildung, da die Besucher sich nicht nur zum Lautsprecher und zu den Raum-Klangkonstellationen ausrichten, sondern sich auch untereinander verhalten. Die räumliche Praxis der Raum-Komposition wird verändert. Es kann vorkommen, dass gerade in diesen Ausrichtungsbewegungen die Aufmerksamkeit weniger mit den Raum-Klangphänomenen beschäftigt ist als mit den anderen Hörern. Gleichzeitig konnte festgestellt werden, dass durch die selbständige Bewegung im Auffüh-

raum die verschiedenen Klangzonen und Bewegungen aus verschiedenen Perspektiven besser als bei der Frontalbestuhlung wahrgenommen werden konnte. D.h. die Syntheseleistung hinsichtlich der Erfahrung des Raums und der diesen bildenden z.T. sehr fragilen „Einbauten“ kann durch die Aufhebung der Fokussierung auf eine singuläre Bühnenperspektive eine filigranere werden. Auch hier sollte die Sitzanordnung an das Stück und letzteres an die Architektur angepasst werden. Z.B. wird sich der Hörer bei sehr leisen Klängen kaum zu bewegen trauen, damit er nicht durch seine eigenen Körpergeräusche in die Komposition eingreift. Dies führt wiederum dazu, dass in solchen Situationen eine sehr hohe Aufmerksamkeit für äußerst leise skulpturale Klangformationen erzeugt wird. Es kann auch sein, dass bei aufgelöster Sitzplatzierung langgezogene Klangtexturen noch länger sein müssen, damit sie von mehreren Hörpositionen „betrachtet“ werden können. Mithin wird im Prozess des Komponierens die Frage der Publikumsplatzierung eine Rolle spielen müssen<sup>74</sup>.

### 2.3.3. IKO-spezifische skulpturale Bassphänomene

Im Bassbereich (<100 Hz) wird der IKO omnidirektional eingesetzt, d.h. alle Lautsprecher spielen ab diesem Frequenzbereich abwärts das gleiche Signal. Dadurch kann der IKO als leistungsstarker Subwoofer größere Raumvolumen anregen. Dabei fällt auf, und das ist kompositorisch für die *skulpturale Spatialisierung 1. und 2. Ordnung* wichtig, dass „lauter“ häufig als räumlich „größer“ empfunden wird. In der Oktave über 100 Hz, können Beams bereits schwach ausgerichtet und bewegt werden, so dass tieffrequente Klänge oberhalb dieser Grenzfrequenz im Raum bewegt werden können. Derartige Klänge werden häufig als schwach lokalisierbare Klangwolken wahrgenommen, die als flexiblen Zonen im Raum hängen können. D.h. dass mit dem IKO im Bassbereich nicht nur als Erdung oder Sockel in der vertikalen Raumbildung, sondern z.T. auch im perspektivischen Feld skulpturale Klangphänomene formbar sind. Das unterscheidet ihn von anderen Lautsprechersystemen, bei denen der Bass meistens omnidirektional Mono und ohne Beamforming abgestrahlt und damit fast nicht (ver-)ortbar ist.

---

<sup>74</sup> Vgl. hierzu auch unten den Aspekt der *inszenierten Zeit*, Kapitel IV. 4.3.

## KAPITEL IV

### Forschung, Modellbildung und Begriffbestimmung im Labor

*The more that we understand about the complex relationship between spatial sound systems and the listener's spatial thinking, the better we will be able to harness the capacities of such systems for artistic purposes.* [Kendall, 2010, 229]

In der Folge werden die Ergebnisse der kompositorischen Studien und der daran anknüpfenden Hörversuche geschildert. Dabei wurde immer Wert darauf gelegt, dass die Ergebnisse der Untersuchungen in die kompositorische Praxis einbezogen wurden, um so zu genaueren akustischen wie auch begrifflichen Beschreibungen skulpturaler Raum-Klangphänomene zu gelangen.

#### 1. Miniaturen

Zu Beginn des iterativen Forschungsprozesses wurden 64 Miniaturen<sup>75</sup> als Basis für weitere Experimente komponiert. Dabei wurden statische, wie zeitvariante Stimuli erzeugt, die gleiche Spatialisierungsanwendungen mit unterschiedlichem Klangmaterial durchführen. Diese Miniaturen wurden zunächst hinsichtlich ihres Klangmaterials und der verwendeten *Spatialisierung 2. Ordnung* beschrieben. In einem Selbstversuch wurde jede Miniatur von zwei Abhörpositionen (vgl. Abbildung 14) aus als räumlicher Hör-

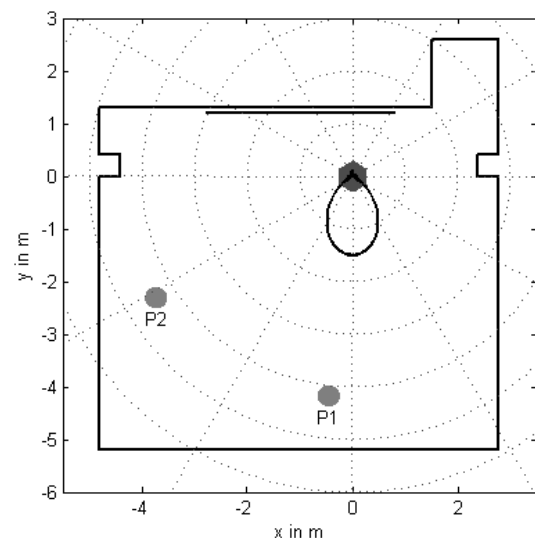


Abbildung 14: Labor mit IKO, Abhörpositionen P1/P2

eindruck formuliert<sup>76</sup>. In einem zweiten, um ein Jahr versetzten Durchgang<sup>77</sup> wurden dann die im Verlauf der Forschungen entwickelten Begriffe wiederum auf die Miniaturen angewendet, um deren Tauglichkeit bezüglich der raumklanglichen Ausgangskonstellationen zu überprüfen.

<sup>75</sup> Miniaturen Ia - IIId (12) + 52 = 64

<sup>76</sup> Vgl. Index der Miniaturen A. im APPENDIX

<sup>77</sup> Vgl. Index der Miniaturen B. im APPENDIX

## 1.1. Index der Miniaturen<sup>78</sup>

Die Aufzeichnungen wurden tabellarisch im *Index der Miniaturen* festgehalten, um die Systematik des Vorgehens in allen Schritten nachvollziehbar zu machen. Darüber hinaus ermöglicht diese Aufstellung die auftretenden Relationen zwischen Klangmaterial, Spatialisierungsmuster und Raumwirkung für unterschiedliche Komplexitätsgrade nebeneinanderzustellen.

## 1.2. IKO-Spatialisierungsgrundmuster

Nach diesen ersten Studien unter durchgehender Verwendung der Kronlachner-Plugins sowie unter unveränderten räumlichen Laborbedingungen haben sich folgende Grundmuster klanglicher Raumgestaltung mit dem IKO ergeben:

[a] *Fixierter Beam* [Miniaturen I-III]: Dieses Spatialisierungsgrundmuster erzeugt je nach Richtung und Material starke Reflektion auf einer Fläche. Auf diese Weise lassen sich Raumzonen in Richtungen aufteilen. Breitbandige Signale sind hierfür besser geeignet als transiente *Bursts* oder *Grains*<sup>79</sup>. Fluktuierende Abfolgen sind zudem schwerer verortbar als gleichmäßige Verkettungen. Breitbandige Signale sind auch weiter entfernt vom IKO und mit distinkten Wandreflektionen wahrnehmbar, transientenreichere bleiben näher am IKO, sind mithin als Spiegelquellen kaum einsetzbar. Besonders stark sind Beams in Äquatorhöhe und mit Bodenrichtung (z.B. Elevation -45°) wahrnehmbar. Gute Wahrnehmbarkeit liegt bei der jeweils dem Hörer gegenüberliegenden Wand vor, schwächer, aber durchaus noch differenziert, ist diese seitlich vom IKO als Richtung. Bei Beams in Richtung des Hörers entsteht eine starke Aufmerksamkeitsfixierung auf den IKO selber mit starker Klangfarbenveränderung bei Positionswechseln. Dies führt bei längeren Dauern zu starker Konturierung<sup>80</sup> der spatialisierten Klangtextur, weil sich je nach Hörerposition die Reflektionspfade verändern, aber erst durch die eigene Körperbewegung erfahrbar werden.

---

<sup>78</sup> aufgeführt im APPENDIX. Vgl. auch Liste der Download-Links, S. 178.

<sup>79</sup> Die Begriffe *Burst* und *Grain* werden hier zunächst zur Bezeichnung transientenreicher, diskreter Klangereignisse verwendet. Wobei den Burst ein impulsartiges, plötzliches Freisetzen hoher Energie - und dies quasi ohne zeitlichen Verlauf - auszeichnet. Bursts haben mithin so gut wie keine Onset- und Release-Zeiten. Ein Grain gilt in der Computermusik als Elementarklang (Klangkorn) mit einer Dauer von 5 bis 20 ms [Supper, 1998, 48]. Durch Aneinanderreihung oder Überlappung von Grains können neue Klänge erzeugt werden. Im Rahmen dieser Arbeit sind Grains aber vor allem kleinste, diskrete, „punktähnliche“ Einzelklänge, die in Verkettungen auftreten können. Sie haben längere Onset- und Release-Zeiten und sind dadurch weniger impulsartig als Bursts. Vgl. Index der Miniaturen z.B. Miniaturen II und III.

<sup>80</sup> Vgl. Herleitung und Übertragung des Begriffs Kontur, Kapitel IV. 4.1.3.

[b] Kreisbewegung/Rotation um den Äquator mit verschiedenen Geschwindigkeiten

[ba] „Leuchtturm“ (Wahrnehmung primär am IKO). Dieses Spatialisierungsgrundmuster entsteht durch langsame Bewegung des Beams bei breitbandigen Signalen mit schemenhafter Spur an den reflektierenden Flächen in der Umgebung. Bei hochpassgefiltertem Rauschen kann sich der Wahrnehmungsschwerpunkt vom IKO weg verlagern<sup>81</sup>. Die Kreisbewegung wird antizipiert.

[bb] „Spatial-Beating“ (Wahrnehmung primär im Raum, an den reflektierenden Flächen)

Durch schnelle Bewegung des Beams bei breitbandigen Signalen wird dieses Spatialisierungsgrundmuster erzeugt. Es wird nicht als Vollkreis wahrgenommen, erzeugt punktuelle Reflektionen („Beatings“) an den Wänden auf einer kreisenden Trajektorie, die einen regelmäßigen Puls mit einer Raumrichtung in der Rotation wahrnehmbar machen.<sup>82</sup> *Spatial Beating* kann je nach Hörposition aber auch zu Pendelbewegungen führen, wenn nur zwei distinkte Reflektionen wahrnehmbar sind. D.h. trotz gleichmäßiger Rotationsbewegung um den Äquator entsteht in der Wahrnehmung eine Vor-und Rückwärtsbewegung des Signals zwischen zwei Koordinaten.

[bc] „Spirale“ als besondere Rotation

Dieses Spatialisierungsgrundmuster wird durch die zusätzliche Modulation des Elevationswerts bei der Rotation erzeugt. Es führt zu Verwirbelungen um die Senkrechtaachse mit materialabhängigen Ausbreitungen um den Äquator des IKOs, was aber nicht gleichbedeutend mit einer klar wahrnehmbaren (grafischen) Klang-Spirale ist. Hauptsächlich kommt es zu *Spatial Beatings* und punktuellen Klangkoordinaten im *IKO-Nahfeld*. Spiralwirkungen sind schwer vorhersagbar, aber experimentell erlernbar und, je nach Raumsituation und Materialwahl, rekonstruierbar.<sup>83</sup>

---

<sup>81</sup> Vgl. Miniaturen 21 - 31

<sup>82</sup> Vgl. Miniaturen 2, 8, 25, 38, 39, 49

<sup>83</sup> Vgl. Miniaturen 32 - 35, 40

### (c) Panning und Fade

(ca) Dieses Spatialisierungsgrundmuster entsteht durch Amplituden-Panning zwischen zwei fixen Beams.<sup>84</sup> Es funktioniert bei verschiedenen Panninggeschwindigkeiten für breitbandige Signale gut und führt bei verschiedenen Abhörpositionen zu starken Konturierungen des Klangereignisses. Schwieriger bei transienteren und fluktuierenden oder unregelmäßigen Texturen, da diese so eng am IKO hängen, dass weder Breite noch Tiefe merklich verschoben werden kann. Allerdings können Burst-Verkettungen durch Amplitudenpanning als dreidimensionale Sphere um den IKO aktiviert werden.

(cb) Die zweite Variante ist ein Distanzfade durch Verändern der Ambisonics-Ordnung [0-3] bei fixer Beamrichtung mit zusätzlichem Lautstärkenfade.<sup>85</sup> Dieser funktioniert aus unterschiedlichen Abhörpositionen als Bewegung von außen in den IKO hinein, durch anschließende Amplitudenabsenkung sogar in Bewegungsrichtung durch den IKO hindurch, sofern man hierbei auf der Bewegungsachse steht.<sup>86</sup> Bei breitbandigen Signalen mit Wandreflektion entsteht eine Achsenverschiebung von der Wand in Richtung IKO und ggfls. wieder zurück. Allerdings ist die Bewegung anders als beim Amplitudenpanning zwischen zwei Beams nicht von allen Abhörpositionen gleich als Fadebewegung (Trajektorie mit abnehmender Lautstärke) bzw. Achsenverschiebung wahrnehmbar, d.h. die Konturierung der skulpturalen Formung ist weniger stark ausgeführt. Bei transienteren Signalen kommt es teilweise nur zu Lautstärke- und Klangfarbenveränderungen, die sich skulptural vor allem zur Reliefbildung<sup>87</sup> nutzen lassen.

(d) Pendel: Dieses Spatialisierungsgrundmuster ist eine Variante von Fade oder Kreis und kann sowohl im perspektivischem Feld als auch in der Vertikalen erzeugt werden. Es lässt sich durch schnelle Beamrotation oder Fade-Bewegungen durch die IKO-Senkrechte bzw. um den Äquator erzeugen. D.h. die eigentliche Trajektorie wird als solche nicht wahrgenommen, sondern tritt alternierend zwischen zwei Aufmerksamkeitsschwerpunkten in Erscheinung. Allerdings lässt sich dieses Spatialisierungsmuster nur selten stabil umsetzen, weil kontrollierbare Decken- und Bodenreflektionen oder entsprechende Wandreflektionen hierfür Voraussetzung sind. Die Situation mit Decken und Boden ist aber selbst unter Studiobedingungen nur schwer herstellbar.<sup>88</sup> Denkbar wäre eine Stabilisierung durch Deckenreflektoren. Allerdings kann es

---

<sup>84</sup> Vgl. hierzu Miniaturen 46 - 48, aber auch Hörversuch 2., IV. 2.5.

<sup>85</sup> Vgl. Miniatur 41 - 44

<sup>86</sup> Vgl. Miniatur 41 - 44 jeweils Position 1 und 2, sowie mirage 6

<sup>87</sup> Vgl. ausführlich zur Herleitung des Reliefs 4.1.1.

<sup>88</sup> Vgl. Miniaturen 49 - 52

bei breitbandigen Signalen bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten zu einem *Spatial Beating* oben und unten am IKO kommen. Transiente Klänge und Texturen erzeugen je nach Ereignisdichte leichte Veränderungen in der Gerichtetheit<sup>89</sup> [mehr oben am IKO oder mehr unterhalb des Äquators], sind aber so subtil, dass sie sich im Konzertbetrieb kaum durchsetzen werden. Ich verwende sie in keiner Komposition von mirage 1 bis 6. Pendelbewegungen im perspektivischen Feld links/rechts oder vorne/hinten hängen ebenfalls von Rotationsgeschwindigkeit und raumbedingten Reflektionsschwerpunkten auf der Rotationsbahn des Beams ab, lassen sich bei Beachtung der zwei Platzierungsvarianten für den IKO aber realisieren.<sup>90</sup>

### 1.3. Faktoren der Spatialisierung 2. Ordnung

Bei allen Miniaturen wurde zunächst das Klangmaterial beschrieben, dann die räumliche Verarbeitung verzeichnet und der Höreindruck von zwei Abhörpositionen schriftlich festgehalten. Es gibt fünf unterschiedliche Faktoren, deren Einsatz und Kombination nach den Miniaturstudien zu den grundsätzlichen raum-klangkompositorischen Mitteln mit dem IKO gezählt werden können. Es handelt sich dabei auch um die entscheidenden Faktoren der *Spatialisierung 2. Ordnung*:

1. Die Verteilung der Phantomquellen<sup>91</sup> im Raum
2. Die Bewegung dieser Quellen
3. Die Geschwindigkeit dieser Bewegungen
4. Der Charakter des verwendeten Klangmaterials
5. Die Lautstärkenabstimmung

Die persönlichen Beschreibungen der räumlichen Klangphänomene ließen darauf schließen, dass es Perzepte gibt, die auch von verschiedenen Positionen aus stabile Raum-Klangformationen bilden. Die Stabilität ist aber anscheinend auch materialabhängig und wurde entsprechend in Hörversuchen untersucht. Hinzu kommt, dass sich ohne konsistente Terminologie die entstehenden Phänomene im SPS schlecht beschreiben bzw. differenzieren las-

---

<sup>89</sup> Vgl. die Herleitung des Begriffs der Gerichtetheit Kapitel IV.4.1.4.

<sup>90</sup> Vgl. Miniatur 2, 3, 5

<sup>91</sup> *Phantomquelle* meint üblicherweise die Position der wahrgenommenen Quelle zwischen zwei Lautsprechern. Hier meint der Begriff die wahrgenommene Position des Klangs im Aufführungsraum.

sen. Hilfreich könnten hierbei die im Forschungsprozess aus der Skulpturenlehre abgeleiteten Begriffe sein<sup>92</sup>.

## 2. Hörerbasierte Forschung durch Hörversuche im Labor

Selbst wenn man persönlich die Begriffe aus der Skulpturentheorie auswählen und im kompositorischen Prozess sinnvoll anwenden kann, muss man vor dem Hintergrund eines SPS die Frage stellen, wie intersubjektiv diese Begriffe sind bzw. sein können. Ein qualitativer Nachweis skulpturaler Klangphänomene kann nur erfolgen, indem systematische Hörversuche durchgeführt werden, was derzeit aber im Feld der Computermusik nur sehr selten der Fall ist [Landy, 2007; Sharma et al., 2015], so dass hier auf keine anderen Studien zurückgegriffen werden konnte.

### 2.1. Einordnung im Forschungsfeld

Grundsätzliche Ansätze zur Untersuchung räumlicher Wahrnehmung finden sich in der Literatur zur Psychoakustik. Umfassend und übergreifend behandelt das Thema Blauert [1997]. Für die Arbeit mit dem IKO weiterführend wichtig ist die Arbeit von Rakerd und Hartmann [Hartmann, 1983; Rakerd/Hartmann, 1986; Hartmann et al. 1989], die sich eingehend mit der Lokalisierung von Klang in halligen Umgebungen beschäftigt. Eines der für diese Forschung wichtigen Phänomene ist der sog. Präzedenzeffekt. Er umfasst eine Reihe von Phänomenen, die dafür verantwortlich gemacht werden, wie für die Wahrnehmung und die Lokalisation die Konkurrenz zwischen zeitlich verzögerten Klängen mit partiellen Kohärenzen, wie z.B. bei Direktschall und Reflektion, aufgelöst werden kann. Umfassende Zusammenfassungen von Arbeiten, die sich mit dem Präzedenzeffekt befasst haben, finden sich bei Litovsky et al. [1999] und Brown et al. [2015]. Zusätzlich können Lokalisationseffekte, die der IKO in Räumen erzeugt, teilweise aus den Forschungen über die Lokalisation in ringförmig angeordneten Lautsprecher-Arrays mit dezentralen Hörpositionen von Frank [2013] und Stitt [2015] abgeleitet werden. Spezifischere Studien, die sich mit den Eigenschaften von Klangobjekten beschäftigen, die durch variable Richtwirkungen in Räumen erzeugt werden, sind sehr jung z.B. Schmeder [2009]; Zotter et al. [2014]; Sharma et al. [2014]; Zotter/Frank [2015]; Frank et al. [2015]; Laitinen et al. [2015].

---

<sup>92</sup> Vgl. Index der Miniaturen B.: Körper-Raumbeziehung, Kontur, Gerichtetheit, Plastizität. Kapitel IV.1.1.

Die Formteile der für den IKO seit 2009 gemachten Kompositionen *grrawe*, *firniss*, *grafik unten*<sup>93</sup>, die aus den ersten Versuchen bestanden, bereits existierende Multikanalkompositionen mit ihren skulpturalen Klangphänomenen auf den IKO zu übertragen bzw. letztere zu reproduzieren, bestehen aus einer großen Anzahl von Verkettungen dreidimensionaler Erscheinungen. Ein erster Versuch, Details in komplexen plastischen Klangtexturen als intersubjektiv wahrnehmbar nachzuweisen, wurde bereits 2013 in einem Hörversuch mit sieben Probanden und Stimuli, die aus den ersten Kompositionen extrahiert wurden, durchgeführt. Die Ergebnisse dieser ersten Studie [Sharma et al., 2014] ergaben, dass zwar einzelne Objekte benannt werden konnten, aber die Komplexitätsstufen in fertigen Kompositionen schnell ein Ausmaß annehmen, dass dreidimensionale Lokalisierung, Ausbreitung und Form gesondert und spezifischer untersucht werden müssen. Ausgangspunkt für die hier angestellten Überlegungen ist, dass es sich bei skulpturalen Klangobjekten um im kompositorischen Prozess erzeugte Erscheinungen handelt, die aus verschiedenen zeitvarianten spatio-spektralen Elementen bestehen. Zieht man nach den ersten Erfahrungen und den Miniaturenstudien entsprechend die Vielzahl kombinatorischer Möglichkeiten in Betracht, scheint eine umfassende Untersuchung aller undurchführbar. Mithin wären Ableitungen für den kompositorischen Prozess am Ende nicht möglich. Um dieses Problem einzugrenzen, wird, ausgehend von den praktischen Hörerfahrungen mit dem IKO, sowohl in der Konzertsituation, als auch im Labor und im Gespräch mit den an OSIL beteiligten Wissenschaftlern ein dreistufiges hierarchisches Modell der erzeugbaren Raum-Klangphänomene vorgeschlagen, das sich letztendlich auch im stufenweisen Aufbau der Methoden meiner künstlerischen Forschung aus Miniaturen, Etüden und Kompositionen widerspiegelt:

## 2.2. Hierarchisches Modell der Raum-Klangphänomene

Die beobachteten Phänomene wurden in drei Kategorien unterschieden. *Raum-Klangphänomene der Ebene 1* stellen ein einzelnes statisches Perzept dar. Dieses entsteht aufgrund der Zusammensetzung aus stationärem Klangmaterial, das allerdings nicht vollkommen statisch sein muss, sondern z.B. auch eine Textur mit zeitlichen und spektralen Eigenschaften sein kann. Erzeugt werden diese Phänomene durch die vorher angesprochene zeitinvariante Raum-Klangprojektion. Diese sehr basalen Perzepte können auf der

---

<sup>93</sup> Vgl. Liste der Download-Links (Pre\_mirage.zip) S. 178 oder beiliegende SD-Karte.

Grundlage psychoakustischer Forschungen untersucht werden. Hörversuch 1 wertet entsprechend die Wahrnehmung der Phänomene der Ebene 1 aus.

*Raum-Klangphänomene der Ebene 2* bestehen aus zeitvarianten Projektionen ähnlicher Klangmaterialien mit verschiedenen räumlichen Attributen, z.B. Trajektorien wie Kreise, Pendel, Teilchenwolken aus Grains verschiedener räumlicher Ausprägungen. Die Wahrnehmung dieser Phänomene kann mit der „Auditory Scene Analysis“ [Bregman, 1994] untersucht werden. Hörversuch 2 wertet die Wahrnehmung der Phänomene der Ebene 2 aus.

*Raum-Klangphänomene der Ebene 3* bestehen aus Überlagerungen verschiedener Phänomene der *Ebenen 1. und 2.* Es entstehen Raum-Klangobjekte, die als skulpturale Klangphänomene im Rahmen künstlerischer Konzeptionen von Raumbildungen genutzt werden können. Der Vorversuch 3 und der Hörversuch 3 befassen sich mit der Unterscheidbarkeit verschiedener skulpturaler Typen, die auf Ebene 3 verortet werden.

## 2.3. Probanden und Laborraum

Bei den Hörversuchen wurde auf eine Gruppe aus Probanden des sog. IEM-Listening Panel zurückgegriffen, einer Gruppe von Studierenden (Komposition und Toningenieur), die den IKO vorher kaum oder gar nicht und vor allem nicht in einer musikalischen Verwendung gehört hatten. Alle Versuche wurden in demselben Laborraum mit den Maßen 6,8 x 7,6 x 3m mit einer Nachhallzeit von 0,6s durchgeführt. Der IKO wurde immer an der gleichen Position in der Nähe einer Ecke des Raums aufgestellt, so dass eine rechteckige Aufführungssituation, entsprechend der ersten Variante der oben beschriebenen Aufstellungsstandards, erzeugt wurde. Um die Auswirkun-

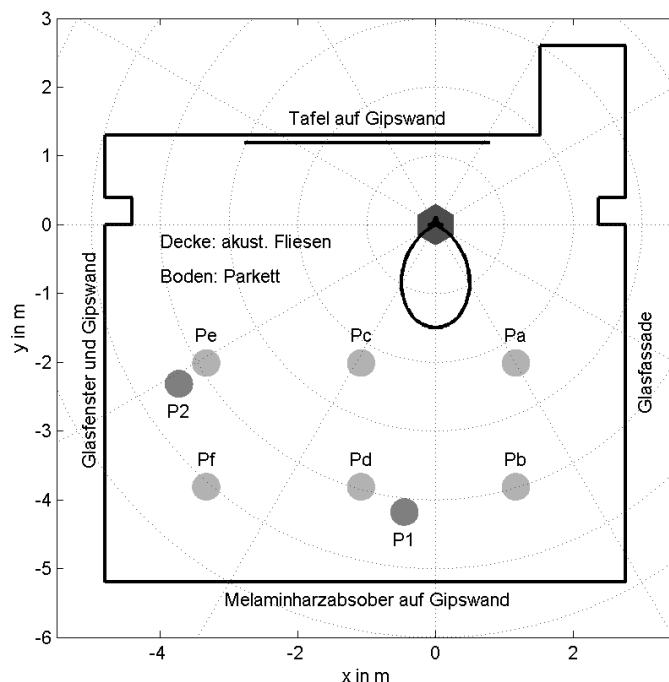


Abbildung 15: Versuchsaufbau der Hörversuche 1- 3 mit IKO.

gen der Hörposition auf die Wahrnehmung der dreidimensionalen Klangphänomene zu untersuchen, wurden alle Tests von verschiedenen Positionen aus durchgeführt. Abbildung 15 zeigt den Grundriss des Raums mit der Position des IKO und den verschiedenen Abhörpositionen der Probanden (Hörversuch 1 und 2: P1 – P2, Hörversuch 3: Pa – Pf). Darüber hinaus werden die Materialien der sechs Umgebungsoberflächen beschrieben sowie das Richtungsmuster eines Soundbeams 3. Ordnung Ambisonics angegeben.

## 2.4. Hörversuch 1:<sup>94</sup> Wahrnehmung lokaler statischer Klangprojektionen

Der erste Hörversuch<sup>95</sup> untersuchte die Wahrnehmung statischer Soundbeams mit verschiedenen Azimut-Winkeln. Die Klangprojektion wurde mit vier verschiedenen ambisonischen Beams 3. Ordnung mit den Azimut-Winkeln  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  und  $235^\circ$  [vgl. Abbildung 17] erzeugt. Der Aufbau ähnelt damit den Basis-Miniaturen O. (Ia - IIId). Das verwendete Klangmaterial der Stimuli entsprach den verwendeten Klängen der ersten 20 Miniaturen<sup>96</sup>. Die Stimuli 1 bis 4 bestanden aus Impulsen aus rosa Rauschen in Kombination mit zwei verschiedenen Onset-Längen sowie Release-Zeiten ( $t_{\text{short}} = 10 \text{ ms}$ ,  $t_{\text{long}} = 500 \text{ ms}$ ). Jeder Stimulus wird durch ein Symbol repräsentiert, dessen Form den entsprechenden Verlauf anzeigt. Beispielsweise wird Stimulus 2, der eine langsame Onset-Zeit und eine kurze Release-Zeit aufweist, durch ◀ symbolisiert [vgl. Abbildung 16a und

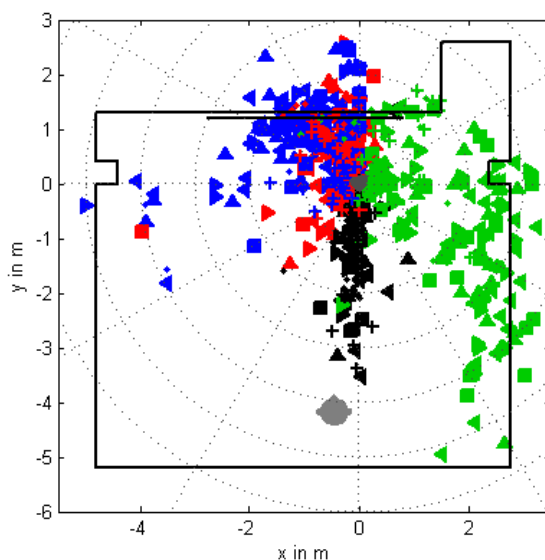


Abbildung 16a: Symbolwolke aller Antworten P1

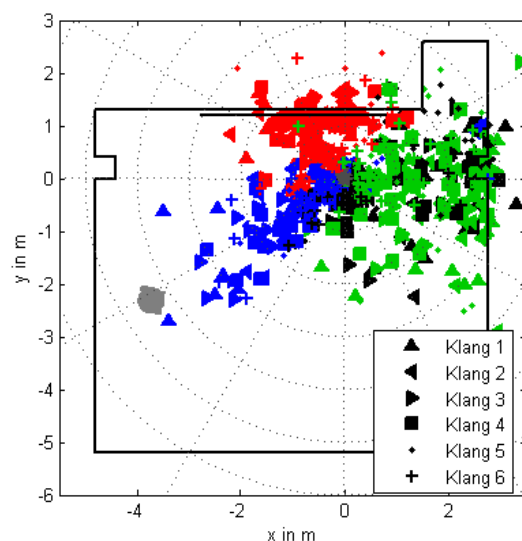


Abbildung 16b: Symbolwolke aller Antworten P2

<sup>94</sup> Vgl. SD-Karte oder Liste der Download-Links, S.178 für alle Stimuli der folgenden 3 Hörversuche.

<sup>95</sup> Vgl. Stimuli Hv1 und HV2 als binaurale Hörbeispiele.

<sup>96</sup> Index der Miniaturen I - III (Kapitel IV.1.1.) und 1-20

b). Klang 5 (dargestellt durch +) bestand aus einer fluktuierenden Abfolge unregelmäßiger Bursts und Klang 6 aus einer gleichmäßigen Verkettung feiner Grains (dargestellt durch •). Für jeden Durchgang wurde jeder Proband auf zwei Hörpositionen (P1 und P2) platziert. Dabei konnte der IKO angesehen und der Kopf bewegt werden. Die Probanden wurden gebeten, auf einem Touchscreen sowohl den Azimut-Winkel als auch die Distanz des Stimulus zum Lautsprecher in einem IKO-zentrierten Koordinatensystem anzugeben. Dabei wurden jeweils sieben vom Probanden wählbare Stimuli mit vom Computer zufällig ausgewählten Richtungen zusammen auf einem Bildschirm aufgeführt, um eine vergleichende Abstimmung der Antworten zu ermöglichen. Der siebte Stimulus war immer eine zufällig vom Computer gewählte Wiederholung einer der anderen sechs auf dem Bildschirm aufgeführten Stimuli. Mit vier solcher Bildschirmseiten pro Hörposition gab jeder der 15 Probanden 2 bis 4 Antworten pro Stimulus. Insgesamt gaben alle Hörer zusammen 420 Antworten pro Hörposition (vgl. Abbildung 16 a und b). Klänge werden symbolisch durch die Marker-Formen repräsentiert und die wahrgenommenen Beamrichtungen durch die Farben.

Wie man den einzeln eingefärbten Symbolwolken im x/y-Koordinatensystem entnehmen kann, gibt es offensichtlich eine intersubjektive Wahrnehmung unterschiedlicher Projektionen. Dies wird auch durch die Analyse der zweidimensionalen Medianwerte in Abbildung 17a und b unterstützt. Eine paarweise Analyse der Varianz (ANOVA) aller Azimut-Winkel für jede Beamrichtung bestätigt diese Annahme. Für beide Hörpositionen ergaben sechs Stimuli mindestens drei Richtungen ( $p < 0.05$ ), wohingegen in manchen Fällen benachbarte Richtungen statistisch identisch wahrgenommen wurden ( $p > 0.95$ ). Nach ANOVA für P1 haben die Beam-Richtungen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  die Tendenz zusammenzufallen, sowie für P2 die Richtungen  $180^\circ$  und  $235^\circ$ .

Der zweite in diesem Hörversuch untersuchte Aspekt ist die Distanz der Klangobjekte zum Lautsprecher bzw. deren Verteilung im Raum.

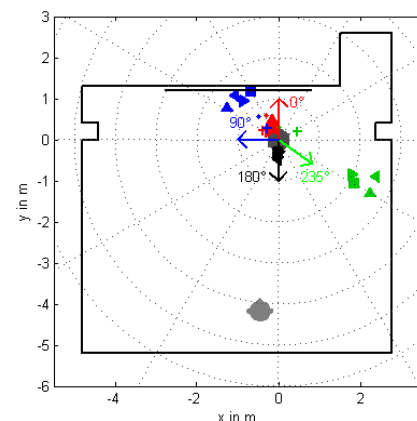


Abbildung 17a: Richtungen P1

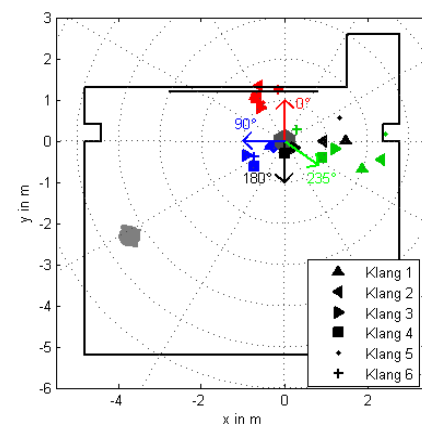


Abbildung 17b: Richtungen P2

Abbildung 18a zeigt die 95% Konfidenzintervalle der Entfernung für alle Richtungen. Hierbei können wir zwei grundsätzliche Beobachtungen machen: Die wahrgenommene Entfernung der Klänge 1 bis 4 [S1 – S4] hängt von der Länge ihrer Onsets ab (ANOVA:  $p_{S1S2/S3S4} = 0,0017$ ). Ähnlich verhält es sich mit Stimulus 6 [S6], der näher am IKO lokalisiert wurde als Stimulus 5 [S5]. Dies kann dadurch erklärt werden, dass S6 einen höheren Anteil an transienten Signalkomponenten beinhaltet. Beide Abhängigkeiten (Onset, Transientenanteil) bestätigen Forschungsergebnisse im Bereich des Präzedenzeffekts bei transienten Signalen [Hartmann, 1983; Hartmann et al., 1985].

Darüber hinaus können wir feststellen, dass Klangobjekte, die von P2 gehört wurden, näher am Lautsprecher als von P1 wahrgenommen wurden ( $p_{P1/P2} = 0.002$ ). Eine kombinierte Darstellung des Azimut-Winkels und der Entfernung abhängig von den Onsets (langer Onset: bei S1 und S2; kurzer Onset: bei S3 und S4) wird in Abbildung 18b dargestellt, wo die Winkelverteilung der Median-Distanz für P1 gezeigt wird. Außer im Bereich hinter dem IKO werden S3 und S4 näher am IKO wahrgenommen. Diese Ergebnisse

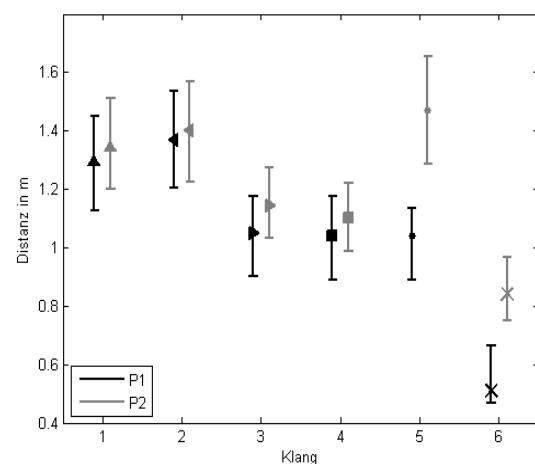


Abbildung 18a: 95% Konfidenzintervalle der Entfernung für alle Richtungen.

zeigen, dass der IKO unter Verwendung von Beamforming in der Lage ist, einzelne Klangobjekte statisch im Raum abzubilden. Abhängig von seiner Platzierung und der jeweiligen Hörposition, können verschiedene Zonen um den Lautsprecher herum definiert werden. Damit wäre eine wichtige Bedingung für die nachweisbare intersubjektive Erzeugung raumbildender skulpturaler Klangphänomene im SPS erfüllt. Die wahrgenommene Entfernung und, damit einhergehend, die räumliche Ausdehnung des Klangobjekts ist signalabhängig. Weiter konnte gezeigt werden, dass transiente Klänge, z.B. Signale mit kurzen Onset-Zeiten, tendenziell näher am IKO wahrgenommen werden als solche mit längeren.

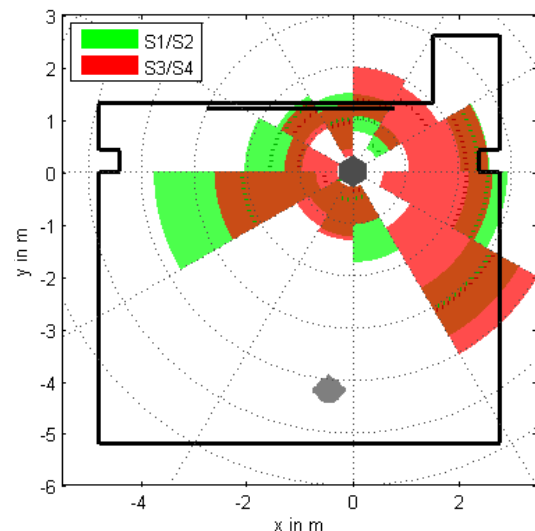


Abbildung 18b: Azimut-Winkel und Entfernung

Dies lässt sich mit dem Präzedenzeffekt erklären: Je transienter der Klang, desto ausgeprägter ist der Effekt. D.h. die Lokalisation wird von der Position dominiert, von der der Schall als erstes herkommt. Und das ist immer der IKO selbst. Wenn die Klänge stationärer werden, wird der zeitliche Ablauf zunehmend unwichtiger und die energetische Richtungsverteilung dominiert. Und genau diese wird mit dem Beamforming kontrolliert.

## 2.5. Hörversuch 2 - Wahrnehmung von Klangtrajektorien

Der zweite Hörversuch untersuchte die Wahrnehmung von Trajektorien von Sound Beams. Die Erzeugung zeitvarianter Raum-Klangprojektionen stellt eine weitere Möglichkeit der skulpturalen Behandlung von Klangtexturen dar. Ein schmaler Beam, der sich, wie in den Miniaturen 1-10, entlang des Äquators des IKOs bewegt, wäre ein einfaches Beispiel. Es wurden fünf unterschiedliche Umsetzungen dieser Trajektorienbewegungen untersucht: Zwei Halbkreisbewegungen, mit dem Uhrzeigersinn (mUsi) und gegen den Uhrzeigersinn (gUsi), eine Vollkreisbewegung sowie ein Links-Rechts-Fade (auf P 1 bezogen) und ein Distanzfade, der durch das stufenlose Umschalten der Ambisonics-Ordnungen von 3 auf 0 und zurück erzeugt wurde. Jede Trajektorie hatte eine Länge von 5 Sekunden. Die Beamtrajektorien für die Drehungen und den Links-Rechts-Fade begannen bei 90°, der Distanzfade wurde für alle vier Stimuli mit einem Beam auf 180° eingestellt. Die Probanden saßen an einem Bildschirm und wurden gebeten, während der Wiedergabe 10 Marker an die wahrgenommenen Positionen im Halb-Sekunden Abstand zu setzen. Die Marker leuchteten nacheinander in der Reihenfolge der Abspielung auf und konnten mit einer Maus auf einer grafischen Oberfläche, die den Laborraum aus der Vogelperspektive abbildete, platziert werden. Die Wiedergabe konnte von den Probanden solange wiederholt werden, bis ihre Platzierungen der Marker mit den von ihnen im Raum wahrgenommenen Positionen übereinstimmten. Aufgrund des in Hörversuch 1 festgestellten Abhängigkeitsverhältnisses von Onset-Länge und wahrgenommener Distanz zum IKO wurden zunächst zwei Varianten von Stimuli mit Rosa Rauschen getestet. Stimulus 1 bestand aus einem gleichförmigen Rosa Rauschen, das über die gesamte Bewegungslänge lief, um eine kontinuierliche Raumtrajektorie zu erzeugen. Stimulus 2 bestand aus 200 ms langen Bursts aus Rosa Rauschen, jeweils mit einem 10 ms langen Fade-in und -out und jeweils 100 ms Stille dazwischen. Zusätzlich wurde wieder eine Abfolge unregelmäßiger Bursts (Stimulus 3) und eine Kette feiner regelmäßiger Grains (Stimulus 4), die aus dem Hörversuch 1 bekannt waren,

getestet. Der Hörversuch wurde wieder mit 15 Probanden durchgeführt. Auch in Hörversuch 2 wurden somit die Basisklänge der Miniaturen (I.-III. und 1-20) verwendet. Auch die basalen Bewegungsmuster wurden teilweise aus den Miniaturen abgeleitet.

### 2.5.1. Halbkreis und Vollkreis

Für die Darstellung der gesammelten Daten wurde eine zweidimensionale Darstellung für jeden Zeitschritt gewählt, die den jeweiligen Medianwert im 95%igen Konfidenzbereich zeigt (vgl. Abbildung 19a). Die kreisförmige Trajektorie wird als fast perfekter Kreis um den IKO abgebildet, der durch die gemittelten Werte aller gesammelten Daten erzeugt wurde. Darüber hinaus sind die 95%igen Konfidenzbereiche fast gleichmäßig um den Laut-

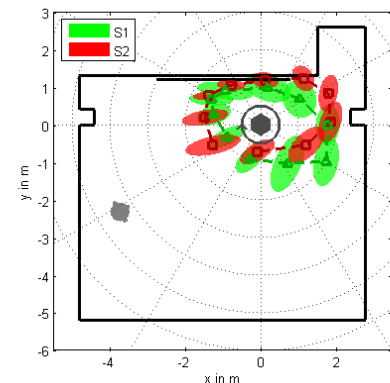


Abbildung 4a: Vollkreis mUsi von P2

sprecher verteilt. Dies steht allerdings im Gegensatz zu den Ergebnissen des Hörversuchs 1, bei dem die Lokalisation den IKO nicht gänzlich stabil einkreisen konnte. Nicht nur, dass die Vollumdrehung gleichmäßige Ergebnisse liefert, auch die Halbkreise (mUsi und gUsi), die in Abbildung 19b und 19c gezeigt werden, repräsentieren den Eindruck räumlicher Bewegung. Im Gegensatz zu der fast abgeschlossenen Bewegung der Vollumdrehung kann man aber feststellen, dass die wahrgenommene Trajektorie der Halbkreisbewegung weiter geht, als der tatsächlich durchgeführte Halbkreis. Diese Verlängerung der Trajektorie in der Wahrnehmung könnte mit einer Verlangsamung der Bewegungsgeschwindigkeit des Beams, nämlich halb so schnell wie beim Vollkreis in 5s, oder

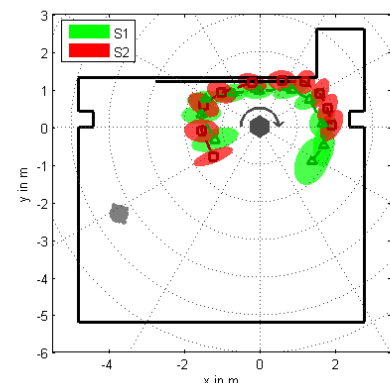


Abbildung 3b: Halbkreis mUsi von P2

aber mit dem psychoakustischen Phänomen des „Auditory Representational Momentum“ [Getzmann/Lewald, 2007] zusammenhängen, das die verschobene Wahrnehmung von Endpositionen von sich bewegenden Klangquellen in der Richtung ihrer Bewegung beschreibt. Zudem können hier für alle Trajektorienwahrnehmungen die von Lakoff und Johnson diskutierten

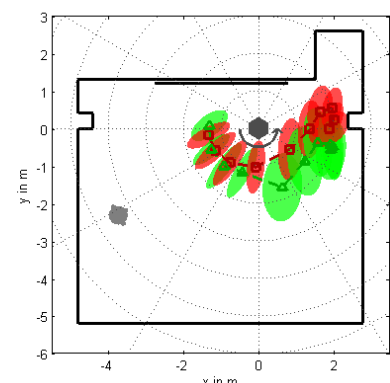


Abbildung 19c: Halbkreis gUsi von P2

*Image Schemas*, welche die meisten unserer grundlegenden räumlichen Muster abdecken [Johnson, 1987; Lakoff, 1987; Lakoff/Johnson, 1999], als Erklärung herangezogen werden. Denn sowohl für die Halbkreis- als auch die Vollkreisbewegung gilt, dass das Klangobjekt aufgrund der unterschiedlichen Reflektionseigenschaften der Wände, z.T. nur fragmentiert, d.h. ungleichmäßig abgebildet, aber zusammenhängend wahrgenommen wird.<sup>97</sup> Unter *Image Schemas* verstehen wir wiederkehrende Strukturen in unserem kognitiven Prozess, die Muster des Erkennens und Verstehens etablieren. Der Begriff wird sowohl bei Johnson [1987] als auch in Lakoff [1987] sowie von Rudolf Arnheim in *Visual Thinking* [1974] erklärt. Darüber hinaus beschreibt Kendall die Verbindung zu *Auditory Spatial Schemata* nach Johnson [1987] wie folgt:

*[...] spatial schemata have a particularly important role in spatial hearing because the schemata give coherence to spatial information that may otherwise be faint or incomplete. Spatial schemata are particularly important for audio reproduction when no other sensory information may collaborate the auditory spatial content. Our spatial schema for PATH gives coherence to motion effects that can otherwise be quite fragile. As the listener endeavors to make sense of spatial relationships, a spatial organization emerges.*

Fragmentierte räumliche Informationen werden zu kontinuierlichen Verkettungen, um so in übergeordnete, erfahrungsmäßige Kategorien räumlicher Darstellungen eingeordnet zu werden. Dies entspricht auch Simon Emmersons Überlegungen zu: *The illusion of the impossible flight*. Hier geht es um das Phänomen der wahrgenommenen Trajektorie als Klangbewegung durch den Raum, die nach Emmerson drei Attribute hat: *perspectival*, *direction* und *partition* [Emmerson 1999, 137].

Diese Forschungsergebnisse lassen sich zudem mit den praktischen Erfahrungen bei der Verwendung von Reflektoren und dem IKO im Konzert und Labor stützen. Die abgeschlossene halbkreisförmige Anordnung von Reflektoren hinter dem IKO, wie sie z.B. im Mumuth verwendet wurde,<sup>98</sup> konnte in der weiteren Praxis sukzessiv aufgelockert werden. D.h. die Reflektorelemente wurden im Konzert weiter auseinandergestellt, wie dies beim InSonic2015 Konzert im ZKM demonstriert werden konnte, ohne dass es zu einer Auflösung der skulpturalen Texturen gekommen ist. Diese Erweiterung hat natürlich eine Grenze, die jeweils vor Ort erarbeitet werden muss.

---

<sup>97</sup> Vgl. hierzu auch Index der Miniaturen z.B. 1-20.

<sup>98</sup> Vgl. Kapitel III. 2.2.1.

### 2.5.2. Panning und Fade

Für die Auswertung der Fade-Bewegungen wurden in der Folge die Rosa-Rauschen-Impulse exemplarisch herausgegriffen. Jede Trajektorie dauerte ebenfalls 5 s. Auch hier wurden 15 ProbandInnen gebeten, die Positionen des erzeugten Klangobjekts in 0,5s Schritten zu markieren, indem sie 10 per Mauszeiger bewegbare Punkte auf dem Bildschirm-Interface frei positionieren konnten. Auch hier konnten die Hörer das Playback solange wiederholen, bis sie von der Übereinstimmung zwischen ihren Anordnungen der Punkte und ihrer Wahrnehmung zufrieden waren. Abbildungen 20a und 20b zeigen für beide Hörpositionen die gemittelten Resultate für jeden Zeitschritt für zwei Trajektorien:

[hellgrau] Links-Rechts Amplitudenpanning zwischen einem Beam der nach links ( $90^\circ$ ) und einem Beam, der nach rechts zeigt ( $235^\circ$ ),

[dunkelgrau] Distanzpanning mit einer Beambewegung in Richtung Rückwand, ausgehend von einem Beam in Richtung P 1 ( $180^\circ$ ). Das Distanzpanning wird durch graduelles Verändern der ambisonischen Ordnungen des Beams von 3 zu 0 und wieder zu 3 erzeugt [vgl. Laitinen et al., 2015].

Die Bewegung von links nach rechts ist von beiden Hörpositionen wahrnehmbar. Das Distanzpanning funktioniert besser von Hörposition 1, ist aber durchaus auch von Hörposition 2 lokalisierbar. Auch dieses Experiment zeigt, dass der IKO nicht nur Klangobjekte mit einer wahrnehmbaren Richtung erzeugt, sondern auch in Bezug auf den Standort. Allerdings gibt es qualitative Unterschiede in der Wahrnehmung von Fadebewegungen, die durch den IKO hindurch gehen. Für die kompositorische Praxis lässt das die Möglichkeit zu,

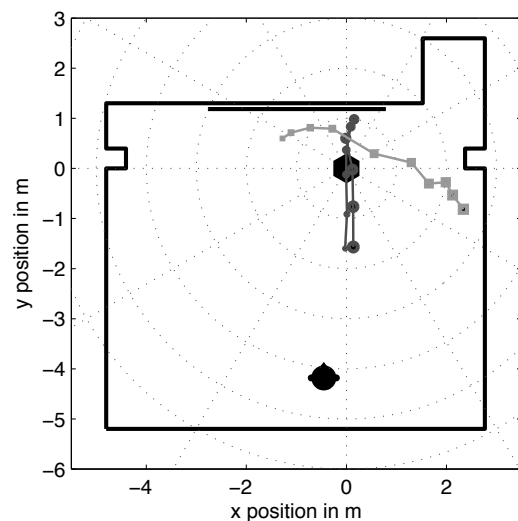


Abbildung 20 a: Distanz- und Amplitudenpanning P1

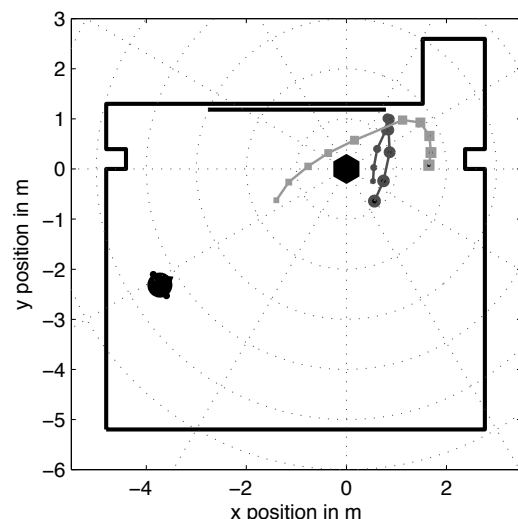


Abbildung 20 b: Distanz- und Amplitudenpanning P2

dezidierte Achsenbewegungen durch Amplitudenpanning vorzunehmen, die dann entsprechend von mehreren Hörpositionen als solche oder gar als Pendelbewegung wahrgenommen werden, oder aber durch das Herab- bzw. Heraufsetzen der ambisonsichen Ordnungen Klänge mehr vom Lautsprecher „aufsaugen“ zu lassen und durch das Verändern der Richtwirkung eine omnidirektionale Raumanregung zu integrieren, die dann jeweils gebündelt aus dem IKO wieder auftaucht und mit maximaler Richtwirkung wieder einen Richtungsschwerpunkt markiert.<sup>99</sup>

## 2.6. Ergebnis

In Hörversuch 1 konnte festgestellt werden, dass es eine intersubjektive Wahrnehmung unterschiedlicher Projektionen gibt. Wobei für die Abhörposition 1 die Projektionsrichtungen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  tendenziell zusammenfallen und für Abhörposition 2 die Richtungen  $180^\circ$  und  $235^\circ$ . Weiter hat Hörversuch 1 ergeben, dass der IKO bei Verwendung von Beamforming in der Lage ist, einzelne Klangobjekte statisch im Raum abzubilden. Die Definition unterschiedlicher Raumzonen um den IKO herum ist abhängig von seiner Platzierung und der Abhörposition des Hörers. Vergleicht man alle gesammelten Daten von Hörversuch 1 und 2, stellt man fest, dass die Wahrnehmung von Trajektorien nicht gänzlich durch das Extrapolieren statischer Beams, wie das in Hörversuch 1 der Fall ist, erklärt werden kann. Hörversuch 2 zeigt, dass harte Onsets nicht zwingend näher am IKO und weichere weiter entfernt gehört werden. Hörversuch 2 legt nahe, dass der Hörer die vor sich gehende Bewegung noch in ihrem Verlauf zu interpretieren versucht. Dieser Prozess des Gruppierens sensorischer Daten in mentale Darstellungen ist als „Auditory Streaming“ bekannt und wurde u.a. von Bregman [1990] im Rahmen der „Auditory Stream Analysis“ beforscht.

Die Ergebnisse lassen sich auch vor dem Hintergrund der Raumtheorien als „raumbildend“ lesen. Dadurch, dass distinkte Zonen unter verschiedenen signalabhängigen Bedingungen erzeugbar sind, können unterschiedliche und unterscheidbare Objekte in einem Raum „eingerrichtet“ werden und definieren somit den Raum in der Wahrnehmung selber. Da Trajektorien nachweislich für bestimmte Signale und unter bestimmten raumakustischen Bedingungen eindeutig nachvollziehbare Richtungen haben können, kann ein Ort verzeitlicht

---

<sup>99</sup> Vgl. hierzu mirage 6: Teil 1 und Teil 4

werden und ein Raum eine Richtung bekommen, die ihn erst als solchen erfahrbar macht.

### 3. Etüden

Durch die Komposition von 35 Etüden wurde dem aus den vorangegangenen Recherchen abgeleiteten Konzept der skulpturalen Körper-Raumbeziehungen nachgegangen. Hierbei wurden die einzelnen Passagen bereits raumkompositorisch umgesetzt, d.h. das texturale Material wurde in Bezug auf alle räumlichen Aspekte komponiert, konzipiert und arrangiert. Sowohl *Spatialisierung 1. Ordnung* als auch *Spatialisierung 2. Ordnung* wurden zur Erzeugung skulpturaler Klangphänomene angewendet. Auf diese Weise wurde jede Etüde unter Verwendung einer der drei Kategorien der skulpturalen Körper-Raumbeziehungen - Kernplastik, Raumplastik und Kern-Schaleprinzip - erstellt. Dem Etüden-Index kann man entnehmen, dass die Etüden 1 - 23 so oder in ähnlicher Form in die späteren Kompositionen mirage 1 - 4 integriert wurden.

#### 3.1. Index der Etüden

(Die Zeiten in Klammern verweisen auf die spätere Verwendung in der jeweiligen Raum-Klangkomposition)

| Kernplastik                                  | Raumplastik                                                                                | Kern-Schaleprinzip                                                   | Raum-Klangkomposition |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| KP1 (06:30 - 06:56)                          | RP1 3:35 - 3:45<br>RP2 1:23 - 1:45*                                                        | KSP1 (01:22 - 01:45)<br>KSP2 (02:13 - 02:49)<br>KSP3 (05:45 - 06:08) | mirage 01             |
| KP2 (00:00 - 00:39)<br>KP3 (01:42 - 01:56)   | RP3 (08:11 - 08:31)<br>RP4 (00:00 - 00:21)**                                               | KSP4 (01:56 - 02:18)<br>KSP5 (04:24 - 04:45)                         | mirage 02             |
| KP4 (00:39 - 00:48)                          | RP5 (06:57 - 07:45)                                                                        | KSP6 (03:21 - 03:49)                                                 | mirage 03             |
| KP5 (06:17 - 06:45)*°<br>KP6 (00:00 - 00:25) | RP6 (02:00 - 02:24)°°<br>RP7 (02:47 - 03:05)<br>RP8 (05:13 - 05:33)<br>RP9 (00:44 - 01:03) | KSP7 (01:56 - 02:11)<br>KSP8 (02:56 - 03:19)                         | mirage 04             |

Tabelle 1: \*ohne Grains RP2; mit Grains KSP1; \*\*ohne Drone; °°ohne Klicks; \*°ohne Schwebungen

### Vorversuch 3<sup>100</sup>: Tripel für Monoversuch

| Tripel | A               | B               | C               |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1      | KP1 mir01 [26]  | KSP5 mir02 [21] | KP2 mir02 [39]  |
| 2      | KP3 mir02 [14]  | KSP6 mir03 [28] | KP5 mir04 [28]  |
| 3      | RP2 mir01 [29]  | KP5 mir04 [28]  | KP6 mir04 [25]  |
| 4      | KSP5 mir02 [21] | RP4 mir02 [21]  | KSP8 mir04 [23] |
| 5      | KSP3 mir01 [23] | KSP4 mir02 [22] | RP8 mir04 [20]  |
| 6      | KSP3 mir01 [23] | KP3 mir02 [14]  | KSP6 mir03 [28] |
| 7      | RP2 mir01 [29]  | RP3 mir02 [20]  | KP5 mir04 [28]  |
| 8      | KP1 mir01 [26]  | RP5 mir03 [48]  | RP9 mir04 [22]  |
| 9      | KSP3 mir01 [23] | RP3 mir02 [20]  | RP8 mir04 [20]  |

Tabelle 2: KP = Kernplastik; RP = Raumplastik; KSP = Kern-Schaleprinzip; mir = mirage; [ ] = Länge in Sekunden

Die Etüden wurden als Mono-Tripel bei den Hörbeispielen aufgeführt (Tabelle 2), sofern sie im Vorversuch 3 Verwendung gefunden haben. Alle Etüden sind in die Kompositionen mirage 1- 4 eingeflossen (Tabelle 1) und sind entsprechend in der Tabelle mit ihrer Platzierung im Stück (in Min.:Sek.) vermerkt<sup>101</sup>. Außerdem findet sich jede Etüde mit ihrer komponierten skulpturalen Körper-Raumbeziehung in den Kommentierungen der jeweiligen Interpretationen der fertigen Kompositionen<sup>102</sup>.

### 3.2. Vorversuch 3 - Intersubjektive Unterscheidbarkeit verräumlichter Klangobjekte

In Vorversuch 3 wurde die Unterscheidung und Unterscheidbarkeit verschiedener Raum-Klangobjekte untersucht, die in diesem Kontext als skulpturale Klanganordnungen verstanden wurden (*Raum-Klangphänomene Ebene 3*<sup>103</sup>). Das vorangestellte Konzept, Raum-Klangphänomene hierarchisch von Ebene 1 bis 3 zu organisieren, und der Ansatz, unterschiedliche wahrnehmbare skulpturale Unterscheidungskategorien aufzustellen, bildeten die Grundlage für die Stimuli-Komposition dieses Experiments. Drei unterschiedliche Grup-

<sup>100</sup> Stimuli auf beiliegender SD-Karte, bzw. Liste der Download-Links, S. 178

<sup>101</sup> Sie werden bei den begleitenden Hörbeispielen deshalb nicht noch einmal aufgeführt.

<sup>102</sup> Vgl. Kapitel V. 2.

<sup>103</sup> Vgl. oben Kapitel IV. 2.2.

pen wurden erzeugt, die jeweils unter eine skulpturale Kategorie fallen: 1. KP [Kernplastik], 2. RP [Raumplastik], 3. KSP [Kern-Schaleprinzip]. Die für diesen Versuch verwendeten Stimuli wurden aus den oben aufgeführten Etüden erstellt. Diese hatten unterschiedliche Längen und verwendeten bereits komprimiertes Klangmaterial. Die Stimuli wurden nach der Drei-Alternativen-Forced-Choice (Oddity) Methode [Kingdom/Prins, 2010] in Tripeln organisiert<sup>104</sup>, wobei jeweils zwei Stimuli der selben skulpturalen Körper-Raumkategorie entsprachen und ein Stimulus einer anderen. Es ging bei dem anschließenden Auswahlverfahren durch die Probanden darum, immer den jeweiligen „Ausreißer“ zu identifizieren.

Im Vorversuch wurden die 9 Tripel den 6 Probanden in einer Monoversion mit dem Kopfhörer vorgestellt. Die Ergebnisse der Bewertungen werden in Tabelle 3 und 4 aufgeführt:

| Tripel | Stimuli |     |     |
|--------|---------|-----|-----|
| 1      | KP      | KSP | KP  |
| 2      | KP      | KSP | KP  |
| 3      | RP      | KP  | KP  |
| 4      | KSP     | RP  | KSP |
| 5      | KSP     | KSP | RP  |
| 6      | KSP     | KP  | KSP |
| 7      | RP      | RP  | KP  |
| 8      | KP      | RP  | RP  |
| 9      | KSP     | RP  | RP  |

Tabelle 3: Vorversuch 3 - Stimuli mit ihrer jeweiligen Körper-Raumbeziehung im jeweiligen Monotripel

### Ergebnisse Vorversuch 3 in Mono

| Tripel | Bewertungen |   |   |
|--------|-------------|---|---|
| 1      | 0           | 5 | 0 |
| 2      | 1           | 4 | 0 |
| 3      | 5           | 0 | 0 |
| 4      | 0           | 5 | 0 |
| 5      | 2           | 0 | 3 |
| 6      | 0           | 5 | 0 |
| 7      | 0           | 0 | 5 |
| 8      | 4           | 0 | 1 |
| 9      | 3           | 2 | 0 |

Tabelle 4: Vorversuch 3 - Mono-Bewertungen der Probanden

<sup>104</sup> Vgl. Stimuli auf beiliegender SD-Karte: VV3 oder Liste der Download-Links, S.178

Die Ergebnisse deckten sich nahezu vollständig mit den vorher für die verräumlichten Stimuli kompositorisch aufgestellten skulpturalen Körper-Raumbeziehungen und deren Organisation im jeweiligen Tripel. Diese Auswertung überraschte insofern, als man einen gravierenden Unterschied in der Monobeurteilung zu den zugrundegelegten skulpturalen Kategorien erwartet hätte, da die *Spatialisierung 2. Ordnung* mangels Verwendung des IKOs und der Mono-Kopfhörerausspielung noch überhaupt nicht zum Tragen kommen konnte. Die Ergebnisse zeigen, dass sofort Ähnlichkeitsklassen aufgrund des komponierten Materials gebildet wurden. D.h. die *Spatialisierung 2. Ordnung* als räumliche Artikulation bzw. Disposition von verräumlichten Klangtexturen lässt sich mit diesen auskomponierten Stimuli kaum erforschen, da es einen engen Zusammenhang zwischen *Spatialisierung 1. und 2. Ordnung* gibt und dieser hier noch zu stark auf die Beurteilung wirkt. Dieses nahezu deckungsgleiche Ergebnis im Monoversuch veranlasste dann eine Neukomposition anderer dreidimensionaler Stimuli, deren Klangtexturen weniger eindeutig nach Kriterien der *Spatialisierung 1. Ordnung* komponiert waren, aber im Sinne einer *Spatialisierung 2. Ordnung* auf die skulpturalen Körper-Raumbeziehungen abzielten.

### 3.3. Hörversuch 3 - Intersubjektive Unterscheidbarkeit verräumlichter Klangobjekte

Das neue, für Hörversuch 3 und dessen 12 Stimuli<sup>105</sup> verwendete Klangmaterial, wurde aus vier unterschiedlichen Klangfamilien komponiert. Hier lag die Idee zugrunde, einfacher zu identifizierende Idiome zu verwenden, die klanglich näher an den von den ersten beiden Hörversuchen benutzten Stimuli lagen als in Vorversuch 3, dabei aber bereits musikalische Strukturen aufweisen sollten, um die Laborsituation in eine mehr konzertante Situation zu überführen.

Die von mir kompositorisch gemachten Zuweisungen der Stimuli zu den Körper-Raumbeziehungen waren folgende:

Kernplastik (KP) = A I - IV

Raumplastik (RP) = B I - V

Kern-Schaleprinzip (KSP) = C I - III

---

<sup>105</sup> Vgl. SD-Karte Stimuli HV3 oder Liste der Download-Links S. 178

Die Stimulus-Zusammensetzung wird in Tabelle 5 aufgeführt. Jeder Stimulus hatte eine Länge von genau 30 Sekunden.

| Stimulus | Element 1 |                      | Element 2 |                      |
|----------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
|          | Klang1    | Trajektorie          | Klang2    | Trajektorie          |
| AI       | KBR       | 180° statisch        | FMet      | 210° statisch        |
| AII      | TMD       | 180° statisch        |           |                      |
| AIII     | FMet      | 0° statisch          |           |                      |
| AIV      | TMD       | 210° statisch        |           |                      |
| BI       | KBR       | Rotation gUsi 237°/s |           |                      |
| BII      | TMD       | Rotation gUsi 140°/s |           |                      |
| BIII     | FMet      | Rotation mUsi 180°/s |           |                      |
| BIV      | VfG       | Rotation gUsi 270°/s |           |                      |
| BV       | TMD       | Rotation gUsi 120°/s |           |                      |
| CI       | KBR       | Rotation gUsi 180°/s | KBR*      | Rotation mUsi 180°/s |
| CII      | KBR       | 305° statisch        | KBR**     | Rotation mUsi 180°/s |
| CIII     | TMD       | Rotation gUsi 180°   | FMet      | Rotation mUsi 180°/s |

Tabelle 5: [Bezeichnungen: KBR = konstantes braunes Rauschen; TMD = Tiefe-Mitten-Drone (Hoch-Pass-Filter 236Hz); FMet= frequenzmodulierter, zeitgedehnter Klang mit langen On- und Offsetzeiten als metallisches Strahlen; VfG = Verkettung feiner gleichmäßiger Grains; gUsi = gegen den Uhrzeigersinn; mUsi = mit dem Uhrzeigersinn. \* Mit High-Cut bei 2,4KHz; \*\* Startet nach 15 Sekunden ein.

Um die Möglichkeit grundsätzlicher Unterscheidbarkeit der skulpturalen Kategorien zu überprüfen, wurde den Probanden wieder weder die hierarchische Organisation der Perzepte (*Ebene 1 - 3*)<sup>106</sup> noch die eigenen Zuordnungen des Komponisten in die drei skulpturalen Körper-Raumbeziehungen kenntlich gemacht. Hierdurch sollte die Möglichkeit einer Interpretation von sprachlich vorgegebener Terminologie im Moment der Hörerfahrung vermieden werden.

Die Unterscheidbarkeit skulpturaler Formen wurde wieder durch eine Drei-Alternativen-Forced-Choice (Oddity) Methode [Kingdom/Prins, 2010] ermittelt. Jedes Stimulus-Tripel setzte sich wieder aus zwei Stimuli der gleichen Kategorie und einem Stimulus einer anderen zusammen. Nur beim Kontrolltripel 3 waren alle Stimuli aus der gleichen Kategorie. Alle Tripel wurden hintereinander in einer gemeinsamen Hörsitzung vorgestellt. Die Hörer wurden aufgefordert, den Stimulus zu benennen, der sich von den anderen in seiner spatialen Erscheinung unterscheidet. Tabelle 6 zeigt alle getesteten Tripel. Der in jedem Tripel abweichende Stimulus ist markiert.

<sup>106</sup> Vgl. Hierzu Kapitel IV.2.2.

| Tripel >   | 1         | 2         | 3*   | 4          | 5          | 6          |
|------------|-----------|-----------|------|------------|------------|------------|
| Stimulus 1 | AI        | AIII      | BII  | BIV        | <b>CII</b> | CIII       |
| Stimulus 2 | <b>BI</b> | AIV       | BV   | BI         | BIII       | CI         |
| Stimulus 3 | AII       | <b>CI</b> | BIII | <b>AII</b> | BV         | <b>AII</b> |

Tabelle 6: Alle Tripel von 1-6 mit dem jeweils aus der Gruppe abweichenden Stimulus. \*Triple 3 = Kontrolltripel

Der Hörversuch wurde zweimal mit jeweils 6 Hörern durchgeführt. Um die möglichen Einflüsse der Hörposition zu beobachten, wurden die Hörer im Raum verteilt (Pa – Pb, vgl. Abbildung 15) und diese wechselten ihre Position nach dem ersten Durchgang. Vorher wurden von 5 der 6 Hörer die gleichen Tripel zunächst wieder in einer Monoversion mit Kopfhörern beurteilt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt. Man kann klar erkennen, dass die Bewertungen im Gegensatz zum Vorversuch 3 deutlich von dem jeweils unterschiedlichen Stimulus der Gruppe abweichen. Das bedeutet, dass das Klangmaterial selbst nicht mehr geeignet war, um eine stabile Unterscheidbarkeit der drei Kategorien zu ermöglichen.

| Tripel >   | 1        | 2        | 3 | 4        | 5        | 6        |
|------------|----------|----------|---|----------|----------|----------|
| Stimulus A | 0        | 0        | 0 | 4        | <b>1</b> | 1        |
| Stimulus B | <b>0</b> | 0        | 0 | 1        | 4        | 4        |
| Stimulus C | 5        | <b>5</b> | 5 | <b>0</b> | 0        | <b>0</b> |

Tabelle 7: Ergebnisse der Monotripel aus Hörversuch 3

Die Antworten zu den verräumlichten Stimuli des Hörversuchs 3 werden in Tabelle 8 dargestellt. Bei fast allen Tripeln, die mit dem IKO wiedergegeben wurden, stimmten die Hörer überein.

| Tripel >   | 1         | 2         | 3* | 4         | 5         | 6         |
|------------|-----------|-----------|----|-----------|-----------|-----------|
| Stimulus A | 0         | 1         | 0  | 0         | <b>10</b> | 0         |
| Stimulus B | <b>12</b> | 0         | 5  | 0         | 2         | 0         |
| Stimulus C | 0         | <b>11</b> | 7  | <b>12</b> | 0         | <b>12</b> |

Tabelle 8: Ergebnisse der mit dem IKO spatialisierten Stimuli-Tripel. \*Tripel 3 = Kontrolltripel

D.h. sie fanden den Stimulus mit der jeweils abweichenden skulpturalen Grundform entsprechend der vom Komponisten vorgesehenen Unterscheidung, heraus. Das Kontrolltripel 3 beinhaltete absichtlich keine solche eindeutige Unterscheidung und wurde von den Hörern bei zwei Tripeln unterschiedlich beurteilt. Bei den Monotripeln wurde von den Probanden über alle Tripel

eine ähnliche Beurteilung abgegeben ( $\geq 90\%$ ), aber diesmal mit wesentlich geringerer Übereinstimmung zu den jeweiligen skulpturalen Formen. D.h. hier konnte deutlich die Wirksamkeit der Spatialisierung 2. Ordnung nachgewiesen werden. Nur Tripel 2 verursachte eine Übereinstimmung über die Abspieltechniken hinweg.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine intersubjektive Wahrnehmung von komplexen Raum-Klangphänomenen existiert. Obwohl keiner der Hörer sich der Einteilung der komponierten Raum-Klangphänomene (KP = A; RP = B; KSP = C) durch den Komponisten bewusst war, haben fast alle entsprechend bewertet.

### 3.4. Zusammenfassung und Einordnung

Durch die Hörversuche war es möglich, die Unterscheidbarkeit der Raum-Klangphänomene zu überprüfen und zu bestätigen. Hörversuch 1 untersuchte einzelne statische Perzepte (*Raum-Klangphänomene der Ebene 1*), die durch die Projektion des IKOs erzeugt wurden. Abhängig von der Aufstellung des IKOs konnten verschiedene Raum-Klangzonen wahrgenommen und unterschieden werden. Die Ergebnisse konnten durch Anwendung der Erkenntnisse aus der psychoakustischen Forschung über auditorische Objekte weitgehend erklärt werden. Wir wissen jetzt sicher, dass der wahrgenommene Abstand vom IKO onset- und hüllkurvenabhängig ist. Dieses Verhältnis ist aus Studien zum Präzedenteffekt bekannt [Litovsky et al., 1999; Brown et al., 2015]. Hörversuch 2 untersuchte komplexere Phänomene aus zeitvarianten Raum-Klangprojektionen (*Raum-Klangphänomene der Ebene 2*). Die Wahrnehmung entsprechender Trajektorien kann durch eine mehr umfassende mentale Darstellung angenähert werden, die wir aus der Auditory Scene Analysis kennen [Bregman, 1994]. Vorversuch 3 und Hörversuch 3 untersuchten die Überlagerung verschiedener Phänomene mit statischen und zeitvarianten Eigenschaften (*Raum-Klangphänomene der Ebene 3*). Es konnte gezeigt werden, dass Raum-Klangphänomene, die unter der Verwendung der Aspekte der drei Basiskategorien der Skulpturenlehre komponiert wurden, intersubjektiv identifiziert werden können.

Hinzu kommt hier, dass sich die so bestätigten Körper-Raumbeziehungen mit anderen auf Raum bezogenen Beschreibungen in der Literatur decken, die wir jetzt hinzuziehen können. Nyström definiert [2013, 22] *Spatiality* als *qualitati-*

*ve impressions which summarise the spatial experience [...]* und unterscheidet ebenfalls eine dreigeteilte Erfahrbarkeit von komponiertem Raum:

*I have identified three basic schemas which are to be regarded as perceptual concepts [...].* [Nystrøm, 2013, 22]

*The first two – interior and exterior – belong together. Interior spatiality refers broadly to the 'inside' of texture, and the sense of containment invoked when textural spaces surround us as listeners, or where our attention is drawn into a textured space, although physically we do not inhabit it.* [Nystrøm, 2013, 23]

Hier gibt es starke Parallelen zur Raumplastik als raumumhüllende oder bindende skulpturale Körper-Raumbeziehung.

*Exterior spatiality implies a sense that only the surface of a texture is available for us to perceive: it has no depth or volume, and it is too dense or homogenous for us to be able to penetrate it and find a rich interior.* [ibid.]

Diese Beschreibung kommt nah an die Kernplastik mit ihren Attributen raumverdrängend, raumabweisend heran.

*The third schema – relational spatiality – incorporates the other two in that it concerns spatial situations that are primarily dependent upon relationships among textures rather than the textures themselves. Thus relational spatiality emphasises the voids among sounds, where some textures acquire a spatial role only because of what they are contrasted with.* [ibid.]

Hierbei handelt es sich um eine nahezu identische Beschreibung der Kern-Schaleproportionen der Skulpturenlehre, bei der Raum im Spannungsfeld der beiden Pole entsteht.

Nystrøm bestätigt, ohne Hörversuche im Rahmen seiner Arbeit angestellt zu haben bzw. entsprechende eigene Versuche zu erwähnen und ohne Bezug auf die skulpturalen Kategorien, deren Attribute durch die Etablierung eines eigenen dreigeteilten Systems der kompositorischen (!) Raumdefinition, indem er sehr ähnliche Beschreibungen ihrer Wirkungsweisen anführt.

Die drei skulpturalen Grundformen haben den Vorteil, dass sie die gestalterische Behandlung von Raum mittels skulpturaler Klangphänomene aus räumlichen Texturen systematisch integrieren und sich in der Geschichte einer künstlerischen Raum-Praxis über Jahrhunderte entwickelt haben.

Die Suchbewegung der künstlerischen Forschung ist somit über die Recherche der Raumtheorien sowie tauglicher Attribute räumlicher Beschreibungen von skulpturalen Klangphänomenen über deren Untersuchungen im Rahmen

von Hörversuchen, wiederum auf einem Vergleichsfeld angelangt, um dort ihre Ergebnisse in nahezu identischen Beschreibungen bestätigt zu finden.

#### 4. Einführung anderer Begriffe in der Raum-Klangkomposition mit skulpturalen Klangphänomenen

Für genauere Beschreibungen der skulpturalen Klangphänomene im SPS können auf der Grundlage der Ergebnisse aus den Hörversuchen jetzt neben den Körper-Raumbeziehungen weitere Begriffe eingeführt werden. Alle in der Folge verwendeten Begriffe entstammen der Skulpturenlehre [Rawson, 1997; Klant/Walch, 2003; Krämer, 2011; Wood et al., 2007].

##### 4.1. Ansichtigkeit und Aspekt

Zweidimensionale künstlerische Arbeiten, wie Gemälde oder Videos, geben dem Betrachter häufig einen Standort vor. In etwa vergleichbar ist diese zweidimensionale bildkompositorische Anordnung mit der musikalischen Produktion für Stereo in Bezug auf den sog. „Sweet Spot“, den idealen Hörpunkt im gleichseitigen Dreieck von Lautsprechern und Hörer. Aber auch bei den weit verbreiteten multi-kanalen Klangprojektionsverfahren spielt der ideale Abhörpunkt oder auch das „Sweet Field“, wenn es um mehrere Hörer geht, nach wie vor eine entscheidende Rolle für die Wahrnehmung dreidimensionaler Klangobjekte. Das technisch induzierte Paradigma des Sweet Spots stellt den Ort nach, an dem der Komponist idealerweise bei der Multikanal-Komposition und Produktion der Arbeit – allein – im Studio gesessen hat. Die Nachstellbarkeit genau dieser Situation im elektroakustischen Konzertbetrieb ist aber seit jeher umstritten bzw. ist es nach über 60 Jahren kollektiver Konzerterfahrung in diesem Feld fraglich, wie praktikabel Kompositionen sind, die einen absoluten Abhörpunkt für eine kleine Gruppe von Leuten fordern, dafür aber ein großes Raumvolumen mit leistungsstarken Lautsprechern in hoher Anzahl benötigen [Landy, 2007, 220; ausführlich für alle gängigen Projektionsverfahren: Bates, 2009, 60 ff].

In nahezu allen Konzerten mit diesen Systemen nimmt man daher aus organisatorischen Gründen in Kauf, dass nur ein Teil des Publikums tatsächlich hört, was im raum-kompositorischen Prozess entwickelt wurde. Es steht also, unabhängig von der Herstellbarkeit und Verfeinerung eines kompositorischen

Materials, die Aufführungspraxis dem SPS häufig entgegen. Hier muss die Frage angebracht werden, ob man nicht künstlerisch grundsätzlich mit einer anderen Strategie vorgehen kann und sollte. Im Rahmen dieser Arbeit geht es um das Komponieren skulpturaler Klangphänomene und ihre Wahrnehmbarkeit im SPS. Es hat sich hinsichtlich der sprachlichen Differenzierung der auftretenden Phänomene in diesem Zusammenhang als hilfreich erwiesen, den Begriff der *Ansichtigkeit*, hier besser den des *Aspekts* (die Begriffe werden synonym verwendet) begrifflich aus der Skulpturentheorie zu übertragen, um den kompositorischen Spielraum für eben diese Phänomene im SPS besser beschreiben zu können. Eine Plastik kann ein oder mehrere gültige *Aspekte* haben, aus denen sie sich erschließt. D.h. durch Herumgehen, Standortwechsel oder anderes Aufstellen der Plastik entstehen unterschiedliche *Aspekte* des gleichen dreidimensionalen Objekts [Klant/Walch, 2003, 14].

Michael Brewster beschreibt in seinem Essay „Where, There or Here“ über Mehransichtigkeit von Skulpturen in Bezug auf das Hören und die multiperspektivische Hörsituation:

*Hearing is well suited to the tasks of sculpture. It occurs in the round, sensing all directions and dimensions simultaneously, unlike Seeing which is frontal and singular in its attention. It is difficult to see a sculpture fully, its always a bunch of sequenced frontalizations. If sculpture is to achieve its potential it ought to occur in the round, all around you, simultaneously.* [Brewster, 1999]

Bei der Komposition skulpturaler Klangphänomene im hier erforschten Sinne geht es um die konzeptuelle Miteinbeziehung verschiedener Hörperspektiven oder unterschiedlicher Blickwinkel - „Vantage Points“ [Smalley, 2007] -, also um die kompositorische Anlage von Varianz als verschiedene *Aspekte* einer Raum-Klangkomposition.

Hörbeispiel 3: Hörperspektiven - Miniatur 12 oder 23 jeweils von P1 und P2

Hörbeispiel 4: Hörperspektiven - mirage 4/T1: 0:00 - 1:40 von P1 und P2

Das bedeutet weiter, dass im Rahmen einer Komposition mit plastischen Klangphänomenen mehrere Aspekte von verschiedenen Abhörpositionen und Abständen möglich sein können, sofern diese im Arbeitsprozess untersucht und verschiedene Hörperspektiven in Betracht gezogen wurden. Dies wird auch regelmäßig für die klassische Skulptur gefordert und ist dort bei der Produktion skulpturaler Aspekte üblich: *In environments that visitors can traverse, pieces may be required to be effective from both near and far* [Rawson, 1997, 59]. Dies stellt neue Anforderungen an den kompositorischen Prozess und verlangt auch nach anderen Hilfsmitteln. Der ViKO mit der Möglichkeit, die skulp-

turalen Klangphänomene von unterschiedlichen Hörpositionen im A/B-Vergleich abzuhören, kommt der Arbeit an unterschiedlichen Aspekten skulpturale Klangphänomene mithin sehr entgegen.

#### 4.1.1. Relief

*Einansichtig* ist meist das Relief. Der Begriff *Relief* beschreibt ein bildhauerisches Werk, bei dem sich das Material in seiner plastischen Form vom Hintergrund abhebt. Das Wort wurde im 18. Jahrhundert aus dem Französischen in die deutsche Sprache übernommen: relief = Hervortreten. Es handelt sich um eine aus einer Fläche hervortretende oder herausragende, erhabene Form. Alle plastischen Formungen beziehen sich hierbei auf eine Grundfläche [Krämer, 2011, 13]. Durch sog. *Hinterschneidungen* kann das sog. Hochrelief in die Nähe der vollplastischen Figuren rücken und wie diese wieder mehrere Betrachterstandpunkte sinnvoll machen.

Da sich in der künstlerisch forschenden Praxis der letzten Jahre herausgestellt hat, dass der IKO je nach Raumsituation vor mindestens einer reflektierenden Fläche aufgestellt werden sollte, bietet es sich an, den Begriff des Reliefs zumindest in der Form der *Hinterschneidung* auf den SPS zu übertragen. Der Begriff des Reliefs kann mithin Raum-Klangsituationen beschreiben, die einen weiten Screen<sup>107</sup> aufspannt (z.B. links-rechts Beam mit Amplituden-Fade), der aus der Frontalperspektive als Schwerpunktwechsel zwischen links und rechts wahrgenommen wird, beim Sitzen an nur einer Seite (ganz links oder ganz rechts) aber mehr als Auftauchen und Verschwinden bzw. Entfernen eingeordnet wird.<sup>108</sup> Außerdem können transientenreiche Verkettungen von Bursts oder Klicks, die stark an der Oberfläche oder in der Nähe der Oberfläche des IKOs wahrgenommen werden, als *reliefbildend* beschrieben werden, da sie, vor allem wenn sie mit den nachgewiesenen Trajektorien rotierend oder pendelnd (oben/unten, links/rechts) bzw. durch Fades bewegt werden, eine erhabene ungleichmäßige Oberflächenstruktur erzeugen, die mal mehr, mal weniger in der Tiefe des erzeugten Raums wirkt<sup>109</sup>.

Gerade Stücke, die für den bestuhlten, frontalen Konzertbetrieb komponiert werden, sind meist reliefartig gestaltet. Es kann aber auch sein, dass eine eigentlich skulpturale Klangplastik aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht umschreitbar ist, so dass bei der Einrichtung versucht werden kann bestimmte Formierungen zumindest in der *Hinterschneidung* in eine reliefartige

---

<sup>107</sup> Vgl. zum Begriff des *Screens* in der akusmatischen Musik, Bayle [2007, 243]

<sup>108</sup> Vgl. hierzu Hörversuch 2, Panning und Fade, Kapitel IV.2.5.2.

<sup>109</sup> Vgl. Index der Miniaturen: Miniaturen 5, 9, 10, 11, 18, 30

Abhörsituation umzugestalten. Dies natürlich nur, sofern das Stück mit seiner zugrundeliegenden Spatialisierungsstrategie dies zulässt. Eine Arbeit, die bereits stark mit Spatialisierung 1. Ordnung erstellt wurde und weniger Aspekte im perspektivischen Feld aufweist bzw. *konturgleich* ist, bietet sich hier an, weil die skulpturale Form dann durch eine Beschränkung in der Tiefenstaffelung weniger beeinträchtigt wird. Aber auch Stücke mit gleichmäßigen Beamrotationen können unter Berücksichtigung des verwendeten Materials dadurch in Reliefs umgewandelt werden, dass die Vollkreis- in eine Halbkreistrajektorie umgewandelt wird.

Der Begriff des *hinterschnittenen Reliefs* kann insofern hilfreich sein, da eine Hintergrundstruktur mit plastischer Vordergrundgestaltung im SPS durch diesen griffig beschreibbar wird. Bei der Komposition von Klangskulpturen kommt es zudem vor, dass Vordergrund und Hintergrund wechseln. In der Raum-Klangkomposition hängen diese Wechsel von der momentanen Aufmerksamkeit des Publikums und der Variation der oben beschriebenen fünf Faktoren der Spatialisierung 2. Ordnung ab<sup>110</sup>. Ein eingeführtes Element kann allein alle Aufmerksamkeit auf sich ziehen und seine Raumwirkung entfalten, um dann, ohne dass es endet oder abklingt, durch die Überlagerung eines prominenteren, nicht notwendigerweise neuen, aber aufmerksamkeitsstärkeren Klangs in den Hintergrund gedrängt zu werden. D.h. es kann zu einem Aufmerksamkeitswechsel zwischen den beiden verräumlichten Texturen kommen, je nach Anordnung in der Zeit, Lautstärkeveränderung und Spektralomorphologie.

Hörbeispiel 5: Aufmerksamkeitswechsel - mirage 6/T4: dort 9:40 - 12:10

Hörbeispiel 6: Aufmerksamkeitswechsel - mirage 5/T2: 1:55 - 3:35

Der Begriff des Reliefs verklammert somit also auch Vorder- und Hintergrund im Umgang mit skulpturalen Klangphänomenen im SPS. Hier schließt sich ein weiterer Begriff an:

#### 4.1.2. Plastizität

Plastizität wird technisch als Differenz zwischen höchsten und tiefsten Reliefpunkten bezeichnet [Hann, 2015, 49, 29]. Von ihr hängt die plastische Beschaffenheit und Körperlichkeit der Skulptur ab [Klant/Walch, 2003, 16]. Bei starker Plastizität ist diese Differenz groß, bei schwacher gering. Tiefenstaffe-

---

<sup>110</sup> Vgl. Faktoren der *Spatialisierung 2. Ordnung*, Kapitel IV. 1.4.

lung im Sinne von Plastizität, erzeugt durch Überlagerungen und Überlappungen, gilt seit jeher als Merkmal skulpturaler Gestaltung:

*Carefully devised sets of overlaps are basic element in all sculptures [...] To invent sets of defined overlaps of many kinds among both notional bodys and the edges of their parts introduces a sense of notional depth, even deep space. A sculptor can produce a powerful sense of spatial depth, even within a minimal actual depth, by devising an arranging series of overlaps within a tenor, as part of the topic development, [...]. [Rawson, 1997, 78]*

Wir lesen aus den Ergebnissen der Hörversuche heraus, dass unter den dort beschriebenen Bedingungen durch Bewegung, Richtungsgebung und Entfernung vom IKO in Abhängigkeit von Material und Onset-Offsetverhalten eine Tiefenstaffelung von räumlichen Texturen möglich ist. Der Begriff der Plastizität ist demnach sowohl auf die einansichtige Form des Reliefs in Form eines breiten links-rechts Screens, der bei größeren Entfernungen vom IKO oder an der Schwelle zwischen *IKO-Nahfeld* und *IKO-Diffusfeld* entsteht, anwendbar als auch auf vollplastische Klanganordnungen mit verschiedenen Tiefenstaffelungen und Ausbreitungen, also multiplen *Aspekten*. Dabei kann von hoher Plastizität bei räumlich deutlich voneinander trennbaren Klangstaffelungen und geringer bei homogenen oder in sich schwach variierenden Texturausbreitungen gesprochen werden. Zudem kann gegebenenfalls im zeitlichen Verlauf ein Veränderungsgrad (stärker/schwächer werdende Plastizität) bezeichnet werden.

Hörbeispiel 7: Plastizität Hoch - mirage 3/T1: 3:23 - 3:49

Hörbeispiel 8: Plastizität gering - mirage 3/T1: 0:00 - 0:04

Hörbeispiel 9: Veränderung der Plastizität - mirage 2/T3: 3:56 - 5:41

#### 4.1.3. Kontur

Mit dem Standort des Betrachters ändert sich bei der Skulptur auch die sog. *Kontur*, die Umrisslinie (vgl. Abbildung 21), ähnlich einer Silhouette. Die Kontur ist eine *spezielle Form des skulpturalen Aspekts*.



Abbildung 21: Drei unterschiedliche Blickwinkel zeigen drei Aspekte und die unterschiedlichen Konturen der gleichen skulpturalen Form.

Bei einem Standortwechsel des Betrachters kann dann eine eben noch raumgreifende Figur plötzlich geschlossen wirken, oder der Eindruck der Ruhe den der Bewegtheit ablösen [Krämer, 2011, 14]. Bei der skulpturalen Raum-Klangkomposition beschäftigen wir uns mit Phänomenen, die bei Verwendung von texturalen, stabilen Materialkonstellationen ihre spatiale Form abhängig von den Raumeigenschaften und der Betrachterposition verändern. Sie haben also mehrere *Aspekte*. Die Hörversuche haben gezeigt, dass gewisse Raumrichtungen und Abstände aus verschiedenen Positionen unterschiedlich wahrgenommen werden, zudem die räumliche Ausbreitung materialabhängig ist und bestimmte benachbarte Beam-Winkel in der Wahrnehmung zusammenfallen.<sup>111</sup> Eine *Kontur* kann im SPS dann beschrieben werden, wenn die grundsätzliche Klangausbreitung und -formierung mit ihren Koordinaten im Raum bestehen bleibt, sich aber durch Standortänderung des Hörers perspektivisch oder klangfarblich verändert. Insofern kann der Konturenbegriff eine weitere Ergänzung zum Vokabular im SPS bei der Komposition plastischer Klangphänomene darstellen. Konturen weißt z.B. ein in eine Richtung gesetzter Beam mit einer nahezu statischen breitbandigen Klangtextur auf, der eine bestimmte Richtung, Ausbreitung und somit Zone des Raums definiert. Je nach dem, wo sich der Hörer im Raum befindet, wird sich durch die Reflektionen der Wände bzw. auch die Abschattung des IKOs eine Raumzone mit unterschiedlichen Färbungen ergeben. Konturen in diesem Sinne sind mithin

<sup>111</sup> Vgl. Kapitel IV. 2.4., Hörversuch 1

positionsabhängige Ausbreitungen derselben räumlichen Textur (= mehrere Aspekte), während ich als *konturgleich* eine von allen Positionen gleichförmige räumliche Textur [1 *Aspekt*] bezeichne. Dies wäre z.B. eine Raumplastik in Form einer Raumlineatur<sup>112</sup>, die vor allem durch die *Spatialisierung 1. Ordnung* aus einem hohen, sinusoidalen Klang besteht und von jeder Position aus im Raum gleich wahrgenommen wird. Ähnliches würde man für eine einhüllende Raumplastik ohne distinkte Koordinaten annehmen.

Hörbeispiel 10: *konturgleich* - mirage 5/T6: 9:14 - 9:38 Pos. 1 vs. Pos. 2

Hörbeispiel 11: *stark konturiert* - mirage 5/T2: 1:55 - 3:36 Pos. 1 vs. Pos. 2

## EXKURS: Echolokation

Die Arbeit mit dem IKO hat gezeigt, wie ortsspezifische Eigenschaften z. T. deutlich in die Komposition hineinwirken bzw. in der besonderen Hörsituation des akusmatischen Konzerts vom Publikum automatisch als Teil des Ganzen integriert werden. Außerdem wurde festgestellt, dass Vorgänge, wie die Bewegung distinkter Klangtexturen, Raum durch Verzeitlichung und Richtungsgebung in der Wahrnehmung erst erzeugen. Ein kompositorisches Mittel, das sich über die Zeit insofern als raumbildend beim skulpturalen Komponieren herausgestellt hat, ist die *Echolokation 1. und 2. Ordnung*. Da es sich um keine begriffliche Ableitung aus der Skulpturentheorie handelt, wird sie hier als Exkurs behandelt. Blesser und Salter [Blesser/Salter, 2006] bezeichnen die sog. *Navigatorische Räumlichkeit* als die aurale Erfahrung des Raums, die es dem Individuum ermöglicht, einen Raum zu *visualisieren*, und selbst durch Objekte und geometrische Strukturen des Raums zu navigieren. Das Senden von akustischen Signalen zu diesem Zweck wird Echolokation genannt [Blesser/Salter, 2006, 16]. Emerson beschreibt *Echolocation* als etwas, was Menschen ganz natürlich und jederzeit tun:

[...] humans practise it all the time. One of the best examples of the auditory system working beyond our conscious control is simply the decoding of the 'feeling' of the room we are in. [Emmerson, 1989, 137]

Menschliche Echoortung wird auch als eine Technik beschrieben, die speziell von manchen blinden Menschen angewandt wird, um sich ein ungefähres Bild ihrer Umgebung zu machen. Die passive Echoortung nutzt die in der Umgebung vorhandenen Schallquellen und deren Echos, um eine vage Vorstellung

---

<sup>112</sup> Vgl. hierzu oben die Körper-Raumbeziehungen, Kapitel II.5.1.

der Umwelt zu erzeugen. Die Echos werden vom Anwender als akustisches Signal wahrgenommen und müssen intellektuell verarbeitet werden. Die aktive Echoortung des Klicksonars ist dagegen eine Technik, die z.B. mittels eines dezenten Zungen-Klicks Schall aussendet und die zurückfallenden Echos auswertet, vergleichbar der Echoortung, wie sie von Fledermäusen und Delfinen verwendet wird. Sie erzeugt nach regelmäßigem Training ein mit dem Sehen vergleichbares Abbild der Umwelt im visuellen Cortex des Gehirns. Das Gehirn trennt die Echosignale, als visuell nutzbare Information, von den sonstigen akustischen Informationen und verarbeitet sie in den jeweiligen Hirnarealen. Echolokation ist aber auch ein äußerst funktionales Mittel, um sich in einer Überfülle von auftretenden oder vorhandenen Informationen zurechtzufinden:

*The problem with the voices of things, below the level of expression and communication, is that too much is presented. In bespeaking the possibilities of nature, of shapes, surfaces, interiors, surrounding spaces, there is too much "truth" as Merleau-Ponty observed. We have to interrogate with specific questions, specific actions, if we are to learn the possible lessons of the world. We do this, of course, without necessarily being fully aware of it. For example, we actually rather constantly "echolocate" as we now call auditory spatial orientation. [Ihde, 2007, 194]*

Bereits 1968 schrieb der Klangkünstler und Komponist Alvin Lucier unter dem Eindruck der grundlegenden Arbeiten zur Navigation von Fledermäusen von Donald R. Griffin sein an der Grenze zur Performance angesiedeltes Stück *Vespers* für *eine beliebige Anzahl von Personen, die allen Lebewesen ihren Respekt bezeugen möchten, die das Dunkel bevölkern und in all den Jahren eine große Genauigkeit in der Echolotung entwickelt haben [...]*. Mit Hilfe von Sondols, kleinen technischen Geräten, die Klicklaute aussenden, oder anderer Signalgeber sollen sich die Teilnehmer in einer künstlerisch kontrollierten Situation ausschließlich akustisch im Raum orientieren [Lucier, 2005, 74].

## Echolokation 1. Ordnung

Bereits in den ersten Sekunden von *grrawe* (2010) wurde eine rhythmisierte Abfolge von Klicks verwendet, die ihre Abstrahlrichtung viermal auf dem IKO-Äquator verändert.

Hörbeispiel 12: *grrawe* 0:00 - 0:53

Hierbei kommt eine räumliche Textur zustande, die zunächst die Aufmerksamkeit nah an die Oberfläche des IKOs binden soll. Außerdem wird durch die verschiedenen Richtungen und durch die IKO-Abschattung ein Vorne und Hinten definiert sowie eine seitliche Ausdehnung gerüsthafte andedeutet. Eine simple Introduction, um das Hören an eine Koordinate zu binden und herum-

zuföhren und damit auf das Kommende vorzubereiten. Die Sequenz endet dann in einer Spirale eines frequenzmodulierten, hellen, metallischen Klangs und öföhnet damit den Raum nach allen Seiten und spektral in der Vertikalen. Die räumliche Klicktextur ist vorher aber zusätzlich zeitlich durch kleine Pausen unterbrochen, setzt ein und wieder aus. Und das ist der Moment an dem jeweils der Umgebungsraum, durch das impulshafte transiente Signal ange-regt, in Form von Hall antwortet. Diese Antwort ist abhängig von der akusti-schen Beschaffenheit des jeweiligen Aufföhhrungsorts. Auf diese Weise kön-nen die architektonisch bedingten Raumgrenzen Teil des kompositorischen Raumgefüges werden. Natürlich werden die Klicks hier nicht vom Zuhörer abgegeben. Insofern entspricht der Vorgang nicht der eigentlichen Idee der aktiven Echolokation. Aber durch das gerichtete Aufmerksamkeitsverhältnis der Zuhörer zum IKO und dessen Funktion am akustischen Ort der Aufföhhrung wird ein räumliches Verhältnis durch diese abgewandelte Form der Lokalisa-tion etabliert, das den Hörer über seine Umgebung zumindest unterbewusst informiert. Ich bezeichne diese Anwendung als *Echolokation 1. Ordnung* der skulpturalen Klangkomposition.

Hörbeispiel 13: *Echolokation 1. Ordnung* - mirage 1/T3: 3:23 - 4:16

Hörbeispiel 14: *Echolokation 1. Ordnung* - mirage 4/T4: 7:12 - 7:38

## Echolokation 2. Ordnung

Eine *Echolokation 2. Ordnung* verwendet impulsartige transiente Klänge in-nerhalb einer skulpturalen Klangsichtung mit anderen räumlichen Texturen. Dies geschieht zum einen, um die Gerichtetheit der jeweiligen Körper-Raumbeziehung momentan zu gestalten oder neu zu definieren<sup>113</sup>, zum ande-ren um den Hörer auf die jeweilige Kontur zu konzentrieren. Hier funktioniert die Echolokation vor allem durch den Grad der Einhüllung in gleichzeitig er-klingende Klangtexturen. Je nach Durchsetzungsvermögen in der skulpturalen Konstruktion sind die Klicks Markierungen für einen Innenraum (überlagert und schwächer in der Wahrnehmung) oder einen Durchlass (stärker in der Wahrnehmung, weniger überlagert). Dies vor allem aufgrund ihrer Eigen-schaft, Aufmerksamkeit sofort und unwiderstehlich zu binden. D.h. der Hörer wird unbewusst herumgeführt bzw. orientiert sich im komponierten Klang-raum. Wie bei der aktiven Echoortung in vermeintlich leeren Räumen wird hier für die Wahrnehmung eine Abbildung der akustischen Verhältnisse des

---

<sup>113</sup> Zum Begriff der *Gerichtetheit* vgl. u. Kapitel IV. 4.1.4.

soeben erzeugten und in Entstehung befindlichen Klangraums ermöglicht. Der Komponist hat damit die Möglichkeit den Zustand des komponierten Raums über die Zeit zu markieren.

Hörbeispiel 15: *Echolokation 2. Ordnung* - mirage 2/T3: 4:21 - 5:24

Hörbeispiel 16: *Echolokation 2. Ordnung* - mirage 5/T1: 0:07 - 0:36

Hörbeispiel 17: *Echolokation 2. Ordnung* - mirage 5/T2: 3:44 - 3:55

## EXKURS Ende

### 4.1.4. Gerichtetheit

Ist die Textur nach beiden Ordnungen spatialisiert, kann sie durch Überlagerung mit anderen Texturen und Veränderung der Beamrichtungen oder -bewegungen in Ausbreitung und Verteilung verändert werden. Problematisch kann allerdings in dem Beziehungsfeld diverser Vorgänge und Texturschichtungen die Orientierung im Sinne einer Ausrichtung der Aufmerksamkeit im so entstehenden SPS werden. Wichtig für den kompositorischen Prozess in Bezug auf die Inszenierung räumlicher Texturen ist auch der Einfluss von Quellcharakteren auf die Wahrnehmung dreidimensionaler Klangphänomene. Diese Eigenschaften konnten in den Hörversuchen nicht weiter untersucht werden, wurden aber an anderen Stellen in der Wissenschaft genauer erforscht und sollen deshalb hier für eine Anwendung in der kompositorischen Praxis noch genauer betrachtet werden: Räumliches Hören hängt von vielen Faktoren ab, u.a. stark von den Onset-Charakteristiken des jeweiligen Klangs. Scharfe Einsatz-Transienten erzeugen einen momentanen Energie-Burst über alle hörbaren Frequenzen und somit die höchste Stimulation für die Wahrnehmung des Hörers [Kendall, 2010, 236]. Die Aufmerksamkeit wird direkt auf das Ereignis gebündelt, sofern es nicht durch ähnliche, gleichzeitig erklingende Klänge in ein Gesamtereignis solcher in sich variierender Klänge eingebunden und durch Sättigung egalisiert wird.

Unser Gehör tut sich generell sehr schwer mit der Lokalisation von Sinuswellen, aber es kann solche mit transienten Einsätzen sehr gut wahrnehmen [Rakerd/Hartmann, 1986]. Außerdem können wir feststellen, dass Raumreflexionen die Lokalisierungsgenauigkeit von kontinuierlichen Klängen ohne scharfe Einsätze dramatisch verschlechtern. Generell kann man sagen, dass je

transienter die Quelle, desto leichter werden die Raumreflektionen verdeckt (Präzedenzeffekt). Breitbandige Signale haben eine kürzere Echoschwelle<sup>114</sup> als bandlimitierte Signale [Blauert/Col, 1992] und sehr schmalbandige Signale schwächen die Lokalisationsdominanz [Braasch et al., 2003]. D.h. der erste räumliche Eindruck, der durch einen scharfen Transienten-Einsatz hervorgerufen wird, kann einen grundlegenden Einfluss auf die Wahrnehmung des Hörers ausüben, wo dieser einen Klang im Raum verortet. Unabhängig vom Charakter des kontinuierlichen Signals, bleibt die ursprüngliche Beurteilung über die Verortung bestehen, bis ein mit gleicher Kraft wirkender Impuls die Aufmerksamkeit auf sich zieht.

Im Falle von langsamen kontinuierlichen Klangentwicklungen kann es vorkommen, dass die Wahrnehmung des Hörers auf einen Ort fixiert bleibt oder sogar hinter dem zurück bleibt, was die Akustiker als momentane Lokalisation bezeichnen würden [Hartman et al., 1989; Etlinger, 2009]. Bei Einführung eines neuen transienten Attacks in einem anderen kontinuierlichen Klangergebnis kann aber die Aufmerksamkeit und damit die Wahrnehmung neu ausgerichtet werden. Klangereignisse mit kontinuierlichen Transienten haben die Eigenschaft, die räumliche Wahrnehmung kontinuierlich neu zu informieren. Diese basalen Eigenschaften des räumlichen Hörens in Bezug auf die Quellcharakteristik kann man sich kompositorisch zu Nutze machen. In komplexen Geweben frequenzmodulierter Drones, die eine Raumplastik formen, kann durch einen transienten Burst die Aufmerksamkeit zum IKO und auf ein dort einsetzendes und schwächeres Signal gerichtet werden (vgl. auch *Echolokation 2. Ordnung*), um dort mit einer neuen Spatialisierung einzusetzen, während das raumplastische Gewebe aufrechterhalten wird, aber keinen Aufmerksamkeitsschwerpunkt mehr beim Hörer erzeugt. Im Gegensatz hierzu können Verkettungen von feinen Grains eine netzartige Struktur um den IKO erzeugen, während ein rotierender sinusoidaler Beam, der an sich keine scharfe Trajektorie bilden würde, mit einem leise beigemischten Rauschen bei entsprechender Geschwindigkeit deutliche Koordinaten zwischen *Leuchtturm* und *Spatial Beating* auf den reflektierenden Flächen erzeugt.

Hörbeispiel 18: *Leuchtturm* - Miniaturen 22, 31, 40

Hörbeispiel 19: *Spatial Beating* - Miniaturen 2, 8, 49

Hörbeispiel 20: *Spatial Beating* - mirage 3/T1(b): 2:25 - 3:18, dort bei 3:00

---

<sup>114</sup> Die *Echoschwelle* oder die Echowahrnehmungsschwelle beschreibt die minimale Verzögerung (Zeitdifferenz), die Reflektionen eines Schalls gerade noch haben dürfen, um als separates Hörereignis (Echo) nach dem Direktschall wahrgenommen zu werden. Unterhalb der Echoschwelle werden die Reflexionen als Nachhall wahrgenommen.

Unter Gerichtetheit einer Plastik versteht man die Dominanz von Ausdehnungen in eine oder mehrere Richtungen. Die Gerichtetheit ist eng mit dem Verhältnis des Körpers zum Raum verknüpft [Klant/Walch, 2003; Krämer, 2011]. D.h. ein raumweisender Körper ist generell von seinem Zentrum aus nach außen, ein raumabweisender nach innen, auf eine gedachte oder tatsächliche Mitte hin gerichtet. Die Gerichtetheit gibt auch Aufschluss über Gleichgewicht, Statik und Dynamik eines Werks [Klant/Walch, 2003; Krämer, 2011]. Unter Gerichtetheit im Bereich der plastischen Raum-Klangkomposition kann man zunächst die situative Aufmerksamkeitsführung des Hörers durch die Spatialisierung des Klangs verstehen. Hierbei gibt es, da zeitbasiert, immer wieder Momente des Aufbaus und der Umorientierung. Es ist aber darüber hinaus möglich, als Verklammerung solcher Momente entsprechende Ausdehungsdominanzen in eine oder mehrere Richtungen aktuell als Einheit wahrzunehmen. Auf die Zeit bezogen, ist es dann auch möglich, von „geänderter Gerichtetheit“ zu sprechen (vgl. mirage 6/T1: 0:22 - 0:48). Solche Veränderungen und ihre Tendenzen können sich auf eine Gerichtetheit von außen nach innen, von unten nach oben, in die Tiefe und auf den Schwerpunkt im Panorama beziehen. Durch den Begriff werden skulpturale Klangphänomene den räumlichen Attributen von Rumsey und Kendall zugeordnet.<sup>115</sup> Gerichtetheit beschreibt somit nicht den Vorgang, sondern das momentane Ergebnis der Raumbildung in der skulpturalen Klangkomposition in einer Lautsprecherumgebung. Der IKO steht im Verlauf einer Vorstellung die meiste Zeit im Zentrum des Geschehens. Die Klangprojektionen müssen aber je nach Einrichtung vor Ort und Publikumsplatzierung eben nicht IKO-zentriert sein. Die sorgfältige Inszenierung und Dramaturgie im SPS ermöglicht genau dieses zeitweise Verschwinden des Apparats in der Wahrnehmung durch Überlagerung der Ereignisse und Erzeugung aufmerksamkeitsstärkerer Stimuli im skulpturalen Klanggefüge.

Vor allem Ansichtigkeit und Wirkung der Kontur sowie Gerichtetheit sind somit hauptverantwortlich für „Blickführung“, die die Reihenfolge vorstrukturiert, in der einzelne Teile wahrgenommen werden sollen und festlegt, ob und wo die Aufmerksamkeit letztendlich verweilt [Klant/Walch, 2003; Krämer, 2011]. Dennoch - und das ist wesentlich an der Verwendung der Begriffe im SPS - bleibt dem Hörer natürlich frei, wie und ob er sich auf diese Führung einlässt. Durch die Verbalisierung dieses in vielen nicht nur musikalischen Kompositionen anzutreffenden Prinzips der Aufmerksamkeitsführung wird die Richtung der künstlerischen Wahrnehmung und Handlung auch sprachlich greif- und für den Komponisten überprüfbar.

---

<sup>115</sup> vgl. Kapitel II. 8.5.

Auguste Rodin äußerte sich diesbezüglich: *Der Bildhauer zwingt sozusagen den Beschauer, die Entwicklung eines Vorgangs an den einzelnen Teilen einer Figur nacheinander zu verfolgen* [nach: Klant/Walch 2003].

## 4.2. Proportion - Großplastik und Kleinplastik

*The scale of an individual piece depends very much on the sculptor's intentions with regard to its setting and its expressions in that setting. [...] The match between scale and viewing distance can influence the visitor's assessment of whether particular surface features are meant as texture or specific shaping.* [Rawson 1997, 55]

Die plastische Proportion der Klangelemente hängt neben ihrem Frequenzspektrum (im Sinne einer Raumaufspannung im Tonhöhenbereich, die sich nicht unterdrücken lässt, da oben und unten durch das Gehör entsprechend interpretiert werden)<sup>116</sup> entscheidend von ihrer Lautstärke ab und einem entsprechendem Verhältnis zum Material der z.T. gleichzeitig verwendeten Klangobjekte. Dabei spielt auch eine Rolle, wie nah die Klänge am Lautsprecher wahrgenommen werden. Die Miniaturen- und Etüdenstudien haben ergeben, dass nah am Lautsprecher wahrgenommene Klänge bei geringen Lautstärken einer sehr kleinen plastischen Figur (Kleinplastik) entsprechen, laute und entferntere auf eine weitergreifende Körper-Raumbeziehung (Großplastik) verweisen. Höhere Lautstärken breitbandiger Signale regen zudem den Raum mehr an, was wiederum auf eine mächtigere, raumfüllendere und damit größere Plastik verweist. D.h. dass die räumliche Ausbreitungsgröße des wahrgenommenen Klangobjekts eng mit der Wiedergabelautstärke zusammenhängt. Räumliches Volumen wird hier u.a. durch akustisches Volumen erzeugt. Um diese Wirkungsweisen in Bezug auf die Skalierung beurteilen zu können, muss der Komponist im Gegensatz zu den herkömmlichen Studioproduktionen, bei denen er meist an eine fixe Abhörposition mit Tastatur und Bildschirm gebunden ist, verschiedene Positionen im Raum einnehmen, um die dimensionale Ausbreitung der skulpturalen Textur zu verstehen und beurteilen zu lernen. Dies gilt zudem auch für die Beurteilung von Kontur und Gerichtetheit. *The sculptor usually works close to the piece and tends to keep assessing its shape from that distance, but it is important that he or she back off frequently to check the work at its intended scale and distance* [Rawson, 1997, 55].

---

<sup>116</sup> Vgl. spektrale Vertikalität als Grundlage der *Spatialisierung 1. Ordnung*, Kapitel II. 8.6.1.

Eine einfache Formel wird es hierfür nicht geben, es hilft aber, die Faktoren zu kennen und sich empirisch mit den Wirkungen zu beschäftigen, um diese gegebenenfalls vor Ort und je nach Aufführungssituation bewusst justieren zu können.

Hörbeispiel 21: *Großplastik* - mirage 3/T4: 8:58-10:20

Hörbeispiel 22: *Kleinplastik* - mirage 3/T3(b): 7:55 - 8:55

Hörbeispiel 23: Übergang von *Großplastik* zur *Kleinplastik* - mirage 5/T6: 11:16-12:05

#### 4.3. Zeitebenen in der skulpturalen Klangkomposition

In der klassischen Skulpturenlehre geht man grundsätzlich von statischen Objekten aus, denen aber durchaus dynamische Attribute zugesprochen werden. Bei der klassischen Skulptur besteht die Möglichkeit, entweder einen Bewegungsfluss oder einen Moment des Stillstands innerhalb eines Ablaufs darzustellen. Aus der Antike stammt der Begriff des „fruchtbaren Moments“, der einen Zeitpunkt in einem Handlungsablauf beschreibt, von dem aus die vorangegangene Tätigkeit rekonstruiert und die folgende gedanklich antizipiert werden kann [Klant/Walch, 2003]. In der Raum-Klangkomposition können diese statischen Momente z.B. durch einen Drone mit fixierter Beamausrichtung oder einer gleichmäßig verteilten und auf wahrnehmbaren Wiederholungen aufgebauten Textur bei gleichmäßiger Rotation um den Äquator erzeugt werden. Bei den moderneren kinetischen Plastiken, deren Körper-Raumbeziehungen ständigen Wechseln unterworfen sind (z.B. bei Alexander Calder), sind sogar tatsächliche Bewegungen plastischer Elemente möglich. Entsprechend können in der Raum-Klangkomposition Klangobjekte um den Zuhörer herum oder im Fall des IKOs über die reflektierenden Flächen bewegt und damit verschiedene bewegliche Klangobjekte, ähnlich einem Mobile, ins Verhältnis zueinander gesetzt werden.

Im Rahmen der Raum-Klangkomposition wird die Zeit zunächst in den Dienst des Raums gestellt. Zeit wird zur räumlichen Funktion. Smalley [2007] stellt hierzu folgende Überlegung an:

[...] *Possibly the most important strategy in arriving at an holistic view of the space-form [...] is that I disregard temporal evolution: I can collapse the whole experience into a present moment, and that is largely how it rests in my memory.*

Barret [2010] merkt hierzu zu Recht kritisch an:

*[...] science and aesthetics agree that our understanding of spatial information is primarily immediate and less concerned with temporal processes. Yet the second part of Smalley's discussion presents a contradiction in pointing out that identity unfolds through time and deduction is a slow process contingent on, rather than disregarding time.*

Sowohl bei der Wahrnehmung klassischer skulpturaler Anordnungen als auch skulpturaler Klangphänomene im SPS spielen zeitliche Abläufe eine Rolle bei der Formierung des räumlichen Eindrucks. Z.B. *Spatial Beating*,<sup>117</sup> als IKO-Spatialisierungsgrundmuster zur Erzeugung von Koordinaten auf reflektierenden Flächen, braucht eine Richtung und Wiederholung, um als solches wahrgenommen werden zu können. Mithin macht es Sinn, Zeit als räumliche Funktion zu denken:

*One noteworthy element [...] is the role of time: it acquires a spatial function. Trajectories leave continuous spatial contours behind in our listening imagery; densifying micro-temporal sounds agglutinate into spatial surfaces; temporal durations become spatial distances. [Nyström, 2013, 18]*

Hierbei können drei sich bedingende zeitliche Ebenen gleichzeitig auftreten:

1. Die Zeit, in der eine Klangprojektion eine bestimmte Bewegung verfolgt oder die Richtung einnimmt (z.B. Rotation:  $180^\circ/\text{s}$  = *Spatialisierung* 2. *Ordnung*). Hier bekommt Zeit eine *direkte räumliche Funktion*.

2. Die Zeit, die innerhalb eines abgespielten Klangs oder im Rahmen eines generativen Prozesses der Klangerzeugung durch das Material und seine Verlaufsereignisse (Abfolgen) ausgefüllt wird (z.B. Pitch-Drop oder Sweep = *Spektromorphologie*), bezeichne ich als *eingeschlossene Zeit*.

3. Die Zeit, in der ein Zuhörer seine Aufmerksamkeit auf verschiedene Klangobjekte richtet, verstehe ich als *inszenierte Zeit*.

D.h. man muss zwischen zeitlichen Entwicklungen im Klangereignis als *Event* [Kendall, 2008] und seinem räumlichen Verhalten, das auch statisch (z.B. ein fixierter Beam auf  $35^\circ$ ) oder in Bewegung sein kann, unterscheiden und den Zeitpunkten, an denen diese vom Zuhörer in seiner eigenen Zeit ablaufenden Vorgänge wahrgenommen werden.

Auf der dritten Ebene kommt die Bewegung des Betrachters, der bei mehransichtigen Werken zum Umschreiten oder zum durchschreitenden Positi-

---

<sup>117</sup> Vgl. Kapitel IV. 1.2. IKO-Spatialisierungsgrundmuster.

onswechsel aufgefördert ist, als weitere zeitliche Funktion des Raums hinzu. D.h., auch die Zeit außerhalb des Werks kann Teil des gestaltenden Wahrnehmungsprozesses werden. Für die klassische Skulptur wird diese Form von Zeit häufig so definiert: *Die Bewegung eines Körpers im Raum kann nur innerhalb einer bestimmten Zeit vor sich gehen und umgekehrt ist die Zeit im plastischen Werk nur durch die Bewegung von Körpern im Raum kompositorisch definierbar* [Klant/Walch, 2003].

Diese Form der kompositorischen Gestaltung ist der häufig am wenigsten beeinflussbare Aspekt. Sobald man die Sitzplatzordnung auflöst, soll und kann sich das Publikum frei bewegen. Allerdings wird sich diese Bewegung und selbständige Platzierung immer im Rahmen der örtlichen Gegebenheiten abspielen. D.h. die Entscheidung, ob eine Arbeit mit dem IKO überhaupt im Sitzen oder in freier Positionierung der Zuschauer wahrgenommen werden kann, sollte in der Komposition der Raumbildungen und deren Zeitebenen mit angelegt sein, damit das Bedingungsverhältnis zwischen SPS und skulpturalen Klangphänomenen vor Ort der Komposition entsprechend jeweils hergestellt werden kann. Dies gilt übrigens nicht erst seit der Erfindung des stereophonen „Sweet Spots“, dessen Paradigma einer idealen Hörerposition hier künstlerisch (nicht: ingenieurswissenschaftlich) ja gerade hinterfragt wird. Die Positionierung der Arbeit und, damit verbunden, der Wahrnehmungsmöglichkeiten des Publikums, ist immer auch eine zeitliche Inszenierung in Bezug auf unterschiedliche Wahrnehmungsmöglichkeiten. *Rodin's violent disputes with purchasers of casts of his Burghers of Calais is relevant. He objected to their raising and isolating the work on high plints, because he had designed it to stand at ground level, with the idea that public should be able to enter among the group of figures* [ibid. 61]. In der Zeit, die sich ein Hörer beim Herumgehen für eine skulpturale Klangkomposition nehmen kann, bemerkt er andere Konturen und Aspekte als solche, die er von nur einer Hörposition im Aufführungsraum wahrnehmen kann. Umgekehrt gibt es Raum-Klangkonstellationen, die durch die Bewegung im Raum auseinanderfallen, die also im eigenzeitlichen Verlauf eines sich bewegenden Hörers gar nicht entstehen.<sup>118</sup>

Die Konzertpraxis mit dem IKO in den letzten Jahren hat allerdings gezeigt, dass die Bewegungsmöglichkeit für Publikum die Aufmerksamkeit für die Raum-Klangphänomene z.T. erhöht hat, weil der sich frei im Raum orientierende Zuhörer mit einer, weniger auf den IKO als Objekt als auf das im Raum zu Erlebende gerichteten, Hörhaltung wahrnimmt. D.h. dass das Problem der visuellen Paralyse oder Ablenkung des Hörsinns durch den frei wählbaren

---

<sup>118</sup> Vgl. hierzu die Kommentierungen zu mirage 1- 6, Kapitel V. 2. Analysen.

Wahrnehmungsparcours überwunden werden kann, sofern die komponierten Raum-Klangphänomene stabil genug sind. Unter stabil können wir jetzt auch starke momentane Gerichtetheit und multiple Konturierung verstehen. Brewster betont den besonderen skulpturalen Aspekt, der durch das Bewegen erfahren werden kann:

*Walking through it in its resonant state provides an experience similar to perusing a landscape but from the inside, with all of your body instead of from the outside with just your eyes. It shows us the "near field". Like a solid it has volumes, edges, planes, fullnesses, flatnesses, roundnesses, and hollows: the works. It comes "fully equipped" to elaborate our experience sculpturally.* [Brewster, 1999]

## KAPITEL V

### Komposition und Analyse

#### 1. mirage 1 - 6

Es geht im letzten Schritt um Kompositionen, die die vorangegangene Forschung praktisch umsetzen und gleichzeitig als musikalisch eigenständige Arbeiten funktionieren. Die für und mit dem IKO komponierten Raum-Klangkompositionen mirage 1 – 6 beinhalten das aus den Erkenntnissen der Miniaturen-Studien gewonnene Wissen, das sich in der Komposition von Etüden verfestigt hat und hiernach als künstlerische Handlung im Werk umgesetzt wurde.<sup>119</sup> Dabei spielten die im Forschungsprozess aufgetretenen und beantworteten ingenieurs- und musikwissenschaftlichen Fragen eine wesentliche Rolle bei allen kompositorischen Überlegungen. Ich habe mich aus der künstlerischen Perspektive hinsichtlich des Nutzens wissenschaftlicher Forschungen im künstlerischen Erkenntnisprozess vor allem an Rheinberger orientiert: [...] *Die wissenschaftliche Aktivität ist nur und gerade darin wissenschaftlich, dass sie als Generator von Überraschungen auf dem Weg ins Unbekannte auftritt, dass sie also Zukunft produziert* [Rheinberger, 2001, 71].

Die skulpturalen Klangphänomene als „epistemische Dinge“ [Rheinberger, 2001, 73] entstehen in dem begrifflichen Repräsentationsraum dieser Expe-

---

<sup>119</sup> Die Etüden sind in mirage 1 - 4 (2015) umgesetzt worden, mirage 5 und 6 (2016) fassen vor allem die Ergebnisse der Hörversuche und die abgeleiteten IKO-Spatialisierungsgrundmuster zusammen.

rimentalsysteme, die somit Formungsbedingungen für den SPS bilden. Die künstlerische Forschung führt mithin im letzten Schritt wieder zur Kunst und diese muss als poetische Handlung und als ästhetischer Gegenstand in der Lage sein, sich von ihren Vorlagen abzuheben, damit sie immer gegenwärtig Kunst sein kann.

Die Kompositionen mirage 1 - 6 wurden mit dem ViKO und den Impulsantworten des Hörsaals in der Petersgasse 116, in dem fast alle Forschungsarbeiten und Kompositionen ausgeführt wurden, von den Hörpositionen P1 und P2 aus binaural gerendert. Sie liegen als binaurale Stereoauspielungen auf der beiliegenden SD-Speicherkarte vor oder sind online herunterladbar<sup>120</sup>.

## 2. Analysen

Im letzten Teil der Arbeit wurden die im Rahmen der Forschungsarbeiten aufgestellten Bedingungen für skulpturale Klangphänomene in ihrer Anwendung und Wirkung überprüft und kommentiert. Der Fokus der Analysen liegt auf den Wechselwirkungen zwischen dem SPS und den skulpturalen Körper-Raumbeziehungen [*KP*, *RP*, *KSP*] sowie deren Attributen (raumverdrängend, raumumfassend etc.), wie sie in mirage 1 - 6 umgesetzt wurden. Statt eines weiteren Hörversuchs sollen hier die Analysen der fertiggestellten Kompositionen die Tauglichkeit der Begriffe *Gerichtetheit*, *Kontur* und *Plastizität* belegen. Dabei ging es auch darum, das Potential dieser Begriffe daraufhin zu prüfen, inwiefern diese in der Lage sind, skulpturale Formungsprozesse zu beschreiben, also zetiliche Aspekte, als räumliche Funktionen darzustellen, ohne distinkte Ereignisse in der räumlichen Beschreibung außer Acht lassen zu müssen. Die Analysen unterteilen sich in Zeit(-punkte), Beschreibungen und Kommentierungen der jeweiligen Raum-Klangkonstellationen. Auch hier dienen die binauralen Renderings mit den Impulsantworten der Laborumgebung als Dokumentation. Sie sind keine Studioproduktionen im Sinne einer herkömmlichen CD-Produktion. Aufgrund der Forschungsergebnisse um den SPS und die Entwicklung eines ViKO als zusätzliche Produktionsumgebung sind diese Simulationen aber in der Lage, den Raumeindruck der Abhörsituation im Labor aus unterschiedlichen Hörperspektiven darzustellen. Im Sinne eines „State of the Art“ sind sie geeignet, die Wechselwirkung von Körper-Raumbeziehungen im SPS nachvollziehbar wiederzugeben.

---

<sup>120</sup> Vgl. Liste der Download-Links, S. 178

# mirage 1<sub>2015</sub>

Länge: 13'13"

## 5 Formteile

KP = Kernplastik, RP = Raumplastik, KSP = Kern-Schaleprinzip, gUsi = gegen den Uhrzeigersinn, mUsi = mit dem Uhrzeigersinn, IKO-Spat-Grm = IKO-Spatialisierungsgrundmuster, Ev = Elevation, Az = Azimut

| Teil | Zeit        | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kommentierung                                                                                                                                                                                                        |
|------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 0:00        | Beginnt mit eingefadeten Bass-Pulsen (0:05, 0:14, 0:21), fragmentarisch sukzessive Koordinatenbildung durch Ausbreitung und Anordnung ähnlicher Elemente um das IKO-Zentrum. Raumerforschung. Bass wirkt in seiner omnidirektionalen Ausbreitung größer als der IKO.<br><br>Pausen lassen den akustischen Umgebungsraum als Begrenzung erkennbar werden. | Angedeutete <i>KP</i> , raumverdrängend. <i>Konturgleiche</i> Form, wenig <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung. Kernbildung.<br><br>Einbeziehung lokaler Klangereignisse in den skulpturalen Formungsprozess. |
|      | 0:28        | Frequenzmodulation mit langsamer Rotation (Spirale) 90°/s gUsi öffnet den Raum auf der Vertikalen nach oben, während der Bass nach unten dehnt.                                                                                                                                                                                                          | Angedeutete <i>RP</i> als Raumzeichen, raumumfassend. <i>Spirale</i> als IKO-Spat-Grm. <i>Gerichtetheit</i> wird kurzfristig nach oben gesetzt.                                                                      |
|      | 0:34        | Wieder Bass-Puls und nochmal bei 0:39, 0:49, 0:55                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                      |
|      | 0:42        | Perkussive Rhythmusstruktur im kaum wahrnehmbaren Bereich mit hohem Sinus und Klick im Mittenbereich punktiert den so aufgespannten Raum, Tiefenstaffelung. Läuft gleichzeitig mit Bass Puls (0:55).                                                                                                                                                     | <i>Plastizität</i> wird erhöht. <i>Echolokation</i> 2. Ordnung, Raum im Klangraum wird eruiert bei Überlagerung und                                                                                                  |
|      | 0:57        | Läuft alleine weiter, freigestellt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung bei Alleinstellung, eruiert den Aufführungsort. Konturierung durch positionsabhängige Schwerpunktwahrnehmung.                                                                         |
|      | 1:02 - 1:06 | Frequenzmodulation rotiert 90°/s gUsi um Kern, öffnet den Raum nach oben, bricht dann ab.                                                                                                                                                                                                                                                                | Ahnlich 0:28: Angedeutete <i>RP</i> als Raumzeichen, raumumfassend.                                                                                                                                                  |
|      | 1:08 -      | Stille für 15 Sekunden entleert den bisherigen Klangraum, ohne ihn zu zerstören. Spannung wird gehalten, lenkt die Aufmerksamkeit suchend (bzgl. Lautstärke, räumliche Formation) auf den bisherigen SPS.                                                                                                                                                | Wieder Einbeziehung der Klangumgebung in die skulpturale Raumerforschung.                                                                                                                                            |

|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                   |
|     | 1:23-1:45 | Wieder Einsatz frequenzmodulierter Textur, diesmal deutliche Rotation 90°/s gUsi als figurative Auskleidung des bisher aufgespannten Raums in Form einer Kernaushdehnung in alle Raumrichtungen, zunächst raumverdrängend, dann raumumfassend. Markiert in der Rotation verschiedene Aufmerksamkeitsschwerpunkte.                | KSP 1 aus Index der Etüden 1. Starke <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Ausbreitungswahrnehmung der skulpturalen Form (ohne Grains: RP 2 aus Index der Etüden).                                                         |
|     | 1:33      | Gleichmäßige Verkettung von Grains rotiert mUsi, sorgt für Wechsel der Aufmerksamkeit auf das Zentrum und nah am IKO sowie Tiefenstaffelung der skulpturalen Form, bis zum Einsatz >                                                                                                                                             | Erhöhte <i>Plastizität</i> und Spannungsverhältnis zwischen den beiden Texturen erzeugen eine Kern-Schale-Konstellation.                                                                                                          |
|     | > 1:49    | raumgreifende Kernplastik auf verschiedenen Staffelungsebenen: sowohl in der Vertikalen (Mitte/und hohe Decke) als auch im perspektivischen Feld, mit Rotation gegen den Uhrzeigersinn. Im Verlauf dann starke Raumverdrängung. Endet als skulpturale Form auf Bass-Puls.                                                        | KSP > KP, geringe Plastizität. Monolithisch, Großplastik.                                                                                                                                                                         |
|     | 2:03      | Die jetzt lauter wiederkehrende Grainkette mit Rotation mUsi löst die Richtung auf und bindet die Aufmerksamkeit enger an die Oberfläche des IKOs. Verkleinerung der skulpturalen Form, sowohl frequentiell (schmalbandig) als auch auf der Lautstärkeebene ( <i>Kleinplastik</i> ).                                             | Auflösung des Kerns, <i>konturgleiche Reliefbildung</i> , Änderung der Gerichtetheit. Wenig <i>Plastizität</i> .                                                                                                                  |
| 2   |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                   |
| (a) | 2:15-2:42 | Drei gegenläufige Rotationen (Spirale gUsi 250°/s, Rotation gUsi 100°/s, Rotation 180°/s mUsi) auf drei verschiedenen spektralen Ebenen (80 Hz - 400 Hz, 500 Hz - 700 Hz, 750 Hz - 11 KHz) formieren zunächst eine Hülle (RP) um einen Hohlraum mit gleichzeitiger Tiefenstaffelung. Außerdem wird der Raum nach oben angehoben. | RP als Raumplastik, raumumfassend. <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung, setzt <i>Gerichtetheit</i> zwischen der Außenbahn im perspektivischen Feld und der Vertikale-oben.                                                          |
|     | 2:27      | Einsatz der Bassmodulation (um 137 Hz) etabliert den Kern, Erdung der skulpturalen Form in der Vertikalen. Betont Innen-Außen-Spannung. Fällt dann bei >                                                                                                                                                                         | RP > KSP 2 aus Index der Etüden, <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Ausbreitungsformung, <i>Leuchtturm</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm. <i>Plastizität</i> wird erhöht durch Tiefenstaffelung der Texturen. |
|     | > 2:45    | wieder weg. Rotation einer einzelnen Textur bleibt bestehen, schält sich aus der vorherigen skulpturalen Verwebung. Richtet die Aufmerksamkeit auf das Feld am IKO, aber mit unterschiedlichen Abständen zu dessen Oberfläche.                                                                                                   | Umwandlung in RP als Raumzeichen. Geringe Tiefenstaffelung verringert die <i>Plastizität</i> , starke <i>Konturierung</i> durch <i>Spirale</i> mit unterschiedlichen Wahrnehmungsschwer-                                          |

|     |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                            |
|-----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     | punkten.                                                                                                                                                                                                   |
| (b) | 2:50 | Einsatz hoher Sinus [4500Hz], der mit einem zweiten, tieferen interferiert (um 875 Hz) und so die Senkrechte aufspannt. Der bisherige Raum fällt in diesem Punkt zusammen.                                                                                          | <i>Konturgleiche RP</i> als Raumlineatur markiert die schmale Vertikale.                                                                                                                                   |
|     | 3:03 | Einsatz der Grains als perspektivische Koordinatenbildung (fixiert auf 90°) in der Horizontalen. Funktioniert als Übergang zu 3.<br><br>Sinus bricht ab (3:23).                                                                                                     | Leichte Erhöhung der <i>Plastizität</i> durch räumliche Staffellung der Klangobjekte.                                                                                                                      |
|     | 3:16 | Zweite, identische Grainkette kommt hinzu und dreht sich mit 96°/s gUsi. Lautstärkeanhebung bei 3:24. Dadurch Aufmerksamkeitsverlagerung auf den Äquator.                                                                                                           | Änderung der <i>Gerichtetheit</i> von vertikal auf horizontal. Kaum <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffellung.                                                                                          |
| 3   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                            |
|     | 3:23 | Zunächst Konzentration der Aufmerksamkeit auf den IKO durch Rotation der Grainketten, mit verschiedenen Richtungen am IKO über 30 Sekunden, bewirkt Etablierung der räumlichen Textur und Saturierung der räumlichen Form in der Wahrnehmung.                       | <i>Reliefbildung, konturgleich. Gerichtetheit</i> IKO-zentriert. Raum wird miniaturisiert.                                                                                                                 |
|     | 3:53 | Markanter Onset-Klick, markiert neues Ereignis und zieht die Aufmerksamkeit aus dem etablierten Graingewebe auf den Einsatz (Onset) des Beams mit >                                                                                                                 | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung durch Anregung des Umgebungsraums.                                                                                                                                          |
|     | 3:54 | Abfolge fluktuierender Bursts, rotiert gegenläufig mit 180°/s mUsi.                                                                                                                                                                                                 | Starke <i>Konturierung</i> durch schnelle Rotationen und Aufmerksamkeitsschwerpunktverlagerungen am IKO.                                                                                                   |
|     | 4:03 | Markanter Onset-Klick, markiert neues Ereignis und zieht die Aufmerksamkeit aus dem jetzt etablierten Grain/Burst-Gewebe auf den Beam mit >                                                                                                                         | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung durch Anregung des Umgebungsraums, gleichzeitige Änderung der Gewichtung innerhalb der Tiefenstaffellung der skulpturalen Kern-Schalenform. <i>Plastizität</i> wird erhöht. |
|     | 4:04 | Identische Burstfolge, aber als Spiral-Rotation und mit 300°/s, mUsi. Aufmerksamkeit springt auf einen anderen Orbit.                                                                                                                                               | <i>Spirale</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm.                                                                                                                                                    |
|     | 4:08 | Der gleiche markante Onset-Klick, markiert ein neues Ereignis und zieht die Aufmerksamkeit kurzfristig auf eine Koordinate am IKO                                                                                                                                   | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung durch Anregung des Umgebungsraums                                                                                                                                           |
|     | 4:16 | Noch einmal dieser Onset-Klick, markiert ein weiteres Ereignis und zieht die Aufmerksamkeit auf eine andere Koordinate am IKO. Somit wird die sich gerade bildende skulpturale Form durch die gleichen Markierungen in 4:03, 4:08, 4:16 zusätzlich im Raum fixiert. | Tiefenstaffellung durch Überlagerung selbstähnlicher Burstfolgen erzeugt <i>Plastizität</i> . Aufgrund der sich durchdringenden Spiralrotationen starke <i>Konturierung</i> der filigranen <i>KP</i> .     |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4:25   | Feine Grainkette (vgl. 2:50) taucht als fixierte Koordinate (225°) am IKO deutlich hörbar auf und festigt das granulare Gewebe als Form. Letzteres wird durch Sättigung konsolidiert. Kern wird so durch Gewebe und Raumstaffelung am IKO erzeugt. Sukzessiver Aufbau einer Kernplastik mit verschiedenen Raumschichtungen und entsprechenden Ausdehnungen und Schwerpunktverteilungen.                                                                                                                                                                                                                                                               | Kernbildung (porös) durch IKO-Zentrierung. Hinterschnittene <i>Reliefbildung</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5:07   | Markanter Onset-Klick, markiert neues Ereignis und zieht die Aufmerksamkeit aus dem jetzt etablierten Grain/Burst-Gewebe auf >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Jetzt <i>Echolokation 2.</i> Ordnung als Folge der Einbettung in das erzeugte Klangmilieu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5:08   | Einsatz Drone (vgl. Miniaturen 20 ff und Index der Etüden II), Rotation mUsi 180°/s erzeugt Kern-Schale durch raumplastische Außenkoordinatenbildung auf Kreisbahn. Lautstärkeanhebung zieht den Drone in den Vordergrund, Burstgewebe gerät in den Hintergrund. Bass wird am IKO stärker und schiebt sich unter das Gewebe. Raumbildung in der Vertikalen durch Spatialisierung 1. Ordnung. Wieder lange Eingewöhnungszeit, Raumrhythmus entsteht durch Rotation und Koordinatenbildung an den Reflektionsflächen. Etablierung der skulpturalen Form bis zum Punkt der Saturierung, die Aufmerksamkeit springt zwischen den verräumlichten Texturen. | <i>KSP, Spatial Beating</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm. Hohe <i>Plastizität</i> durch Tiefenstaffelung der Texturen. <i>Gerichtetheit</i> wird durch die Rotation auf Außenbahn gesetzt, verliert sich aber durch die Saturierung. Starke <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Morphologie der skulpturalen Körper-Raumbeziehung. Ab 5:28 fast erstarrte Zeit und aufgelöste <i>Gerichtetheit</i> . Der Raum beginnt sich mangels eindeutiger Richtung aufzulösen. |
| 5:41   | Einsatz breitbandiges Rauschen (HighCut, 1,5 KHz), Beam mit Rotation 97°/s gUsi außen. Setzt sich direkt durch und zieht sofort die Aufmerksamkeit auf die Rotation, die eine noch weitere Außenbahn zieht als der Drone. Die langsamere Rotation ist als gleichmäßiger Kreis identifizierbar. Damit tritt die bisherige skulpturale Form wiederum in den Hintergrund und wird von einer weiteren Hülle umgeben.                                                                                                                                                                                                                                      | <i>KSP 3</i> aus Index der Etüden. <i>Leuchtturm</i> als spezielle Form der IKO-Spat-Grm. <i>Gerichtetheit</i> wird durch Rotation neu gesetzt. Hohe <i>Plastizität</i> , starke <i>Konturierung</i> . Kern-Schale-Formation als <i>Großplastik</i> .                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5:52   | Hoher Ton öffnet den Raum nach oben in einem kleinen Punkt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Spatialisierung 1. Ordnung</i> baut die KSP in der Höhe aus.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6:08   | Abbruch. Raum fällt zusammen und wird mit der Rotation der auf einmal freigestellten Burstfolge 90°/s gUsi um den IKO zweimal herumgeführt. Aufmerksamkeit wird zurück an die IKO-Oberfläche gebunden. Rotation endet auf ca. 40° in fixiertem, gerichtetem Beam mit Grainverkettung. Skulptur verschwindet in einem Punkt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Gerichtetheit</i> wird auf die Horizontale und das Zentrum konzentriert. Außen-Innenbewegung. Verlust der <i>Plastizität</i> und der <i>Kontur</i> sowie Auflösung von Kern und Schale, verkleinern den SPS bis auf 0.                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6:21 - | Wieder lange andauernde Stille, um die Erwartungshaltung nach                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |
|---|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 6:31 | mehrfacher Saturierung der Aufmerksamkeit in 3 auf den neuen Raum auszurichten. Außengeräusche werden jetzt gegebenenfalls vom Ohr „einkomponiert“.                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                              |
|   | 6:32 | Tiefer Sinus als omnidirektionaler Bass (um 52 Hz) am IKO-Zentrum mit leichter Tendenz gegen 330°, über dem Frequenzmodulationen (280 Hz und 515 Hz) in der Vertikalen angeordnet werden, die den Raum nach oben hin aufspannen ( <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung).<br>Fade out, kurze Pause bei 7.30.                                                                    | <i>KP</i> 1 aus Index der Etüden, teilweise raumgreifend in der Elevation.                                                                                                                                                   |
|   | 7:33 | Zweiter Einsatz Bass verschiebt die Beamrichtung nach links auf ca. 45°, hierdurch teilweise andere Raumanregung durch Schwerpunktverlagerung. Wird durch neuen Onset im Bass erst hörbar. Darüber raumgreifende, langsam rotierende (gUsi 100°/s) Frequenzmodulationen ab 7:45 bilden eine Kern-Schale-Konstellation, die aber in den Pausen immer wieder zum Kern fließt. | <i>KP&gt;KSP&gt;KP</i> , leichte <i>Konturierung</i> durch Änderung der Beamrichtung bei identischem Material. Ab hier <i>Konturierung</i> der statischen Form. Geringe <i>Plastizität</i> wegen schwacher Tiefenstaffelung. |
|   | 8:34 | Endet ähnlich, mit den gleichen Grains und fixiert wie 3, aber diesmal hinten rechts auf 330° und verschwindet in einem Raumpunkt.                                                                                                                                                                                                                                          | Hier wird kurzfristig die <i>Plastizität</i> durch die Überlagerung der auslaufenden früheren und einsetzenden neuen Textur erhöht. <i>Gerichtetheit</i> wechselt vom Zentrum auf Koordinate hinten rechts.                  |
| 5 | 8:42 | Rotation (180°/s mUsi) der Schwebungen raumplastisch auf schmaler Ebene (1440-1900 Hz) mit Ausbreitung im perspektivischen Feld, mit unterschiedlich wahrgenommenen Abständen zum IKO. Elevation über Kopf, aber mit wenig Spannweite in der Vertikalen. Gewebe schwebt über dem Boden.                                                                                     | <i>Spatialisierung</i> 1. und 2. Ordnung erzeugt eine raumumfassende <i>RP</i> .                                                                                                                                             |
|   | 9:32 | Kaum merklicher Einsatz einer zweiten Rotation in Gegenrichtung (Spirale mUsi 340°/s) mit identischem, zeitlich leicht versetzten Klangmaterial. Schwebung wird durch Interferenzbildung zwischen den Rotationen verstärkt. Verbreiterung des Gewebes in der Horizontalen.                                                                                                  | <i>RP</i> 1 aus Index der Etüden. Konturierung des Materials; durch gegenläufige Rotationen entstehen positionsabhängig unterschiedliche Ausbreitungsschwerpunkte. Geringe <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung.      |
|   | 9:56 | Einsatz Verkettung feiner Grains als Koordinatenfixierung hinten rechts auf 290°, sticht immer wieder durch das Schwebungsgewebe hindurch, Aufmerksamkeitssprünge zwischen Vorder- und Hintergrund. Saturierung durch Penetranz und Dauer des sich wiederholenden Materials. Fast keine Veränderung der <i>Spatialisierung</i> 1. und 2. Ordnung für 2, 5 Minuten (!).      | <i>Kern-Schale</i> -Formation: Der Raum wird zwischen zwei Polen aufgespannt, die Raum im Spannungsverhältnis definieren. Starke <i>Gerichtetheit</i> auf diesen                                                             |
|   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              |

|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Punkt. <i>Plastizität</i> wird erhöht, Verstärkung der <i>Kontur</i> . Durch Saturierung wiederum Stillstand in der Zeit. Raum erstarrt.                                                                                                                  |
|  | 12.20 | Minimale Veränderung zieht Aufmerksamkeit auf sich: Fade der Grains auf Beam bei 90° führt zur Veränderung des räumlichen Bezugspunkts, Trajektorie beim Wechsel entlang der Rechts-Links-Achse.                                                                                                                                                                                                                                              | <i>IKO-Amplituden-Fade</i> vgl. Miniaturen 50 ff und Hörversuch 2. Änderung der <i>Gerichtetheit</i> , Schwerpunktwechsel Vorder-Hintergrund: <i>Reliefartige</i> Staffelung.                                                                             |
|  | 12.40 | Überlagerung der Beams mit identischen Grainketten bei 90° und 220°. Gleichzeitigkeit bei leichter Verschiebung der Einsätze führt zur Achsenbildung (links-rechts) zwischen den Koordinaten. Aufmerksamkeit wandert zwischen den Fixierungen und den raumplastischen Schwebungen. Schwerpunkt leicht vorne links. Abbruch lässt Raum zusammenfallen; Schweben markiert wieder einen letzten Fluchtpunkt im Raum, in dem dieser verschwindet. | Dezentrierte Kern-Schalen-Formation: <i>Gerichtetheit</i> wird neu gesetzt. Bei Überlagerung der Beams wird Tiefenstaffelung im Material und bezüglich der Schwebungsebene erzeugt, <i>Plastizität</i> wird erhöht und die <i>Kontur</i> stark verändert. |

#### Anmerkung:

Bei einer Hörposition außerhalb des *IKO-Nahfelds* funktionieren vor allem Teil 3 und 5 als hinterschnittene Reliefs.

## mirage 2<sub>2015</sub>

Länge: 8'31"

### 4 Formteile

KP = Kernplastik, RP = Raumplastik, KSP = Kern-Schaleprinzip, gUsi = gegen den Uhrzeigersinn, mUsi = mit dem Uhrzeigersinn, IKO-Spat-Grm = IKO-Spatialisierungsgrundmuster, Ev = Elevation, Az = Azimut

| Teil | Zeit | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Kommentierung                                                                                                                                                                                                          |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |
| (a)  | 0:00 | Beginnt mit einem tiefpassgefilterten Rauschen als rotierendem Beam mUsi 100°/s, gleichzeitig Drone mit stark schlagenden Interferenzen und Verzerrungen: gerichteter Beam auf 90° fixiert, baut sich im zeitlichen Verlauf monolithisch auf. Sukzessive Lautstärkenerhöhung über 56 Sekunden bis zur Schmerzgrenze, bewirkt die Raumverdrängung, konsumiert nach 13 Sekunden das Rauschen. Der Umgebungsraum wird in Richtung Wand hinten links stark angeregt, so dass über die Zeit eine Zweiteilung vor und hinter dem IKO stattfindet. Die skulpturale Formierung findet eindeutig hinter und leicht seitlich links vom IKO statt und bindet die Aufmerksamkeit dort. Der gesamte Ort wird aber durch die Lautstärke sukzessive „geflutet“. Nach abruptem Abbruch stürzt der verdrängte Raum an dieser Stelle wieder zurück. | KP 2 aus Index der Etüden I, raumverdrängend. <i>Gerichtetheit</i> fixiert gesetzt auf hinten links. Positionsabhängige <i>Konturierung</i> durch IKO-Verdeckung. Geringe <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung. |
|      | 0:57 | Stille hat nach dem Abbruch eine räumliche Dimension in Form von Leere. Versteht sich in der Zeit als Überleitung für eine weitere Raumausdehnung:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Stille als räumliche Komponente der skulpturalen Formung von Klang.                                                                                                                                                    |
| (b)  | 1:00 | Tieffrequente Frequenzmodulation mit Sub-Bass rotiert gUsi auf einfacher Kreisbahn um den Äquator bei 90°/s. Dehnt sich in alle Richtungen synchron zu den spektralen Modulationen aus und zieht sich an anderer Stelle auf der Kreisbahn wieder zusammen. Zeitweise starke, physisch spürbare Raumanregung zwischen 55 und 80 Hz. Die skulpturale Form wird in den Raum geschraubt. Bass wird zum Teil als räumlich abgegrenzte Struktur an der Abhörposition und in Richtung der Wände bei 0° und 270° wahrgenommen. Die Aufmerksamkeit springt zwischen den verschiedenen Anregungsmomenten im Raum.                                                                                                                                                                                                                           | KP 3 aus Index der Etüden I, raumgreifend. <i>Rotation</i> als IKO-Spat-Grm. Starke <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Reflektionspfade. Geringe <i>Plastizität</i> .                                        |
| 2    | 1:57 | Konstantes, tiefpassgefiltertes Rauschen (vgl. 1) mit langem On- und Offset wird stationär gerichtet auf 290°.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fixierter Beam als IKO-Spat-Grm 0. Räumliche Tiefenstaffelung.                                                                                                                                                         |

|   |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |        | Erzeugt eine IKO-dezentrale Koordinate und zieht die Aufmerksamkeit auf seitlich-rechts-hinten. Nach 10 Sekunden Einsatz einer mittel-hochfrequenten Frequenzmodulationsfläche mit harmonischen Anteilen, schwach wahrnehmbare Rotation ebenfalls mit $g_{Usi} 90^\circ/s$ . Drängt sich im Verhältnis zum Rauschen in den Vordergrund. Die veräumlichte Textur wird vor allem oberhalb des IKOs wahrgenommen (Spatialisierung 1. Ordnung). Die geringe perspektivische Ausbreitung wird positionsabhängig durch die Rotation erzeugt, bleibt aber nah am IKO (Raumlineatur). Durch Vorder- und Hintergrundbildung angedeutete Kern-Schale-Konstellation. Bei Position außerhalb des <i>IKO-Nahfelds</i> Reliefbildung. Bei > | felung erzeugt Plastizität.<br>KSP 4 aus Index der Etüden.<br>Gerichtetheit verschiebt sich zwischen den beiden Schwerpunkten. <i>Konturierung</i> durch IKO-Abschattung des fixierten Beams und positionsabhängiges Mischungsverhältnis des fixierten und des rotierenden Beams. |
|   | > 2:22 | Amplitudenfade des Rauschens bleibt auf $90^\circ$ . Der Schwerpunkt der Skulptur und mit ihr die Aufmerksamkeit werden in der Horizontalen perspektivisch drastisch nach links verschoben. Die skulpturale Form bleibt bestehen, bekommt aber eine andere Ausrichtung. Rotation am IKO kontinuierlich.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>Amplitudenfade</i> als IKO-Spat-Grm ,<br><i>Gerichtetheit</i> der Skulptur wird neu gesetzt.                                                                                                                                                                                   |
|   | 2:36   | Wieder Amplitudenfade auf Beam bei $220^\circ$ , was die Aufmerksamkeit stark nach vorne verlagert und die Rotation für den Moment in den Hintergrund stellt, um dann bei >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Neue Setzung der <i>Gerichtetheit</i> .                                                                                                                                                                                                                                           |
|   | > 2:50 | durch den dritten Fade auf der ursprünglichen Koordinate bei $290^\circ$ zurückzukehren. Auf diese Weise wird die perspektivische Raumbegrenzung anhand der jeweils entstehenden Beam-Spiegelquellen und der kurzzeitig deutlich verfolgbaren Trajektorien sukzessive aufgezeigt. Innen und Außen werden kontrastiert: Rauschen fixiert und draußen. Innen helle Klangtextur in Rotation, nach oben strebend. Wirkt gleichzeitig nach oben begrenzend.                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Kontur</i> verändert sich in der Zeit und mit der Hörposition.<br><i>Plastizität</i> entsteht durch die Tiefenstaffelung der Texturen und <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung..                                                                                                  |
|   | 3:18   | Frequenzmodulierte Textur mit leichtem Timestretching, fixierter Beam am höchsten Punkt des IKO. Die Aufmerksamkeit wird von den ursprünglich starken Koordinaten abgelöst, der aufgebaute Raum wird aufgelöst. Wie ein Nachhall auf den Kern von 2 als raumgreifende Kernplastik im Kleinplastikformat am und oberhalb des IKO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>KP</i> , keine <i>Plastizität</i> ., <i>konturgleich</i> .                                                                                                                                                                                                                     |
| 3 | 3:56   | Spirale: breitbandiges Tongemisch mit rhythmisch schlagenden Interferenzen und Filterveränderung in der Zeit, sorgt für Raumrhythmus durch konstante, schnelle ( $g_{Usi}$ , $250^\circ/Sek$ ) modulationsunterstützte Rotation, die über die Zeit in der Elevation variiert, mit mehrstufigen (oben und hinten-vorn, seitlichen ) Schwerpunkten der Reflektionen (Beating).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <i>Spirale</i> und <i>Spatial Beating</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm.                                                                                                                                                                                                |
|   | 4:21   | Überlagerte, transientenreiche, kontinuierliche „Klapper-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Echolokation</i> 2. Ordnung, <i>KSP</i>                                                                                                                                                                                                                                        |

|   |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |           | geräusche" mit den zwei Beamrichtungen 90°, 220° und einer Rotation 90°/s gUsi bilden Koordinaten am IKO, formieren aber keinen homogenen Kern, allenfalls Bezugskoordinaten für die raumplastische Umschließung, dadurch sind Innen und Außen erfahrbar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5 aus Index der Etüden. Tiefenstaffelung der Texturen erzeugt <i>Plastizität</i> . <i>Gerichtetheit</i> wechselt zwischen innen und außen.                                                                                                                                                                            |
|   | 4:34-5:22 | Einsatz fragmentarisch ein- und ausgefadete fm-Textur mit Abwärtsglissandi-Bewegungen. Wird zunächst in die skulpturale Form integriert, reicht in der Durchsetzung noch nicht als eigener Kern. Wirkt wie synchronisierte Verwirbelung zum Hauptband (mit Spirale) aber in der Vertikale nach oben ausgerichtet, öffnet den Raum nach oben durch zweite Rotation über dem bisherigen Geschehen, bildet die höchste Koordinate im Raum. Dabei tatsächlich als Beam auf 330° fixiert (!). Klappergeräusche am Kern bleiben kontinuierlich wie vor, geraten aber in der Aufmerksamkeit in den Hintergrund > | <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung, starke <i>Plastizität</i> durch klare Tiefenstaffelung der drei Texturen. Starke <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Formvariationen der Kern-Schale-Struktur.                                                                                                            |
|   | > 4:53    | Textur drängt sich kurz in den Vordergrund bei 5:12, Kernbildung, setzt bei 5:23 wieder ab.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Neue Kern-Schale-Konzeption der verräumlichten Texturen.                                                                                                                                                                                                                                                              |
|   | 5:24      | Spirale wird nach abruptem Aussetzen der beiden anderen Texturen im Raum freigestellt. Raumplastik als <i>Großplastik</i> bei Aufmerksamkeitsverlagerung auf die Rotation und die durch die Reflektionen entstehenden Richtungsschwerpunkte.<br>Bricht bei 5:40 ab.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>RP</i> als Raumzeichen, raumumfassend, <i>Spatial Beating</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm. <i>Gerichtetheit</i> wird von oben und außen zum IKO hin verschoben. Starke <i>Konturveränderung</i> im gesamten Verlauf durch Beating und ständige Rotation in der Spirale (oben unten, links rec, vo/hi). |
|   | 5:41      | Freigestellte <i>Kleinplastik</i> aus dem Material von 4:34. Langgezogene, vertikale räumliche Form (zwischen 550 und 620 Hz), Ausrichtung der Aufmerksamkeit (Beam steht am höchsten Punkt des IKOs, ist dort aber nicht zu verorten) nach oben. Ab 5:55 Sockelklang als amplitudenmodulierte Texturstütze, ganz leise im Hintergrund (Beam auf 300°).                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>RP</i> , als Raumlineatur mit <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung, <i>Plastizität</i> erhöht sich mit zweiter Textur. Bis zum Einsatz der zweiten Textur <i>konturgleich</i> , dann leichte <i>Konturierung</i> durch zweiten Beam außen rechts.                                                                     |
| 4 | 6:21      | Raum wird durch schrille, gleißende Frequenzmodulationen und Timestretching zwischen 1600 und 6000 Hz aufgespannt und raumplastisch nach oben verschoben. Ein- und Ausschwingverhalten ist zeitlich mit der Rotation gUsi 90°/s abgestimmt Die hieraus resultierende Spirale schließt Raum ein und scheint in der Verwirbelung gegen die Ränder des Hörraums zu streben. Bleibt mit langer Ausschwingzeit als Schliere im spektralen Raum stehen. Keine Erdung der skulpturalen Form.                                                                                                                     | <i>RP</i> , raumumfassend, <i>Spatialisierung</i> 1. und 2. Ordnung setzen die <i>Gerichtetheit</i> vor allem in die Höhe. Geringe <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung des Materials. Leichte <i>Konturierung</i> durch die zeitweise positionsabhängige Wahrnehmung der Rotation.                            |

|  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                               |
|  | 6:46 | Einsatz amplitudenmoduliertes, sehr leises Schimmern aus drei materialgleichen, in der Zeit gegeneinander versetzten Spuren mit Beamrichtungen auf 290°, 90° und 220° mit Hauptfrequenz um 1600 Hz. Bilden perspektivisch eine „Hintergrundstrahlung“ für die skulpturale Form im Vordergrund, gleichzeitig „Erdung“ als Sockelpunkt im Raum für die Spirale. | <i>Konturierung</i> stärker durch die drei zeitversetzten, räumlich gespreizten Beams. <i>Plastizität</i> wird leicht erhöht durch die Tiefenstaffelung der Texturen.                                                                         |
|  | 7:05 | Gegeneinander gefadeter Wechsel der Bewegungsrichtung des „Schlierenbeams“ auf 100°/s mUsi. Trajektorie nicht von allen Positionen nachvollziehbar. Fadet aus bei 7:58.<br><br>Schimmern bleibt als einzige Spur im Raum stehen, zieht die Aufmerksamkeit aus der Außentrajektorie der Rotation in die erstarrte Zone nah an den IKO.                         | <i>RP</i> als Raumlineatur. Keine <i>Plastizität</i> mangels wahrnehmbarer Tiefenstaffelung des Materials. <i>Konturierung</i> entsteht durch den Zeitversatz des gleichen Materials in Kombination mit den unterschiedlichen Beamrichtungen. |
|  | 8:13 | Endet ähnlich wie 3 mit dem gleichen Material als Raumplastik, im Nachhall zu dem Gleißern in 4 als <i>Kleinplastik</i> skaliert. Die Aufmerksamkeit wird bis zum Ende an immer kleiner werdende verräumlichte Klangstrukturen übergeben, bis sich der Raum im schnellen Fade auflöst.                                                                        | <i>RP</i> 3 aus Index der Etüden.<br><i>RP</i> als raumbindendes Raumzeichen. Keine <i>Plastizität</i> .<br><i>Konturgleich</i> .                                                                                                             |

## mirage 3<sub>2015</sub>

Länge: 10'30''

### 4 Formteile

KP = Kernplastik, RP = Raumplastik, KSP = Kern-Schaleprinzip, gUsi = gegen den Uhrzeigersinn, mUsi = mit dem Uhrzeigersinn, IKO-Spat-Grm = IKO-Spatialisierungsgrundmuster, Ev = Elevation, Az = Azimut

| Teil | Zeit      | Beschreibungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kommentierung                                                                                                                                                                                                        |
|------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                      |
| (a)  | 0:00-0:04 | Verwirbelung einer frequenzmodulierten Klangschiere mit harmonischen Anteilen im effektiven Bereich des Beamformings zwischen 245 Hz und 800 Hz, durch spiralförmige Rotation mit 250°/s gUsi, verursacht schnell lokal wechselnde Reflektionen und damit unterschiedliche Aufmerksamkeitsschwerpunkte, Koordinaten des Raums (vorne/hinten, seitlich) werden erzeugt. D.h. die Rotationen sind als solche deutlich spürbar, wahrgenommen werden in erster Linie aber die Artefakte, die sie erzeugen (Raumkoordinaten, Trajektorien). Zunächst Öffnung des Raums nach oben (Spatialisierung 1. Ordnung, Schwerpunkte bei 245 Hz und 600Hz) unterstützt durch die Verwirbelung. | <i>Spirale</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm. <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Wahrnehmung der Ausbreitungsartefakte der skulpturalen Form. Wenig <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung. |
|      | 0:04-0:16 | Stille (Keine Pause!), dreimal so lang wie das vorangegangene Ereignis, betont die „Ausstellung“ der skulpturalen Körper-Raumbeziehung in der akustischen Umgebung des Aufführungsorts. Fordert Konzentration und die Aufmerksamkeit für das Kommende. Erwartungshaltung wird durch geringe Informationsdichte modelliert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Stille formt die Skulptur mit.                                                                                                                                                                                       |
|      | 0:16-0:23 | Einsatz zweite Spirale, ähnliches Klangmaterial, gleiche Spatialisierung (Trajektorie und Geschwindigkeit), bestätigt die Raumplastik als angedeutete Umhüllung eines Zentrums.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RP, raumumfassend                                                                                                                                                                                                    |
|      | 0:23-0:39 | Stille (Keine Pause!) - Durchlass für Umgebungsgeräusche. Umgebungs- oder Publikumsgeräusche werden deutlich wahrgenommen und als Außenkoordinaten oder „fremd“ identifiziert und ins Verhältnis (räumlich, kausal) zum skulpturalen Ereignis gesetzt. Keine Echolokation, dennoch Einbeziehung der akustischen Eigenschaften der Umgebung durch „Implosion“.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Bei aufgelöster Sitzformation kann ein Horchen auf den eigenen Körper (Schritte) hinzukommen. Verhältnis zwischen Klangkörper, Umgebungsraum und Publikumskörper wird als Spannungsverhältnis spürbar.               |
|      | 0:39-0:48 | Einsatz dritte Verwirbelung, wieder ähnlich zu den vorherigen. Wiederaufgreifen der Raumplastik, aber dann Einsatz Bass                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | KP4 aus Index der Etüden. RP > KP, kurzzeitige Tie-                                                                                                                                                                  |

|     |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                          |
|-----|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |             | (Schwerpunkt bei 60 Hz) bei 0:43 deutet das andere Ende der Vertikalen an bzw. erweitert diese in Richtung Boden. D.h. zwei Richtungen auf der Senkrechten werden in Aufmerksamkeit gebracht, der Raum wird aufgespannt und etabliert dazwischen die skulpturale Formung. Bassstruktur wirkt aber für den kurzen Moment deutlich raumverdrängend, konsumiert den Wirbel. Die Raumplastik wird zur Kernplastik, die sich dem Raum gegenüber öffnet.                     | fenstaffelung erhöht die Plastizität für den Moment, Konturierung wie vor. Gerichtetheit wechselt zwischen Wirbeltrajektorie und IKO-zentrierung.                                                        |
|     | 0:48-0:54   | Stille (keine Pause!) wird als kompositorisches Mittel offensichtlich. Konzentration soll noch mehr beansprucht und feiner gebunden werden. Ausnutzung der „akusmatischen Schizophrenie“: Man sieht keine performative Handlung wie das Ansetzen eines Bogens oder Absetzen des Instruments. Ein Perzept wird aber aktuell erwartet, sogar gefordert. Hier wird jedoch zunächst kein Stimulus „geliefert“, obwohl man sich im Modus des aktivierten Zuhörens befindet. | Damit werden die Einsätze jeweils zu Hinweisen auf skulpturale Spuren als angedeutete Raumzeichen und die Stille bekommt die räumliche Dimension von Leere.                                              |
|     | 0:54-1:00   | Vierter Einsatz, spiralförmige Spatialisierung 2. Ordnung, gleiches Klangmaterial, diesmal aber Bass nur als kurzer Onset. Rückkehr der raumplastischen Umhüllung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>RP</i> , raumumfassend, konturiert, geringe Plastizität                                                                                                                                               |
|     |             | ALLE Einsätze haben sehr leise, extra angelegte Onset-Klicks als Auftaktgeber knapp über der Hörschwelle. D.h. die Aufmerksamkeit wird aus der Stille unwiderstehlich und sofort auf einen Punkt am IKO gezogen, um dort in die Spiralbewegung „einzusteigen“. Klicks sind nur bei hoher Aufmerksamkeit für den Raum bewusst wahrnehmbar. Einsatz vier hat zudem einen Offset-Klick, der die Aufmerksamkeit aus der Verwirbelung wieder zum IKO zurückführt.           | <u>Keine Echolokation 1.</u> Ordnung durch die Klicks mangels ausreichender Intensität. Aber <i>Echolokation 2.</i> Ordnung im skulpturalen Gefüge zwischen der Stille und den spatialisierten Texturen. |
| (b) | 1:00-1:14   | Stille wird als kompositorisches Element in der Aufmerksamkeit „saturiert“. Der Raum droht zu zerfallen. An diesem Punkt kann ein neues, minimales Element als Ereignis eingeführt werden:                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |
|     | 1:14 - 1:23 | Neues Element (amplitudenmodulierte Klangfläche) beginnt mit Onset-Klick, dann langsame Rotation gUsi 100°/s, viel leiser als die vorherigen Einsätze, keine Spirale, sondern Kreisbewegung. Umhüllung eines Innenraums am IKO wird angedeutet.                                                                                                                                                                                                                        | <i>RP</i> , geringe <i>Plastizität</i>                                                                                                                                                                   |
|     | 1:23-1:38   | Stille als Leere, vermutlich hier physisch nur noch schwer auszuhalten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                          |
|     | 1:38-2:00   | Erneuter Einsatz, gleiche Spatialisierung (Rotation, Richtung) mit doppelter Länge und sukzessiver Lautstärkeanhebung, etabliert die kleinplastische, filigrane skulpturale Form. Angedeuteter Bass bei 70 Hz als Sockel. Ereignis nimmt entsprechend sowohl perspektivisch als auch in der Vertikalen mehr Raum ein. Fade out, wieder >                                                                                                                               | Raumumfassende <i>RP</i> , als <i>Kleinplastik</i> mit geringer <i>Plastizität</i> . Starke <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Wahrnehmung der perspektivischen Ausbreitung.                   |
|     | >2:00-2:14  | Stille, aber kürzer als davor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                          |
|     | 2:14-       | Deutlich lauterer Einsatz einer frequenzmodulierten Fläche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>RP</i> , als Raumzeichen.                                                                                                                                                                             |

|   |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 2:25      | mit langem Fade-in, folgender Pulsation und Fade-out. Ähnliche Situation, wie bei 0:16, gleiches Prinzip, mit anderem Material. Kleinplastik. Stärkste Raumanregung seit 0:56, fällt dann wieder zusammen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Durch die Pulsation auf der Kreisbahn stärkere <i>Konturierung</i> der skulpturalen Form.                                                                                                                                                                                                   |
|   | 2:25-3:18 | Onset-Klick, dann wieder leises frequenzmoduliertes Tongemisch im Bereich zwischen 500 Hz und 1300 Hz. Beam ist senkrecht am höchsten Punkt des IKOs fixiert, in der Elevation ist der Klang aber nur in der <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung als „oben“ wahrnehmbar. Rotation mit 180° mUsi, mit leisem Rauschgemisch um das Zentrum herum. Kurzer Abbruch bei 3:00 - dann wieder Einsatz des hellen Klanggemischs aber jetzt mit der Rotation des (nicht wieder einsetzenden) Rauschens. Durch die Kreisbewegung bekommt die vorher starre und senkrechte skulpturale Form eine Spiralförmigkeit und wird stärker in die Wahrnehmung im perspektivischen Feld gerückt. Die Rotationsbewegung gibt dem Klanggemisch eine rhythmische Strukturierung und räumlich Ausdehnung in der Horizontalen.                                                                                                | <i>RP</i> als Raumlineatur. <i>Gerichtetheit</i> auf die Vertikale fixiert, keine perspektivische Richtung.<br><br><i>Spatial Beating</i> als spezielle Rotation der IKO-Spatialisierung 2. Ordnung, kaum <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung, raumumfassende <i>RP</i> nah am IKO. |
|   | 3:18-3:23 | Stille, aber so verkürzt, dass der nächste Einsatz trotz geringer Lautstärke und schwacher Raumanregung überrascht.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|   | 3:23-3:49 | Deutliche Zäsur: Auflösung der Spannung in einer filigranen Kern-Schale-Struktur aus mehreren gegenläufigen Rotationen unterschiedlicher Materialien (Rauschen, Grains, fm-Gemisch), die mit einer erhöhten Ereignisdichte die versprengten vorherigen skulpturalen Hinweise zusammenfasst. Öffnung des Raums nach oben mit Rotationen um den bisherigen Innenraum am IKO, mit einer Verkettung feiner Grains (vgl. Miniaturen und Hörversuche) als statische Kerntextur (Beam vorne rechts auf 220°) ausfüllt. Wieder Abbruch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>KSP 6</i> aus Index der Etüden. Hohe <i>Plastizität</i> , starke <i>Konturierung</i> durch fixierten Beam und gegenläufige Rotationen entstehen positionsabhängige Perspektiven auf die skulpturale Form. <i>Gerichtetheit</i> wird IKO-zentriert.                                       |
| 2 | 3:53-6:49 | Onset-Klick richtet Aufmerksamkeit wieder auf den IKO. Es folgen kaum merkliche Rotationen sehr leiser schmalbandiger Klanggemische mit langen Einschwingzeiten, die nur ganz vereinzelt wie Fäden auftauchen. Gerade so, dass klar wird, dass „etwas“ da ist: Hier als sehr fragile räumliche Konstruktion, aber mit Elevation ( <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung) und sporadischen Azimut-Koordinaten im perspektivischen Feld durch die Verwirbelung.<br>Die Stille wird räumlich „einkomponiert“. Spiralbildung durch Verschachtelung zweier gegenläufiger, schneller Rotationen, die aber als solche nur das Material kurz berühren und so kleine Schlieren bilden, die sofort wieder verschwinden. Dennoch wird durch die Tonhöhe ( <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung) der Raum in der Schwebe gehalten und orientiert sich beim jeweiligen Auftauchen der Raumlineatur zu dieser Richtung | <i>RP</i> in Form der Raumlineatur, als raumbindende Struktur. Keine <i>Plastizität</i> , fast <i>konturgleich</i> . <i>Gerichtetheit</i> nur sporadisch auszumachen. Skulpturale Formung versinkt immer wieder in der Stille und damit räumlich in der Leere.                              |

|     |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |            | und mit diesen Koordinaten. Bei 4:47 Wiederholung des Onset-Klicks zur „Aufmerksamkeitserhaltung“ und als Impulsgeber für die wieder folgende Spiralbewegung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3   |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| (a) | 6:57-7:47  | Stehender Ton 620 Hz (Dis) über modulierendem Klanggemisch. Rotiert langsam gUsi mit 90°/s. Kleinplastik im IKO-Zentrum.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>RP</i> 5 aus Index der Etüden. <i>RP</i> als Raumlineatur, raumbindend, aber präsenter als in 2 und mit stärkerer <i>Konturierung</i> aus diversen Perspektiven, da spektral und in der Zeit stärker ausgebreitet und im Raum verteilt.                |
| (b) | 7:55-8:55  | Kleinplastik, leiser als (a), beginnt als Raumlineatur: stehender Ton mit etwa 1060 Hz (C) mit sporadisch auftauchender pulsierender Koordinate am IKO. Wird dann sukzessive zur Kern-Schale-Formation durch Einsatz eines breitbandigen Rauschens, dessen Lautstärke unterhalb der ersten beiden Elemente liegt und zum ersten Mal vor allem bei seinem Abbruch bei 8:20 wahrgenommen wird. Beim erneuten Einsatz bei 8:22 wird die Bewegung der Rotation und damit einhüllenden Schalebildung stärker wahrgenommen. Nach erneutem Abbruch bei 8:47 wieder freigestellte Raumlineatur. | <i>RP</i> > <i>KSP</i> > <i>RP</i> . <i>Gerichtetheit</i> wechselt durch Aufmerksamkeitsverschiebung zwischen der Raumlineatur, die vorwiegend in der Vertikalen wirkt, hin zur Schale in der Horizontalen im Rotationsfeld um den IKO und wieder zurück. |
| 4   |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|     | 8:58-10:20 | Einsatz laut. Gleiches Klanggemisch mit Frequenzmodulation, wie bei 3 a) mit exakt dem gleichen Spatialisierungsmuster (Rotation gUsi, mit 90°/Sek) aber 15 dB lauter. Dadurch entsteht eine Großplastik, die den Raum nach oben hin aufspannt und im perspektivischen Feld durch die Rotation „ausleuchtet“, aber stark vom Kern her den Raum definiert. Abbruch bei 10:20. Raum wird schlagartig entleert, das Ohr sucht nach Halt und wird dort hingezogen:                                                                                                                          | Raumgreifende <i>KP</i> mit geringer <i>Plastizität</i> , wenig <i>Kontur</i> .                                                                                                                                                                           |
|     | 10:20      | Textur - dauert im Verlauf nur 4 Sekunden - mit Rauschanteil, fixiert am IKO bei 270°, zieht die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt, in dem der Raum perspektivisch abrupt verschwindet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                           |

#### Anmerkung:

Das Stück kann an zu lauter Umgebung scheitern. Es kann dafür aber an Orten mit wenig Wandreflektionen aufgeführt werden, da die Spatialisierung 2. Ordnung nicht so stark ins Gewicht fällt wie die 1. Ordnung. Im Konzert nur unter besonderen Bedingungen, wie kleiner Publikumsgröße (Geräuschpegel) und nicht zu großem Saal (Publikum muss im oder nah am *IKO-Nahfeld* sitzen) aufführbar. Als Installation im Loop geeignet. Zwischen Ende und Anfang müssen dann 30 Sekunden „Leere“ eingefügt werden.

## mirage 4<sub>2015</sub>

Länge: 7'39"

### 4 Formteile

KP = Kernplastik, RP = Raumplastik, KSP = Kern-Schaleprinzip, gUsi = gegen den Uhrzeigersinn, mUsi = mit dem Uhrzeigersinn, IKO-Spat-Grm = IKO-Spatialisierungsgrundmuster, Ev = Elevation, Az = Azimut

| Teil | Zeit  | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Kommentierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 0:00  | Onset-Klick markiert den Beginn, sowohl durch Anregung des Umgebungsraums als auch durch Aufmerksamkeitsfokussierung auf den einen Startpunkt als Koordinate im perspektivischen Raum. Skulpturaler Aufbau beginnt mit <i>Raumplastik</i> als raumumschließende Formation: einfache Rotation wird zwischenzeitlich zur Spirale mit 80 °/s gUsi. Verdichtung wird im Zentrum um den IKO nach 10 Sekunden so stark, dass die skulpturale Körper-Raumbeziehung sich kernplastisch zusammendrängt. Gleichmäßige Klickkette [0:20 - 0:25] unterstützt die Bewegungsrichtung und somit die Kontur. Bei 0:42 Abbruch des kernplastischen Vorgangs. | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung, <i>RP</i> > <i>KP</i> 6 aus Index der Etüden I, raumgreifend. <i>Spirale</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm. Das vermeintlich Amorphe bekommt durch die Klickkette eine positionsabhängige, plastische Strukturierung mit eindeutiger Richtung. Starke <i>Konturierung</i> durch hinzufügen eines transienten Elements. <i>Gerichtetheit</i> wechselt zwischen <i>Echolokation</i> 2. Ordnung im skulpturalen Klangraum selber. |
| (a)  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|      | 0:44  | Wieder Onset-Klick, Neueinsatz, Gegenrotation des gleichen Materials ebenfalls Spirale bei doppelter Geschwindigkeit 160°/s mUsi, aber etwas leiser und mit weniger Bass, mithin weniger IKO-zentriert als vorher: Erzeugt andere Raumkoordinaten, ist als Rotation in der Differenz zur ersten Rotation nicht wahrnehmbar. D.h. was auf dem Bildschirm passiert, hört man nicht als Trajektorie, durchaus aber als plastische Textur. Offset-Klick beendet den Vorgang und richtet die Aufmerksamkeit auf die Stelle im Raum, bei der nach 3 Sekunden >                                                                                    | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung, <i>RP</i> 9 aus Index der Etüden I, raumumfassend, schwächer konturiert. Keine <i>Plastizität</i> . <i>Gerichtetheit</i> außen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| (b)  | >1:05 | dann die Gegenrotation gUsi mit ähnlichem, aber spektral weiter gespreiztem Material als fm-Fläche (Klangfarbe metallischer) einsetzt. D.h. die Vertikale wird betont. Bei 1:14 wird zwischen 60 Hz und 90 Hz ein Bass als Erweiterung des Raums und Markierung am Boden/Fundament eingeführt. Spiralrotation mit unterschiedlichen Beschleunigungen erzeugt unterschiedliche Schwerpunkte im perspektivischen Feld. Lange On-                                                                                                                                                                                                              | <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung, <i>RP</i> als Raumzeichen, rumumfassend. Fast <i>Konturgleich</i> , wenig <i>Plastizität</i> . <i>Echolokation</i> 2. Ordnung durch Klickverkettung, kurzzeitige Steigerung der <i>Plas-</i>                                                                                                                                                                                                                                          |

|     |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |             | <p>Offsetzeiten der Textur bilden Schlieren, die einen Raum umfließen. Keine stabile Kernbildung. 1:24 - 1:27 thematische Wiederaufnahme der gleichmäßigen Klickkette mit Rotation mUsi ebenfalls bei 160°/s. Aufmerksamkeit wird an das IKO-Zentrum gebunden und kurzzeitig umgepolt.</p> <p>Dann wieder Einsatz der metallischen, raumumfassenden Klangschliere mit unterschiedlichen Aufmerksamkeits-schwerpunkten.</p> <p>Endet wieder mit Offset-Klick [1:36], der gleichzeitig Onset-Klick für einen hohen, stehenden, an den IKO gebundenen Ton bei 950 Hz ist [endet 1:42].</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p><i>tizität</i> durch Tiefenstaffelung des Materials. <i>Konturierung</i> durch Gegenrotation der Klicks.</p> <p>Wieder wie oben</p> <p><i>Echolokation</i> 1. Ordnung, <i>RP</i> als Raumlineatur</p>                                                                                                                                                                                                                        |
| [c] | 1:44        | <p>Aufbau eines porösen Kerns durch Rotation einer fluktuierenden Klick-/Burstkette mit eindeutiger Trajektorie mUsi 160°/s. Gleichzeitig geloopte frequenzmodulierte Textur als auf der Vertikalen darüber liegende Raumöffnung, bewegt sich kaum merklich gUsi unterhalb des Äquators. Eigentlich nahezu konturgleich aus allen Richtungen, aber durch die Klicks Einbindung in eine plastische Gesamtformation mit Aufmerksamkeitsschwerpunkt nah am IKO.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><i>KSP</i>, raumgreifend. <i>Plastizität</i> durch Tiefenstaffelung des heterogenen Materials.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|     | 1:54        | <p>Wechsel auf schnellen Bass-Puls mit synchronisierter Klickverkettung als Spirale mit 90°/s gUsi. Bass deutlich am IKO wahrnehmbar, pulsiert omnidirektional gleichmäßig in die Umgebung und regt, je nach akustischer Beschaffenheit, den Ort lokal unterschiedlich an, während sich das Klicken auf der Spiraltrajektorie mit unterschiedlichen Abständen und lokalen Schwerpunktbildungen in der Aufmerksamkeit über die IKO-Oberfläche bewegt. Ab 2:01 Einsatz gleißendes, metallisches f-m und amplitudenmoduliertes Klanggemisch zwischen 6500 und 11.000Hz, schraubt sich durch leichte, lineare Lautstärkeanhebung über 30 Sekunden aus dem Zentrum in die Höhe. Betonung der Raumhöhe auf der Vertikalen über dem Bass-Sockel. Saturierung der Aufmerksamkeit durch Wiederholung tritt ein.</p> <p>Plötzlicher Abbruch entleert den Raum und löst diesen instantan auf.</p> | <p><i>KSP</i> 7 aus Index der Etüden. Nach oben gerichtete <i>Spirale</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm. Gleißeln an sich <i>konturgleich</i>, aber im Raum mit den anderen Texturen gestaffelt. <i>Plastizität</i> durch Tiefenstaffelung des Materials am IKO. <i>Spa-tialisierung</i> 1. und 2. Ordnung erzeugt <i>Konturierung</i> der raumbildenden skulpturalen Form durch schnelle Ortswechsel der Klicks.</p> |
|     | 2:24 - 2:30 | <p>Stille, deutlich länger als die bisherigen Unterbrechungen. Dient als Übergang und dabei Konzentrationsverstärker. Erhöht die Aufmerksamkeit wieder für die nächste skulpturale Formung:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2   |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|     | 2:30        | <p>Beginnt mit Onset-Klick, Neuausrichtung der Aufmerksamkeit am IKO. Zunächst Aufbau einer einfachen raumplastischen Formation durch zwei gegenläufige Rotatio-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|   |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |       | nen zweier Drone-Texturen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|   | 2:32  | Einsatz 1<br>etabliert langsame Bewegung bei 97°/Sek gUsi, allerdings als Spirale mit unterschiedlichen Beschleunigungsmomenten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>RP</i> , raumumfassend, <i>Spirale</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm                                                                                                                                                                                                                   |
|   | 2:47  | Einsatz 2<br>rotiert gleichmäßig aber schneller 160°/Sek mUsi, dadurch kommt es zu Schalenstaffelungen, die ab >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>RP 7</i> aus Index der Etüden I                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|   | >3:01 | durch Geflecht einer Verkettung transienter gleichmäßiger und perkussiver Klicks zu einer Kern-Schale-Formation verwoben werden, ähnlich 1c). Bewegungsrichtung wechselt dreimal (3:08 gUsi, 3:21 mUsi, 3:40 gUsi) jeweils am Ende einer Halbkreisbewegung entlang des Äquators. Dadurch bekommt der Kern verschiedene Richtungen und damit das Gesamtgebilde unterschiedliche Aufmerksamkeitsschwerpunkte. Die verschiedenen Schale-Kern-Rotationen betonen durch die diversen Reflektionen und Direktschallansprachen unterschiedliche Raumstaffelungen des Materials, dadurch wechseln auch Hintergrund und Vordergrund. | <i>KSP 8</i> aus Index der Etüden. Konturierung durch Kernrotation, erhöhte <i>Plastizität</i> durch Tiefenstaffelung der Texturen. Wechsel der <i>Gerichtetheit</i> in Abhängigkeit von der Kernrotation. Außerhalb des <i>IKO-Nahfelds</i> Verbreiterung des Panoramas als <i>Reliefbildung</i> . |
|   |       | Endet ähnlich 1 abrupt, aber auf einem transientenreichen sehr leisen Miniaturklang, der die Gerichtetheit wieder auf das Zentrum ausrichtet, wo der Raum dann in einem Punkt aus der Aufmerksamkeit verschwindet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <i>Gerichtetheit</i> auf Zentrum gesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3 | 3:49  | Einsatz beginnt unterhalb des letzten Lautstärkelevels mit dem gleichen (vgl. 2:01) f-m und amplitudenmodulierten Klanggemisch zwischen 6500 und 11.000Hz, aber als feine Raumlineatur, gerade hörbar und so die Aufmerksamkeit zentral über dem IKO bindend.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>RP</i> als Raumlineatur, raumbindend durch <i>Spatialisierung</i> 1. und 2. Ordnung, konturgleich, keine <i>Plastizität</i> , <i>Gerichtetheit</i> wird auf das Zentrum und die Vertikale (oben) gesetzt. Konturgleich.                                                                          |
|   | 4:05  | Sukzessiver Aufbau einer weiteren Raumplastik.<br>Durch gegenläufige Rotationen, zunächst leicht versetzt: Übersteuerte Rauschtextur (1) mit Bandpass zwischen 450 und 550 Hz, Spirale mUsi und hochpass-gefilterte, stark amplitudenmodulierte Textur (2) zwischen 600 Hz und 2200 Hz gUsi bilden beide deutliche Spiegelquellen an den reflektierenden Oberflächen mit unterschiedlichen Koordinaten als Raumbegrenzung.                                                                                                                                                                                                  | Gegenläufige <i>Spiralen</i> als spezielle Rotationen der IKO-Spat-Grm, erzeugen eine <i>RP</i> als Raumzeichen, raumumfassend. Zeitweise <i>Leuchtturm</i> .                                                                                                                                       |
|   | 4:17  | Wieder abwechselnd (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|   | 4:24  | Wieder (1), Aufmerksamkeitsschwerpunkte verlagern sich kontinuierlich im Geflecht.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Die hohen Rauschanteile in beiden Texturen und deutliche Amplitudenmodulationen machen die <i>Spatialisierung</i> 2. Ordnung gut wahrnehmbar und erzeugen                                                                                                                                           |

|   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | starke <i>Konturen</i> der raumplastischen Form. Die <i>Gerichtetheit</i> wandert ständig entlang der Reflektionen an den Außenflächen und den jeweiligen Trajektorien, vor allem zwischen links-rechts im Panorama und hinten. |
|   | 4:29 | Einsatz der gleichen Textur [3] wie in 1 bei 0:43 aber mit wesentlich schnellerer Rotation (180 °/Sek mUsi). Erzeugt dritte Rotationsebene in der raumplastischen Textur.<br><br>Alle Rotationen bewegen sich in diesem Teil zeitlich und in der Richtung unterschiedlich, was, je nach Abschirmung durch den IKO, Filtereffekte erzeugt und durch den Klangcharakter der Wandreflektionen zu unterschiedlichen Ausbreitungen der skulpturalen Form im perspektivischen Raum führt, mit unterschiedlichen Aufmerksamkeits-schwerpunkten. | Hohe <i>Plastizität</i> durch Tiefenstaffelung des Materials. Starke <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Wahrnehmung der räumlichen Ausbreitung des skulpturalen Vorgangs.                                             |
|   | 4:38 | [1]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                 |
|   | 4:47 | Überlagerung [1] und [2]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Es werden erstmals im Stück keine transienten Klänge für die Ausrichtung oder Strukturierung verwendet.                                                                                                                         |
|   | 4:55 | Abbruch [1]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Die Sequenz besteht aus mehreren Gleitbewegungen um einen Hohlraum, der in seinem Volumen variiert.                                                                                                                             |
|   | 5:03 | Abbruch [2] und [3]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Durch die Verwirbelung gibt es keine eindeutige positionsabhängige <i>Gerichtetheit</i> . Es gibt nur ein variierendes Innen und Außen durch die Klangstaffelungen.                                                             |
|   | 5:03 | Ende mit dem gleichen Klangobjekt wie bei 1:38 (1b) als Raumlineatur, zieht den Raum in einem Punkt nach oben. Verschmälerung in der Vertikalen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <i>RP</i> als raumbindende Raumlineatur.                                                                                                                                                                                        |
| 4 | 5:13 | Direkte Umhüllung als Gewebe von Schwebungen zwischen 2100 Hz und 9000 Hz, oberhalb des Äquators, Spirale 160°/s mUsi. Keine Erdung der skulpturalen Form, eine Ebene wird im Raum eingezogen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>RP</i> 8 aus Index der Etüden. als raumumfassende Körper-Raumbeziehung, wenig <i>Plastizität</i> aber mit unterschiedlichen <i>Konturierungen</i> .<br><br><i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung                                 |

|  |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |           | Aufmerksamkeit wird kurzfristig durch Burstkette und Klicks bei >                                                                                                                                                                                                                                                     | öffnet den Raum in der Vertikalen, <i>Spatialisierung 2</i> Ordnung verortet die skulpturale Formung im perspektivischen Feld. Außerhalb des <i>IKO-Nahfelds</i> deutliche Verschiebungen auf dem Screen zwischen links-rechts-links.                               |
|  | > 5:50    | auf das IKO-Zentrum gerichtet, die skulpturale Formung wird fragmentiert, dann abgebrochen. Offset-Klick.                                                                                                                                                                                                             | <i>Gerichtetheit</i> wird an den IKO gesetzt. Der Raum wird dort zusammengezogen, die skulpturale Form wird aufgelöst.                                                                                                                                              |
|  | 6:06-6:09 | Stille als Leere. Übergang                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  | 6:09      | Onset-Klick zieht die Aufmerksamkeit wieder an den IKO, neuer Startpunkt für die Blickführung. Erneuter Einsatz der Textur von 5:13 als schwebende Ebene.                                                                                                                                                             | <i>RP</i> , vgl. o.                                                                                                                                                                                                                                                 |
|  | 6:20      | Einsatz dunkler Textur zwischen 100 Hz und 200 Hz, die omnidirektional abstrahlt und das andere Ende der Vertikale zum Boden hin markiert sowie einen aufmerksamsstarken Kern am IKO bildet, der die schwebende Texturhülle fast ausfüllt. Aufmerksamkeit wechselt zwischen Außenbahnen und Kern der beiden Texturen. | <i>KP 5</i> aus Index der Etüden., hier aber als <i>KSP</i> , da die erste Textur sich in der Aufmerksamkeit durchsetzt. Tiefenstaffelung der Texturen erhöht die <i>Plastizität</i> . Starke Konturierung.                                                         |
|  | 7:14      | Die große skulpturale Formung ist abgeschlossen.<br><br>Eine Verkettungen von Bursts und Klicks erzeugt durch abwechselnd gegenläufige Halbkreisbewegungen am Ende eine Kleinplastik, die Aufmerksamkeit stark auf ihre Details zieht und diverse Aspekte der Konturierung bei schwacher Plastizität vorführt.        | <i>Echolokation 1.</i> Ordnung bezieht die akustischen Eigenschaften der Umgebung mit ein verbindet diese gleichzeitig durch das Anspielen unterschiedlicher Richtungen auf der Äquatorebene in einem skulpturalen Objekt. <i>RP</i> als raumbindendes Raumzeichen. |
|  | 7:32-7:38 | Feines texturales Klanggemisch um die 7200 Hz zieht die gesamte Aufmerksamkeit auf sich und damit in die Höhe in Richtung Decke. Dadurch wird der Raum wieder in einem Punkt zusammengeführt und verschwindet dort bei Abbruch des Klangs.                                                                            | <i>RP</i> als Raumlineatur, raumbindend, <i>Spatialisierung 1.</i> Ordnung, setzt die <i>Gerichtetheit</i> in der Elevation auf einen Punkt über dem IKO. Keine <i>Plastizität</i> , konturgleich.                                                                  |

#### Anmerkung:

Die meisten verwendeten Onset-/Offset-Klicks sind außerhalb des *IKO-Nahfelds* nicht zu hören. Dadurch ergibt sich weniger Tiefenstaffelung und Koordinatenbildung. Dafür deutliche links-rechts Reliefbildung mit Hinterschneidungen sowie Vorder- und Hintergrundbildung bei den Rotationen.

## mirage 5<sub>2016</sub>

Länge: 12'36''

### 6 Formteile

KP = Kernplastik, RP = Raumplastik, KSP = Kern-Schaleprinzip, gUsi = gegen den Uhrzeigersinn, mUsi = mit dem Uhrzeigersinn, IKO-Spat-Grm = IKO-Spatialisierungsgrundmuster, Ev = Elevation, Az = Azimut

| Teil | Zeit | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Kommentierung                                                                                                                                                                                                                            |
|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                          |
| (a)  | 0:00 | Burst als leiser Onset-Klicks: der Ort mit seinen akustischen Eigenschaften wird angeregt und so direkt als Raum in die Komposition mit einbezogen. Gleichzeitig wird die Aufmerksamkeit direkt auf einen Punkt am IKO gezogen. Direkter Anschluss einer rotierenden, gleichmäßigen Klickverkettung als raumgreifende Kleinplastik, bündelt die Aufmerksamkeit am IKO mit verschiedenen lokalen Aufmerksamkeitsschwerpunkten auf der Trajektorie 160°/°gUsi.                                                                                                                                                                                                                               | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung. <i>KP</i> , raumgreifend, Rotation als IKO-Spat-Grm. Gerichtetheit auf das Zentrum gesetzt, starke Konturierung trotz geringer Lautstärke und wenig Ausbreitung im perspektivischen Feld.                |
|      | 0:04 | Einsatz fm-Klanggemisch (metallisches Strahlen) öffnet den Raum nach oben (zwischen 550 und 1200 Hz). Spiralförmige Verwirbelung 190°/s gUsi abwechselnd oberhalb und unterhalb des Äquators, erzeugt Koordinaten, betont diese durch rhythmisches Schlagen im perspektivischen Feld mit unterschiedlichen Abständen zum IKO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>RP</i> , als Raumzeichen, raumumfassend, <i>Spatial Beating</i> , <i>Spirale</i> als spezielle Rotation, erzeugt schwache <i>Konturierung</i> . Keine <i>Plastizität</i> . <i>Gerichtetheit</i> auf der Vertikalen nach oben gesetzt. |
|      | 0:07 | Ab hier wiederum die gleichen Klicks und Bursts als Markierungen (0:07, 0:10, 0:13, 0:22) verschiedener Richtungen (vorne/seitlich/hinten) mit unterschiedlichen räumlichen Wirkungen: als Koordinaten in der Verwobenheit der angedeuteten Kern-Schale-Formation im andauernden fm-Klanggemisch aus 0:04 und als Raumanreger, wie zu Beginn. Wechsel zwischen Innen und Außen, Vorder- und Hintergrund setzt die Akzente für eine positionsabhängige Form im perspektivischen Feld. Zeitgleicher Einsatz: mineralisches Zischen bei 10 KHz als kaum merkliche, aber räumlich freigestellte Begrenzung des skulpturalen Raums in der Höhe, kontinuierliche Höheninformation als Elevation. | Kurzzeitiges <i>KSP</i> , <i>Echolokation</i> 1. und 2. Ordnung, <i>Gerichtetheit</i> wird kurzzeitig auf den Äquator und dann wieder auf die Hülle gesetzt.<br><br><i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung                                    |
|      | 0:36 | Fade out der fm-Fläche von 0:04, Stille, dann Klicks, wechseln zur Raumanregung und markieren drei verschiedene Koordinaten an der IKO-Oberfläche.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Wieder <i>Echolokation</i> 1. Ordnung                                                                                                                                                                                                    |
|      | 0:43 | Wiedereinsatz der fm-Fläche, aber mit Rotation diagonal durch die Vertikale über Azimut 90°/-90° zwischen 225° Ev (vorne rechts) und 45° Ev (hinten links). Weniger Reflektionsflächen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>RP</i> , als Raumlineatur, raumbin-dend. <i>Konturgleich</i> , keine <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung.                                                                                                                     |

|     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |              | werden bespielt, Klang steht am IKO, leichte Pendelbewegung oben/ unten. Aufmerksamkeit wird dadurch IKO-zentriert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                         |
|     | 1:24         | Lauter Klick als freigestellte Onset-Markierung setzt Aufmerksamkeit auf vorne 180°. Regt aber gleichzeitig den Umgebungsraum deutlich stärker an als bisher.<br>Omnidirektionale Zentrierung des direkt anschließenden Rauschens auf das IKO Zentrum. Beam steht fix oberhalb des Äquators.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Gerichtetheit</i> wird auf den IKO vorne gesetzt, <i>Echolokation</i> 1. Ordnung, <i>konturgleich</i> , keine Spiegelquellen, keine <i>Plastizität</i> .                                                             |
|     | 1:29<br>1:41 | Wiedereinsatz des mineralischen Zischens, ganz leise. Raum wird in einem Punkt durch die Textur knapp oberhalb der Hörschwelle zusammengeführt. Kaum wahrnehmbar, muss je nach Aufführungssituation justiert werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1:24 - 1:50 Klänge werden aus der Stille herausgearbeitet: Angedeutete <i>RP</i> als Raumzeichen. Kleinplastik.                                                                                                         |
|     | 1:44         | Wieder Rauschen omnidirektional wie vor, kaum Raumanregung, Aufmerksamkeit wird an den IKO gebunden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                         |
|     | 1:47         | Frequenz-Modulation taucht als angedeutetes musikalisches Thema auf, das den Raum nach oben hin öffnet und dies auch in der Folge bei 2:29 und 3:57 wieder tun wird.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                         |
| 2   |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                         |
| (a) | 1:55         | Drei verschiedene Beams mit Rausch-Loops (8 Sekunden Grundeinheiten) betonen durch überlagerte Spatialisierungen ( <i>Spirale</i> lokal auf 270°, <i>Rotation</i> vertikal wie vor bei 0:43, <i>Fixer Beam</i> auf 90°) verschiedene Richtungen einer amorphen Raumtextur, die sich immer wieder ausbreitet und partiell zusammenbricht. Dadurch kommt es zu unterschiedlichen Aufmerksamkeitsschwerpunkten. Zunächst seitlich, dann mit Ausbreitung hinten-vorne, mit unterschiedlichen Vorder- und Hintergrundverschiebungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Raumgreifende Großplastik, direkt als <i>KP</i> mit hoher <i>Plastizität</i> , und multiplen positionsabhängigen <i>Konturen</i> .<br>Spiel mit der <i>Gerichtetheit</i> durch das Auf und Ab der Rauschbänder.         |
|     | 2:53         | Dann anschwellender fm-Drone, schiebt sich in die Mitte des Geflechts, spektral mit Schwerpunkt bei 340 Hz, erzeugt dadurch eine Innen-/Außenanordnung. Räumliche Formierung der Rauschtextur mit wechselnder Gerichtetheit (oben, mittig, seitlich) um den sich in den Raum bohrenden Drone, der sich durch sukzessive Lautstärkeanhebung immer weiter über die bisher etablierte Horizontale der Rauschbeams erhebt und dennoch Kern der Kern-Schale-Proportion bleibt, ohne sich kernplastisch alleine ausstellen zu können. Die Rauschbänder sind zu etabliert und werden ebenfalls in der Lautstärke angehoben.<br>Allerdings wechseln die Texturen dann Vorder- und Hintergrund aus und damit auch Kern und Schale. D.h. zwischen 3:13 und 3:29 legt sich der Drone um die zum Kern werdende Rauschtextur.<br>Bei 3:30 bricht das Rauschen ab und der Drone fällt mit langem Fade-Out als Kern an den IKO zurück. | <i>KSP</i> , hohe <i>Plastizität</i> aufgrund der Tiefenstaffelung der Texturen, abwechselnde <i>Spatialisierung</i> 1. und 2. Ordnung.<br><i>Gerichtetheit</i> wird vom Kern auf die Schale und wieder zurück gesetzt. |

|     |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                            |
|-----|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | 3:35 - 3:40             | Freigestellter Kern mit Aufmerksamkeitsschwerpunkt auf 0° zur Rückseite. Abbruch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <i>Gerichtetheit</i> wird auf den Hintergrund gesetzt.                                                                                                                                                     |
| [b] | 3:44 - 4:01             | Langsam gUsi rotierende, leise eingefadete Textur öffnet den Raum nach oben (400 - 1900 Hz), lauter werdend, fixiert die Aufmerksamkeit über dem IKO, betont die Vertikale.                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung, <i>RP</i> als Raumlineatur, raumbin-dend.                                                                                                                               |
|     | 3:51 - 3:55             | Langsam gUsi rotierende Klickverkettung unterstützt die Trajektorie am IKO und setzt für einen Moment ein kernplastisches Verhältnis. Raum hat keine Erdung, ist ab dem Äquator (Klicks) aufwärts orientiert.<br><br>Bei 3:57: Verklammerung - das Motiv vom Ende 1 (1:43) taucht wieder mit gleichem Spatialisierungsmuster auf, wieder als Abschluss der skulpturalen Formierung.                                                        | <i>KSP</i> , <i>Echolokation</i> 2. Ordnung<br><br>Wieder <i>RP</i>                                                                                                                                        |
|     | 4:03 - 4:16             | Einsatz Bass-Drone (42-118Hz), wird langsam eingefadet. Zunächst als Erweiterung des Raums nach unten, dann immer lauter, konsumiert dieser alle anderen Klänge und verdrängt den bisherigen Raum gänzlich.                                                                                                                                                                                                                                | <i>KP</i> raumverdrängend, <i>konturgleich</i> , keine <i>Plastizität</i>                                                                                                                                  |
| 3   | 4:17                    | Aufbau einer gestaffelten Grainstruktur mehrerer Bewegungsrichtungen am IKO, die in einem omnidirektionalen Bass-Drone aufgenommen wird, der zunächst einhüllend wirkt und damit eine Kern-Schale-Konstellation etabliert.                                                                                                                                                                                                                 | <i>KP-KSP</i> , <i>Plastizität</i> durch Tiefenstaffelung der Klangtextu-ren. <i>Gerichtetheit</i> IKO-zentriert.                                                                                          |
|     | 5:13                    | Nach Abbruch der Grainkonstruktion (Entkernung) bleibt der in der Lautstärke über die Zeit angehobene Bass-Drone monolithisch im Raum stehen und weist keine Binnenstruktur mehr auf, ähnlich dem Drone am Ende von 2 mit noch größerer Raumanregung/-Verdrängung.                                                                                                                                                                         | <i>KP</i> , raumabweisend, keine <i>Plastizität</i> , <i>konturgleich</i>                                                                                                                                  |
|     | 5:14<br><br>5:36 - 5:39 | <i>Gerichtetheit</i> in der Kernplastik wird durch wiederkehrende transiente leise Klicks erzeugt, die als Kern zu klein und zu wenige sind, aber die Aufmerksamkeit binden.<br><br>Bereits am Anfang (0:01, dort freigestellt als <i>Echolokation</i> 1. Ordnung) eingeführte Grainketten auf Kreisbahn verleihen dem Drone Tiefenstaffelung und informieren über die räumlichen Verhältnisse durch ihre Konsumierung in der Kernplastik. | <i>Plastizität</i> wird punktuell erzeugt. Kurzzeitige Konturierung.<br><i>Echolokation</i> 2. Ordnung.<br>In Entfernung vom <i>IKO-Nahfeld</i> , starke <i>Reliefbildung</i> mit Vorder- und Hintergrund. |
| 4   | 5:49                    | Gegenpol zu 3, plastische Raumformung kreisender (verschiedene Rotationen durch die Vertikale mit 280°/s) feiner, sehr leiser Grains. Binden die Aufmerksamkeit zunächst an den IKO.                                                                                                                                                                                                                                                       | Omnidirektionale <i>KP</i> oder <i>Reliefbildung</i> ohne <i>Plastizität</i>                                                                                                                               |
|     | 6:05-7:56               | Einsatz fluktuierender, strahlender fm-Texturen (1) mit Strei-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | wird zur <i>RP</i> als Raumzeichen,                                                                                                                                                                        |

|   |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                             |
|---|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |             | cher-Onsets, rotieren gUsi 160°/s. Es kommt zur Einhüllung, die Grainstruktur verschwindet fast aus der Aufmerksamkeit, läuft aber weiter. Ab >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | raumumfassend. <i>Konturierung</i> durch positionsabhängige Wahrnehmung, Ausbreitung im perspektivischen Feld.                                                                                              |
|   | > 6:34      | Einsatz leiser, pulsierender Bass (30-70 Hz) und hoher Ton (2) (um 1700 Hz) markieren die Vertikale in beide Richtungen, spannen den Raum auf, in den die skulpturale Form eingespannt wird:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung.                                                                                                                                                                          |
|   | 6:35 - 6:40 | Das omnidirektionale Rauschen von 1 (1:24, 1:44, etc.) taucht eng am IKO auf und bildet kurzzeitig eine Koordinate im Raum.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>Plastizität</i> wird erhöht.                                                                                                                                                                             |
|   | > 6:46      | Textur (1) wird in Verbindung mit (2) zur Raumlineatur bis zum Einsatz des aus 3 bekannten Drone-Basses bei >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>RP</i> , als Raumlineatur, raumbindend                                                                                                                                                                   |
|   | >7:20       | , der sich zunächst hinter und dann um die Plastik legt, bis er sie ganz konsumiert und sich wie in 3 in den Vordergrund drängt.<br>Die Grains werden Faktoren der Plastizität der neu entstehenden Kernplastik, die dann mit >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <i>KP</i> , raumverdrängend. <i>Plastizität</i> wird durch wieder auftauchende Grainstruktur erhöht.                                                                                                        |
|   | 7:38 - 7:43 | nochmal omnidirektional abstrahlendem Rauschen von 1 (1:24, 1:44, etc.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <i>Plastizität</i> der <i>KP</i> wird erhöht.                                                                                                                                                               |
|   | >7:49       | mit Absacken des Basses plötzlich in den IKO stürzt und dort mit der ursprünglichen raumplastischen Textur (1) endet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <i>RP</i> , raumumhüllend, <i>konturiert</i> , wenig <i>Plastizität</i>                                                                                                                                     |
| 5 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                             |
|   | 7:59        | Freigestellte Textur, die in 1 (1:49) und 2 (2:29; 3:57) schon angedeutet wurde, als geschichtete Bänder von Frequenz-Modulationen mit exakt der gleichen Spatialisierung wie vorher. Langsame Rotation gUsi 90°/s, erschließt die gleiche Raumausbreitung und Definition, jetzt aber als Raumplastik mit Bass als Sockel. Aufmerksamkeit wird auf unterschiedliche Schwerpunkte im perspektivischen Feld gerichtet.<br><br>Verwendung von Richtungsmarkern: Basseinsätze als schwere Markierungen am Fundament der Vertikalen bei 8:27 und 8:52 sowie Klicks bei 8:43 und 9.03 und am Ende wieder eine Verkettung von Grains 9:11 - 9:13, die wieder die Gerichtetheit auf den IKO und damit den Schwerpunkt auf eine Koordinate im Raum zieht, um einen Ausgangspunkt für 6 zu bilden. | <i>RP</i> als Raumzeichen, raumumfassend, <i>Gerichtetheit</i> folgt der Rotation, positionsabhängige <i>Konturierung</i> .<br><br><i>Echolokation</i> 1. Ordnung. Kurzzeitige erhöhte <i>Plastizität</i> . |
| 6 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                             |
|   | 9.14 - 9:38 | Sphäre von Klick-Geräuschen, die durch ihre Verkettung und das beigemischte Rauschen die Aufmerksamkeit um den und nah am IKO bündeln, wird durch ständig wechselnde Beampositionen oberhalb und unterhalb des Äquators sowie variierende Rotationsgeschwindigkeiten erzeugt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Konturgleiches Relief</i> , Keine <i>Plastizität</i> . Angedeutete <i>RP</i> , als Raumzeichen.                                                                                                          |
|   | 9:29        | Leiser Einsatz Bass-Drone als Summen markiert fast unmerklich das untere Ende des Vertikalen Raums.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>Spatialisierung</i> 2. Ordnung                                                                                                                                                                           |
|   | 9:55        | Einsatz hochfrequente fm-Schlieren (5600 Hz) an der Schmerzgrenze, zieht die Aufmerksamkeit auf der Vertikalen nach oben, >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>RP</i> als Raumlineatur, raumbindend, <i>konturgleich</i> , keine <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung                                                                                            |

|  |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | des Materials.                                                                                                                                                                                                    |
|  | > 10:31 | <p>gefolgt von in Cent aufsteigend verstimmt Klangtexturen im Mittenbereich, die den Raum dazwischen immer weiter nach oben verschieben, und durch das gleichmäßige Rotieren (<math>188^{\circ}/s</math>) einen Außenvektor schaffen, der als Einhüllende gleichermaßen wie ein Rhythmusgeber für den Zeitverlauf im Zustand der skulpturalen Anordnung bildet.</p> <p>Während gleichzeitig ein statischer Bass-Drone das Fundament hält, auf dem das skulpturale Gebilde fußt. Dieser wird über 60 Sekunden sukzessive lauter und füllt den Raum unterhalb der Rotation komplett aus.</p> | <p><i>KP</i>, zunächst raumgreifend, dann raumverdrängend, <i>Spatial Beating</i>, <i>Spirale</i> als spezielle Rotation der IKO-Spatialisierungs-Grundmuster. <i>Konturgleich</i>, wenig <i>Plastizität</i>.</p> |
|  | 11:35   | Cent-weises Herunterstimmen in 4 Sekunden beendet die skulpturale Formung etwas über Kopfhöhe. Bass setzt ebenfalls ab.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                   |
|  | 11: 58  | Endet mit <i>Kleinplastik</i> aus rotierenden Grainketten mit unterschiedlichen Längen, die unterschiedliche Richtungen der skulpturalen Form markieren und um den IKO ein raumplastisches Netz weben. Die Aufmerksamkeit springt mit den unterschiedlichen Einsätzen und folgt den Trajektorien. Der eben noch komplett verdrängte Umgebungsraum wird jetzt wieder punktuell angeregt und somit Teil der plastischen Formung.                                                                                                                                                             | <p><i>RP</i> als Raumzeichen, raumbindend. <i>Gerichtetheit</i> wechselt mehrfach am IKO-Zentrum. <i>Konturierung</i> durch rotierende Schwerpunktverlagerung. <i>Echolokation</i> 1. Ordnung.</p>                |

## mirage 6<sub>2016</sub>

Länge: 12'14"

### 4 Formteile

KP = Kernplastik, RP = Raumplastik, KSP = Kern-Schaleprinzip, gUsi = gegen den Uhrzeigersinn, mUsi = mit dem Uhrzeigersinn, IKO-Spat-Grm = IKO-Spatialisierungsgrundmuster, Ev = Elevation, Az = Azimut

| Teil | Zeit      | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kommentierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| (a)  | 0:00      | Beginnt mit einer Kern-Schale-Konstellation mit wechselnder Aufmerksamkeitsrichtung durch Rotation des Beams. Trotz Kernbildung keine abweisende Körper-Raumbeziehung, sondern wechselnd einbeziehend, mit verschiedenen Aufmerksamkeitsschwerpunkten in Bezug auf Schale und Kern. Über kurze, deutlich geloopte Sequenzen in den tiefen Frequenzen wird die Aufmerksamkeit gebunden und am Kern fixiert. Nach dieser Verortung als Einführung geht die Situation >  | <i>KSP</i> als Kleinplastik<br><br>Die Gerichtetheit der skulpturalen Form bekommt eine räumliche Anfangskonstellation im Zentrum.                                                                                                                                                                                   |
|      | > 0:07    | direkt in den skulpturalen Zustand über, der aus einem Klanggemisch überlagerter Frequenzmodulationen besteht, das den Raum nach oben und außen hin erweitert und sich dann für den Moment kernplastisch in den Vordergrund schiebt. Deutlich ist das „Schlagen“ der Interferenzen zu hören, die den Zeitverlauf rhythmisieren und die Textur in sich strukturieren. Der Beam kommt über vorne rechts gegen den Uhrzeigersinn und wird bei >                          | Kernbildung, mit IKO-zentrierung                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      | > 0:18    | auf 180 ° fixiert. Dort verharret er, und daraufhin werden die Ordnungen stufenlos über einen Zeitraum von 70 Sek. herunter- und wieder zurückgefahren (3-0-3).                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>Distanzfade</i> als IKO-Spat-Grm, vgl. auch Hörversuch 3. Wenig <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung.                                                                                                                                                                                                      |
|      | 0:22-0:48 | Durch das erste Herab- und Heraufsetzen der Ordnungen wird der Kern aufgelöst: das omnidirektionale Abstrahlen nimmt die Intensität aus dem Zentrum und betont die Peripherie. Die Abstrahlung bekommt einen immersiven (im Sinne einer Klangeinhüllung) Charakter, der eine raum-plastische Körper-Raumbeziehung betont. Dieser wird bei steigender Ordnung wieder aufgehoben. Der Aufmerksamkeitsschwerpunkt wird wieder auf den IKO, fast in ihn hinein gerichtet. | <i>KP</i> , raumabweisend wird zu <i>RP</i> als raumumfassende Körper-Raumbeziehung. Wechsel der <i>Gerichtetheit</i> innen-außen. Während des Fades <i>Konturierung</i> aufgrund der positionsabhängigen Färbung des Ordnungs-Distanzfades. Omnidirektionalität bei 0-ter Ordnung bewirkt <i>Konturgleichheit</i> . |
|      | 0:53-1:03 | Durch das zweite Herabsetzen wird wieder der raumumfassende Zustand der Einhüllung durch einfache Wiederholung des Bewegungsmusters herbeigeführt. Auch hier steht der                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Schwache <i>Plastizität</i> mangels Tiefenstaffelung, aber erneute Konturierung des skulpturalen                                                                                                                                                                                                                     |

|     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |               | Beam auf 180°, hat also die wenigsten Reflektionsmöglichkeiten an den Seitenwänden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Phänomens, da die Intensität der Einhüllung positionsabhängig ist. Außerhalb des <i>IKO-Nahfelds</i> wird die plastische Formierung als <i>Relief</i> wahrgenommen.                                                                                                                                           |
|     | 1:04          | Dann wird der Beam unter dem IKO hindurch vertikal gefadet, während die Ordnung wieder auf 0 herabgesetzt wird. D.h. in diesem Moment ist der Fade mangels Richtwirkung nicht zu hören. Erst wenn der Beam auf 0° steht, wird die Ordnung wieder erhöht und der Beam fährt zurück auf 180°, dabei wird die Richtwirkung wieder größer und dadurch die skulpturale Gewichtung am IKO gebündelter. Die Aufmerksamkeit wird gebunden, bis der Beam >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Wechsel der <i>Gerichtetheit</i> . <i>Konturgleicher</i> Übergang in den nächsten skulpturalen Zustand.                                                                                                                                                                                                       |
|     | > 1:26        | von Position 180° mit 3. Ordnung am Aquator gUsi und deutlich wahrnehmbar auf der Oberfläche bis hinter den IKO fährt, wo sich die Trajektorie zunächst kurz verliert [1:44], weil die Wandreflektion bei 0° den Klang direkt auf den IKO zurückwirft, bis der Beam bei 90° Grad wieder auftaucht. >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <i>Distanzfade</i> und <i>Panning</i> als IKO-Spat-Grm                                                                                                                                                                                                                                                        |
|     | > 1:50 - 2:09 | Bis dort wird der Beam verfolgt. Dieser fadet dann in 20 Sekunden aus. Die Aufmerksamkeit wird auf ganz links zwischen 45° und 90° gebündelt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Insgesamt in 1 [a] geringe <i>Plastizität</i> . Bei Entfernung vom <i>IKO-Nahfeld</i> schwache <i>Reliefbildung</i> , da dann, mangels Einhüllung, keine Tiefenstaffelung und auch wenig Verteilung auf der Horizontalen wahrnehmbar ist. D.h. die dimensionalen Attribute entfallen außerhalb des Nahfeldes. |
| (b) | 2:13          | Beginnt mit einem ähnlichen Klanggemisch wie in [a] nur mit weniger definierten Höhen, dafür mehr Rauschanteilen im Beam. Dieser ist auf 270° fixiert, also gegenüber dem Endpunkt von [a]. Das Rauschen ist weit außen in Richtung Wand als Spiegelquelle zu hören, verschiebt den Aufmerksamkeitschwerpunkt gleitend nach rechts und bildet so eine raumplastische Koordinate, die von mehreren Positionen im Raum mit unterschiedlichen Ausbreitungen zu hören ist. Bassanteile liegen fixiert am IKO. Dann wird die Ordnung wieder auf 0 herunter gesetzt, so dass der Schwerpunkt nach links auf den IKO verschoben wird und sogar links etwas ausbricht. Diese Bewegung ist aus mehreren Hörpositionen mit unterschiedlichen Ausbreitungen der Textur nachvollziehbar. | Horizontaler <i>Achsenfade</i> (rechts- links) als IKO-Spat-Grm. Oder langsames <i>Pendel</i> . <i>Kern-Schale</i> -Konstellation. Image-Scheme „Pfad“aktiviertes „auditory motion looming“. <i>Konturierung</i> der Körper-Raumbeziehung.                                                                    |
|     | 2:30 - 2:45   | Hier verharret die Bewegung für einen Moment und fadet dann durch erneute Erhöhung der Ordnung rechts wieder heraus auf die Ursprungsordinate bei 270° an der rechten Wand, wo sie stehen bleibt und die Konzentration wieder deutlich bündelt, bis >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Gerichtetheit</i> verschiebt sich auf der Links-rechts-Achse.                                                                                                                                                                                                                                              |
|     | > 2:49 - 3:03 | Von hier fährt der Beam vorne links herum, mUsi bis 0°. Der Rauschanteil ist weit draußen zu hören, bildet eine sich langsam bewegende Außentextur und definiert eine raumplastische Einhüllung.>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Leuchtturm</i> , <i>RP</i> , raumumfassend                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |
|--|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |
|  | > 2:59      | Einsatz des fm-metallischen Strahlens (vgl. Miniaturen 37 ff und Hörversuch 3) mit einem Beam gUsi rotierend mit 141 °/s Öffnet die skulpturale Anordnung nach oben hin und definiert die Raumhöhe, wechselt gleichzeitig die Position am Kern aus, wird vom Rauschen umfahren und damit als Innen formiert und definiert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>KSP, Spirale</i> als IKO Spatialisierungs-Grundform, <i>Gerichtetheit</i> wechselt, <i>Plastizität</i> entsteht durch die Tiefenstaffelung der Klangebenen.                                                             |
|  | 3:03 - 3:55 | Die tiefen Frequenzen bleiben konsequent am IKO liegen. Am Ende fährt der Beam mit den Rauschanteilen gUsi über 21 Sek. langsam auf 270 ° zurück, wo er stehen bleibt, und bildet wieder die etablierte Koordinate außen rechts, bis er dort durch Ausfaden verschwindet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Gerichtetheit</i> wird zum Ende auf eine Außenkoordinate gesetzt.                                                                                                                                                       |
|  | 3:30        | Das metallische Strahlen wird ersetzt durch transiente, rhythmische Verkettung von amplitudenmodulierten Klicks, die am IKO verortet werden und mit ihrem Einsetzen die Raumhöhe absenken. Durch die Wahrnehmung dieser transientenreichen Textur wird die Aufmerksamkeit zeitweise auf das Zentrum ausgerichtet. Es kommt zur kurzfristigen Erhöhung der Plastizität mittels schneller spiralförmiger Rotation, die Tiefenstaffelung wird deutlicher, aber der langsam pulsierende Bass mit leichter Rotationsrichtung gUsi und Rauschen mit der Raumkoordinate rechts (270°) ebbt ab. Damit wird aus der Kern-Schale-Formation ein Kern, die Aufmerksamkeit wandert zum Kern. Der Bass betont den Sockel der neuen skulpturalen Kernformation. | <i>KSP &gt; KP. Echolokation 1.</i> Ordnung bezieht den Umgebungsraum in die skulpturale Form mit ein. <i>Plastizität</i> wird erhöht, <i>Gerichtetheit</i> wechselt mit der Rotation nach außen, später dann ins Zentrum. |
|  | 3:37 - 3:56 | Metallische Fm-Schlieren werden spiralförmig um das Zentrum geschraubt, stehen gestaffelt zwischen dem Bass und der perkussiven Sequenz (Spirale gUsi, 183°/s) der Klicks, öffnen gleichzeitig wieder nach oben im Wechsel mit dem Bass, Verwirbelungen durchdringen sich zu einem heterogenen Gewebe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Plastizität</i> hoch, starke Konturierung, <i>Spirale</i> als spezielle Rotation IKO-Spat-Grm.                                                                                                                          |
|  | 3:56 - 4:04 | Pulsierender Bass leitet in den zweiten Teil über, bindet die Aufmerksamkeit im Raum und reduziert die skulpturale Formung wieder auf den Kern. Die Skulptur wird in der Vertikalen in Richtung Boden orientiert .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>Gerichtetheit</i> wird auf das Zentrum und Richtung Boden gesetzt.                                                                                                                                                      |
|  | 4:08 - 4:16 | Zweite Schliere kehrt als Motiv wieder, unterstützt die Konzentration auf das Zentrum und markiert zusammen mit dem Bass die Vertikale neu (oben/unten).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                            |
|  | 4:17 - 4:24 | Einsatz zweites perkussives Element mit hoch-frequenten Transientenanteilen, betont ebenfalls IKO-Zentrierung, skaliert die Plastik zur Kleinplastik und verändert so die Aufmerksamkeitsführung. Durch die Wechsel starke Strukturierung sukzessive in der Zeit und in der Raumstaffelung, dadurch reduzieren sich Plastizität und Konturierung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Echolokation 1. und 2. Ordnung</i> regt den Umgebungsraum an, wird aber von unten teilweise vom Bass-Raum überlagert. <i>Großplastik</i> wird zur <i>Kleinplastik</i> mit <i>konturgleicher</i> Form.                   |
|  | 4:24 - 4:42 | 18 Sekunden Stille, um den von den skulpturalen Formen in 1 verdrängten Ort wieder zu aktivieren und das Ohr auf die Suche nach dem Klang im Umgebungsraum zu schicken. Die Ereignisdichte der ersten 4,5 Minuten wird durch die Länge der Stille völlig unterlaufen, um die Konzentration für eine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                            |

|     |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                        |
|-----|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                    | zweite skulpturale Formung durch Spannung auszurichten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                        |
| 2   |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                        |
| (a) | 4:42               | Einsatz entfernter, leiser Klang, omnidirektional, nur Schwebungen, fast sanglich, summend, mit leisen Bassanteilen. Formung findet im Bass-Mittenbereich zwischen 150 und 400 Hz statt.<br><br>Kernandeutung in den unteren Frequenzen zerfällt, gefolgt von der Öffnung nach oben über hohen Sinus bei 1700 Hz, Tiefenstaffelung zwischen den beiden Elementen, ergänzt durch > | <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung, in der Ebene zunächst statisch.<br><br><i>RP</i> als Raumlineatur, erhöht die <i>Plastizität</i> , <i>konturgleiche</i> Form.                                       |
|     | 5:29-5:35          | kurze Sequenz mit Rauschanteilen Panning-Pendelbewegung gUsi, umfährt das Zentrum, Reflektionen markieren Raumgrenzen und leitet über >                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Pendel</i> als spezielle Rotation IKO-Spat-Grm, <i>konturiert</i> die skulpturale Form.                                                                                                             |
|     | > 5:36             | Neues Motiv, Koordinatensetzung durch langsame Rotation gUsi, rhythmisch getupft, mallet-artig um den IKO herum, mit geringem Abstand zur Oberfläche, wenig Tiefenstaffelung des spatialisierten (2. Ordnung) Materials.                                                                                                                                                          | RP, als Raumzeichen. Auflösung der <i>Plastizität</i> .                                                                                                                                                |
|     | 5:56               | Endet am IKO durch leise transiente Verkettung, die, freigestellt auf 270°, an der Oberfläche wahrgenommen wird. Gerichtetheit fällt wieder in einen Punkt, wo sie direkt abgelöst wird durch: >                                                                                                                                                                                  | <i>Echolokation</i> 1. Ordnung. Regt den Umgebungsraum in dieser Richtung an.                                                                                                                          |
| (b) | > 5:58             | Digitales Knistern, fluktuierend. Spiralartige Zentrierung um den IKO mit unterschiedlichen Abständen des Materials zur Oberfläche. Aufmerksamkeit folgt den positionsabhängigen Schwerpunkten der Rotationen.                                                                                                                                                                    | <i>Reliefbildung</i> , <i>spiralförmige</i> Rotation erhöht <i>Plastizität</i> im Material.                                                                                                            |
|     | 6:07 - 6:13        | Raumplastik durch Rotation 1, frequenzmodulierte Fläche - drängt spiralförmig nach außen und auf der Vertikalen nach oben. Positionsabhängige Schwerpunkte an den reflektierenden Oberflächen                                                                                                                                                                                     | <i>Leuchtturm</i> , RP. Wechsel der <i>Gerichtetheit</i> von innen nach außen und <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung öffnet den Raum nach oben. Keine <i>Plastizität</i> , starke <i>Konturierung</i> . |
|     | 6:14 - 6:26        | Digitales Knistern mit gleicher skulpturaler Ausbreitung. Aufmerksamkeit wird wieder nach innen konzentriert.                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Gerichtetheit</i> wechselt von außen nach innen.                                                                                                                                                    |
|     | 6:27 - 6:32 - 6:50 | Abfolge von 3 Spiralen (ähnlich Rotation 1) auf Außenbahntrajektorien gUsi. Alle Spiralen mit exakt dem gleichen Rotationsmuster erzeugen hintereinander unterschiedliche Raumstaffelungen um einen Hohlraum.                                                                                                                                                                     | <i>Spirale</i> als spezielle Rotation der IKO-Spat-Grm, erzeugt <i>RP</i> . Schwache <i>Konturierung</i> .                                                                                             |
| 3   |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                        |
| (a) | 7:01 - 8:23        | Frequenzmodulierender, orgelähnlicher Klang wirkt raumbindend im Vordergrund mit vertikaler Gerichtetheit nach oben. Zeitgleicher Einsatz: Fluktuierende Burstkette fährt am IKO mUsi                                                                                                                                                                                             | <i>RP</i> als Raumlineatur, durch <i>Spatialisierung</i> 1. Ordnung. <i>Echolokation</i> 1.                                                                                                            |

|     |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |             | <p>von 270° auf 0° und bleibt dort stehen. Umgebungsraum wird angeregt, dann werden die Bursts durch Orgelklang überlagert und in einen Klangraum verwickelt. Dadurch keine Kernbildung am IKO. Zeitgleicher Einsatz von leisen Bass-Pulsen als Sockel für die skulpturale Klangformung in der Vertikalen (bis 7:13 und dann ab 7:18 noch einmal). Aufgrund der Lautstärkenstaffelung zwischen den Elementen auch durch den Bass keine Kernbildung.</p> <p>Zweiter Einsatz der Bursts eingehüllt/begrenzt durch liegenden Flächenklang.</p>                                                                                                 | <p>und 2. Ordnung beschreiben den Raum.<br/><i>Konturgleich.</i></p> <p><i>Echolokation 2. Ordnung</i></p>                                                                                                               |
|     | bei 7:20    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                          |
|     | 7:33        | Kaum wahrnehmbare Rotation gUsi mit Klangobjekt um 690 Hz, bleibt als akustischer Horizont im Hintergrund, verändert die skulpturale Form leicht in Breite und Tiefe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Leichte <i>Konturenveränderung</i>                                                                                                                                                                                       |
|     | 7:40        | <p>Angedeutete Raumstaffelung durch ein- und ausfadenden Rausch-Drone.</p> <p>Insgesamt überwiegt statische Ausrichtung in der Vertikalen durch die Fixierung am höchsten Punkt in der Orgelfläche.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><i>RP</i> bekommt einen Kern und verliert ihn wieder.</p> <p><i>Plastizität</i> wird kurzfristig erhöht. Am Ende wieder für einen Moment Raumlineatur (8:09-8:11).</p> <p>Gerichtetheit auf die Vertikale gesetzt</p> |
| (b) | 8:12        | <p>„Orgel“ klingt aus, wird zum Hintergrund.</p> <p>FM-modulierte Interferenzklänge im Mittenbereich (um 330Hz) rotieren langsam von 0° gUsi über 180° nach 200°, senken den Raum ab und konzentrieren die Aufmerksamkeit auf den IKO.</p> <p>Raumverdrängende Material-Trajektorien (8:45: - 8:55) von hinten rechts über den Zenit nach vorne links, zurück über den Zenit, in der halben Zeit auf 270° und von dort unter dem IKO durch nach 90°. Diese Bewegung hört man nicht als solche, aber es kommt zu einer Raumschliere, die als Bogenbewegung oder Auswölbung vom Kern in die Umgebung und zurück wahrgenommen werden kann.</p> | <p><i>RP</i>, Raumlineatur wird zur KP mit geöffnetem Massevolumen, Gerichtetheit wechselt von außen nach innen und oben in Richtung Mitte. Wenig Tiefenstaffelung, geringe <i>Plastizität</i>.</p>                      |
|     | 8:46 - 8:54 | Zwei sinusoidale, sweep-ähnliche Abwärtsläufe schließen die Skulptur ab und konzentrieren die Aufmerksamkeit auf Hüfthöhe am IKO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Konturgleiche</i> Raumtextur, wird in einem Raumpunkt zusammengeführt.                                                                                                                                                |
| 4   | 8:57        | Drone (vgl. Miniatur 20 ff) mit Rauschanteilen beginnt mit Spiral-Rotation ggU 180°/s, tastet dadurch die Raumgrenzen ab und umschreibt die Kontur der äußeren Hülle, Bass bildet zweites Zentrum statisch als Kern am IKO, bis >                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Leuchtturm</i> , KSP, Tiefenstaffelung erzeugt <i>Plastizität</i> .                                                                                                                                                   |
|     | > 9:18      | Dort bleibt er auf 180° stehen, konzentriert die Aufmerksamkeit auf den IKO an diesem Punkt und wird dann in 5 Sekunden bei 9:20 unter dem IKO als lineare Trajektorie durchgefahren, was als deutliche Schwerpunktverlagerung zur Rückseite wahrgenommen wird. Dadurch entsteht ein Filtereffekt, der den Kern anders färbt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Veränderung der <i>Gerichtetheit</i> durch vertikales <i>Panning</i> . Tiefenstaffelung durch <i>Panning</i> und gleichzeitige <i>Rotation</i> des heterogenen Klangmaterials. Starke positionsbedingte Konturierung der |

|  |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | skulpturalen Form an Boden und Wänden.                                                                                                                                                                    |
|  | 9:31    | Der Drone bricht hinten ab und lässt die Aufmerksamkeit auf die von Anfang an (8:57) parallel laufenden, gegenläufigen Trajektorien (hochfrequentes Rauschen als langsame Kreisbewegung und helles Klanggemisch mit harmonischen Anteilen als beschleunigte Spiralbewegung) springen. Diese sich durchdringenden Rotationen werden als kleinplastisches Element oberhalb des IKO wahrgenommen. Fade-Out der skulpturalen Form, der Raum wird kurzfristig entleert. | Kern entfällt.<br><br><i>Spirale</i> als spezielle Rotation. Raumeinhüllende RP bleibt übrig. <i>Gerichtetheit</i> verlagert sich von hinten/unten, in Richtung auf das Zentrum und spektral in die Höhe. |
|  | 9:36    | An diesem Punkt übernimmt an dieser Raumposition die Reprise von 1 a) mit dem gleichen Klangmaterial und identischer Spatialisierung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |
|  | > 10:47 | Bekommt aber ein weiteres Zentrum bzw. wird durch eine Elevationskoordinate überlagert und in die Höhe modelliert. Orgelähnlicher Klang aus 3 fadet ein. Wechsel je nach Ordnung und Trajektorie zwischen Vordergrund und Hintergrund zwischen den beiden Texturen.<br><br>Endet auf dem orgelähnlichen Klang mit hohem Sinus als äußersten Punkt im Raum (oben).                                                                                                  | <i>KP</i> wird zu <i>KSP</i> , Erhöhung der <i>Plastizität</i> . Fast <i>Konturgleich</i> durch Ordnungs-Distanzfade.<br><br>Geht dann in <i>RP</i> als Raumlineatur über.                                |
|  | 12:09   | bei vollem Erhalt der Aufmerksamkeit und somit der <i>Gerichtetheit</i> Schwenk nach seitlich rechts (260°) und wieder mittig, als deutliche aber kurze Konturenveränderung zum Endpunkt hin.                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>Spatialisierung</i> 1. und 2. Ordnung                                                                                                                                                                  |

### 3. Zusammenfassung und abschließende Betrachtungen

In dieser Arbeit werden skulpturale Klangphänomenen in der Computermusik untersucht, wie sie seit den frühen Jahren der Raum-Klangkomposition mit Lautsprechern immer wieder beschrieben werden. Dies geschah zunächst über eine Spurensuche, die ihren Anfang in meinem eigenen Erfahrungsbe- reich, wie der bisherigen Konzert- und Kompositionspraxis, dem Umgang mit unterschiedlichen Lautsprechersystemen, dem speziellen Interesse am IKO und ersten kompositorischen Untersuchungen nahm. Angetrieben wurde die- se forschende Bewegung durch mein künstlerisches Interesse an Raum, ge- meint ist die Sensibilisierung für Raum durch Kunst und in der Kunst. Die Ar- beit verstand sich von Anfang an als Beteiligung an einer Suche nach einer anderen – auditiven - Raumästhetik.

Zentral war die Frage, ob die von mir in der Laborsituation komponierten Raum-Klangphänomene für andere überhaupt nachvollziehbar sind. Eine Un- gewissheit, die im gegenwärtigen Konzertbetrieb mit Lautsprechern immer wieder entsteht. Diese Ungewissheit war für meine kompositorische Praxis unbefriedigend, weil der Hinweis auf und die Verfeinerung von Wahrneh- mungsmöglichkeiten mit den Mitteln der elektroakustischen Raum- Klangkomposition, ohne vertiefte Kenntnis über diese Wahrnehmungsmög- lichkeiten, unmöglich ist. Aus dieser Ungewissheit heraus habe ich die Frage nach dem intersubjektiven Raum der Wahrnehmung dieser skulpturalen Phä- nomene formuliert, als deren Desiderat sich der *Shared Perceptual Space (SPS)* herausgebildet hat. Um diesen Raum beschreiben zu können, musste die Spurensuche auf die angrenzenden Felder der Musik- und der Ingenieurs- wissenschaft ausgeweitet werden. Dies geschah in meiner Praxis des künst- lerischen Forschens immer wieder durch die Provokation von Erfahrungen im Grenzbereich des Begrifflichen. Dabei bin ich regelmäßig auf die Frage gesto- ßen, ob räumliche Hörerfahrungen im Bereich der Lautsprechermusik objekti- vierbar und, damit verbunden, kommunizierbar sind. Ein grundlegendes Prob- lem der Klangforschung. Wenn ich anderen Forschern meine Arbeitsergebnisse mitteilen möchte, um einen Gedankenaustausch zu fördern und um meine eigenen Ergebnisse (z.B. den Index der Miniaturen) zu überprüfen, muss ich einen austausch- baren Erfahrungsträger finden. In Ermangelung eines allgemein anerkannten Vokabu- lars über verräumlichte Klangobjekte ist das schwierig. D.h. ich musste Begriffe her- ausarbeiten, die ich auf ihre Verallgemeinerbarkeit hin überprüfen und zur Verfügung stellen konnte. Hierzu dienten die ausführlichen Recherchen über die grundlegenden Begriffe, wie Klang, Skulptur und Raum, und die Nachforschungen zum Stand der Verbalisierung von Klang und verräumlichtem Klang in der Geschichte der Klangkunst

und Computermusik. Obwohl viele grundlegende Schriften, wie die Schaeffers oder Smalleys, weithin bekannt und kommentiert sind, war es unerlässlich, sie unter dem Gesichtspunkt meiner Forschungsfragen neu zu lesen und mit den Ansätzen jüngerer Autoren ins Verhältnis zu setzen.

Zu beantworten war gleichzeitig auch die Frage, wie man Erkenntnisse über ein Forschungsobjekt objektivieren kann, das ephemere ist, seine Zusammensetzung in der Zeit verändert und das kaum visualisiert werden kann. In der Geschichte der Wissenschaften braucht es traditionell Text oder Bild als Grundlage einer seriösen Erkenntnisgewinnung, deren Vermittlung und kritischer Diskussion. Aber wie erforscht man „etwas“, zu dessen Objekt man nur schwer einen objektiven Abstand schaffen kann? Salomé Voegelin beschreibt das Problem ähnlich:

*Sound's ephemeral invisibility obstructs critical engagement, while the apparent stability of the image invites criticism [Voegelin, 2010, xi]. [...] Seeing happens in a meta-position, away from the seen, however close. And the distance enables a detachment and objectivity that presents itself as truth. [Voegelin, 2010, xii]*

Und weiter:

*Hearing does not offer a meta-position; there is no place where I am not simultaneous with the heard. However far its source, the sound sits in my ear. [ibid.]*

Um also Forschungsfragen, Methoden und Schlussfolgerungen im Sinne eines epistemischen Forschungsprozesses außerhalb der visuellen Transformation des Forschungsobjekts entwickeln zu können, musste eine Forschungsumgebung geschaffen werden, die die subjektive Hörerfahrung ins Zentrum des Interesses rückt, um, hiervon abgeleitet, die räumliche Erfahrung von Klangobjekten untersuchen zu können, und damit die kritische Auseinandersetzung überhaupt erst zu ermöglichen. Wie dies erreicht wurde, zeigt exemplarisch der Vorversuch 3: Obwohl in Mono ausgespielt, führten die aus den verräumlichten Etüden abgeleiteten Stimuli zu einer Bewertung durch die Probanden, die sich mit den ursprünglichen Körper-Raumbeziehungen der Etüden deckten. Das bestätigte zwar zunächst den engen Zusammenhang von *Spatialisierung 1. und 2. Ordnung*, konnte aber über die Wahrnehmung des „Räumlichen“ außerhalb der spektralen Vertikalität nichts aussagen. Die im Vorversuch 3 gewonnenen Ergebnisse führten im Reflex jedoch wieder zu der künstlerischen Frage nach der Beschaffenheit und damit verbundenen Raumwirkung des verwendeten kompositorischen Materials. D.h. in der forschenden Praxis wurde aus dem iterativen Prozess, wie er zur Strukturierung des Vorhabens ursprünglich etabliert wurde, eine analoge Gesamtbewegung, die die Aspekte der einzelnen Stationen gleichzeitig denkt und an ihrer Umsetzung arbeitet.

Aufgrund der Hörversuche wissen wir jetzt, dass es eine intersubjektive Wahrnehmung von räumlichen Klangobjekten gibt. Um die Fülle der möglichen Raum-Klangkonstellationen zu strukturieren, wurde ein hierarchisches Modell der Komplexitätsebenen 1 - 3 eingeführt. Auf der dritten Ebene dann wurden die aus der Skulpturenlehre abgeleiteten Körper-Raumbeziehungen verortet, die ich als Formungsbedingungen skulpturaler Klangphänomene bezeichnet habe.

Die historische Untersuchung von Klangskulpturen diene der Einordnung des IKOs als Objekt und Klangprojektor in diesem Bereich. Der IKO war dabei nicht Hauptgegenstand der Untersuchung. Vielmehr ging es um das künstlerisch gesetzte (akustische) Feld und die Phänomene darin, die der IKO miterzeugt und deren Teil er ist. Der IKO hatte dabei eine Brennglasfunktion, weil er geeignet ist, Themen der Kompositions- und Aufführungspraxis im Bereich der Computermusik zuzuspitzen. D.h. ohne eine entsprechende Auseinandersetzung mit den Potentialen und Wirkungsweisen dieser Medientechnik kann ein SPS als gemeinsamer Raum der Wahrnehmung von Publikum, Wissenschaftlern und Komponisten nicht beschrieben und komponiert werden.

Einer Maschinerie der kollektiven, vernetzten und fremdbestimmten medialen Wahrnehmungsgestaltung, wie wir sie heute erleben, haben wir als Komponisten noch nie gegenüber gestanden. Was teilen wir also mit unserem Publikum, den Ingenieuren und Wissenschaftlern an Wahrnehmungen in medialen Räumen, und wie können wir Potentiale für ästhetische Erfahrungen überhaupt noch aufspüren und für die akustischen Künste nutzbar machen? Unvermeidbar scheint mir, dass wir bei dieser Frage zurückgeworfen werden auf unsere Hörorgane und die Reflexion des Erfahrenen und Erfahrbaren in situ. Wie dargestellt, entsteht in der Wahrnehmungssituation des akusmatischen Paradigmas ein eigener kultureller Kontext. Im Studio oder Labor Konzipiertes und Erlebtes wird nicht etwa im Sinne einer Diskretisierung des Vormaligen *wieder-gegeben*, vielmehr wird *Gegenwart* anders *erfahrbar* gemacht. Um die Suche nach den Formungsbedingungen für diesen ästhetischen Erfahrungszusammenhang zu unterstützen, habe ich aufgezeigt, dass sich der Raumbegriff im letzten Jahrhundert Disziplinen übergreifend grundlegend geändert hat, der Begriff in der Komposition von Computermusik jedoch stagniert und weitgehend unproduktiv ist. Unter Einbeziehung unterschiedlicher Ansätze des absoluten und relativen Raumbegriffs habe ich für diese Arbeit Kriterien der Raumbeschreibung herausgearbeitet, um den SPS und die darin möglichen Phänomene näher bestimmen zu können. Als Ergebnisse über den vorgelegten Text hinaus stehen die sechs Raum-Klangkompositionen mirage 1 - 6 zu Verfügung, die die Erkenntnisse aus dem Labor und der Kompositions- und Aufführungspraxis der letzten Jahre wiederum im *Klang als Raum* erfahrbar machen.

## Liste der Abbildungen

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 1: Der IKO mit Stativ und Verstärker, © Martina Kenji/izlog2015               | 19  |
| Abbildung 2: Iterativer Forschungsprozess, © gksh                                       | 23  |
| Abbildung 3: Installationsansicht Stele von Gerhard Eckel, © G. Eckel                   | 51  |
| Abbildung 4: Grafische Bühnendarstellung: Totem Acoustique, © M. Stroppa                | 52  |
| Abbildung 5: Übersicht der skulpturalen Körper-Raumbeziehungen, © gksh                  | 56  |
| Abbildung 6: Attribute räumlicher Erfahrung nach Kendall, [2010b] © G. Kendall          | 80  |
| Abbildung 7: Bedingungen der Komposition skulpturaler Klangphänomene im SPS             | 83  |
| Abbildung 8: IKO mit Reflektorschirm im Ligeti-Saal, MUMUTH Graz, 2014, © gksh          | 90  |
| Abbildung 9: IKO im Französischen Pavillon Zagreb, 2015, © Kristijan Smok/ izlog2015    | 92  |
| Abbildung 10: IKO in der Media Art Galerie Zagreb, 2015, © Kristijan Smok,/izlog2015    | 94  |
| Abbildung 11: IKO mit Reflektoren Im KUBUS des ZKM Karlsruhe, 2015 © Franz Zotter       | 95  |
| Abbildung 12: Grafik mit IKO in der rechteckigen Aufführungsvariante, © OSIL/Wendt      | 96  |
| Abbildung 13: IKO in der konkaven Aufführungsvariante, © OSIL/Wendt                     | 98  |
| Abbildung 14: Labor mit IKO, Abhörpositionen P1/P2, © OSIL/Wendt                        | 100 |
| Abbildung 15: Versuchsaufbau der Hörversuche 1- 3 mit IKO, © OSIL/Wendt                 | 107 |
| Abbildung 16a: Symbolwolke aller Antworten P1, © OSIL/Wendt                             | 108 |
| Abbildung 16b: Symbolwolke aller Antworten P2, © OSIL/Wendt                             | 108 |
| Abbildung 17a: Richtungen P1, © OSIL/Wendt                                              | 109 |
| Abbildung 17b: Richtungen P2, © OSIL/Wendt                                              | 109 |
| Abbildung 18a: 95% Konfidenzintervalle der Entfernung für alle Richtungen, © OSIL/Wendt | 110 |
| Abbildung 18b: Azimut-Winkel und Entfernung, © OSIL/Wendt                               | 110 |
| Abbildung 19a: Vollkreis mUsi von P2, © OSIL/Wendt                                      | 112 |
| Abbildung 19b: Halbkreis mUsi von P2, © OSIL/Wendt                                      | 112 |
| Abbildung 19c: Halbkreis gUsi von P2, © OSIL/Wendt                                      | 112 |
| Abbildung 20a: Distanz- und Amplitudenpanning P1, © OSIL/Frank                          | 114 |
| Abbildung 20b: Distanz- und Amplitudenpanning P2, © OSIL/Frank                          | 114 |
| Abbildung 21: Unterschiedliche Konturen der gleichen skulpt. Form, © Hann               | 129 |

## Liste der Tabellen

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1: Index der Etüden                                                              | 116 |
| Tabelle 2: Vorversuch 3 : Tripel für Monoversuch                                         | 117 |
| Tabelle 3: Vorversuch 3 - Stimuli mit ihrer jeweiligen Körper-Raumbeziehung (Monotripel) | 118 |
| Tabelle 4: Vorversuch 3 - Mono-Bewertungen der Probanden                                 | 118 |
| Tabelle 5: Höversuch 3 Stimulus-Zusammensetzung                                          | 120 |
| Tabelle 6: Alle Tripel von 1-6 mit dem jeweils aus der Gruppe abweichenden Stimulus      | 121 |
| Tabelle 7: Ergebnisse der Monotripel aus Hörversuch 3                                    | 121 |
| Tabelle 8: Ergebnisse der mit dem IKO spatialisierten Stimuli-Tripel                     | 121 |

## AUDIO

Alle Audioaufnahmen befinden sich auf beiliegender SD-Card und können online heruntergeladen werden (10 GB). Dateiformat: 44.1 KHz, 24 Bit, Wav, Impulsantworten Hörsaal Petersgasse 116, Graz, binaural gerenderte Stereo-Files.

## Liste der Kompositionen für den IKO

Pre-mirage: Kompositionen für den IKO vor dem hörerbasierten Forschungsprozess

([www.gksh.net/downloads/Pre\\_mirage.zip](http://www.gksh.net/downloads/Pre_mirage.zip)) oder SD-Karte

- 1.) grrawe, 10'37" (2010)
- 2.) firniss, 11'34" (2012)
- 3.) grafik unten, 18'06" (2014)

## mirage 1 - 6

([www.gksh.net/downloads/mirage1\\_6.zip](http://www.gksh.net/downloads/mirage1_6.zip)) oder SD-Karte

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.) mirage 1, 13'13"                                              | 142 |
| 5.) mirage 2, 8'31"                                               | 148 |
| 6.) mirage 3, 10'30"                                              | 152 |
| 7.) mirage 4, 7'39"                                               | 156 |
| 8.) mirage 5, 12'36"                                              | 161 |
| 9.) mirage 6, 12'14"                                              | 166 |
| 10.) (a) mirage 1, Zagreb, Impulsantworten Französischer Pavillon | 92  |
| 10.) (b) mirage 1, Zagreb, Impulsantworten Media Art Galerie      | 94  |

## Studien und Hörversuche

[[www.gksh.net/downloads/gksh\\_HV1\\_3.zip](http://www.gksh.net/downloads/gksh_HV1_3.zip)] oder SD-Karte

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 1.) Index der Miniaturen (I - III und 1 - 52, P1/P2) | 101 |
| 2.) Hörversuch 1 Stimuli (1 - 6, P1/P2)              | 108 |
| 3.) Hörversuch 2 Stimuli (1 - 4, P1/P2)              | 111 |
| 4.) Vorversuch 3 Monotripel (1- 9)                   | 117 |
| 5.) Hörversuch 3 Stimulitripel (1 - 6, P1/P2)        | 120 |
| 6.) Hörversuch 3 Monotripel (1 - 6)                  | 121 |

## Hörbeispiele

Die Hörbeispiele sollen der direkten Erklärung der jeweiligen Begriffe und der Orientierung im Text dienen. Unter dem jeweiligen Stichwort finden sich weitere Anwendungen im Index der Miniaturen und den Analysen von mirage 1 - 6.

[[www.gksh.net/downloads/HB.zip](http://www.gksh.net/downloads/HB.zip)] oder SD-Karte

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Hörbeispiel 1: <i>Spatialisierung 1. Ordnung</i> - mirage 2/T4: 6:21- 6:45        | 82  |
| Hörbeispiel 2: <i>Spatialisierung 1. Ordnung</i> - mirage 1/T2: 2:50 - 3:23       | 82  |
| Hörbeispiel 3: <i>Hörperspektiven</i> - Miniatur 12 oder 23 jeweils von P1 und P2 | 125 |
| Hörbeispiel 4: <i>Hörperspektiven</i> - mirage 4/T1: 0:00 - 1:40 von P1 und P2    | 125 |
| Hörbeispiel 5: <i>Aufmerksamkeitswechsel</i> - mirage 6/T4: dort 9:40 - 12:10     | 127 |
| Hörbeispiel 6: <i>Aufmerksamkeitswechsel</i> - mirage 5/T2: 1:55 - 3:35           | 127 |
| Hörbeispiel 7: <i>Plastizität hoch</i> - mirage 3/T1: 3:23 - 3:49                 | 128 |
| Hörbeispiel 8: <i>Plastizität gering</i> - mirage 3/T1: 0:00 - 0:04               | 128 |
| Hörbeispiel 9: <i>Veränderung der Plastizität</i> - mirage 2/T3: 3:56 - 5:41      | 128 |
| Hörbeispiel 10: <i>konturgleich</i> - mirage 5/T6: 9:14 - 9:38 P1 vs. P 2         | 130 |
| Hörbeispiel 11: <i>stark konturiert</i> - mirage 5/T2: 1:55 - 3:36 P1 vs. P 2     | 130 |
| Hörbeispiel 12: <i>Echolokation 1. Ordnung</i> - grrawe 0:00 - 0:53.              | 131 |
| Hörbeispiel 13: <i>Echolokation 1. Ordnung</i> - mirage 1/T3: 3:23 - 4:16         | 132 |
| Hörbeispiel 14: <i>Echolokation 1. Ordnung</i> - mirage 4/T4: 7:12 - 7:38         | 132 |
| Hörbeispiel 15: <i>Echolokation 2. Ordnung</i> - mirage 2/T3: 4:21 - 5:24         | 133 |
| Hörbeispiel 16: <i>Echolokation 2. Ordnung</i> - mirage 5/T1: 0:07 - 0:36         | 133 |
| Hörbeispiel 17: <i>Echolokation 2. Ordnung</i> - mirage 5/T2: 3:44 - 3:55         | 133 |
| Hörbeispiel 18: <i>Leuchtturm</i> - Miniaturen 22, 31, 40                         | 134 |

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Hörbeispiel 19: <i>Spatial Beating</i> - Miniaturen 2, 8, 49                                | 134 |
| Hörbeispiel 20: <i>Spatial Beating</i> - mirage 3/T1(b): 2:25 - 3:18, dort bei 3:00         | 134 |
| Hörbeispiel 21: <i>Großplastik</i> - mirage 3/T4: 8:58-10:20                                | 137 |
| Hörbeispiel 22: <i>Kleinplastik</i> - mirage 3/T3(b): 7:55 - 8:55                           | 137 |
| Hörbeispiel 23: <i>Übergang von Großplastik zur Kleinplastik</i> - mirage 5/T6: 11:16-12:05 | 137 |

#### Liste der Download-Links:

[www.gksh.net/downloads/Indx\\_Miniaturen.zip](http://www.gksh.net/downloads/Indx_Miniaturen.zip)  
[www.gksh.net/downloads/Pre\\_mirage.zip](http://www.gksh.net/downloads/Pre_mirage.zip)  
[www.gksh.net/downloads/gksh\\_HV1\\_3.zip](http://www.gksh.net/downloads/gksh_HV1_3.zip)  
[www.gksh.net/downloads/mirage1\\_6.zip](http://www.gksh.net/downloads/mirage1_6.zip)  
[www.gksh.net/downloads/HB.zip](http://www.gksh.net/downloads/HB.zip)  
[www.gksh.net/downloads/Zagreb\\_GAL\\_PAV.zip](http://www.gksh.net/downloads/Zagreb_GAL_PAV.zip)

#### SD-Karte:

Die der Arbeit beigelegte SD-Karte enthält alle Kompositionen und Audio-Beispiele. Es handelt sich durchweg um binaurale Renderings oder binaurale Aufzeichnungen. Bitte beim Abhören unbedingt einen Kopfhörer verwenden.

#### Ordnerstruktur:

##### A

- 01: Index der Miniaturen, alle Miniaturen von zwei Abhörpositionen (P1/P2)
- 02: Alle Stimuli der Hörversuche 1 und 2, sowie aus Vorversuch 3 und Hörversuch 3
- 03: Alle im Text an den entsprechenden Stellen aufgeführten Hörbeispiele (1- 23)
- 04: Die Kompositionen grrawe, firniss und grafik unten, die für den IKO vor der hörerbasierten Forschung entstanden sind.
- 05: Die im Forschungsprozess entstandenen Kompositionen mirage 1- 6
- 06: Das Stück mirage 1 in zwei Raumversionen: Binaurales Rendering mit den Impulsantworten des Französischen Pavillons Zagreb und den Impulsantworten der Media Art Galerie Zagreb.

##### B

Als weiterer Nachweis meiner raumforschenden, künstlerischen Tätigkeiten im Zeitraum der Dissertation ohne den IKO befinden sich zusätzlich auf der SD-Karte:

- 07: Dokumentation (PDF) der Gebäude-Klangkomposition {kA}: keine Ahnung von Schwerkraft, eine Auftragskomposition der Musikbiennale Zagreb 2015.
- 08: Audio-Dokumentationen der Gebäude-Klangkomposition Zagreb 2015.

## Bibliographie

[Adair et al., 2008]: Adair, S., Alcorn, M., Corrigan, C., „A Study into the Perception of Envelopment in Electroacoustic Music“, School of Music and Sonic Arts, Queen’s University, Belfast, 2008.

[Saint-Arnaud, 1995]: Saint-Arnaud, N., „Classification of sound textures.“ Master’s thesis, MIT Media Lab, Cambridge, MA, USA, 1995.

[Arnheim, 1974]: Arnheim, R., „Visual Thinking“, University of Los Angeles Press, 1954, (überarbeitete Ausgabe 1974).

[Augoyard, 2006]: Augoyard, J.F., „Sonic Experience: A guide to every day sounds“, McGill Queens Univ. Print, 2006.

[Augè, 1994]: Augé, M., „Orte und Nicht-Orte“, 1994, C.H. Beck Neuauflage, 2012.

[Auslander, 2008]: Auslander, P., „Liveness, Performance in a Mediatized Culuture“, New York 1999 ( 2008, überarbeitete Ausgabe).

[Badura et al., 2015]: Badura, J. u.a., „Künstlerische Forschung, Ein Handbuch“, Diaphanes, 2015.

[Barrett, 1990]: Barrett, N., „Spatio-musical Composition Stratagies“, Organized Sound, Vol. 7(3), 2003.

[Barrett/Otondo, 2007]: Barrett, N. and Otondo, F. „Creating Sonic Spaces: an interview with Natasha Barrett“, Computer Music Journal, Vol. 31(2), pp. 10-19, 2007.

[Barrett, 2010]: Barrett, N., „Ambisonics and Acousmatic Space: a Composer’s Framework for investigating Spatial Ontology“, Proceedings, 6th EMS 2010.

[Baschet, 1968]: Baschet, B., „Structures sonores“, in: Leonardo Jg. 1 (October 1968), H. 4, S. 393–403.

[Baschet/Baschet, 1987]: Baschet, F., Baschet, B., „Sound Sculpture: Sounds, Shapes, Public Participation, Education“, in: Leonardo Jg. 20 1987], H. 2, S. 107–114, 1987.

[Bates, 2009]: Bates, E., „The Composition and Performance of Spatial Music“, PhD Arbeit, 2009, University of Dublin.

[Bayle,1989], Bayle, F., „Image-of-Sound, or I-Sound: Metaphor/Metaform“, Contemporary Music Review 4(1): 165–70,1989.

[Bayle, 2007]: Bayle, F., „Space, and more“, Organised Sound 12(3): 241 - 249, 2007.

[LaBelle, 2006]: LaBelle, B., Background Noise: Perspectives on Sound Art, Bloomsbury Academic, 2006.

[Berg/Rumsey, 2003]: Berg, J. and Rumsey, F., „Systematic Evaluation of Perceived Spatial Quality“, Proceedings of the AES 24th International Conference. 26–28 June, Banff: 184–98, 2003.

[Berg/Rumsey, 2006]: Berg, J. and Rumsey, F., „Identification of quality attributes of spatial audio by repertory grid technique“, Journal of the Audio Engineering Society, JAES, 54(5):365–379. 2006.

[Bech/Zacharov, 2006]: Bech, S. and Zacharov, N., „Perceptual Audio Evaluation.“ Wiley, 2006.

[Blackburn, 2011]: Blackburn, M., „The visual sound-shapes of spectromorphology: an illustrative guide to composition“, Organised Sound, vol. 16, no. 1, pp. 5 – 13, 2011.

[Blauert/Col, 1992]: Blauert, J. and Col, J.P., „Irregularities in the Precedence Effect.“ In Y. Cazals, L. Damany and K. Horner (Hg.), Auditory Physiology and Perception. Oxford: Pergamon Press, 531–38, 1992.

[Blauert, 1997]: Blauert, J., „Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localisation“, MIT Press, 1997.

[Blessner/Salter, 2006]: Blessner, B., Salter, L., „Spaces Speak, Are You Listening?“ Experiencing Aural Architecture. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2006.

[Bloom, 1977]: Bloom, P.J., „Creating Source Elevation by Spectral Manipulation“, Journal of the Audio Engineering Society 25: 560–5, Bloom.

[Borgdorff, 2012]: Borgdorff, H., „The Conflict of the Faculties, Perspectives on Artistic Research and Academia“, Leiden University Press, 2012.

[Born, 2015]: Born, G., Music, „Sound and Space Transformations of Public and Private Experience“, University of Oxford, 2015.

[Boulez, 1971 (1963)]: Pierre, B., „Boulez on music today“, [Musikdenken / Penser la musique aujourd’hui.] Translated by Susan Bradshaw and Richard Rodney Bennett. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. S. 83–84. 1971 (1963).

[Braasch et al., 2003]: Braasch, J., Blauert, J. and Djelani, T., „The Precedence Effect For Noise Bursts of Different Bandwidths“, I. Psychoacoustic data. Acoustical Science and Technology 24(5): 233–41, 2003.

[Brandstätter, 2013]: Brandstätter, U., „Erkenntnis durch Kunst“, Theorie und Praxis der ästhetischen Transformation, Böhlau Verlag, 2013.

[Brecht/Paland, 2015]: Brecht, M., Ralph, P. (Hg.), „Kompositionen für hörbaren Raum“, Die frühe elektroakustische Musik und ihre Kontexte, 2015.

[Bregman, 1990]: Bregman, A. S., „Auditory Scene Analysis“, 196-200, pp. 204-250; 455-490, MIT Press; 1990.

[Brewster, 1999]: Brewster, M., „Where, There or Here“, An essay about sound as sculpture, in: „Site of Sound: of Architecture and the Ear“, (Hg.) Brandon LaBelle und Steve Roden, Errant Bodies Press in Association with Smart Art Press, 1999.

[Brown et al., 2015]: Brown, A. D., Stecker, G. C., und Tollin, D. J., "The Precedence Effect in Sound Localization." *Journal of the Association for Research in Otolaryngology* 16(1):1–28, 2015.

[Brungart et al, 1999]: Brungart, D. S. und Rabinowitz, W. M., "Auditory localization of nearby sources. Head-related transfer functions", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 106(3), 1999.

[Brüstle, 2009]: Brüstle, Chr., „Klang als performative Prägung von Räumlichkeiten“. In: *Kommunikation, Gedächtnis, Raum*. Transcript Verlag, Bielefeld, 2009.

[Cabrera et al., 2005]: Cabrera, D., Ferguson, S., Tilley, S. and Morimoto, M., „Recent Studies on the Effect of Signal Frequency on Auditory Vertical Localization“. In *Proceedings of ICAD 05-Eleventh Meeting of the International Conference on Auditory Display*, Limerick, Ireland, 1–8, 2005.

[Cabrera/Morimoto, 2007]: Cabrera, D., Morimoto, M., „Influence of Fundamental Frequency and Source Elevation on the Vertical Localization of Complex Tones and Complex Tone Pairs“. *Journal of Acoustical Society of America* 122(1): 478–88, 2007.

[Cabrera/Tilley, 2003]: Cabrera, D.; Tilley, S., „Parameters for Auditory Display of Height and Size“. In *Proceedings of the 2003 International Conference on Auditory Display*, Boston, MA: 29–32.

[Certeau, 1980]: Certeau, M., „*Invention du Quotidien*.“ Vol. 1, *Arts de Faire*, Paris 1980 [deutsch: „*Kunst des Handelns*“, Merve Verlag, Berlin 1988].

[Chion, 1988]: Chion, M., „*Les deux espaces de la musique concrète*.“ In: Dhomont, F., *l'espace du son*. Bruxelles: Musiques et recherches, 1988.

[Chion, 2009]: Chion, M., „*Guide To Sound Objects. Pierre Schaeffer and Musical Research*“. Trans. J. Dack and C. North. Orig: Chion, M. [1983] *Guide des Objets Sonores: Pierre Schaeffer et la Recherche Musicale*. Paris: Buchet/Chastel and INA, 2009.

[Chion, 2010]: Chion, Michel: *Die Kunst fixierter Klänge - oder die Musique Concrètement* Verlag: Merve , 2010: Orig 1991 bei Metankin Fontaine.

[Choisel/Wickelmaier, 2007]: Choisel, S., Wickelmaier, F., "Evaluation of multichannel reproduced sound: Scaling auditory attributes underlying listener preference", *JASA*, no. 121, 2007.

[Chowning, 1971]: Chowning, J., "The simulation of moving sound sources", *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 19, pp. 2–6, 1971.

[Le Corbusier, 1946]: Le Corbusier, "L'espace indicible", in: *Architecture Culture 1943-1968*, ed. Joan Ockman, 66-67 [New York: Columbia Books on Architecture, 1993 [1946]].

[Daniel et al, 1998]: Daniel, J., Rault, J. and Polack, J. D., "Ambisonics Encoding of Other Audio Formats for Multiple Listening Conditions", *Proceedings of the 105th Convention of the Audio Engineering Society*, Preprint 4795, 1998.

[Daniel et al, 1999]: Daniel, J., Nicol, R. and Moreau, S, "Further Investigations of High Order Ambisonics and Wavefield Synthesis for Holophonic Sound Imaging", Proceedings of the 114th Convention of the Audio Engineering Society, Preprint 5788, 1999.

[Daniel, 2003]: Daniel, J., "Spatial Sound Encoding Including Near Field Effect: Introducing Distance Coding Filters and a Viable, New Ambisonic Format", Proceedings of the 23rd International Conference of the Audio Engineering Society, 2003.

[Delalande, 2003]: Delalande, F., „Sense and Intersensoriality“, Leonardo, 36 (4): 313–316, 2003.

[Delalande, 2007]: Delalande, F., „The technological era of ‘sound’: a challenge for musicology and a new range of social practices“, Organised Sound, 12(3):251–258, 2007.

[Dyson, 2010]: Dyson, J. B., „Auditory Organization“, in: Plack, C. J. (Hg.) Oxford Handbook of Auditory Science. Vol 3. Oxford: OUP: 177-206, 2010.

[Edward/Bourbeau, 2005]: Edwards, G., Bourbeau, M.L., „Image schemata - a guiding principle for multi-modal expression in performance design“, International Journal of Performance Arts and Digital Media, Volume 1, Number 3, pp. 189 - 206., Intellect Ltd 2005.

[Eimert, 1954]: Eimert, H., „Der Komponist und die elektronischen Klangmittel“, Das Musikleben, vol. 7, pp. 242 – 245, 1954. 1998.

[Ellberger et al., 2014]: Ellberger, E., Toro Pérez, G., Schuett, J., et al, "Spatialization Symbolic Music Notation at ICST", in: Proceedings ICMC/SMC 2014 Athens, pp. 1120-25, 2014.

[Ellberger et al., 2015]: E. Ellberger, E., Toro Pérez, G., Schuett, J., et al., "A Paradigm for Scoring Spatial Notation", in: Proceedings First International Conference on Technologies for Music Notation and Representation TENOR 2015, Paris, pp. 99-102, 2015.

[Emmerson, 1986]: Emmerson, S., "The relation of language to materials", The Language of Electroacoustic Music, pp. 20-24, Macmillan Press, 1986.

[Emmerson, 1986]: Emmerson, S., „The Language of Electroacoustic Music“. Palgrave Macmillan, 1986.

[Emmerson, 1998]: Emmerson, S., 1998. „Aural Landscape: Musical Space“. Organised Sound 3(2): 135–40.

[Emmerson, 2007]: Emmerson, S. „Living Electronic Music“, Ashgate Publishing Limited, 2007.

[Emmerson, 2015]: Emmerson, S. „Local/Field and Beyond, The Scale of Spaces“, in: Brech, M, Ralph, P. (Hg.), Kompositionen für hörbaren Raum, Die frühe elektroakustische Musik und ihre Kontexte, 2015.

[Ettlinger, 2009]: Ettlinger, D., „A Musically Motivated Approach to Spatial Audio for Large Venues“. PhD Dissertation. Evanston, IL, Northwestern University, 2009.

- [Feldman 1981]: Feldman, M., „Crippled Symmetry“, RES 2 Autumn 1981 — Anthropology and Aesthetics, pp. 91 – 103.
- [Fennely, 1968]: Fennely, B. L., “A descriptive notation for electronic music,” Ph.D. Dissertation, Yale University, 1968.
- [Flückiger, 2006]: Flückiger, B., „Sound Design: Die virtuelle Klangwelt des Films“, 3. Ausgabe, Schüren Verlag GmbH, 2006.
- [Frank et al., 2008]: Frank, M., Zotter, F., Sontacchi, A., “Localization Experiments Using Different 2D Ambisonics Decoders”, 25th Tonmeistertagung – VDT International Convention, 2008.
- [Frank et al., 2010]: M. Frank, L. Mohr, A. Sontacchi, and F. Zotter, “Flexible and intuitive pointing method for 3-D auditory localization experiments,” in AES 38th Int. Conf., 6, 2010.
- [Frank, 2013]: Frank, M., “Phantom sources using multiple loudspeakers in the horizontal plane,” Ph.D. Dissertation, University of Music and Performing Arts, Graz, 2013.
- [Frank et al., 2015]: Frank, M., Sharma, G. K., Zotter F., „What we already know about spatialization with compact spherical arrays as variable-directivity loudspeakers“, Proceedings InSonic 2015, Karlsruhe 2015.
- [Field, 2001]: „Sound Diffusion in Composition and Performance Practice II: An Interview with Ambrose Field“, Computer Music Journal, 25:4, pp. 21 – 30, 2001 Massachusetts Institute of Technology. S. 29
- [Gertich, 1999]: Gertich, F., „Klangskulpturen, Erste Annäherung - drei klassische Positionen“, Handbuch der Musik im 20. Jahrhundert, Bd.12, Laaber Verlag 1999, Klangkunst.
- [Gerthsen/Meschede, 2010]: Gerthsen, C., Meschede, D., „Gerthsen Physik“. Springer-Lehrbuch, 2010.
- [Getzmann/Lewald, 2007]: Getzmann, S., und J. Lewald., “Localization of moving sound.” Perception & Psychophysics 69(6):1022 – 1034, 2007.
- [Gloy 2005]: Gloy, K., „Typologie der Räume - eine Phänomenologie“, in Musik und Raum, Chronos 2005.
- [Godøy, 2010]: Godøy, R. I., „Images of Sonic Objects“, Organised Sound 15(1): 54 – 62, 2010.
- [González-Arroyo, 2012]: González-Arroyo, R., „Towards a plastic sound object“, Raum: Konzepte in den Künsten, Kultur- und Naturwissenschaften, Nomos Verlag, Baden-Baden 2012.
- [Griesinger, 2009]: Griesinger, D., “The importance of the direct to reverberant ratio in the perception of distance, localization, clarity, and envelopment (auditory engagement)”, Proceedings of the 126th Audio Engineering Society Convention, 2009.

[Grill, 2012]: Grill, T., Perceptually informed organization of textural sounds, Ph.D. dissertation, University for Music and Performing Arts Graz, Austria, June 2012.

[Gröhn, 2002]: Gröhn, M., „Localization of a Moving Virtual Sound Source in a Virtual Room, the Effect of a Distracting Auditory Stimulus“, Proceedings of the 2002 International Conference on Auditory Display, 2002.

[Haas, 1951]: Haas, H., „On the Influence of a Single Echo on the Intelligibility of Speech“. Acta Acustica 1: 49–58, 1951.

[Hann, 2015] Hann, D., „Plastik und Skulptur“, in Park Körner, Bildende Kunst - theoretische Grundlagen des Plastischen Gestaltens, Digitale Schulbücher, 2015.

[Harenberg, 2012]: Harenberg, M., „Virtuelle Instrumente im akustischen Cyberspace - Zur musikalischen Ästhetik des digitalen Zeitalters“, Transcript Verlag, 2012.

[Harley, 1994]: Harley, A.M., „Space and Spatialization in Contemporary Music: History and Analysis, Ideas and Implementations“, McGill, PhD Dissertation 1994 [Moonrisepress].

[Hartmann, 1983]: Hartmann, W. M., „Localization of Sound in Rooms“, Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 74, pp. 1380-1391, 1983.

[Hartmann et al., 1985]: Hartmann, W. M., Rakerd, B., „Localization of Sound in Rooms II: The Effects of a Single Reflecting Surface“, Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 78, 524-533, 1985.

[Hartmann et al., 1989]: Hartmann, W. M., Rakerd, B., „Localization of sound in rooms IV: The Franssen effect“, Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 86(4), pp. 1366-1373, 1989.

[Harrison 1999a]: Harrison, J., „Sound, Space, Sculpture: Some Thoughts on the 'What', 'How' and 'Why' of Sound Diffusion“. Organised Sound 3(2): 117–27, 1999.

[Harrison, 1999b]: Harrison, J., „Diffusion: theories and practices, with particular reference to the BEAST system“, [http://econtact.ca/2\\_4/Beast.htm](http://econtact.ca/2_4/Beast.htm), ix, 1991 [zuletzt eingesehen Juni 2016]

[Heister, 1996]: Heister, H. W., „Stichwort „Konzertwesen“, in Ludwig Finscher (Hg); Die Musik ist die Geschichte der Gegenwart, Allgemeine Enzyklopädie der Musik. Kassel: Bärenreiter, 1996.

[Henriksen, 2002]: Henriksen, F. E., „Space in Electroacoustic Music: Composition, Performance and Perception of Musical Space“, Doctoral thesis, City University, London, 2002.

[Helmholtz, 1865]: Helmholtz, H., „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“, Friedrich Vieweg Verlag, 1865

[v. Huene, 1980]: v. Huene, St., in „Für Augen und Ohren. Von der Spieluhr zum akustischen Environment, Objekte, Installationen - Performances“, Akademie-Katalog 127, Akademie der Künste Berlin 1980, S. 143.

[Hindrichs, 2014]: Hindrichs, G., „Die Autonomie des Klangs“, Suhrkamp 2014.

[Hirst, 2011]: Hirst, D., "From sound shapes to space-form: investigating the relationships between Smalley's writings and works," *Organised Sound*, vol. 16, no. 1, 42 – 53, 2011.

[Ihde, 1990]: Ihde, D., „Technology and the Lifeworld: From Garden to Earth“. The Indiana series in the philosophy of technology. Indiana University Press [1990].

[Ihde, 2007]: Ihde, D., „Listening and Voice, Phenomenologies of Sound“, State University of New York Press, 2007.

[Jessel, 99]: Jessel, M., *Acoustique Theorique: Propagation et Holophonie*. Masson, Paris, 1973. 1999

[Lakoff/Johnson, 1980]: Johnson, M. und Lakoff, G., „Metaphors We Live By“. Chicago: University of Chicago, 1980.

[Johnson, 1987]: Johnson, M., „The Body in The Mind“. Chicago: University of Chicago, 1987.

[Johnson, 2007]: Johnson, M., „The Meaning of the Body: Aesthetics of Human Understanding.“ Chicago: University of Chicago, 2007.

[Kaegi, 1967]: Kaegi, W., „Was ist elektronische Musik?“, Orell Füssli Verlag, Zürich 1967.

[Kane, 2007]: Kane, B., „L'Objet Sonore Maintenant: Pierre Schaeffer, sound objects and the phenomenological reduction“, *Organised Sound* 12(1), 2007.

[Katz, 2004]: Katz, M., *Capturing Sound*, University of California Press, 2004.

[Kendall, 2008]: Kendall, G. S., „What is an Event?“ In *Proceedings of EMS08*, Paris, June 2008.

[Kendall/Ardilla, 2008]: Kendall, G. S., and M. Ardila. 2008. The Artistic Play of Spatial Organization: Spatial Attributes, Scene Analysis and Auditory Spatial Schemata, *Lecture Notes in Computer Science: Computer Music Modeling and Retrieval. Sense of Sounds*, volume 4969. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, pp. 125–138.

[Kendall, 2010a]: Kendall, G. S., „Meaning in Electroacoustic Music and the Everyday Mind.“ *Organised Sound* 15(1): 63–74, 2010.

[Kendall, 2010b]: Kendall, G. S., „Spatial Perception and Cognition in Multichannel Audio for Electroacoustic Music. *Organised Sound* 15(3): 228–238, 2010.

[Kingdom/Prins, 2010]: Kingdom, F., and Prins, N., „Psychophysics: a practical introduction.“, 2010.

[Kirchberg, 2009]: Kirchberg, V., „Annäherung an die Konzertstätte, Eine Typologie der (Un-)Gewöhnlichkeit“, in: Tröndle, M. (Hg.). *Das Konzert, Neue Aufführungskonzepte für eine klassische Form*, transcript, Bielefeld 2009.

[Kim-Cohen, 2009]: Kim-Cohen, S., *In the Blink of an Ear, Toward a Non-Cochlear Sonic Art*, Continuum 2009.

[Klant/Walch, 2003]: Klant, M.; Walch, J., Plastik Skulptur Objekt, Grundkurs Kunst, Westermann Schroedel Diesterweg Verlag, 2003.

[Krämer, 2011]: Krämer, T., „Skulptur und Plastik: Werkbetrachtungen von der Antike bis zur Gegenwart“, Klett, Februar 2011.

[Krauss, 1979]: Krauss, R., „Sculpture in the Expanded Field“, October, Vol. 8. (Spring, 1979), pp. 30-44. October is currently published by The MIT Press.

[Kronlachner, 2014]: Kronlachner, M., Plug-in Suite for Mastering the Production and Playback in Surround Sound and Ambisonics, [http://www.matthiaskronlachner.com/wp-content/uploads/2013/01/kronlachner\\_aes\\_studentdesigncompetition\\_2014.pdf](http://www.matthiaskronlachner.com/wp-content/uploads/2013/01/kronlachner_aes_studentdesigncompetition_2014.pdf)

[Laban, 1991]: von Laban, R., „Choreutic: Grundlagen der Raum-Harmonielehre des Tanzes“, Verlag Florian Noetzel, 1991.

[Laitinen et al., 2015]: Laitinen, M.-V., Politis, A., Huhtakallio, I., Pulkki, V., „Controlling the perceived distance of an auditory object by manipulation of loudspeaker directivity.“ Journal of the Acoustical Society of America 137(6):EL462-EL468, 2015.

[Lakoff, 1987]: Lakoff, G., „Women, fire, and dangerous things“, The University of Chicago Press, 1987.

[Lakoff/Johnson, 1999]: Lakoff, G. und Johnson, M., Philosophy in the Flesh: the Embodied Mind and its Challenge to Western Thought. New York: Basic Books, 1999.

[Liebe 1958]: Liebe, A., „Die Leistung der deutschen Sprache zur Wesensbestimmung des Tones. Eine systematisch-historische Untersuchung an Toneigenschaftsbezeichnungen,“ 1958, Doktorarbeit.

[Landy, 2007]: Landy, L., „Understanding the Art of Sound Organization“. The MIT Press, 2007.

[Lefebvre, 1974]: Lefebvre, H., „Die Produktion des Raums“, in: Dünne, J./ Günzel, St. (Hrsg.); Raumtheorie. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften; Suhrkamp Taschenbuch Verlag; Frankfurt am Main, 2006.

[Leitfeld, 1986]: Leitfeld, D. , „Performances zur Sprache bringen.“ transcript, 1986.

[Leitner, 1986]: Leitner, B., „Sound / Space“, Hatje Cantz Verlag, 1998.

[Leitner, 2003]: Leitner, B., „Kopfräume“, Audio CD mit 16 Stücken und Booklet, Hatje Cantz Verlag, 2003.

[Lindau et al. 2014]: Lindau, A., Erbes, V., Lepa, S., Maempel, H.-J., Brinkman, F., and Weinzierl, S., „A spatial audio quality inventory for virtual acoustic environments [SAQI],“ in EAA Joint Symposium on Auralization and Ambisonics, Berlin, April 2014.

[Litovsky et al, 1999]: Litovsky, R. Y., Colburn, H. S, Yost, W. A., Guzman, S. J., „The Precedence Effect“, Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 106(4), 1633-1654, 1999.

[Löw, 2000]: Löw, M., „Raumsoziologie“, Suhrkamp, 2000.

- [Lucier, 2005]: Lucier, A., „Reflexionen“. Interviews, Notationen, Texte. 2., erweiterte Auflage, MusikTexte, Köln 2005, S. 304–307 (Verbalnotation) und S. 74–85 (Interview).
- [Lyon, 2008]: Lyon, E. „Spatial Orchestration.“ In Proceedings of the 5th Sound and Music Computing Conference. Berlin, Germany: Universitätsverlag der TU Berlin.
- [Malham, 2001]: Malham, D. G.: Toward Reality Equivalence in Spatial Sound Diffusion. Computer Music Journal 25:4, 2001.
- [Malham, 2003]: Malham, D. G., „Higher order Ambisonic systems“, abstracted from „Space in Music - Music in Space“, M. Phil. Thesis, University of York, 2003.
- [Marentakis et al., 2014]: Marentakis, G., Zotter, F., Frank, M., „Vector-based and ambisonic amplitude panning: A comparison using pop, classical, and contemporary spatial music“, in EAA Joint Symposium on Auralization and Ambisonics, Berlin, April 2014.
- [Mason, 2002]: Mason, R., „Elicitation and measurement of auditory spatial attributes in reproduced sound“. PhD Thesis, University of Surrey, 2002.
- [Maute, 2006]: Maute, D., „Technische Akustik und Lärmschutz“, Hanser Verlag, 2006.
- [McKinnon, 2016]: McKinnon, D., Experiencing Liveness in Contemporary Performance: Interdisciplinary Perspectives, Routledge Advances in Theatre & Performance Studies, 2016.
- [McLuhan, 1968]: McLuhan, Marshall: Die magischen Kanäle, Understanding Media, Düsseldorf 1968.
- [Merleau-Ponty, 1966 (1945)]: Merleau-Ponty, M., „Phänomenologie der Wahrnehmung“. Berlin: de Gruyter 1966 [Paris 1945], 339).
- [Mershon et al, 1975]: Mershon, D. H. and King, L. E.. „Intensity and reverberation as factors in the auditory perception of egocentric distance“, Perception & Psychophysics, Vol. 18, 409-415, 1975.
- [Mershon, 1997]: Mershon, D. H., „Phenomenal geometry and the measurement of perceived auditory distance“, Chapter 13, in Binaural and Spatial Hearing in Real and Virtual Environments, Lawrence Erlbaum Assoc., 257-274, 1997.
- [Meyer-Eppler, 1949]: Meyer-Eppler, W., „Elektronische Klangerzeugung: Elektronische Musik und synthetische Sprache“, Bonn: Ferdinand Dümmlers, 1949.
- [Misdariis et al., 2001]: Misdariis, N., Nicolas, N., Warusfel, O., Caussé, R., I.R.C.A.M - Centre Georges Pompidou: Radiation Control on Multi-Loudspeaker Device: La Timée. <http://architexte.ircam.fr/textes/Misdariis01a/index.pdf>, 2001
- [Moore, 1983], Moore, F. R., „A General Model for Spatial Processing of Sounds“, Computer Music Journal, Vol. 7, 6–15, 1983.

[Morimoto, 2001]: Morimoto, M., „How can Auditory Spatial Impression be Generated and Controlled?“, Proceedings of the International Workshop on Spatial Media, 2001.

[de la Motte-Haber, 1991]: de la Motte-Haber, H.(1991), „Ich möchte am liebsten dreieckige Musik machen..., Aspekte musikalischer Raumwahrnehmung“, Positionen, Nr. 8: Musik und Raum, Nauck-Wicke, Gisela (edit.), 1991

[Nauck, 1997]: Nauck, G., „Musik im Raum – Raum in der Musik“, 8 Beihefte zum Archiv für Musikwissenschaft Band XXXVIII. 1997.

[Nattiez, 1980]: Nattiez, J. J., „Music and Discourse: Toward a Semiology of Music“, Princeton University Press, New Jersey, 1980.

[Nystrøm, 2011]: Nystrøm, E., „Textons and the Propagation of Space in Acousmatic Music“. Organised Sound 16(1): 14–26. 2011.

[Nystrøm, 2013]: Nystrøm, E., „Topology of spatial texture in the acoustic medium“, Ph.D. dissertation, City University London, 2013.

[Otondo, 2007]: Otondo, F., „Creating Spaces: An Interview with Natasha Barrett.“ Computer Music Journal 31(2):10–19, 2007.

[Otondo, 2008]: Otondo, F., „Contemporary Trends in the Use of Space in Electroacoustic Music.“ Organised Sound 13(1): 77–81, 2008

[Ojala, 2009]: Ojala, J., „Space in Musical Semiosis, An Abductive Theory of the Musical Composition Process“, Acta Semiotica Fennica XXXIII, Approaches to Musical Semiotics 12, International Semiotics Institute at Imatra, Semiotic Society of Finland, 2009.

[Papenburg/Schulze]: Papenburg, J.G., Schulze, H., „Fünf Begriffe des Klangs, Disziplinierung und Verdichtung der Soundstudies“, Positionen 86, Berlin, 2011.

[Pasoulas, 2010]: Pasoulas, A., The Perception of Timescales in Electroacoustic Music. PhD Thesis, City University, London, 2010.

[Pasoulas, 2011]: Pasoulas, A., Temporal associations, semantic content and source bonding, Organised Sound, vol. 16, No. 1, 2011.

[Patton, 2007]: Patton, K., „Morphological notation for interactive electroacoustic music“, Organised Sound 12(2), pp. 123-128, 2007.

[Pedersen, 2011]: Pedersen, M., „Transgressive sound surrogacy, Organised Sound“, vol. 16, no. 1, pp. 27 – 35, 2011.

[Peters, 2010]: Peters, N., „Sweet [re]production: Developing sound spatialization tools for musical applications with emphasis on sweet spot and off-center perception“. PhD-Arbeit, McGill, 2010.

[Peters et al. 2011]: Peters, N., Marentakis, G., McAdams, St., „Current Technologies and Compositional Practices for Spatialization: A Qualitative and Quantitative Analysis“, Computer Music Journal, 35:1, pp. 10–27, Spring 2011.

[Pratt, 1930]: Pratt, C. C., „Spatial Character of High and Low Tones“. *Journal of Experimental Psychology* 13: 278–85, 1930.

[Rakerd/Hartmann, 1986]: Rakerd, B., Hartmann, W.H., „Localization of Sound in Rooms. III. Onset and Duration Effects“. *Journal of the Acoustical Society of America* 80(6): 1, 695–706, 1986.

[Ratcliff, 1974]: Ratcliff, P. A., "Properties of Hearing Related to Quadrophonic Reproduction", BBC Research Department Report, BBC RD 38, 1974.

[Rawson, 1997]: Rawson, Philip S., „Sculpture“, University of Pennsylvania Press, 1997.

[Rebentisch, 2015]: Rebentisch, J., „Theorien der Gegenwartskunst - zur Einführung“, Junius, 2015.

[Reed 2008]: Reed, T., „Planes of discourse in fixed media electroacoustic music: a comparative study and application of analytical approaches and three movements for string orchestra“, Ph.D. Dissertation, University of Florida, 2008.

[Reither et al. 2016]: Reither, S., Sharma, G.K., Bergmann, N., „Wie klingt ein Raum? Inszenierung von Räumen durch Aneignung und Choreographie von architektonischem Klangmaterial“, in: *Bewegungsmaterial - Produktion und Materialität in Tanz und Performance*. Hg. von Skrandies, Timo, Katharina Kelter. Transcript Verlag, 2016.

[Rheinberger, 2001]: Rheinberger, H.J., „Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas“, Wallstein Verlag, Göttingen, 2001.

[Rheinberger, 2005]: Rheinberger, H.J., „Die Wissenschaft des Konkreten“, in: *Iterationen*, Berlin: Merve, 2005.

[Riemann, 1919]: Riemann, H., *Musik-Lexikon. „Theorie und Geschichte der Musik, die Tonkünstler alter und neuer Zeit mit Angabe ihrer Werke, nebst einer vollständigen Instrumentenkunde“*. Leipzig 1919.

[Risset, 1998]: Risset, J. C., „Quelques observations sur l'espace et la musique aujourd'hui“ *L'Espace du Son I*, ed. F. Dhomont: 21-22, 1998.

[Ritsch et al., 2008]: Ritsch W., Zmölnig J., Musil T., *The CUBEMixer a Performance, Mixing and Masteringtool*, in *Proceedings of the Linux Audio Conference (LAC) 2008*, Cologne, 2008.

[Roffler/Butler, 1968]: Roffler, S. K.; Butler R. A. (1968) *Localization of Tonal Stimuli in the Vertical Plane*. *Journal of Acoustical Society of America* 43(6): 1260–6, 1968.

[Roads, 1996]: Roads, C., „The Computer Music Tutorial“, 470-472, MIT Press, 1996.

[Roads, 2015]: Roads, C., *Composing Electronic Music - A New Aesthetic*, Oxford University Press, 2015.

[Ross, 2009] Ross, A., „The Rest is Noise“, Farrar, Straus and Giroux, 2007.

[Rumsey, 1998]: Rumsey, F., „Subjective assessment of the spatial attributes of reproduced sound“, Proceedings of the Audio Engineering Society 15th International Conference, pp. 122-135, 1998.

[Rumsey/Berg, 2001]: Rumsey, F. and Berg, J., “Verification and correlation of attributes used for describing the spatial quality of reproduced sound“, in 19th Int. AES Conf, 2001.

[Rumsey, 2001]: Rumsey, F., “Spatial Audio“, Focal Press, 2001.

[Rumsey, 2002]: Rumsey, F., “Spatial quality evaluation for reproduced sound: Terminology, meaning, and a scene-based paradigm“, JAES, no. 50, 2002.

[Russolo, 2000 (1916)]: Russolo, L., Die Kunst der Geräusche. Schott Music GmbH & Co KG, Mainz, 2000.

[Roy, 2003]: Roy, S., „L’ analyse des musiques électroacoustiques: Modèles et propositions.“ L’Harmattan, Univers Musical, 2003.

[Sanden, 2009]: Sanden, P., Current Musicology, No. 88, 2009, Columbia University in the City of New York.

[Sanden, 2013]: Sanden, P., „Liveness in Modern Music, Musicians, Technology and Perception of Performance“, Routledge 2013.

[Schaeffer, 1952]: Schaeffer, P. , A La Recherche D’Une Musique Concrete. Seuil, 1952.

[Schaeffer, 1966]: Schaeffer, P., „Traité des objets musicaux“. Seuil, 1966.

[Schöffner, 1963]: Schöffner, N., „Die drei Entwicklungsstufen der dynamischen Skulptur, S, Editions du Griffon, Neuchatel 1963. . 132 - 144, Aus der Reihe "Die Plastik des 20. Jahrhunderts". Inkl. einer Schallplatte im Single-Format.

[Schwarz, 2011]: Schwarz, D., „State of the art in sound texture synthesis“. In Proceedings of the 14th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx 11), pages 221–231, Paris, France, 2011.

[Schulz-Schaeffer, 2000]: Schulz-Schaeffer, I.: Kapitel VIII. Akteur-Netzwerk-Theorie. Zur Koevolution von Gesellschaft, Natur und Technik. In: Johannes Weyer (Hrsg.): Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. München. 2000, S. 187–211,

[Sharma, 2013]: Sharma, G. K., „{kA}: keine Ahnung von Schwerkraft. Gebäude-Klangkompositionen im (halb-)öffentlichen Raum“ in: Inszenierung und Effekte - die Magie der Szenographie, herausgegeben von Ralf Bohn und Heiner Wilharm. Transcript Verlag, 2013.

[Sharma, 2014a]: Sharma, G. K., „Gebäude-Klangkomposition, Haus Johannes Graz“, Jahrbuch des Instituts für Kunst im öffentlichen Raum 2014, Public Art - Kunst im öffentlichen Raum Steiermark 2012/13, Hg. Elisabeth Fiedler und Dirk Möllmann, Verlag für Moderne Kunst Wien, 2014.

[Sharma, 2014b]: Sharma, G. K., „{kA}: keine Ahnung von Schwerkraft, Einführung in die Gebäude-Klangkomposition im (halb-)öffentlichen Raum und Bericht über eine Annäherung an den historischen Bau der Alten Gerberei in Murau, Österreich“, Jahrbuch Immersive Medien, Kiel, 2014.

[Sharma et al., 2014]: Sharma, G. K., Zotter, F., Frank, M., „Orchestrating wall reflections in space by icosahedral loudspeaker: findings from first artistic research exploration“, in ICMC-SMC, 2014.

[Sharma et al. 2015]: Sharma, G. K., F. Zotter, and M. Frank., „Towards Understanding and Verbalizing Spatial Sound Phenomena in Electronic Music“. In: Proceedings InSonic2015.

[Smalley, 1993]: Smalley, D., „Defining transformations.“ Interface, vol. 22, no. 4, pp. 279–300, 1993.

[Smalley, 1996]: Smalley, D., „The Listening Imagination: Listening in the Electroacoustic Era“, Contemporary Music Review, Vol. 13(2), pp. 77-107, Harwood Academic Publishers, 1996.

[Smalley, 1997]: Smalley, D., „Spectromorphology : Explaining Sound-Shapes“, Organised Sound, Vol. 2(2), pp. 107-126, Cambridge University Press, 1997.

[Smalley, 2007]: Smalley, D., „Space-Form and the Acousmatic Image“, Organised Sound, Vol. 12(1), pp. 35-58, Cambridge University Press, 2007.

[Soja, 1989]: Soja, E., „Spatial turn, Postmodern Geographies: The Reassertion of Space in Critical Social Theory“. London: Verso Press, 1989.

[Sterne, 2003]: Sterne, J., The Audibel Past, Cultural Origins of Sound Reproduction, Duke University Press, 2003.

[Stockhausen, 1958] : Stockhausen, K.H., „Musik im Raum“, S. 153ff in Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik Band I, Köln 1958.

[Stockhausen, 1973]: Stockhausen, K.H., „Vier Kriterien der Elektronischen Musik“, Selbstdarstellung, Künstler über sich, 154–186, Droste, Düsseldorf, 1973.

[Stockhausen, 1978]: Stockhausen, K.H., „Texte zur Musik“, Band 4. 1970-1977, Köln 1978, S. 370.

[Strobl et al., 2006]: Strobl, G., Eckel, G., Rocchesso, D., „Sound texture modeling“: A survey. In Proceedings of the 2006 Sound and Music Computing (SMC) International Conference, pages 61–65, Marseille, France.

[Stroppa, 1991]: Stroppa, M., „Die musikalische Beherrschung des Raums,“ in Musik in Gesellschaft anderer Künste, 1991.

[Supper, 1998]: Supper, M., „Elektroakustische Musik & Computermusik“, Darmstadt: Wolke 1998.

[Sussman et al., 2007]: Sussman, E. S, Hovart, J., Winkler, I., Orr, M., „The Role of Attention in the Formation of Auditory Streams“, Perceptual Psychophysics 69: 22-34, 2007.

[Susnik et al., 2005]: Susnik, R., Sodnik, J., Tomasic, S., „Coding Elevation in Acoustic Image of Space“. In Proceedings of Acoustics 2005, Busselton, Western Australia: 145–150.

[Terruggi, 2007]: Terruggi, D., „Technology and Musique Concrete: The Technical Developments of the Groupe de Recherches Musicales and Their Implication in Musical Composition“. Organised Sound 12(3): 213–31, 2007.

[Theile et al, 1976]: Theile, G., Plenge, G., "Localization of lateral phantom-sources". Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 25, pp. 196-200, 1976.

[Theile, 1980]: Theile, G., "On the Localisation in the Superimposed Soundfield", Doctoral Thesis, TU Berlin, 1980.

[Thies, 1982]: Thies, W., „Grundlagen der Typologie der Klänge.“ Verlag der Musikalienhandlung K.D. Wagner, Hamburg, 1982.

[Thoresen, 2006]: Thoresen, L., „Spectromorphological Analysis of Sound Objects. An adaptation of Pierre Schaeffer's Typomorphology“, EMS Proceedings, 2006.

[Thoresen/Hedman, 2007]: Thoresen, L., Hedman, A., "Spectromorphological Analysis of Sound Objects: an adaptation of Pierre Schaeffer's typomorphology", Organised Sound 12 (2), pp. 129-141, Cambridge University Press, 2007.

Trochimczyk, M. (vgl. Harley, A.M.!), „Space and Spatialization in Contemporary Music: History and Analysis, Ideas and Implementations“, Moonrise Press, California. 2011.

[Truax, 1999]: Truax, B., "Composition and diffusion: space in sound in space", Organised Sound, Vol. 3(2), pp. 141-6, 1999.

[Truax, 2008]: Truax, B., "Soundscape Composition as Global Music: Electroacoustic Music as Soundscape", Organised Sound, Vol. 13(2), pp. 103-109, 2008.

[Ungeheuer, 2010]: Ungeheuer, E., „Ist Klang das Medium von Musik? Zur Medialität und Unmittelbarkeit von Klang in Musik“, in Klangmaschinen zwischen Experiment und Medientechnik, 2010.

[Ungeheuer/Wiener, 2012]: Ungeheuer, E., Wiener, O., in „Klangforschung in Musik“, Band 1, S. 68 ff, Kehrer Verlag 2012.

[Ungeheuer, 2012]: Ungeheuer, E., „Giacomettis Skulpturenwerk als Entwurf raumklanglicher Virtualität avant la lettre“, S. 110ff, in Folkwang Studien, 40 Jahre elektroakustische Musik an Folkwang, Festschrift für Dirk Reith, Georg Olms Verlag 2012.

[Varèse, 1998 (1936)]: Varèse, E., "The Liberation of Sound", Contemporary Composers on Contemporary Music, pp. 197, Perseus Publishing, 1998.

[Varèse, 1966]: Varèse, E., in: „The Liberation of Sound Edgard Varèse and Chou Wen-chung, Perspectives of New Music Vol. 5, No. 1, 11-19, 1966.

[Varèse, 2004 (1936)]: Varèse, E., The Liberation of Sound, in Audio Culture: Readings in Modern Music. Continuum, 2004 (1936), pp. 17 – 21.

[Voegelin, 2010]: Voegelin, S., „Listening to Noise and Silence, Towards a Philosophy of Sound Art“, Continuum, New York / London 2010.

- [Vollmar, 2010]: Vollmar, A., „Auditiver Raum aus der Dose, in: Gethmann, D. (Hg.), Klangmaschinen zwischen Experiment und Medientechnik“, transcript, 2010.
- [Wishart, 1985]: Wishart, T., „On Sonic Art“, Imagineering Press, 1985.
- [Wood et al., 2007]: Wood, J., Hulks, D., Potts, A. (Eds.), „Modern Sculpture Reader“, The Henry Moore Foundation, co Published J. Paul Getty Museum, 200.
- [Wendt et al., 2016]: „Directivity Patterns Controlling the auditory source distance“ Wendt, F., Frank, M., Zotter, F., Höldrich, R., Proceedings of the 19th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-16), Brno, Czech Republic, September 5–9, 2016.
- [Zacharov/Koivuniemi, 2001]: Zacharov, N., Koivuniemi, K.: „Unravelling the Perception of Spatial Sound Reproduction“, Proceedings of the AES 19th International Conference (2001)
- [Zattra, 2005]: Zattra, L., „Analysis and Analyses of Electroacoustic Music“, Sound and Music Computing (SMC05), Salerno, Italy, vol. 36, 2005.
- [Zaunschirm et al., 2016]: Zaunschirm, M., Frank, M., Zotter, F., „An Interactive Virtual Icosahedral Loudspeaker Array“, DAGA 2016.
- [Zelli, 2001]: Zelli, B., „Reale und virtuelle Räume in der Computermusik: Theorien, Systeme, Analysen“, PhD-Thesis, Technische Universität Berlin, 2001.
- [Zotter, 2009]: Zotter, F., „Analysis and Synthesis of Sound-Radiation with Spherical Arrays“, Doctoral Thesis, Institute of Electronic Music and Acoustics, University of Music and Performing Arts Graz, 2009.
- [Zotter/Frank, 2015]: Zotter, F., Frank, M.: "Investigations of Auditory Objects Caused by Directional Sound Sources in Rooms“, Acta Physica Polonica A, vol. 128, nr. 1-A, p A-5–A-10, 2015.
- [Keller/Zotter, 2015]: Keller, B. D., Zotter, F., "A New Prototype for Sound Projection", Fortschritte der Akustik, DAGA, Nürnberg, 2015.
- [Zvonar, 2004]: Zvonar, R., „A History of Spatial Music“, eContact, Vol. 7(4), Canadian Electroacoustic Community, 2004.

## APPENDIX

Index der Miniaturen

195 - 215

SD-Karte als Speichermedium im Umschlag des Einbands der Dissertation

## Index der Miniaturen

Länge der Stimuli jeweils 30 Sekunden.

Ia - IIId: Statische Grundbeschreibungen räumlicher Texturen (*Raum-Klangphänomene Ebene 1*).

1. - 52: Trajektorien und Kombinationen aus Trajektorien und statischen Elementen (*Raum-Klangphänomene Ebene 2 und 3*).

Abkürzungen:

Stat = Statisch, Rot = Rotation, Pan = Panning, ggU = gegen den Uhrzeigersinn, miU = mit dem Uhrzeigersinn, Ev = Elevation, Az = Azimut

KP = Kernplastik, RP = Raumplastik, KSP = Kern-Schaleprinzip

Kontur<sup>121</sup> = Positionsabhängige Umrisse derselben räumlichen Textur.

Konturgleich = 1 Aspekt = von allen Positionen gleichförmige räumliche Textur.

Plastizität<sup>122</sup> = Differenz zwischen höchsten und tiefsten Reliefpunkten.

Der IKO wurde im Forschungszeitraum im Laborraum wie in Abbildung 14 platziert. So konnte zu allen Versuchszeiten die gleiche Abhörsituation gewährleistet werden. Wobei die Richtung 260° immer etwas heller und höhenreicher klingt als die Tafelseite bei 0°. Dies kann auf die materialbedingte härtere Glasreflektion im Gegensatz zur Kreidetafel zurückgeführt werden. 90° hat schwächere Wandreflektionen, da die Wand weiter vom IKO entfernt ist und aus unterschiedlichen Materialien und einem Höhenabsorber besteht. 180° fällt aufgrund der Entfernung, den angebrachten Absorbern und der direkten Ausrichtung auf den Hörer bei Position 1 als distinkte Reflektion mit eigener Färbung aus. Mobile Beams starten absichtlich nicht durchgehend auf derselben Position.

Die folgende Tabelle wurde in zwei Arbeitsphasen erstellt:

A. Zusammenfassungen aus Handnotizen bis Oktober 2015.

B. Anwendung der aus der Skulpturenlehre abgeleiteten Begriffe<sup>123</sup> aufgrund der weiterführenden Studien ab November 2015.

---

<sup>121</sup> Vgl. Kapitel IV. 4.1.3.

<sup>122</sup> Vgl. Kapitel Kapitel IV. 4.1.2.

<sup>123</sup> Vgl. Kapitel II 5.1. und IV. 4.

\A.

\B.

| Miniatur | Klang         | Beam | Räumliche Verarbeitung | Beschreibung P1                                                                                                               | Beschreibung P2                                                                                                                        | Körper-Raumbeziehung | Kontur                                                                                                | Gerichtetheit                                                                                                                                           | Plastizität                                                                                                       |
|----------|---------------|------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| la       | Rosa Rauschen | 1    | Stat 0°                | Hohe Frequenzen deutlich hinter dem IKO mit Reflektion von der Tafelwand, etwas rechts von 0°. Tiefe Frequenzen direkt am IKO | Links an der Tafelwand, insgesamt etwas weniger hohe Frequenzen. Tiefe Frequenzen direkt am IKO                                        | KP, raumverdrängend  | Stimulus hat je nach Position leicht veränderte Ausbreitung. Leichte Konturunterschiede wahrnehmbar.  | Aufmerksamkeit wird auf die Wand gerichtet, zweiter Schwerpunkt am IKO.                                                                                 | Geringe Plastizität entsteht trotz relativer Homogenität des Beams im Verhältnis zwischen IKO und Wandreflektion. |
| lb       | Rosa Rauschen | 1    | Stat 260°              | Deutlich rechts vorne an der Glaswand, heller als la, tiefe Frequenzen näher am IKO                                           | Vor Kopf, hinter dem IKO auf der Glaswand, leicht rechts, schmale Quelle, tiefe Frequenzen am IKO                                      | KP, raumverdrängend  | Stimulus hat je nach Position leicht veränderte Ausbreitung, leichte Konturunterschiede wahrnehmbar.  | Aufmerksamkeit wird auf die Wand rechts gerichtet, zweiter Schwerpunkt am IKO.                                                                          | Wie la, noch schwächere Plastizität bei Position 2, da die Schwerpunkte fast zusammenfallen.                      |
| lc       | Rosa Rauschen | 1    | Stat 180°              | Stark vor Kopf, direkt vorne auf dem IKO. Schmale Quelle.                                                                     | Deutlich verfärbt, breitere Quelle, leicht rechts am IKO und stark vor Kopf von der Glaswand. Sogar leichte Rückwandreflektion rechts. | KP, raumverdrängend  | Stimulus hat je nach Position deutlich veränderte Ausbreitung, starke Konturunterschiede wahrnehmbar. | Aufmerksamkeit wird bei Position 1 direkt auf den IKO gezogen, bei Position 2 gibt es zwei leicht versetzte Schwerpunkte, die aber fast zusammenfallen. | Für Position 1 keine Plastizität, keine Tiefenstaffelung. Position 2 plastischer durch versetzte Spiegelquelle.   |
|          |               |      |                        |                                                                                                                               |                                                                                                                                        |                      |                                                                                                       |                                                                                                                                                         |                                                                                                                   |

|     |                                       |   |            |                                                                                                                                         |                                                                   |                                   |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                            |
|-----|---------------------------------------|---|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Id  | Rosa Rauschen                         | 1 | Stat 90 °  | Links am IKO und etwas von vorn von der Tafelwand. Schwache, leichte Seitenreflektion rechts von der Glaswand. Tiefe Frequenzen am IKO. | Alles vor Kopf, direkt am IKO, sehr schmale Quelle                | KP, raumverdrängend               | Stimulus hat je nach Position deutlich veränderte Ausbreitung. Starke Konturunterschiede wahrnehmbar.                                                                                   | Aufmerksamkeit wird bei Position 1 zwischen IKO und Hintergrund links gebunden, bei Position 2 wird sie direkt auf den IKO gezogen, kaum wahrnehmbare Seiteneffekte. | Position 1 durch leichte Tiefenstaffelung plastischer als Position 2, dort nur Oberfläche. |
| Ila | Gleichmäßige Verkettung feiner Grains | 1 | Stat 0°    | Vor Kopf auf 0°, näher am IKO und leicht links von 0° an der Tafelwand                                                                  | Links am IKO, leiser                                              | RP, als Raumzeichen, raumbindend  | Kaum räumliche Ausbreitung, aber Klangfarbenveränderung und Lokalisationsverschiebung bei Positionswechsel führen zu Konturunterschieden.                                               | Aufmerksamkeit wird ausschließlich auf den IKO ausgerichtet.                                                                                                         | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                         |
| Ilb | Gleichmäßige Verkettung feiner Grains | 1 | Stat, 260° | Leiser als Ila, gerade und rechts am IKO, kaum von der Wand                                                                             | Vor Kopf, breiter und lauter hinten am IKO und von der Glaswand   | RP, als Raumzeichen, raumbindend  | Kaum räumliche Ausbreitung bei Position 1, aber bei Position 2. Klangfarbenveränderung und Lokalisationsverschiebung bei Positionswechsel führen hier zu markanten Konturunterschieden. | Bei Position 1 Aufmerksamkeit ausschließlich beim IKO. Bei Position 2 Schwerpunkterweiterung durch die Reflektion der Glaswand. Bleibt aber IKO-zentriert.           | Keine Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                                   |
| Ilc | Gleichmäßige Verkettung feiner Grains | 1 | Stat, 180° | Direkt vor Kopf am IKO vorne, laut, schmal. Keine deutliche Wandreflektion.                                                             | Rechts am IKO und gerade vor Kopf, keine deutliche Wandreflektion | RP, als Raumzeichen, raumbindend. | Beide Positionen IKO-zentriert, ohne merkliche räumliche oder                                                                                                                           | Aufmerksam wird ausschließlich an den IKO gebunden.                                                                                                                  | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                         |

|      |                                                                                                           |   |            |                                                                                          |                                                                                 |                                  | klangfarbliche<br>Veränderungen.<br><i>Konturgleich.</i>                                                                                                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                                            |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IId  | Gleichmäßige Verkettung feiner Grains                                                                     | 1 | Stat, 90 ° | Leiser, links am IKO und leicht von hinten am IKO                                        | Direkt am IKO, vor Kopf, lauter und schmaler                                    | RP, als Raumzeichen, raumbindend | Leichte räumliche Ausbreitung bei Position 1, keine bei Position 2. Klangfarbenveränderung und Lokalisationsverschiebung bei Positionswechsel führen hier zu markanten Konturunterschieden. | Aufmerksamkeit ausschließlich beim IKO, bei Position 1 leichte Schwerpunkterweiterung in den IKO-Hintergrund, bleibt aber IKO-zentriert. | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                                         |
| IIIa | Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts<br><br>[Leises Knistern wird beim Selbsttest vernachlässigt.] | 1 | Stat, 0°   | Gerade vor Kopf auf 0°, hinter dem IKO                                                   | Links am IKO und teilweise von der Tafelwand, bei 35°                           | RP, als Raumzeichen, raumbindend | Ähnlich IIa ABER weiter weg von der IKO-Oberfläche                                                                                                                                          | Aufmerksamkeit wird in Richtung IKO leicht versetzt von der Oberfläche konzentriert.                                                     | Burstketten sind zwar zeitlich unterschiedlich gestaffelt, räumlich bleiben diese als Koordinate konstant. |
| IIIb | Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts                                                               | 1 | Stat, 260° | Direkt vor Kopf auf dem IKO und leicht links, schmale Quelle, leichte Glaswandreflektion | Hinter dem IKO vor Kopf, schmalere Quelle als IIIb1, leichte Glaswandreflektion | RP, als Raumzeichen, raumbindend | Ähnlich II b, aber weiter von der IKO-Oberfläche entfernt wahrnehmbar                                                                                                                       | Aufmerksamkeit wird in Richtung IKO leicht versetzt von der Oberfläche konzentriert.                                                     | Wie IIIa                                                                                                   |
| IIIc | Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts                                                               | 1 | Stat, 180° | Direkt vor Kopf auf dem IKO, schmale Quelle                                              | Direkt am IKO, verfärbt, vorne und rechts auf 180°, leichte Glaswandreflektion  | RP, als Raumzeichen, raumbindend | Ähnlich II c, aber weiter von der IKO-Oberfläche entfernt wahrnehmbar                                                                                                                       | Aufmerksamkeit wird in Richtung IKO leicht versetzt von der Oberfläche konzentriert.                                                     | Wie IIIa                                                                                                   |

|      |                                             |   |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                |                                  |                                                                                                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                                                                        |
|------|---------------------------------------------|---|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IIId | Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts | 1 | Stat, 90 °                                 | Links am IKO und etwas, links dahinter an der Wand                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Direkt am IKO vor Kopf, schmale Quelle, lauter als IIId1                                                                                                       | RP, als Raumzeichen, raumbindend | Ähnlich II d, aber weiter von der IKO-Oberfläche entfernt wahrnehmbar.                                                             | Aufmerksamkeit wird in Richtung IKO leicht versetzt von der Oberfläche konzentriert.                                          | Wie IIIa                                                                                                                                               |
| 1    | Rosa Rauschen                               | 1 | Rot, ggU, -45°/s                           | Kreisform ggU wahrnehmbar, fasst gleichmäßig. Tiefe Frequenzen am IKO, hohe Frequenzen mit leichten Ausformungen in Richtung der Wände. Tafel betont Mitten. Fast Loch auf 90°.                                                                                                                                                                               | Kreisform ggU wahrnehmbar, gleichmäßig, wirkt lauter, etwas mehr Bass am IKO, Glaswand betont Höhen, Tafel betont Mitten mit Lautstärkeanstieg.                | KP, raumgreifend                 | Aufgrund der unterschiedlichen Reflektionen und Pfade entsteht bei Positionswechsel eine Kreisbahnmorphologie = Konturveränderung. | Aufmerksamkeit wandert entlang der Kreisbahn, fällt bei Verdeckung oder zu wenig Wandreflektion aber stark auf den IKO zurück | Unterschiedliche Färbungen des gleichen Materials sowie Staffelung zwischen IKO und Wandreflektion erzeugen schwache Plastizität über den Zeitverlauf. |
| 2    | Rosa Rauschen                               | 1 | Rot, ggU, -180°/s                          | Kreisform ggU schwerer wahrnehmbar, fragmentierter als 1, Kreis fällt hi re in den IKO und kommt li vo wieder. Spiegelquellen bilden Einzelkoordinaten, die abhängig von der Geschwindigkeit regelmäßig „aufscheinen“ = <i>Spatial Beating</i> , im ersten Moment Pendel zwischen hinten rechts und vorne links, geht dann durch Gewöhnung in Kreisbahn über. | Kreisform gerade so hörbar. Verwischte Pendelbewegung zwischen Glaswand auf ca. 260° und Tafelwand bei ca. 45°. Weniger Koordinaten, weniger „Spatial Beating“ | KP, raumgreifend                 | Unterschiedliche räumliche Texturausbreitungen und deren Färbungen führen positionsabhängig zu unterschiedlichen Konturierungen.   | Je nach Position der Spiegelquellen ggU, entlang der Koordinaten.                                                             | Schwach, aber wie 1                                                                                                                                    |
| 3    | Rosa Rauschen                               | 2 | a) Rot, ggU, -45°/s<br>b) Rot, miU, 180°/s | Schwer zu fassendes Pattern, Verwirbelungen fallen immer wieder zusammen, leichte seitliche Verschiebungen zwischen rechts                                                                                                                                                                                                                                    | Ähnlich 3a, aber mit Verschiebungen auf 90° und 35°. Auch zwei Elemente, da IKO betont wird.                                                                   | KP, raumverdrängend              | Unterschiedliche räumliche Texturausbreitungen und deren Färbun-                                                                   | Die Aufmerksamkeit verfolgt die Pendelschwerpunkte und -auslenkungen an                                                       | Nahezu homogenes Gebilde mit wenig Tiefenstaffe-                                                                                                       |

|   |                                                              |              |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                  |
|---|--------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                              |              |                                                                          | vorne miU und ggU. Vertikal erhöhte Akkumulation am IKO selber. Es ergeben sich so zwei Elemente [statisch/mobil].                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           | gen führen positionsabhängig zu unterschiedlichen Konturierungen.                                                                | den Wänden und dann wieder am IKO.                                                                                                                                                                                                                                       | lung, mithin sehr geringe Plastizität zwischen statischen und mobilen Momenten.                                                                                  |
| 4 | Rosa Rauschen                                                | 2            | a) Rot, ggU, $-180^\circ/\text{s}$<br>b) Rot, miU, $180^\circ/\text{s}$  | Gleichmäßiger Raumrhythmus, Wippen, vorne/hinten Verwirbelung, liegende 8 links, rechts, vorne, mit hellerem Hintergrundrauschen. Teilweise zwei Bewegungen identifizierbar.                                                         | Ähnlicher Raumrhythmus wie 4a, aber mit eher Betonung zwischen Tafelwand $45^\circ$ und direktem Schall auf $90^\circ$ .                                                                                                                                                  | KP, raumverdrängend mit Raumöffnung                       | Unterschiedliche räumliche Texturausbreitungen und deren Färbungen führen positionsabhängig zu unterschiedlichen Konturierungen. | Wie 3 aber mit regelmäßigeren Koordinaten und entsprechend kontinuierlicher Aufmerksamkeitsbindung.                                                                                                                                                                      | Verwirbelung des gleichen Materials führt zur Tiefenstaffelung. Plastizität der skulpturalen Form wird erzeugt.                                                  |
| 5 | Rosa Rauschen                                                | 1+1 nach 15s | a) Stat, hinten rechts, $310^\circ$<br>b) Rot, miU, $180^\circ/\text{s}$ | a) Reflektion an hinterer Wand, schräg rechts hörbar, IKO verdeckt leicht, leichte Seitenreflektion Glaswand.<br>b) Einsatz und Rotation miU deutlich wahrnehmbar, kurz nach Überlappung mit a) hört man die IKO-Kante vorne rechts. | a) Reflektion deutlich in der Ecke Tafel-/Glaswand wahrnehmbar.<br>b) Einsatz deutlich wahrnehmbar, aber Rotation eher als Pendelbewegung zwischen direkt $[90^\circ]$ , Tafel- und Fensterwand. $180^\circ$ entfällt fast wegen Absorbieren. Betonung Kante vorne links. | a) KP, raumverdrängend<br>b) KP, raumgreifend mit Öffnung | Wie 4, aber mit zusätzlicher Veränderung der räumlichen Textur in der Zeit.                                                      | Schwerpunkt wechselt mit der Rotationsgeschwindigkeit von statisch hinten rechts, über rechts vorne nach links vorne. Beide Stimuli sind durch den Zeitversatz weiterhin identifizierbar. Aufmerksamkeit springt zwischen Rotationsbahn und Koordinate an der Tafelwand. | Wie 4, aber mit zusätzlicher Tiefenstaffelung, da a) etabliert wurde und im Hintergrund erst dadurch als Hintergrund identifizierbar wird. <i>Reliefbildung!</i> |
| 6 | a) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains<br>b) Rosa Rauschen | 2            | a) Stat, hinten rechts, $310^\circ$<br>b) Rot, ggU, $-90^\circ/\text{s}$ | a) fixiert hörbar, hinten rechts in der Ecke und am IKO.<br>b) Rotation ggU als Prinzip wahrnehmbar, Kreis mit Reflektionen, von leicht links bis deutlich vorne                                                                     | a) fixiert hörbar, links, aber nur am IKO.<br>b) Rotation ggU weniger stark wahrnehmbar aber vorhanden. Rechts entfällt, Glaswand verfärbt hell,                                                                                                                          | KSP                                                       | Leichte Konturveränderung durch positionsbedingte Koordinaten und Pfadänderung                                                   | Schwerpunkt wechselt zwischen statisch hinten rechts und dem IKO als Zentrum sowie Außenbahn des Beams.                                                                                                                                                                  | 3 Ebenen der Staffelung, Grains, Reflektionen Wand und IKO selber,                                                                                               |

|   |                                                                                          |   |                                                 |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                         |                                                                                                     |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                              |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                          |   |                                                 | rechts, rechts hi, fällt dann in den IKO (Verdeckung) und kommt links vorne wieder. Zwei deutlich abgrenzbare Vorgänge.                                                                                              | Tafelwand erhöht Lautstärke der Reflektion und betont Mitten. Zwei Vorgänge.                                                                                                                                        |                                                                         |                                                                                                     |                                                                                                                                                       | erzeugen differenzierte Plastizität.                                                                                                         |
| 7 | a) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains<br><br>b) Rosa Rauschen                         | 2 | a) Rot, miU, +180°/s<br><br>b) Rot, ggU, -90°/s | Zwei Bewegungsrichtungen und -geschwindigkeiten wahrnehmbar: Innere Kreisbewegung der Grains am IKO, äußere Kreisbewegung des Rauschens mit Wandreflektionen.                                                        | Gegenbewegungen schwerer wahrnehmbar, äußerer Kreis bricht bei 180° ein, klingt nur am IKO und kommt bei 30° wieder.                                                                                                | KSP                                                                     | Gesteigerte positionsabhängige Konturveränderung in Klangfarbe und räumlicher Ausdehnung der Textur | Aufmerksamkeit springt zwischen den Gegenrichtungen, multiple Schwerpunkte, kippen, je nach Reflektion li/re oder vo/hi. Dennoch stark IKO zentriert. | 2 Staffellungen, Grains am IKO durch die Rotation sowie Reflektionen an der Wand, erhöhen die Plastizität (vgl. 6).                          |
| 8 | a) Rosa Rauschen<br><br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains                         | 2 | a) Rot, miU, +180°/s<br><br>b) Rot, ggU, -90°/s | Schnelle Außenbahn des Rauschens wahrnehmbar, <i>Spatial Beating</i> 3-4 Koordinaten. Innere Grain-Bewegung hörbar, aber Geschwindigkeitsveränderung zu 7 nur schwer bemerkbar, ebenso schwer die Bewegungsrichtung. | Außenbahn wird eher elliptisch bis verwirbelt als liegende Acht. Deutlich vier Koordinaten im <i>Spatial Beating</i> . Innere Grain-Bewegung hörbar, Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung schwer nachzuvollziehen. | KSP                                                                     | Wie 7                                                                                               | Aufmerksamkeit im Gegensatz zu 7 mehr auf der einhüllenden Schale: Andere Schwerpunksetzung durch Beschleunigung                                      | 2 Ebenen: Grains konstant auf einer Ebene am IKO, Reflektionen an der Wand mit Sprung von der reflektierenden Oberfläche zum IKO und zurück. |
| 9 | a) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains<br><br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains | 2 | a) Rot, miU, +180°/s<br><br>b) Rot, ggU, -90°/s | Grains kleben an der IKO-Oberfläche und bewegen sich ca. 20 cm über dessen Oberfläche. Kaum Tiefenstaffelung. Gelegentliche Kantenbewegungen von rechts über vorne (miU).                                            | Grains kleben an der IKO-Oberfläche und bewegen sich ca. 20 cm über dessen Oberfläche. Kaum Tiefenstaffelung. Gelegentliche Kantenbewegungen von rechts über vorne (miU).                                           | RP als Raumzeichen, raumbindend<br><br>ODER<br><br><i>Reliefbildung</i> | Konturgleich                                                                                        | Völlige Konzentration auf den IKO mit leichten Ausbreitungsschwankungen des Schwerpunkts. Umgebungsraum wird ausgeblendet.                            | Eine Ebene mit gelegentlicher Oberflächenveränderung. Durch die Rotation bekommt die selbst-                                                 |

|    |                                                                                                                                      |                     |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                      |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                      |                     |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                      |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                      | ähnliche<br>Textur<br>allerdings<br>Tiefe.                                                                                                                      |
| 10 | a) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains<br><br>b) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains                                 | 1 +1<br>nach<br>15s | a) Stat, senk-<br>recht oben,<br>0/93Ev<br><br>b) Rot, miU,<br>180 °/s                        | a) Kommt direkt statisch<br>vom IKO, Elevation nicht<br>bewusst wahrnehmbar<br>b) Einsatz und Richtung<br>miU deutlich wahrnehm-<br>bar, nach einer Umdre-<br>hung nur noch ein Vorgang<br>der Rotation wahrnehm-<br>bar. Mikrorhythmusbildung<br>zwischen den versetzten<br>Grains aus a) und b) plus<br>Umdrehungsrhythmusbil-<br>dung.                                                            | Kein Unterschied                                                                                                                                                                                                                                                                         | a) RP als<br>Raumzei-<br>chen,<br>raumbin-<br>dend<br><br>b) <i>Reli-<br/>efbildung</i>              | Konturgleich                                                                                      | Völlige Konzentration auf den IKO.<br>Umgebungsraum<br>wird ausgeblendet.<br>Nach 15s Links-<br>rechts-<br>Verschiebungen.                                                           | Koordinate<br>wird zur<br>Oberfläche<br>mit zeitwei-<br>ser Oberflä-<br>chenverän-<br>derung.<br>Nach 15 s<br>entsteht<br>Tiefenstaffe-<br>lung im<br>Material. |
| 11 | a) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains<br><br>b) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains                                 | 1+1<br>nach<br>15s  | a) Stat, hinten<br>rechts, 310°<br><br>b) Rot, miU,<br>180°/s                                 | a) Fix als Koordinate am<br>IKO hinten rechts und mit<br>leichten Wandreflektionen<br>aus dieser Richtung wahr-<br>nehmbar.<br>b) Einsatz schwer aber<br>wahrnehmbar.<br>Nach zwei Umdrehungen<br>Verwischung der Vorgän-<br>ge. Leichte Umdrehungs-<br>rhythmusbildung.                                                                                                                             | Ähnlich, mit etwas<br>stärkerer Oberflächen-<br>veränderung                                                                                                                                                                                                                              | RP als<br>Raumzei-<br>chen,<br>raumbin-<br>dend<br><br>ODER<br><br>als<br><i>Reliefbil-<br/>dung</i> | Leichte Kontur-<br>veränderung<br>aufgrund der<br>Reflektion an<br>der Tafelwand                  | Konzentration auf<br>den IKO und leicht<br>dahinter. Ausbrei-<br>tungsschwankun-<br>gen des Schwer-<br>punkts nach Einsatz<br>der Rotation. Um-<br>gebungsraum wird<br>ausgeblendet. | Wie 10                                                                                                                                                          |
| 12 | a) Fluktuierende<br>Abfolge unregel-<br>mäßiger Bursts<br><br>b) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains<br><br>c) Rosa Rauschen | 3                   | a) Stat, hinten<br>rechts, 310°<br><br>b) Rot, miU,<br>180°/s<br><br>c) Rot, ggU,<br>- 180°/s | Alle drei Klangebenen<br>getrennt hörbar. Dreifache<br>Räumliche Staffelung.<br>Deutlich a) stationär hinten<br>am IKO. Auch deutlich c)<br>mit ggU und Wandreflekti-<br>onen; schwierig ist die<br>Bewegungsrichtung von b),<br>aber bei Konzentration<br>erahnbar. c) zunächst eher<br>als Pendelbewegung zwi-<br>schen vorne und hinten am<br>IKO. Bei Eingewöhnung als<br>Rotation ggU wahrnehm- | Alle drei Klangebenen<br>getrennt hörbar. Drei-<br>fache Räumliche Staffe-<br>lung. a) Deutlich statio-<br>när links in der Ecke -<br>Tafel-Glaswand. Rotati-<br>on c) mit anderen<br>Wandreflektions-<br>schwerpunkten sofort<br>ggU als Rotation wahr-<br>nehmbar. b) ähnlich<br>12.1. | KSP                                                                                                  | Konturverände-<br>rung durch<br>Koordinaten-<br>sprung a) und<br>Kreisbahnmor-<br>phologie bei c) | Aufmerksamkeit<br>springt zwischen<br>den drei Ebenen hin<br>und her.                                                                                                                | Hohe Plas-<br>tizität durch<br>Tiefenstaffe-<br>lung und<br>deutlich<br>wahrnehm-<br>bares hete-<br>rogenes<br>Material.                                        |

|    |                                                                                                                        |   |                                                                                         | bar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                       |                     |                                                                                                                |                                                                                                                                  |                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | a) Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts<br><br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains<br><br>c) Rosa Rauschen | 3 | a) Rot, miU, 180°/s<br><br>b) Stat, oben, 0/93Ev<br><br>c) Rot, ggU, -90°/s             | a) Bursts als Rotation nicht zu identifizieren, eher als Pendelbewegung zwischen vorne und hinten, mit unterschiedlichen Entfernungen zum IKO. b) ist statisch, räumlich fixiert direkt am IKO. Die Elevation ist nicht wahrnehmbar. c) Rotation des Rauschens ggU, gut hörbar. Drei im Raum gestaffelte Klangereignisse mit unterschiedlichen Entfernungen zum IKO. | Sehr ähnlich zu 13.1. lediglich die Rauschrotation c) ist durch die Tafelwand etwas mehr betont. Dadurch leichte Verschiebung des Schwerpunkts zur Tafel. a) und b) nahezu identisch. | KSP                 | Leichte Konturveränderung durch Kreisbahnmorphologie, sonst überwiegend <i>konturgleiche</i> Form              | Aufmerksamkeit springt zwischen Innen (a und b) und Außen c), begleitet dann c) in der Pendelbewegung zwischen vorne und hinten. | Hohe Plastizität durch Tiefenstaffelung und deutlich wahrnehmbares heterogenes Material.                                              |
| 14 | Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts                                                                            | 1 | Rot, miU, 180°/s                                                                        | Bursts in verschiedenen Entfernungen vom IKO wahrnehmbar, Kreisbahn nur schwer identifizierbar. Keine deutlichen Wandrektionen. Eher Pendelbewegung zwischen vorne und hinten mit verschiedenen Koordinaten.                                                                                                                                                         | Kein Unterschied                                                                                                                                                                      | RP, als Raumzeichen | <i>Konturgleich</i> aus beiden Richtungen                                                                      | Aufmerksamkeit wird mit jedem neuen Burst auf die jeweilige Position/Koordinate gelenkt, springt also mit.                       | Durch die Fluktuation und unterschiedlichen Burstintensitäten entsteht eine Tiefenstaffelung im Material, das dadurch plastisch wird. |
| 15 | a) Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts<br><br>b) Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts                   | 1 | a) Stat, oben, 0/93Ev<br><br>Nach 15s Wechsel auf<br><br>b) Stat, hinten rechts, 310°/s | a) wird deutlich statisch am IKO gehört, Elevation nicht wahrnehmbar.<br>b) Wechsel nach hinten 0° hörbar und räumlich identifizierbar.                                                                                                                                                                                                                              | a) wird deutlich am IKO gehört, Elevation nicht wahrnehmbar.<br>b) Wechsel wahrnehmbar aber nicht gut zu orten. Klingt wie 15.1.                                                      | RP als Raumzeichen  | <i>Konturgleich</i> bis zum Wechsel. Dann entstehen positionsabhängig unterschiedliche spatiale Ausbreitungen. | Aufmerksamkeit wird beim Wechsel vom IKO auf den Bereich dahinter oder seitlich verlagert.                                       | Keine Tiefenstaffelung, nur im Moment des Wechsels entsteht aufgrund der Überlagerungen von altem und neuem Eindruck                  |

|    |                                                                                                  |   |                                                                        |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |                                                             |                                            |                                                                                                 |                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                  |   |                                                                        |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |                                                             |                                            |                                                                                                 | eine kurzfristige räumliche Textur mit Tiefenstruktur.                                      |
| 16 | a) Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts<br>b) Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts | 1 | a) Stat, unten, -93Ev<br>nach 15s Wechsel auf<br>b) Stat, oben 0/93Ev  | a) wird statisch am IKO wahrgenommen, Richtung aber nicht identifizierbar.<br>b) Veränderung wahrnehmbar aber nicht zu orten.                            | a) wird statisch am IKO wahrgenommen, Richtung aber nicht identifizierbar.<br>b) Veränderung wahrnehmbar aber nicht zu orten.                                                               | RP als Raumzeichen                                          | <i>Konturgleich</i> aus beiden Richtungen. | Aufmerksamkeit wird auf den IKO gezogen. Keine Veränderung durch den Wechsel.                   | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                          |
| 17 | a) Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts<br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains       | 2 | a) Stat, unten, -93Ev<br>b) Stat, oben 0/93Ev                          | a) und b) deutlich als zwei statische Ereignisse am IKO hörbar, aber in der Elevation nicht zu unterscheiden.                                            | a) und b) deutlich als zwei Ereignisse am IKO hörbar aber in der Elevation nicht zu unterscheiden                                                                                           | RP als Raumzeichen - raumbindend                            | <i>Konturgleich</i> aus beiden Richtungen  | Aufmerksamkeit wird auf den IKO gezogen.                                                        | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis                                           |
| 18 | a) Rosa Rauschen<br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains                                     | 2 | a) Stat, unten, -93Ev<br>b) Stat, oben 0/93Ev                          | a) und b) deutlich als zwei statische Ereignisse am IKO hörbar, aber in der Elevation nicht zu unterscheiden. Rauschen scheint im Hintergrund zu liegen. | a) und b) deutlich als zwei statische Ereignisse am IKO hörbar, aber in der Elevation nicht zu unterscheiden. Rauschen scheint im Hintergrund zu liegen. Schwache Verfärbung des Rauschens. | KP, raumverdrängend<br><br>ODER<br><br><i>Reliefbildung</i> | <i>Konturgleich</i> aus beiden Richtungen  | Aufmerksamkeit wird auf den IKO gezogen. Räumlich entsteht ein Vorder- und Hintergrundereignis. | Leichte Tiefenstaffelung durch die unterschiedlichen Materialien, erzeugt mehr Plastizität. |
| 19 | a) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains<br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains             | 1 | a) Stat, unten, -93Ev<br>Nach 15 s Wechsel auf<br>b) Stat, oben 0/93Ev | a) und b) in der Richtung nicht ortbar. Leichte Veränderung der Klangfarbe.                                                                              | a) und b) in der Richtung nicht ortbar. Leichte Veränderung der Klangfarbe.                                                                                                                 | RP als Raumzeichen - raumbindend                            | <i>Konturgleich</i> aus beiden Richtungen  | Aufmerksamkeit wird auf den IKO gezogen.                                                        | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                          |
|    |                                                                                                  |   |                                                                        |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |                                                             |                                            |                                                                                                 |                                                                                             |

|                      |                                                        |   |                                             |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                |                      |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               |
|----------------------|--------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 Bass und Bewegung | a) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains<br>b) Drone   | 2 | a) Rot, ggU, -180°/s<br>b) Stat, unten, -93 | a) Rotation ggU nah am IKO wahrnehmbar,<br>b) Bass statisch am IKO, Beamrichtung nicht wahrnehmbar, höhere Drone-Frequenzen scheinen räumlich etwas oberhalb. | Etwas leiser:<br>a) Rotation ggU nah am IKO wahrnehmbar,<br>b) Bass statisch am IKO, Beamrichtung nicht wahrnehmbar, höhere Drone-Frequenzen scheinen räumlich etwas oberhalb. | KP - raumverdrängend | <i>Konturgleich</i> aus beiden Richtungen                                                                                                        | Aufmerksamkeit wird auf den IKO gezogen. Leichte Staffellung in Vorder- und Hintergrundereignis und in der Elevation führt zu kontinuierlichen, minimalen Aufmerksamkeitsverlagerungen. | Tiefenstaffelung: durch die unterschiedlichen Materialien und die räumliche Ausbreitung entsteht Plastizität. |
| 21                   | Drone mit gradualer Lautstärkeanhebung                 | 1 | Rot, ggU, -45°/s                            | a) Bass, statisch am IKO,<br>b) „Drone-Wind“, rotiert wahrnehmbar ggU, zwei Ereignisse räumlich unterscheidbar.                                               | a) Bass, statisch am IKO,<br>b) „Drone-Wind“, rotiert wahrnehmbar ggU, zwei Ereignisse unterscheidbar.                                                                         | KSP                  | <i>Konturgleich</i> aus beiden Richtungen. Leichte Kreisbahnmorphologie wegen der unterschiedlichen Reflektionen und Verdeckungen durch den IKO. | Aufmerksamkeit wird stark an den IKO gebunden, aber dann durch die wandernde Reflektion des Beams immer wieder abgelenkt und neu ausgerichtet, springt zwischen zwei Polen.             | Geringe Plastizität entsteht durch die unterschiedlichen Färbungen zwischen IKO und Wandreflektionen.         |
| 22                   | Drone, mit gradualer Lautstärkeanhebung, LowCut 236 Hz | 1 | Rot, ggU, -45°/s                            | Rotation ggU wahrnehmbar, „Leuchtturm“, deutlich weniger Schwerpunkt im Zentrum am IKO                                                                        | Rotation ggU wahrnehmbar, „Leuchtturm“, deutlich weniger Schwerpunkt im Zentrum am IKO. Leichte Veränderung der Kreisbahn durch die geänderten Reflektionspfade..              | RP, raumumhüllend    | <i>Fast konturgleich</i>                                                                                                                         | Aufmerksamkeit wird auf die Umgebung gerichtet, folgt dem Beam.                                                                                                                         | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                                            |
| 23                   | Drone                                                  | 1 | Stat, hinten rechts, 310°                   | Wird statisch wahrgenommen, IKO-zentriert, omnidirektional, Richtung nicht wahrnehmbar.                                                                       | Wird statisch wahrgenommen, IKO-zentriert, leicht nach links versetzt in Richtung Tafelwand, bei zunehmender Lautstärke deutliche Schwerpunktverlagerung.                      | KP, raumverdrängend  | Verändert die Kontur mit der Position und Lautstärkeanhebung.                                                                                    | Aufmerksamkeit wird auf den IKO ausgerichtet und bei Position 2 bei zunehmender Lautstärke leicht aus dem Zentrum verschoben.                                                           | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                                                            |
| 24                   | Drone mit gradualer Lautstärkean-                      | 1 | Stat, hinten rechts, 310°                   | Wird statisch hinten rechts an der Tafelwand                                                                                                                  | Wird statisch vorne links an der Wand                                                                                                                                          | KP, raumverdrän-     | Verändert die Kontur mit der                                                                                                                     | Aufmerksamkeit wird auf den Punkt                                                                                                                                                       | Keine räumliche Tiefen-                                                                                       |

|    | hebung, LowCut<br>236 Hz                                            |   |                                                                                         | wahrgenommen.                                                                                                                                                                       | wahrgenommen.                                                                                                                                                                                                                                       | gend<br>(Kleinplas-<br>tik)                          | Position und<br>Lautstärkean-<br>hebung.                                                      | an der Wand ge-<br>richtet                                                                                                                                                                                   | staffelung<br>im Klanger-<br>eignis.                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | Drone mit gradua-<br>ler Lautstärkean-<br>hebung                    | 1 | Rot, ggU,<br>-180°/s                                                                    | a) Bass, stat. am IKO,<br>b) Drone-Wind, rot, ggU,<br>schnellere Rotation gut<br>wahrnehmbar in Richtung<br>und Bewegung, angedeu-<br>tes <i>Spatial Beating</i> .                  | a) Bass, stat. am IKO,<br>b) Drone-Wind, rot,<br>ggU, schnellere Rotati-<br>on gut wahrnehmbar in<br>Richtung und Bewe-<br>gung, leichtes <i>Spatial<br/>Beating</i> . Kreisbahnko-<br>ordinaten verändert<br>durch veränderte<br>Reflektionspfade. | KSP                                                  | Verändert die<br>Kontur mit der<br>Position und<br>Lautstärkean-<br>hebung.                   | Aufmerksamkeit<br>wird stark an den<br>IKO gebunden, aber<br>dann durch die<br>wandernde Reflek-<br>tion des Beams<br>immer wieder<br>abgelenkt und neu<br>ausgerichtet;<br>Springen zwischen<br>zwei Polen. | Leichte<br>Tiefenstaffe-<br>lung durch<br>Verräumli-<br>chung der<br>Textur. |
| 26 | Drone, mit gradua-<br>ler Lautstärkeerhö-<br>hung, LowCut 236<br>Hz | 1 | Rot, ggU,<br>-180°/s                                                                    | Aufgehobene IKO-<br>Zentrierung.<br>Rotation gut wahrnehmbar<br>in Richtung und Bewegung.                                                                                           | Aufgehobene IKO-<br>Zentrierung.<br>Rotation gut wahr-<br>nehmbar in Richtung<br>und Bewegung.                                                                                                                                                      | RP-<br>raumum-<br>hüllend                            | Unterschiedli-<br>che Konturie-<br>rung durch<br>unterschiedli-<br>che Reflekti-<br>onspfade. | Aufmerksamkeit<br>wird an die wan-<br>dernde Reflektion<br>des Beams in Rich-<br>tung der Wände<br>gebunden.                                                                                                 | Keine räum-<br>liche Tiefen-<br>staffelung<br>im Klanger-<br>eignis.         |
| 27 | Drone mit gradua-<br>ler Lautstärkean-<br>hebung                    | 1 | a) Stat, unten,<br>-93 EV<br><br>Wechsel nach<br>15 s<br><br>b) Stat, vorne,<br>180° Az | a) statisch wahrnehmbar,<br>Richtung nicht ortbar, Fade<br>kaum wahrnehmbar, nur<br>die Lautstärkeanhebung<br>zieht den Eindruck leicht<br>nach vorne, insgesamt IKO-<br>zentriert. | a) statisch wahrnehm-<br>bar, Richtung nicht<br>ortbar, Fade kaum<br>wahrnehmbar, nur die<br>Lautstärkeanhebung<br>zieht den Eindruck<br>leicht nach vorne,<br>insgesamt IKO-<br>zentriert.                                                         | KP, raum-<br>verdrän-<br>gend                        | <i>Konturgleich</i>                                                                           | Aufmerksamkeit<br>wird an den IKO<br>gebunden.                                                                                                                                                               | Keine räum-<br>liche Tiefen-<br>staffelung<br>im Klanger-<br>eignis.         |
| 28 | Drone mit gradua-<br>ler Lautstärkean-<br>hebung, LowCut<br>236 Hz  | 1 | a) Stat, unten,<br>-93 EV<br><br>Wechsel nach<br>15s<br><br>b) Stat, vorne,<br>180° Az  | a) statisch wahrnehmbar,<br>Richtung nicht ortbar, Fade<br>besser wahrnehmbar,<br>b) ortbar, insgesamt IKO-<br>zentriert.                                                           | a) statisch wahrnehm-<br>bar, Richtung nicht<br>ortbar, Fade besser<br>wahrnehmbar in Rich-<br>tung Rückwand,<br>b) ortbar am IKO, ins-<br>gesamt IKO-zentriert.                                                                                    | KP, raum-<br>verdrän-<br>gend<br>(Kleinplas-<br>tik) | Leichte Kontu-<br>rierung beim<br>und nach dem<br>Wechsel                                     | Aufmerksamkeit<br>wird an den IKO<br>gebunden.                                                                                                                                                               | Keine räum-<br>liche Tiefen-<br>staffelung<br>im Klanger-<br>eignis.         |
| 29 | a) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains                      | 2 | a) Rot, oben,<br>ggU, 62Ev,<br>180°/s                                                   | Rotation ggU a) nachvoll-<br>ziehbar, Elevation nicht<br>wahrnehmbar, Bass sta-                                                                                                     | Rotation ggU a) nach-<br>vollziehbar, Elevation<br>nicht wahrnehmbar,                                                                                                                                                                               | KSP                                                  | <i>konturgleich</i>                                                                           | Aufmerksamkeit<br>wird an den IKO<br>gebunden.                                                                                                                                                               | Deutliche<br>Tiefenstaffe-<br>lung am IKO                                    |

|                |                                                                                  |   |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                    |                                                             |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | b) Drone mit<br>gradualer Lautstär-<br>keanhebung                                |   | b) Stat, unten,<br>-93Ev                                              | tisch, ohne Richtung, IKO-<br>zentriert, hüllt a) ein.                                                                                                                                                                                                                                    | Bass statisch, ohne<br>Richtung, IKO-zentriert.                                                                                                                                                                |                                                                                                    |                                                             |                                                                                                                                                                                           | selber<br>erzeugt<br>Plastizität.                                                                                |
| 30             | a) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains<br><br>b) Drone, LowCut<br>236 Hz | 2 | a) Rot, oben,<br>ggU, 62Ev,<br>180°/s<br><br>b) Stat, unten,<br>-93Ev | Rotation ggU von a) leicht-<br>er herauszuhören,<br>b) am IKO aber keine Rich-<br>tung wahrnehmbar, keine<br>Einhüllung von a).                                                                                                                                                           | Rotation ggU von a)<br>leichter herauszuhören,<br>b) am IKO aber keine<br>Richtung wahrnehm-<br>bar, keine Einhüllung<br>von a).                                                                               | KP, raum-<br>verdrän-<br>gend<br>(Kleinplas-<br>tik)<br><br>ODER<br><br><i>Reliefbil-<br/>dung</i> | <i>konturgleich</i>                                         | Aufmerksamkeit<br>wird an den IKO<br>gebunden, Vorder<br>/Hintergrund-<br>bildung zwischen a)<br>= vorne und b).                                                                          | Umgekehr-<br>te Tiefen-<br>staffelung<br>zu 29                                                                   |
| 31             | a) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains<br><br>b) Drone, LowCut<br>236 Hz | 2 | a) Rot, oben,<br>ggU, 62Ev/<br>-180°/s<br><br>b) Rot, miU,<br>180     | Rotationen beide gut<br>wahrnehmbar, a) näher am<br>IKO, b) <i>Leuchtturm</i> a)<br>innen, b) außen.                                                                                                                                                                                      | Rotationen beide gut<br>wahrnehmbar, a) näher<br>am IKO, b) <i>Leuchtturm</i> ,<br>a) innen, b) außen.<br>Kreisbahn mit anderen<br>Koordinatenschwer-<br>punkten wegen verän-<br>deter Reflektionspfa-<br>de.. | KSP                                                                                                | Leichte Kontur-<br>veränderung<br>bei Positions-<br>wechsel | Aufmerksamkeit<br>wird zunächst<br>durch die Grains an<br>deren Bewegung<br>am IKO gebunden,<br>wird dann aber an<br>die Außenbahn des<br>Beams gebunden.<br>Springt dann hin<br>und her. | Räumliche<br>Staffelung<br>erzeugt<br>Plastizität.                                                               |
| 32<br>Spiralen | Grainloop mit Bass-<br>Puls                                                      | 1 | Rot, ggU,<br>-180°/s                                                  | Rotation der Grains gut<br>ggU wahrnehmbar. Keine<br>Reflektionen an den Wän-<br>den, aber Spiralforn mit<br>einem Abstand zum IKO<br>hörbar. Bass-Puls bleibt<br>statisch am IKO, mit leicht-<br>en Auswölbungen in den<br>Umgebungsraum. Zwei<br>räumlich gestaffelte Ereig-<br>nisse . | Nahezu identisch zu<br>32.1. Grainloop deutli-<br>cher in der Bewegung<br>am Anfang, weil er auf<br>90° startet. Danach<br>aber gleich.                                                                        | KSP                                                                                                | <i>Konturgleich</i>                                         | Aufmerksamkeit<br>IKO-zentriert, aber<br>mit Tiefenstaffelung<br>zwischen Bass-Puls<br>und Spirale.                                                                                       | Plastizität<br>entsteht<br>durch die<br>räumliche<br>Tiefenstaffe-<br>lung des<br>Klangmate-<br>rials am<br>IKO. |
| 33             | Grainloop mit Bass-<br>Puls                                                      | 1 | Rot, ggU, oben,<br>62Ev, -180°/s                                      | Elevation nicht wahrnehm-<br>bar. Kleinerer Ausbrei-<br>tungsradius in der Ebene.<br>Sonst wie 32.                                                                                                                                                                                        | Elevation nicht wahr-<br>nehmbar.<br>Sonst wie 32.                                                                                                                                                             | KSP                                                                                                | <i>Konturgleich</i>                                         | Aufmerksamkeit<br>IKO-zentriert, aber<br>mit Tiefenstaffelung<br>zwischen Bass-Puls<br>und Spirale.                                                                                       | Plastizität<br>entsteht<br>durch die<br>räumliche<br>Tiefenstaffe-<br>lung des                                   |

|    |                                                                                                    |   |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                    |   |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                     | Klangmate-<br>rials.                                                                                                                                                                                           |
| 34 | a) Grainloop mit Bass-Puls<br><br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains                         | 2 | a) Rot, miU, 180°/s<br><br>b) Rot, unten, ggU, -90Az, 90°/s                                                                               | a) Rotation Grainloop miU als Spirale wahrnehmbar, Bass statisch, vgl. 32.<br>b) Rotation unten, ggU schwach wahrnehmbar, feinere Grains setzen sich im Hintergrund aber als Bezugspunkt/Koordinate durch, klingen näher am IKO als der Bass. Drei räumlich getrennte Vorgänge.   | a) Rotation Grainloop miU als Spirale wahrnehmbar.<br>Bass statisch, vgl. 32.<br>b) Rotation unten, ggU schwach wahrnehmbar, feinere Grains setzen sich im Hintergrund aber als Bezugspunkt/Koordinate durch, klingen näher am IKO als der Bass. Drei räumlich getrennte Vorgänge. | KSP | Konturgleich                                                                                                                                          | Aufmerksamkeit IKO-zentriert, aber mit Tiefenstaffelung zwischen Bass-Pulse, feiner Grain-Verkettung und Spirale. Schwerpunkt verlagert sich zwischen den drei Ebenen nach ihrer Etablierung kontinuierlich.        | Plastizität entsteht durch die räumliche Tiefenstaffelung des Klangmaterials, wobei hier interessant ist, dass der Bass räumlich zwischen der Spirale (weiter außen) und den feinen Grains (ganz innen) steht. |
| 35 | a) Grainloop mit Bass-Puls<br><br>b) Gleichmäßige Verkettung feiner Grains<br><br>c) Rosa Rauschen | 3 | a) Rot, miU, 180°/s<br><br>b) Rot, unten, ggU, -90Az, 90°/s<br><br>c) Stat, hi re, 310°,<br><br>Wechsel nach 15s<br><br>auf vorne, 180 Az | a) Rotation miU wahrnehmbar. Bass wie 34.<br>b) Rotation, unten nicht mehr wahrnehmbar. Feine Grains setzen sich gegen das Rauschen durch, aber verlieren die Trajektorie. c) deutlich statisch hinten rechts an der Wand wahrnehmbar. Wechsel auf vorne am IKO auch wahrnehmbar. | Wie 35.1. Allerdings steht c) links in der Ecke der Tafel/Glaswand und der Wechsel nach 15 s ist nicht so deutlich wie von Position1 wahrnehmbar. Rauschen hängt dann am IKO auf 180°.                                                                                             | KP  | Konturveränderung je nach Position dadurch, dass der Rausch-Beam die Richtung wechselt. Je nach Position ergibt sich eine andere räumliche Formation. | Aufmerksamkeit springt zwischen den Ebenen, wird aber durch den fixierten Beam zunächst auf die Rückwand ausgerichtet, dann nach vorne auf den IKO gelenkt bzw. bei Position2 auf die rechte äußere IKO-Oberfläche. | Plastizität ist hoch durch die unterschiedlichen räumlichen Staffelungen der Klänge. Allerdings würde lauterer Rauschen vermutlich, die Differenziertheit dadurch aufheben, dass die Trajektorien der einzel-  |

|    |                                                                                                                                             |   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                            |               |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                             |   |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                            |               |                                                                                                                                                                                  | nen Klänge ver-<br>schwimmen<br>und damit<br>räumlich<br>zusammen-<br>fallen wür-<br>den.                                                                                                                                                                                                    |
| 36 | a) fm-moduliertes<br>metallisches Strah-<br>len mit langer Ein-<br>und Ausschwingzeit<br><br>b) Gleichmäßige<br>Verkettung feiner<br>Grains | 2 | a) Rot, oben,<br>ggU 62, EV,<br>-180°/s<br><br>b) Rot, unten,<br>ggU Az-90/ Ev<br>-61°/-90°/<br><br>Wechsel nach<br>15 s<br><br>Stat, senkrecht,<br>0/93 | a) als Verwirbelung deutlich<br>oberhalb des IKOs raum-<br>greifend wahrnehmbar,<br>Richtung ggU ab und zu<br>identifizierbar.<br>b) als Rotation am IKO<br>wahrnehmbar, deutlich<br>räumlich hinter und unter<br>a). Wechsel ins Statische<br>ebenfalls wahrnehmbar,<br>aber nicht räumlich in der<br>Elevation, dafür mehr in<br>einem Punkt am IKO. | Wie 36.1.          | KSP,<br>raumbil-<br>dend   | konturgleich  | Aufmerksamkeit<br>springt zwischen<br>innen (Grains) und<br>außen (Strahlen),<br>nach 15s momen-<br>tane Ausrichtung<br>auf fixierte Koordi-<br>nate am IKO.                     | Plastizität<br>entsteht<br>durch<br>räumliche<br>Staffelung,<br>bedingt<br>durch das<br>Material:<br>Differenz in<br>Bezug auf<br>Elevation<br>(Frequenz)<br>und Aus-<br>breitung<br>(On-<br>set/Offset,<br>Trajektori-<br>en):<br>links/recht<br>s, hin-<br>ten/vorne,<br>in-<br>nen/außen. |
| 37 | fm-moduliertes<br>metallisches Strah-<br>len mit langer Ein-<br>und Ausschwingzeit                                                          | 1 | Rot, miU,<br>180°/s                                                                                                                                      | Als Verwirbelung oberhalb<br>des IKOs wahrnehmbar,<br>deutliche Ausbreitung um<br>die Senkrechte des IKOs<br>aber mit unterschiedlicher<br>Tiefe. Umschwingt einen<br>Hohlraum. Kreisbahn miU<br>nur erahnbar.                                                                                                                                         | Wie 37.1           | RP -<br>raumum-<br>hüllend | Konturgleich  | Aufmerksamkeit<br>wird um einen<br>Innenraum gelenkt.<br>Dabei deutliche<br>Ausrichtung auf die<br>Höhe/Elevation des<br>skulpturalen Ob-<br>jekts im so entste-<br>henden Raum. | Unter-<br>schiedliche<br>Ausdeh-<br>nungen des<br>Materials<br>im zeitlichen<br>Verlauf<br>erzeugen<br>schwache<br>Plastizität                                                                                                                                                               |
| 38 | a) Drone mit                                                                                                                                | 2 | a) Rot, ggU,                                                                                                                                             | a) Rotation, ggU wahr-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Wie 38, allerdings | KP, raum-                  | Kontur verän- | Aufmerksamkeit                                                                                                                                                                   | Sehr dichte                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                                                            |   |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                |                                          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | gradualer Lautstärkeanhebung<br><br>b) fm-moduliertes metallisches Strahlen mit langer Ein- und Ausschwingzeit                             |   | -180°/s<br>b) Rot, miU, 180°/s                                                                                                                 | nehmbar. Reflektionen an den Wänden erzeugen schwaches <i>Spatial Beating</i> . Bass dicht am IKO, b) Rotation, miU wahrnehmbar, klingt oberhalb des IKOs und hinter dem Drone.                                                                                                                                                                             | verändern die Reflektionspfade die Kreisbahnwahrnehmung mit ihren Koordinaten.                                                                                                                 | verdrängend mit raumgreifenden Momenten. | dert sich wegen der unterschiedlichen Reflektionspfade und Materialien der Oberflächen beim Positionswechsel.             | wird auf den IKO zentriert. Deutliche Raumverdrängung mit Ausrichtung in der Elevation. Durch die Reflektionen des Drone-Beams gelegentliche Verschiebungen der Konzentration nach außen, aber nicht einhüllend.                                  | räumliche Formation, mit wenig Tiefenstaffelung.                                                                 |
| 39 | a) Drone mit gradualer Lautstärkeanhebung, LowCut 236 Hz<br><br>b) fm-moduliertes metallisches Strahlen mit langer Ein- und Ausschwingzeit | 2 | a) Rot, ggU, -180°/s<br>b) Rot, miU, 180°/s                                                                                                    | a) Rotation als Verwirbelung gut wahrnehmbar, ggU erahnbar, b) sehr deutlich Rotation miU wahrnehmbar, mit <i>Spatial Beating</i> an den Oberflächen.                                                                                                                                                                                                       | Ähnlich 39.1., aber mit anderen Kreisbahnschwerpunkten beim gefilterten Drone.                                                                                                                 | KSP                                      | Kontur verändert sich wegen der unterschiedlichen Reflektionspfade und Materialien der Oberflächen beim Positionswechsel. | Raum wird nach oben hin geöffnet und ausgerichtet, gleichzeitig einhüllende Bewegung um einen Innenraum.                                                                                                                                          | Deutliche räumliche Definition und gleichzeitige Identifizierbarkeit der Materialien erzeugt starke Plastizität. |
| 40 | a) Grainloop mit Bass-Puls<br><br>b) met. Strahlen<br><br>c) Rosa Rauschen nach 15s<br><br>d) Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts  | 4 | a) Rot, ggU, -180°/s<br><br>b) Rot, oben, ggU, 62Ev/-180°/s<br><br>c) Rot, unten, ggU, Az -90/-60 EV, -90°<br><br>d) Stat, hinten rechts, 310° | a) Bass statisch am IKO, mit räumlicher Ausdehnung über die IKO-Maße hinaus. Rotation des Grainloops ggU, spiralartig wahrnehmbar.<br>b) Rotation, oberhalb des IKOs als Verwirbelung wahrnehmbar, Richtung ggU kaum.<br>c) ggU als Leuchtturm wahrnehmbar, nicht in der Elevation.<br>d) Statischer Beam mit Bursts, hinten rechts am IKO und an der Wand. | a) wie 40.1,<br>b) ähnlich aber mit anderen Ausdehnungen im zeitlichen Verlauf,<br>c) hat eine andere Kreisbahnmorphologie,<br>d) Bursts markieren eine Koordinate in der Ecke Tafel/Glaswand. | KSP                                      | Unterschiedliche Raum Aspekte bei Positionswechsel führen zu unterschiedlicher Konturierung.                              | Aufmerksamkeit springt zwischen den Ebenen hin und her. Fixpunkt ist der Burst-Beam am äußeren Rand. a) öffnet den Raum nach oben, während der Bass-Puls nach unten ausgerichtet. Bei Einsatz des Rauschens kommt es zur Einhüllung der Vorgänge. | Komplexes plastisches Gebilde mit unterschiedlichen räumlichen Ausdehnungen und Staffelungen.                    |
| 41 | Rosa Rauschen                                                                                                                              | 1 | Distanzfade mit Ordnungen                                                                                                                      | a) gut ortbar, Klang wird in den IKO gezogen und ver-                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | a) als Bewegung schwer nachzuvollzie-                                                                                                                                                          | KP, raumverdrän-                         | Trajektorie ist aus beiden                                                                                                | Aufmerksamkeit wird entlang der                                                                                                                                                                                                                   | Zwar werden unter-                                                                                               |

|    |                                       |   |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                             |
|----|---------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                       |   | <p>(3...0...3):</p> <p>a) vorne 180°, Fade auf Mitte</p> <p>b) vorne 180°, Fade nach hinten mit Lautstärkeabsenkung</p> <p>c) vorne 180°, Fade nochmal hinten, vorne 180° Fade nach hinten in kürzerer Zeit, mit Lautstärkeabsenkung</p>               | <p>weit in dessen Mitte.</p> <p>b) gut ortbar, Klang fährt durch den IKO auf dessen Rückseite.</p> <p>c) Schnellere Bewegung noch besser nachvollziehbar.</p>                                                                                | <p>hen, vor allem Verfärbung des Klangs wahrnehmbar, weniger räumliche Information, dennoch stärkere Konzentration auf den IKO-Mittelpunkt.</p> <p>b) besser nachvollziehbar als a), Klang bewegt sich tendenziell von rechts (180°) nach links (0°) ohne auf der linken Seite auszutreten.</p> <p>c) schnellerer Fade rechts-links besser zu verfolgen.</p> | <p>gend, teilweise raumgreifend.</p> | <p>Positionen wahrnehmbar, aber mit verschiedenen klangfarblichen Ausprägungen. Mithin entstehen unterschiedliche Konturen.</p> | <p>Trajektorie des Fades geleitet auf die Mitte, nach vorne, durch den IKO, wieder nach vorne etc. Auf diese Weise kann der Schwerpunkt der Aufmerksamkeit tangential ausgerichtet werden.</p> | <p>schiedliche Koordinaten beschreiben, räumliche Staffelung des Materials entsteht dadurch aber nicht.</p> |
| 42 | Gleichmäßige Verkettung feiner Grains | 1 | <p>Distanzfade mit Ordnungen:</p> <p>a) vorne 180°, Fade auf Mitte</p> <p>b) vorne 180°, Fade nach hinten mit Lautstärkeabsenkung</p> <p>c) vorne 180°, Fade nochmal hinten, vorne 180° Fade nach hinten in kürzerer Zeit, mit Lautstärkeabsenkung</p> | <p>a) als Lautstärkeunterschied wahrnehmbar, räumlich nicht ortbar, b) erst in der Verbindung mit der Lautstärkeabsenkung scheinbar räumlich, ansonsten eher diffus, c) durch den schnelleren Fade nach hinten etwas deutlicher als b) .</p> | <p>Sehr ähnlich wie 42.1., allerdings ist bei b) und c) die Bewegung als Verschiebungstendenz rechts-links und jeweils zurück nachvollziehbar.</p>                                                                                                                                                                                                           | <p>RP, als Raumzeichen</p>           | <p>Ähnlich 41, aber nur schwach wahrnehmbar</p>                                                                                 | <p>Sehr fragile Bewegung, vermutlich schwer nachvollziehbar, mithin kaum einsetzbar.</p>                                                                                                       | <p>Kaum räumliche Staffelung, Material erzeugt wenig hörbare räumlich differenzierte Texturen.</p>          |
| 43 | Fluktuierende Abfolge unregelmäßi-    | 1 | <p>Distanzfade mit Ordnungen:</p>                                                                                                                                                                                                                      | <p>a) Fade deutlich bis zur Mitte des IKOs wahrnehm-</p>                                                                                                                                                                                     | <p>a) als Bewegung wahrnehmbar, aber am IKO</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>RP als Raumzei-</p>               | <p>Fades sind von unterschiedli-</p>                                                                                            | <p>Aufmerksamkeit folgt der Bewe-</p>                                                                                                                                                          | <p>Fluktuierenden Bursts</p>                                                                                |

|    |                      |   |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ger Bursts           |   | <p>a) vorne 180°, Fade auf Mitte</p> <p>b) vorne 180° Fade nach hinten mit Lautstärkeabsenkung</p> <p>c) vorne 180°, Fade nochmal hinten, vorne 180°, Fade nach hinten in kürzerer Zeit, mit Lautstärkeabsenkung</p> | <p>bar</p> <p>b) deutlicher Fade hinter den IKO</p> <p>c) durch die Beschleunigung verstärkter räumlicher Eindruck</p>              | <p>nicht genau zu verorten.</p> <p>b) als seitliche Bewegung nachvollziehbar</p> <p>c) deutlicher als rechts-links Bewegung wahrnehmbar</p>                                                                                                                                                   | chen                             | <p>chen Positionen aus als Richtungen mit unterschiedlichen Auflösungen und Färbungen wahrnehmbar. Starke Konturierung.</p>     | <p>gungsrichtung tangential. Entsprechend kann die Gerichtetheit verändert werden.</p>                                                                                                                           | <p>werden mit unterschiedlichen Entfernungen von der IKO-Oberfläche wahrgenommen. In der Verbindung mit der Fade-Bewegung wird ein Effekt räumlicher Tiefenstaffelung erzeugt. Hierdurch verstärkt sich die Plastizität der räumlichen Textur.</p> |
| 44 | Rosa Rauschen Bursts | 1 | <p>Distanzfade mit Ordnungen:</p> <p>a) vorne 180°, 2x Fade auf hinten mit Lautstärkeabsenkung und zurück</p>                                                                                                        | <p>Deutlich hörbare Spur durch den IKO nach hinten und wieder auf 180°. Starke Raumanregung durch harte On-und Offsets.</p>         | <p>Verkleinerung ist wahrnehmbar, aber links-rechts-Bewegung ist nicht so deutlich wie die vorne-hinten bei 44.1. Starke Raumanregung sorgt für Reflektionen von Glaswand und Rückwand (!), die die räumliche Verfolgung der Trajektorie zeitweise (Anfang und Ende vom Fade) überlagern.</p> | RP als Raumzeichen (Großplastik) | <p>Weniger stabiles skulpturales Phänomen, lässt sich aber von beiden Positionen erahnen, Konturierung zumindest vorhanden.</p> | <p>Aufmerksamkeit wird bei Position 1 direkt in den IKO und in den Hintergrund gerichtet, bei Position 2 diffuse Wahrnehmung einer Bewegung bis zur Lautstärkeabsenkung und beim Rück-Fade in Richtung 180°.</p> | <p>Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.</p>                                                                                                                                                                                          |
| 45 | Rosa Rauschbursts    | 1 | <p>Rot, vertikal, hinten, unten, vorne, oben - hinten</p>                                                                                                                                                            | <p>Gut wahrnehmbare langsame Bewegung mit wechselnden Färbungen. Interessant sind zudem die sich ändernden Färbungen der Boden-</p> | <p>Rotation nur bruchstückhaft wahrnehmbar, aber in der Alleinstellung als Vorgang zusammensetzbar.</p>                                                                                                                                                                                       | RP als Raumzeichen (Großplastik) | <p>Trajektorie ist stabiler als bei 44, was vermutlich mit der längeren Trajektorie in</p>                                      | <p>Aufmerksamkeit wird entlang der Trajektorie positionsabhängig ausgerichtet, Schwerpunktverlagerung</p>                                                                                                        | <p>Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.</p>                                                                                                                                                                                          |

|    |                                                      |   |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                 |                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                      |
|----|------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|    |                                                      |   |                                                                                                                                                                                                                   | Wandreflektionen. Raum-<br>anregung erzeugt fast<br>zweites Klangereignis.                                                                                                                    |                                                                                                                                 |                                                                  | gleicher Zeit<br>zusammen-<br>hängt. Unter<br>diesen räumli-<br>chen Bedingun-<br>gen ist eine<br>vertikale Rota-<br>tion mithin<br>darstellbar und<br>durchaus kon-<br>turiert. | ist genau nachvoll-<br>zieh bar.                                                                                                                                                                                                        |                                                                      |
| 46 | Rosa Rauschen                                        | 1 | Pan, mit unter-<br>schiedlichen<br>Geschwindigkei-<br>ten, horizontal.<br>90° ggU auf<br>180°, zurück<br>miU auf 0°,<br>zurück miU auf<br>180°, zurück<br>ggU auf 260°,<br>ggU auf 180°,<br>zurück miU auf<br>90° | Bewegungszyklus ist hori-<br>zontal in allen Stadien und<br>Richtungen genau nach-<br>vollziehbar. Hält die Bewe-<br>gung inne, verstärkt sich<br>die Wandreflektion in die-<br>sem Punkt.    | Bewegungszyklus ist<br>nachvollziehbar nur auf<br>der reflektionsarmen<br>180° Rückwand fällt<br>der Beam in den IKO<br>zurück. | KP,<br>raumein-<br>bezie-<br>hend, mit<br>Öffnung<br>zum<br>Raum | Positionsab-<br>hängige Wahr-<br>nehmung der<br>konsistenten<br>spatialen Tex-<br>tur, starke<br>Konturierung<br>durch Reflekti-<br>onseigenschaften<br>des Umge-<br>bungsraums. | Aufmerksamkeit<br>wird horizontal um<br>den IKO in ver-<br>schiedene Richtun-<br>gen gelenkt. Suk-<br>zessive Schwer-<br>punktverlagerung<br>mit Akkumulationen<br>an den jeweiligen<br>Pausenpositionen.                               | Keine räum-<br>liche Tiefen-<br>staffelung<br>im Klanger-<br>eignis. |
| 47 | Gleichmäßige Ver-<br>kettung feiner<br>Grains        | 1 | Wie 46                                                                                                                                                                                                            | Bewegungen auf der IKO-<br>Oberfläche wahrnehmbar,<br>ähnlich 46.1. nur fragiler,<br>teilweise mit Lücken in der<br>Trajektorie, die aber von<br>der Wahrnehmung vervoll-<br>ständigt werden. | Trajektorien nur<br>schwer am IKO wahr-<br>nehmbar. 90° und<br>260° funktionieren, 0°<br>und 180° kaum.                         | RP als<br>Raumzei-<br>chen,<br>raumbin-<br>dend                  | Die spatiale<br>Textur zerfällt je<br>nach Position<br>sehr unter-<br>schiedlich.<br>Somit kaum<br>Konturierung<br>feststellbar.                                                 | Von Position 1:<br>Aufmerksamkeit<br>wird horizontal um<br>den IKO in ver-<br>schiedene Richtun-<br>gen gelenkt. Suk-<br>zessive Schwer-<br>punktverlagerung.<br>Position 2 erzeugt<br>keine konsistente<br>Wahrnehmungssi-<br>tuation. | Keine räum-<br>liche Tiefen-<br>staffelung<br>im Klanger-<br>eignis. |
| 48 | Fluktuierende Ab-<br>folge unregelmä-<br>iger Bursts | 1 | Wie 46                                                                                                                                                                                                            | Trajektorien wegen der<br>Fluktuation und Unregel-<br>mäßigkeit der texturalen<br>Atome nicht nachvollzieh-<br>bar. Keine horizontale<br>Verlagerung wahrnehm-                                | Trajektorien ebenfalls<br>nicht nachvollziehbar.<br>Keine horizontale Ver-<br>lagerung wahrnehm-<br>bar.                        | -                                                                | Wie 47, noch<br>instabiler, als<br>räumliche<br>Textur nicht<br>identifizierbar.                                                                                                 | Aufmerksamkeit<br>springt je nach<br>Position und verliert<br>zwischen durch die<br>Orientierung. Damit<br>ist keine Gerichtet-                                                                                                         | Keine räum-<br>liche Tiefen-<br>staffelung<br>im Klanger-<br>eignis. |

|    |                                             |   |                                                                     |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                          |
|----|---------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|    |                                             |   |                                                                     | bar. Eher Pendelbewegung zwischen wechselnden Koordinaten.                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                                                                                           | heit bestimmbar.                                                                                                                                                                                                          |                                                                          |
| 49 | Rosa Rauschen                               | 1 | Rot, vertikal 180°/s, 5x vorne, oben, hinten, unten, 1x verlangsamt | Rotation als solche nicht wahrnehmbar, eher Pendelbewegung zwischen Reflektionspunkt 0° an der Tafel und 180° direkt auf dem IKO ( <i>Spatial Beating</i> ). Verlangsamte Kreisbewegung wahrnehmbar.     | Völlig andere räumliche Ausdehnung als 49.1., enger am IKO, keine konsistente Trajektorie feststellbar. Kein Pendel. Eher seitliche Bewegungen. Verlangsamte Kreisbewegung wahrnehmbar.               | -                                | Konturgleich, da keine konsistente räumliche Textur vorliegt.                                                             | Bei Position 1 springt die Aufmerksamkeit zwischen den Schwerpunkten hin und her. Position 2 weitgehend orientierungslos. Könnte eventuell durch Deckenreflektor für beide Positionen verstärkt oder ausgeglichen werden. | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                       |
| 50 | Gleichmäßige Verkettung feiner Grains       | 1 | Rot, vertikal 180°/s, 5x vorne, oben, hinten, unten, 1x verlangsamt | Lautstärke und Klangfarbeänderungen am IKO eng wahrnehmbar, Trajektorie nicht bestimmbar                                                                                                                 | Noch schwächere Wahrnehmbarkeit von Bewegung und Schwerpunktverlagerung                                                                                                                               | -                                | Konturgleich, da keine konsistente räumliche Textur vorliegt.                                                             | Kaum wahrnehmbar                                                                                                                                                                                                          | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                       |
| 51 | Fluktuierende Abfolge unregelmäßiger Bursts | 1 | Rot, vertikal 180°/s, 5x vorne, oben, hinten, unten, 1x verlangsamt | Lautstärke und Klangfarbeänderungen näher am IKO, aber mit unterschiedlichem Abstand wahrnehmbar. Trajektorie erahnbar durch die Wiederholung, wirkt sich aber eher als Pendelbewegung vorne-hinten aus. | Kaum Wahrnehmbare räumliche Veränderungen                                                                                                                                                             | -                                | Konturgleich, da keine konsistente räumliche Textur vorliegt.                                                             | Bei Position 1 springt die Aufmerksamkeit zwischen den Schwerpunkten hin und her. Position 2 weitgehend orientierungslos.                                                                                                 | Keine räumliche Tiefenstaffelung im Klangergebnis.                       |
| 52 | Rosa Rauschbursts                           | 1 | Rot, vertikal 180°/s, 5x vorne, oben, hinten, unten, 1x verlangsamt | Starke Raumanregung durch harte On- und Offsets, Bewegung dadurch sukzessive durch Verbindung von Wandreflektionen und IKO-Abschattung nachvollziehbar, bei Verlangsamung noch deutlicher.               | Starke Raumanregung durch harte On- und Offsets, Bewegung dadurch sukzessive durch Verbindung von Wandreflektionen und IKO-Abschattung nachvollziehbar, bei Verlangsamung noch deutlicher. Allerdings | RP als Raumzeichen (Großplastik) | Unterschiedliche Konturierungen entstehen durch Positionswechsel aufgrund veränderter Reflektionspfade und entsprechender | Aufmerksamkeit wird deutlich auf die Beambewegung fixiert und verfolgt entsprechend die Schwerpunktbildung an der jeweiligen Reflektionsfläche oder am IKO selber.                                                        | Es entsteht keine Tiefenstaffelung entlang der Trajektorien im Material. |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                     |  |                       |  |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------|--|--|
|  |  |  |  |  | veränderte Schwerpunkte durch andere Reflektionspfade und fehlenden Direktbeam. Trajektorie schwerer als bei 52.1. identifizierbar. |  | Färbungsunterschiede. |  |  |
|  |  |  |  |  |                                                                                                                                     |  |                       |  |  |