

Hausarbeit zum Thema

DIE KLANGINSTALLATION  
KOMMUNIKATION ZWISCHEN  
RÖHREN

im ehemaligen Möbelhaus »Koch«  
Jena

01. - 04.11.2012

von

TIM HELBIG

Hochschule für Musik  
FRANZ LISZT, Weimar  
Matrikel-Nr. 11145

Elektroakustische  
Komposition

Prof. Robin Minard

Jena, den 16. April 2013

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Die akustische Aktivierung eines Ortes</b>	<b>3</b>
2.1. akustisch, physikalische Aktivierung . . . . .	3
2.2. akustisch-semantische Aktivierung . . . . .	4
<b>3. Die Klanginstallation »Kommunikation zwischen Röhren«</b>	<b>7</b>
3.1. Beschreibung der Installation . . . . .	7
3.2. Funktionsweise der Installation . . . . .	7
<b>4. Ort</b>	<b>9</b>
4.1. Die Aufstellung der Installation . . . . .	9
4.2. ästhetische Anpassungen der Installation an den Ausstellungsraum .	11
<b>5. Technik</b>	<b>13</b>
<b>6. das Klangkonzept</b>	<b>14</b>
<b>7. Realisierung der Komposition</b>	<b>15</b>
7.1. Die Programmierung . . . . .	15
7.1.1. Das Hauptfenster . . . . .	15
7.1.2. Das Kontrollfenster . . . . .	17
7.1.3. Die Klanginstanzen . . . . .	17
7.1.3.1. Player-Instanzen . . . . .	19
7.1.3.1.1. Audiodateien per Ambisonics verräumlichen	19
7.1.3.1.2. Audiodateien diskret verräumlichen . . . .	19
7.1.3.1.3. Klangmaterial der Player . . . . .	21
7.1.3.2. synthetische Generierung von Klangmaterial . . . .	21
7.1.3.2.1. »Sinus-Chord« . . . . .	21
7.1.3.2.2. »Metro-Click« . . . . .	22

*Inhaltsverzeichnis*

7.1.3.2.3. »Kreis« . . . . .	22
7.1.3.2.4. PFFT-Synthese . . . . .	23
7.1.4. Ambisonics . . . . .	23
<b>8. Schlussbemerkung</b>	<b>25</b>
<b>A. Fotografischer Anhang</b>	<b>26</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>28</b>

# 1. Einleitung

Die Klanginstallation *Kommunikation zwischen Röhren* ist eine Arbeit, welche sich in besonderer Weise mit dem phänomenologischen Zusammenhang zwischen Resonanzfrequenz und Luftsäule beschäftigt. Sie besteht aus 16 PVC- und Pappröhren an deren unterem Ende jeweils ein Miniaturlautsprecher angebracht ist. Dabei sind acht Röhren unterschiedlich gestimmt. Aufgrund der Autonomie der einzelnen Röhren ist *Kommunikation zwischen Röhren* nicht *site-specific*<sup>1</sup>, d.h. sie ist ortsunspezifisch konzipiert. Dennoch wird die Installation klanglich als auch durch ihre räumliche Aufteilung an die Anforderungen des jeweiligen Ausstellungsortes angepasst.

Die Beziehung der Klangobjekte zueinander wird besonders durch den gemeinsamen Ausstellungsort, die Programmierung (und damit einhergehend die Wiedergabe eines gemeinsamen Klangmaterials), sowie durch das visuelle Gesamtbild, hergestellt. Durch die Aufstellung in einem umgebenden (geschlossenen) Raum, entsteht eine Wechselwirkung zwischen dem *inneren* Raum der Röhren und dem *äußeren* Raum – dem Ausstellungsraum. Diese *Kommunikation* – im Sinne jener sich beeinflussender Wechselwirkungen – zwischen den Klangobjekten und dem Ausstellungsraum, wird zudem durch das verwendete Klangmaterial, sowie dessen räumliche Verortung artikuliert. Der *äußere* Raum wird durch die Klanginstallation, also das Vorhandensein von Klängen und Geräuschen *aktiviert* (Vgl. Kap. 2). Die Aufstellung der Klangobjekte greift insofern sowohl in das visuelle Erscheinungsbild, als auch in die akustische Umgebung des Ausstellungsraums ein.

Der Aufbau stand im Zusammenhang mit dem *Kurztheaterspektakel*<sup>2</sup> der *Freien Bühne Jena*<sup>3</sup>. Die einzelnen Klangobjekte der Klanginstallation *Kommunikation zwischen Röhren*, sind im Zeitraum zwischen Oktober 2009 und März 2010 entstan-

---

<sup>1</sup>Walter Siegfried; Vortrag zum Thema »Site-Specific-Art« <http://ariarium.de/sitespec.htm> (Stand: 12.03.2013)

<sup>2</sup> <http://www.kurztheaterspektakel.de> (Stand: 23.03.2013)

<sup>3</sup> <http://www.freie-buehne-jena.de>(Stand: 23.03.2013)

## 1. Einleitung

den. Im März 2010 wurde die Installation bereits in der Galerie *Kunsthof Jena*<sup>4</sup> ausgestellt.

---

<sup>4</sup> <http://www.kunsthof-jena.de/galerie/ausstellungen/tim-helbig-kommunikation-zwischen-roehren> (Stand: 22.02.2013)

## 2. Die akustische Aktivierung eines Ortes

Im Zuge des klangkonzeptuellen Diskurs über das mögliche Klangmaterial, die Verräumlichungsstrategien, sowie die Überlegungen zur visuellen und akustischen Integration der Klangobjekte in den Ausstellungsraum, stellte sich die Frage nach einer möglichen *akustischen Aktivierung* des zu bespielenden Raumes.

### 2.1. akustisch, physikalische Aktivierung

Zu Beginn sei die etwas philosophische These erlaubt, ein Raum, ohne (wahrnehmbarer) Klangquellen, existiere akustisch nicht. Durch fehlende akustische Informationen kann ein Raum in seiner Größe und Beschaffenheit vom Hörer nicht ausgemessen werden. Der Betrachter könnte sich demzufolge nicht in Relation mit dem ihn umgebenden Raum stellen. Ein Raum ohne auftretender Schallereignisse ist theoretisch denkbar, in der Praxis jedoch äußerst schwer realisierbar.

Der *Raum* als *akustisches System* muss von *außen*<sup>5</sup> angeregt bzw. dessen Ruhezustand gestört werden, um akustisch wahrgenommen zu werden.

Das Registrieren eines Geräusches ist stets an das Aussenden von einer Schallquelle bedingt. Es sei zudem festgehalten, dass sämtliche Klangereignisse als Folge von Bewegungsenergien entstehen<sup>6</sup>. Insofern werden bei jeder entstehenden Bewegung – unabhängig von der Intensität – gleichwohl Geräusche und Klänge erzeugt. Dies kann beim vorsichtigen Schreiten des Betrachters durch einen Raum bspw. durch das leise Reiben der Schuhe auf dem Bodenmaterial, Reibungsenergien durch Bewegung an der Kleidung und beim Schreiten entstehende Luftbewegungen, passieren. Mittels dieser, häufig unbewusst verarbeiteten Informationen, wird dem Betrachter

---

<sup>5</sup>Von *außen* bezieht sich hierbei auf das aktive Einbringen von bspw. Bewegungen in das *ruhende* System »Raum«.

<sup>6</sup>Bewegungsarten u.a.: kinetische, elektromechanische, elektromagnetische – vielfach sind entstehende Geräusche lediglich Nebenprodukte einer ausgeführten Bewegung.

## 2. Die akustische Aktivierung eines Ortes

die Beschaffenheit und Größe vermittelt – *er kann sich in Beziehung mit dem ihn umgebenden Raum setzen*. Der *äußere* Eingriff zur Störung des Ruhezustands eines Raumes kann ebenso elektroakustisch mittels installierter Lautsprecher als Schallquellen erfolgen.

Bei der akustisch, physikalischen Aktivierung eines Raumes seien besonders folgende Parameter herausgestellt: Durch die Erregung eines Raumes durch ein kurzes Schallereignis<sup>7</sup>, werden sämtliche Informationen über die Beschaffenheit (Materialität, Reflektions- und Absorptionseigenschaften, Nachhallzeit), sowie die Größe und das Volumen des Raumes gesammelt und verarbeitet. Die Dimension des Raumes kann zusätzlich durch das Anregen der *Raumresonanzfrequenz* und/oder deren Obertöne, ermessen werden, da diese in Abhängigkeit zur Distanz zwischen sich gegenüberliegenden Wandflächen steht.

### 2.2. akustisch-semantische Aktivierung

Eine mögliche Form der akustischen Aktivierung eines Raumes soll an dieser Stelle als *akustisch-semantische Aktivierung* eingeführt werden:

Den meisten Räumen sind, je nach Funktion und Bedeutung, markante Klänge und Geräusche zuweisbar<sup>8</sup>. Die entstehenden Klänge werden mit der *Nutzungsbestimmung* eines Raumes verbunden: Ein Badezimmer ist akustisch einfach als ein solches zu identifizieren. Ebenso ein Bahnhof, ein Schulgebäude, ein Kaufladen, eine Buchhandlung, ein Möbelhaus usw. Dies wird neben der Oberflächenstruktur der Wände und dem Interieur:

**Bad** in erster Linie glatte, stark reflektierende Oberflächen wie Fliesen, Glas, Keramik;

**Buchladen** starke Oberflächenvergrößerung und Absorptionseigenschaften durch u.a. Bücher und verlegtem Teppich;

auch durch die verwendeten Geräte und – *aktiv* das ruhende System *Raum* störende – Ausstattungen definiert:

**Bad** u.a. Wasserhahn, Spülung;

**Buchladen** u.a. das Blättern durch Papier, Kassengeräusche;

---

<sup>7</sup>Vgl. bspw. *Dirac-Impuls* <http://de.wikipedia.org/wiki/Delta-Distribution>

<sup>8</sup>ein Raum und dessen *Funktion* könnte demzufolge ebenso mit seiner akustischen Erscheinung, also auch den ihm immanenten Klangquellen beschrieben werden

## 2. Die akustische Aktivierung eines Ortes

Durch die Verwendung elektroakustischer Mittel können in einen bestehenden Raum kompositorisch unzählige weitere Räume eingebracht werden. So können mittels Lautsprecher – die bereits, abstrahiert betrachtet einen eigenen Raum verkörpern – eine Vielzahl unterschiedlicher Räume konstruiert und gleichzeitig *wiedergegeben* werden. Ferner kann wiedergegebenes Klangmaterial einen anderen Ort und dessen akustische Beschaffenheit beschreiben und transportieren. Dabei gibt es zusätzliche Unterscheidungskriterien u.a. zwischen nah und fern, Diffusschall und Direktschall. Jedes Klangmaterial kann einen individuellen Klangraum beschreiben: Zum Einen wird der Raum wiedergegeben, in dem es aufgenommen wurde. Zum anderen kann ein Signal durch einen künstlichen Raumeffekt in einen virtuellen Raum positioniert werden. Darüber hinaus können sehr nah – entsprechend ohne erkennbarem Raumanteil – aufgenommene Klänge einen eigenen, (möglicherweise) abstrakten Klangraum aufweisen und projizieren.

### **genutzte Räume (semantisch) elektroakustisch aktivieren**

Der Raum mit seinen inhärenten Klangquellen kann durch elektroakustische Mittel um zusätzliche Bedeutungen erweitert werden. Es kann eine überspitzte Darstellung des vorhandenen Klangmaterials (bspw. auch durch diverse Syntheseverfahren modifiziert) Konzept sein. Freilich ist ebenso eine Konfrontation mit *raumfremden* Klängen denkbar. Hierdurch kann ein neuer Bedeutungszusammenhang zwischen Klang und Raum konstruiert werden.

### **leerstehende Räume (semantisch) elektroakustisch aktivieren**

Leerstehende Gebäude, welche keine bis wenig Rückschlüsse auf die ehemalige Nutzung zulassen, sind entsprechend unproblematisch in einen (von der Ursprungsnutzung unabhängigen) Kontext gestellt. Durch das *Möblieren* eines (leeren) Raumes mittels Klänge und Geräusche, wird eine akustische *Wirklichkeit* inszeniert.

Eine weitere Möglichkeit der akustischen Aktivierung ungenutzter Räume ist mit Recherchen über bspw. die ursprüngliche Nutzung, bzw. eine inhaltliche Auseinandersetzung mit – mit dem Gebäude in Zusammenhang stehenden – Ereignissen, verbunden. Es kann durch elektroakustische Elemente ein akustischer Rückblick auf die Geschichte eines Ortes vorgenommen werden.

Insofern kann eine *akustische Aktivierung eines Raumes* über die akustisch-physikalischen Eigenschaften und Parameter hinaus, die klangliche Gestalt de-

## 2. Die akustische Aktivierung eines Ortes

finieren. Es besteht die Möglichkeit einen Ort *klingskulptural* in einen, von der ursprünglichen Nutzung und Funktion des Raumes, abweichenden Kontext zu transferieren.

## 3. Die Klanginstallation »Kommunikation zwischen Röhren«

Bei der Klanginstallation *Kommunikation zwischen Röhren* handelt es sich um eine ortsunspezifische Klanginstallation. Sie kann als eine Kombination von 16 Klangobjekten verstanden werden. Dabei werden die einzelnen Objekte nicht autark, sondern als Teil eines akustischen und visuellen Systems gesehen. Im folgenden Kapitel soll die Funktionsweise und die Konstruktion der Klanginstallation näher beschrieben werden.

### 3.1. Beschreibung der Installation

*Kommunikation zwischen Röhren* ist eine Zusammenstellung verschieden gestimmter Röhren. Es werden bestimmte physikalische Effekte klankünstlerisch genutzt.

### 3.2. Funktionsweise der Installation

Die Funktionsweise der Röhren basiert auf einem einfachen physikalischen Prinzip: Durch die verschiedenen Raumvolumina, bestimmt durch Höhe und Durchmesser der Röhren, wird die *Luftsäule* und damit die *Resonanzfrequenz* der Röhren beeinflusst. Der dabei zur Anwendung kommende physikalische Effekt ist der sog. *Kammfiltereffekt*. Insofern handelt es sich bei den verwendeten Klangquellen um *klangformende Instrumente*. Eine lineare Wiedergabe des Klangmaterials ist nicht möglich und mit dieser Konstruktion nicht vorgesehen. Es kann nur ein relativ schmaler Frequenzbereich abgebildet werden. Dieser liegt, je nach Größe der Röhren, zwischen ca. 100 Hz und ca. 6000 Hz

Der ursprüngliche Aufbau der Installation (Jena, 2010; Pössneck, 2011) sah eine, entsprechend der betonten Frequenzen, ansteigende Anordnung vor. Dadurch

### 3. Die Klanginstallation »Kommunikation zwischen Röhren«

bestimmte das Klangmaterial – in Abhängigkeit dessen komponiertem Frequenzverlaufs – Klangbewegungen im Raum.

Durch die Anwendung verschiedener computerbasierter Verräumlichungsstrategien (Vgl. Kapitel 7.1.3.1.1 f.) ist eine frequenzabhängige Klangbewegung obsolet. Jedoch ist durch die differierende Betonung bestimmter Frequenzen und deren Obertöne, eine weitläufige Verteilung und Tiefenstaffelung des Klangmaterials im Raum möglich.

Durch die unterschiedlichen Längenmaße der Röhren werden zudem differierende Höhenkoordinaten realisiert.

Zudem ist die visuelle Abwesenheit von Lautsprechern ein markantes Charakteristikum der Klanginstallation. Dadurch kann die Klangquelle selbst als klangformendes Instrument und Akteur der Installation, denn als bloßer Reproduktionsapparat gesehen werden.

Trotz der geringen Leistung der verwendeten Lautsprecher kann ausreichend hohes räumliches Volumen erzeugt werden. Dies ist vor allem auf die hohe Anzahl und die weiträumige Verteilung der Lautsprecher zurückzuführen. In Abb. 3.1 sind die verschiedenen Röhren mit deren technischen Spezifikationen tabellarisch aufgeführt.

#	Röhrenmaße (Durchmesser x Höhe) in mm	technische Daten der Lautsprecher		Material
		Widerstand/in $\Omega$	Leistung/in Watt	
1	110 x 1280	4	15	Pappe
2	50 x 2000	8	1	PVC
3	50 x 1500	8	1	PVC
4	75 x 1000	8	1	PVC
5	50 x 1000	8	0,5	PVC
6	50 x 500	8	1	PVC
7	50 x 250	8	0,5	PVC
8	42 x 96	8	10	Pappe

Abbildung 3.1.: Tabelle: Maße der verwendeten Röhren; technische Werte der Lautsprecherchassis

## 4. Der Ort

Bei dem Aufbau der Installation im ehemaligen Möbelhaus »Koch« in Jena musste besonders auf die Weitläufigkeit des Ausstellungsraumes eingegangen werden. Der zu bespielende Raum hat eine ungefähre Fläche von 1000 qm. Die Wandmaterialien bestehen zu etwa zwei Dritteln aus stark reflektierenden Blechverschalungen. Die restlichen Flächen sind glatte Beton- / bzw. Steinwände. Die Wände stehen im rechten Winkel zueinander. Besonders markant ist die Abwesenheit von Lichtschächten und Fenstern nach außen.

Als Zugang dienen zwei etwa drei Meter breite Durchbrüche. Beide Eingänge befinden sich auf der zum Hausinneren gewandten Wand. Diese Wandfläche ist zudem durch einen ungenutzten Technikraum nach innen vergrößert. Das Bodenmaterial besteht aus einer ebenfalls akustisch stark reflektierende Oberfläche.

Der Raum befindet sich im obersten Stock des ehemaligen Möbelhauses und wird nach oben durch eine Blechdecke abgeschlossen. Zudem ist die Raumarchitektur durch sechs viereckige Säulen auf der Längsachse des Raumes gekennzeichnet. (Vgl. Abb. 4.3) All diese architektonischen Spezifikationen des Raumes lassen ihn sowohl akustisch als auch visuell als sehr mächtig erscheinen.

Die Größe, als auch die deutlichen Reflektionseigenschaften des Raumes, wurden bei der Ausarbeitung des klanglichen Konzepts (Vgl. Kap. 6) und die Komposition (Vgl. Kap. 7) der Klanginstallation eingearbeitet.

### 4.1. Die Aufstellung der Installation

Zu Beginn des Aufbaus musste geklärt werden, an welcher Stelle die 16 Röhren mit den integrierten Lautsprechern positioniert werden sollen. Durch die Größe und die rechtwinklige Architektur des Raumes konnte eine flächenmäßig weitläufige Verteilung vorgenommen werden.

Im Zentrum des Aufbaus steht ein *acht kanaliger* Lautsprecherkreis, dessen Durchmesser etwa 8 m ist. Die Lautsprecher sind in Stereopaaren angeordnet (d.h. im

#### 4. Ort



Abbildung 4.1.: Blick auf den zentralen 8-Kanal Lautsprecherkreis, sowie zwei der äußeren Röhren (Nr. 3 und 5; vgl. Abb.4.3)

Uhrzeigersinn 1, 2, 4, 6, 8, 7, 5, 3). Um den Klangeindruck um die akustische Dimension des Raumes zu erweitern, bzw. die tatsächliche Raumgröße hörbar zu machen – folglich eine stärkere Raumtiefenwahrnehmung zu erzeugen, wurden weitere acht Röhren an die linke und rechte Außenwand des Raumes positioniert (Vgl. Abb. 4.2). Dies hat eine Verdoppelung des inneren Lautsprecherkreises auf den äußeren zur Folge. Dadurch werden programmierte Klangbewegungen zwar im gesamten Raum identisch, jedoch vergrößert realisiert. Durch die unterschiedliche Frequenzbetonung der Röhren entsteht ein, über das ausschließlich Doppelnde der Klangbewegung hinaus, eigenständiges Klangergebnis.

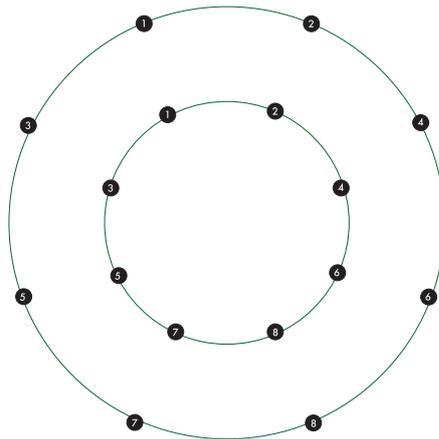


Abbildung 4.2.: Schematische Darstellung der Anordnung der 16 Lautsprecher

## 4.2. ästhetische Anpassungen der Installation an den Ausstellungsraum

Die enormen Maße des Ausstellungsraumes verleihen den Röhrenobjekten eine visuell untergeordnete Gestalt. Erst bei genauerem Betrachten wird deutlich, dass die Installation für das akustische Ergebnis verantwortlich sind. Durch die, in Form der Röhren, stark abstrahierte Anwesenheit von Lautsprechern, kann ein assoziatives Hören beim Rezipienten provoziert werden. Hauptaugenmerk liegt besonders in der möglichen Wahrnehmung des Klanges als *Objekt*, denn als reine akustische Erscheinung. Der Klang *füllt* den Raum, nicht die Gegenwart eines »solide[n], materielle[n] Objekt[s]«<sup>9</sup>. Die Notwendigkeit von Lautsprecherkabeln zum Betreiben der Klanginstallation wurde durch deren Verlegung bewusst thematisiert. Der innere Lautsprecherkreis wird durch mit schwarzem Gewebekband abgeklebte Litzenkabel zusätzlich betont. Dadurch ist das akustische Zentrum der Installation auch visuell hervorgehoben. Die nach außen gedoppelten Lautsprecher sind quer durch den Raum am Boden ebenfalls mit schwarzem Gewebekband abgeklebt (Kanal 1 - 6). Das dadurch entstandene Muster verdeutlicht zum Einen die zentralisierte Ausrichtung der Klanginstallation, zum Anderen wird dem Rezipienten hierdurch der Weg zu den außenliegenden Lautsprechern gewiesen (Vgl. Abb.4.3).

Der Raum erstrahlte in einem warmen Orangeton. Hiermit sollte die akustisch *einhüllende* Wirkung durch eine reduzierte Farbwahrnehmung unterstützt werden. Meiner Empfindung nach besitzt *Orange* eine beruhigende Wirkung auf den Rezipienten, was meist eine positive Auswirkung auf das Hören zur Folge hat.

---

<sup>9</sup>Gertich, Frank: »Klangskulpturen«, in: Motte-Haber, Helga de la (Hrsg.): »Handbuch der Musik im 20. Jahrhundert Bd.12–Klangkunst: Tönende Objekte und klingende Räume«, S.137-190, Laaber Verlag, 1999

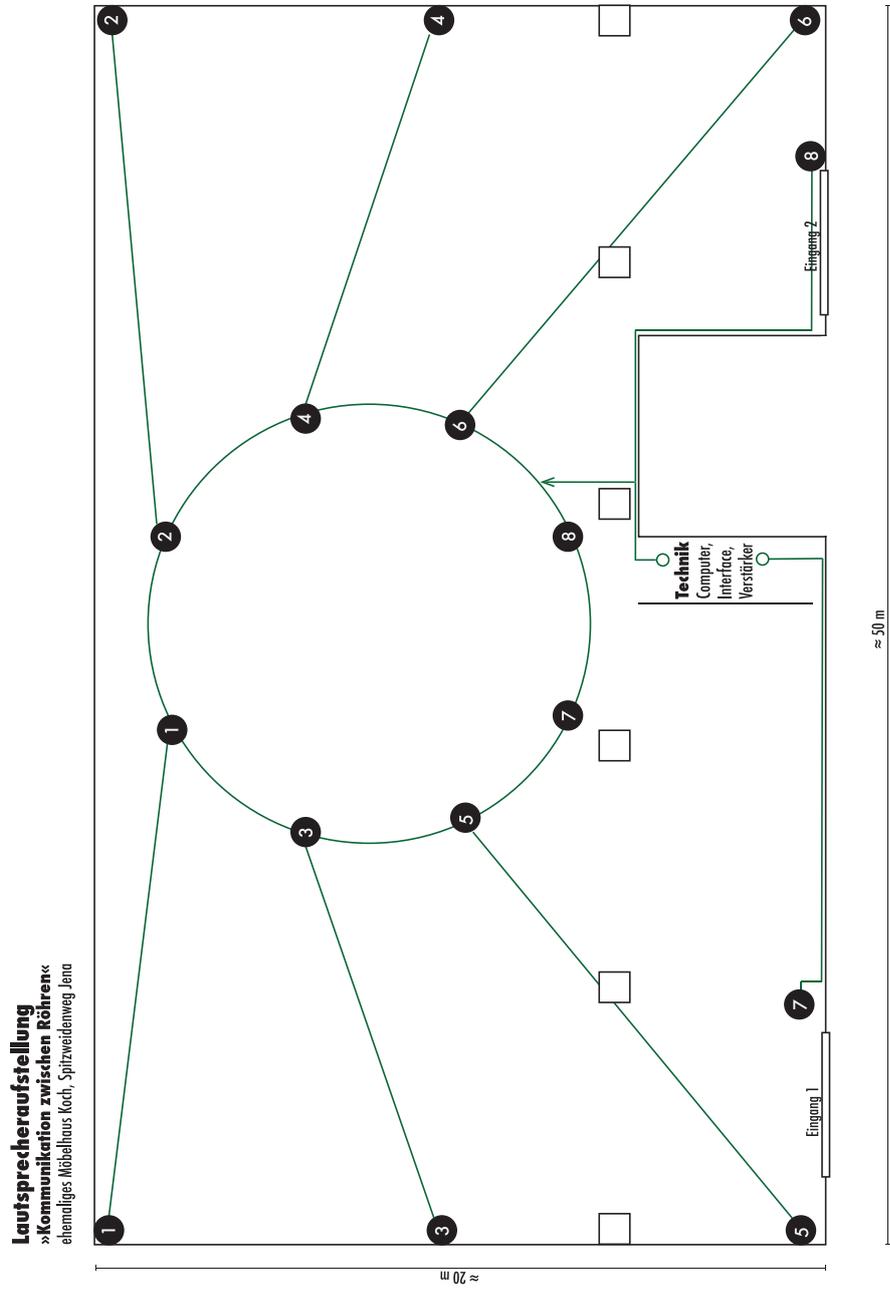


Abbildung 4.3.: Grundriss und Aufstellung der Lautsprecher

## 5. Die verwendete Technik

Zur technischen Umsetzung wurden folgende Geräte verwendet:

**Power Mac G5** Audio-Prozesse, Max/MSP 6

**Metric Halo *Mobile IO*** Audiointerface mit 8 analogen Ausgängen

**IMG Stage Line STA-850D** 8 - Kanalverstärker

**Lautsprecher-Chassis** Vgl. Abb.3.1

**Lautsprecherkabel**

Die Technik ist für den Besucher nicht sichtbar hinter einem schwarzen Moltonvorhang untergebracht. Als Standort wurde die in den Ausstellungsraum ragende Wandfläche des ungenutzten Technikraums verwendet (Vgl. Abb. 4.3).

Die Beleuchtung des Ausstellungsraumes erfolgte mittels sechs *PAR 64*-Scheinwerfer, welche am Rand des Raumes noch oben ausgerichtet wurden. Die Scheinwerfer wurden mit orangenen Farbfolien präpariert.

## 6. das Klangkonzept

Ein ungenutzter (leerstehender) Raum kann durch das Einbringen von Klängen akustisch *möbliert* und *aktiviert* (Vgl. Kap. 2) werden. Das Ziel besteht darin, dem ehemaligen, leerstehenden Möbelhaus durch die Verwendung von Klängen ein akustisches Interieur zu verleihen. Dabei wird nicht mit denen, ein Möbelhaus definierenden Klängen (wie Kassenklingeln, Personalausrufe per Lautsprecher oder gar *Muzak*) gearbeitet. Die in die Räumlichkeit eingebrachte Klanglandschaft nimmt eine *Translokation* verschiedener Räume und musikalischer Abläufe vor. Insofern wird in der Klanginstallation das in Kap.2.2 *angebrachte akustisch-semantische Aktivierung* eines Raumes angewandt.

In der Ausarbeitung des klanglichen Konzepts sollten entsprechend:

- 1** die **Konstruktion der Klangobjekte** – und der damit einhergehenden engbandigen Frequenzwiedergabe (Vgl. Kap.3.2),
- 2** die **Architektur** und die *akustische Aktivierung des Ortes*,
- 3** eine **mehrkanalige** (8-Kanal) **Realisierung** per *Ambisonics*, sowohl
- 4** die **Erstellung einer Komposition** mit aleatorischen<sup>10</sup> Elementen.

berücksichtigt werden. Die mit der Programmierung entstandene Komposition für die Klanginstallation *Kommunikation zwischen Röhren* kann als Klangumgebung gehört werden.

---

<sup>10</sup>Bei *aleatorisch* handelt es sich um einen »statistischen Terminus zur Bezeichnung von Vorgängen, [...], deren Verlauf im Groben festliegt, im Einzelnen aber vom Zufall abhängt« Meyer-Eppler, zit. nach: Frobenius 2011: »Aleatorisch, Aleatorik«, [www.mim-berlin.de/statistik/hmt/HMT\\_SIM\\_Aleatorisch-Aleatorik.pdf](http://www.mim-berlin.de/statistik/hmt/HMT_SIM_Aleatorisch-Aleatorik.pdf) (Stand: 25.03.2013)

## 7. Realisierung der Komposition

Die Realisierung einer Komposition für die Klanginstallation ist eng verbunden mit der Erstellung einer Software. Dies ist mit der Programmierumgebung MAX/MSP 6 realisiert worden. Hierin werden sämtliche Parameter gesteuert, welche für (a) das Zu- und Abschalten verschiedener Klanginstanzen, (b) die Auswahl des Klangmaterials und (c) die Klangverteilung auf die acht Ausgangskanäle verantwortlich ist. Im Folgenden werden die einzelnen Instanzen und Steuereinheiten näher beschrieben.

### 7.1. Die Programmierung

Die Programmierung zu *Kommunikation zwischen Röhren* für die Ausstellung im ehemaligen Möbelhaus ist so konzipiert, dass mit dem Einschalten des Computers – bzw. das Aktivieren der Stromzufuhr – die Software startet und sämtliche Audioprozesse automatisch beginnen. Weitere Einstellungen sind nicht mehr notwendig, da diese im Zuge der Programmierung determiniert wurden, so dass die Installation autark zu spielen beginnt. Der wichtigste Vorteil liegt darin, dass keine besonders instruierten Personen zum Einschalten benötigt werden. Zum Beenden der Installation müssen lediglich die Taste »Q« (=Quit) und anschließend »Y« (=Yes) auf der Computertastatur gedrückt werden. Mit dieser Anweisung wird sowohl MAX/MSP beendet, als auch der Computer heruntergefahren. Der Monitor bleibt während der Ausstellung ausgeschaltet, kann aber bei auftretenden Fehlern und zur Kontrolle genutzt werden.

#### 7.1.1. Das Hauptfenster

Mit dem Hochfahren des Steuerrechners wird automatisch MAX/MSP und anschließend die Programmierung gestartet. Es erscheint das *Hauptfenster* (Vgl.

## 7. Realisierung der Komposition

Abb.7.1), welches sämtliche Prozesse zusammenfasst bzw. verwaltet. Hier sind zudem Verweise zu allen Prozessen und Klanginstanzen eingebunden, die in jeweils neuen Fenstern geöffnet werden. Im Zentrum des *Hauptfensters* befindet sich die Lautstärkesteuerung der einzelnen Kanäle (1 - 8), sowie die Ausgangssumme. Diese kann mittels der Pfeiltasten der Tastatur um jeweils einen Wert erhöht bzw. verringert werden. Unterhalb der Summensteuerung befindet sich eine *Number-Box*. Hiermit kann die Lowcut-Frequenz definiert werden. Diese Einstellmöglichkeit ist notwendig, um auftretende Tieffrequenzanteile zu eliminieren, wodurch unerwünschtes Vibrieren der Lautsprecherboxen und/oder ein Übersteuern der Boxenchassis vermieden werden kann. Die Installation gibt ohnehin nur Frequenzen ab ca. 100 Hz wieder.

Auf der linken Seite des Hauptfensters sind die GUI-Verknüpfungen zu sämtlichen Klanginstanzen untereinander angeordnet. Darunter sind weitere fünf *Toggles*<sup>11</sup> zu sehen, welche die Aktivität einiger Audioprozesse visuell verdeutlichen. Hier lässt sich auch in den automatisierten Prozess durch aktivieren bzw. deaktivieren der Toggles eingreifen.

Im Oberen Bereich der GUI befindet sich der *DSP-Toggle*. Dieser startet bzw. beendet alle Audioprozesse. Daneben befindet sich der Schalter zum Starten bzw. Beenden der zufallsgesteuerten Prozesse. Hierdurch wird der DSP nicht beeinträchtigt.

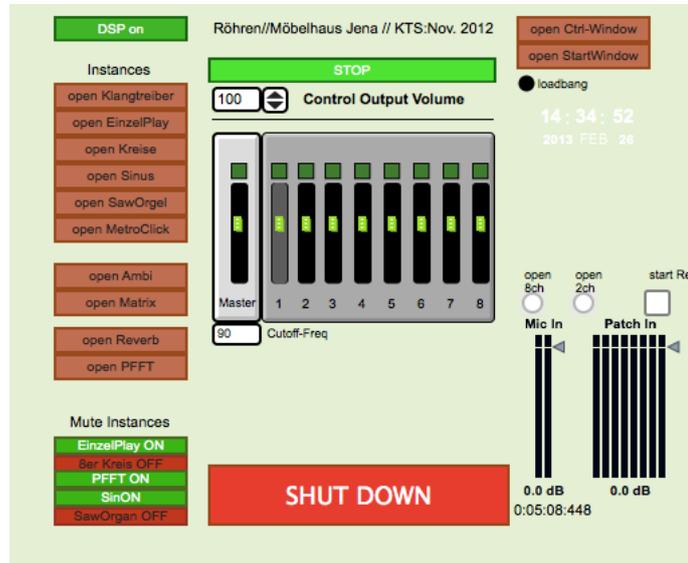


Abbildung 7.1.: Hauptfenster zur Kontrolle laufender Audioprozesse

<sup>11</sup> *Toggle* = An/Aus-Schalter, ( $A_n = 1$ ;  $A_{us} = 0$ )

### 7.1.2. Das Kontrollfenster

Das Kontrollfenster (Vgl. Abb. 7.2) wird über das Hauptfenster (Vgl. Kap. 7.1.1) erreicht. Hier werden alle zufallsgesteuerten Prozesse generiert und zusammengefasst. Diese neben- bzw. untereinander angeordneten Schaltfelder sind – je nach Aktivitätszustand farblich hinterlegt<sup>12</sup>. Nach dem Starten der Software werden automatisch (mittels »loadbang«) verschiedene vorprogrammierte Wertebereiche an die jeweiligen Instanzen übermittelt. Diese Wertebereiche beziehen sich auf die Dauer eines Aktivitätsintervalls. Das Aktivitätsintervall erhält einen Minimal- sowie einen Maximalwert. Aus diesem daraus entstehenden Wertebereich wird ein zufälliger Bereich generiert. Mittels Division wird nun der Anteil zwischen Wiedergabedauer und Inaktivitätszeitraum bestimmt<sup>13</sup>.

Neben dieser autarken Steuerung der einzelnen Klanginstanzen ist zusätzlich eine globale Aktivitätsvariable integriert. Diese befindet sich im oberen Bereich der GUI des Kontrollfensters. Die Funktionsweise ist der Programmierung zur Klanginstallation *Quintessentials* (2012) entlehnt. Hierbei wird ein Zeitintervall zufällig generiert, nach dessen Verstreichen Prozesse deaktiviert bzw. aktiviert werden. So soll nach dem Ablauf der Zeit zwischen zwei Zuständen unterschieden werden: einerseits ein Zustand mit viel Aktivität, andererseits ein Zustand mit geringer Aktivität. Dabei wird in den Intervallbereich der Instanzen nicht eingegriffen. Es erfolgt lediglich eine Zu- und Abschaltung – unabhängig vom aktuellen Aktivitätszustand der jeweiligen Klanginstanzen. Der Aufbau der einzelnen Steuerfelder ist jeweils identisch.

### 7.1.3. Die Klanginstanzen

Innerhalb der Programmierung werden verschiedene *Klanginstanzen* verwendet. Klanginstanzen bezieht sich hierbei generell auf sämtliche Audio-Prozesse und umfasst sowohl die Wiedergabe und synthetische Generierung von Klangmaterial, als auch die Verräumlichungsstrategien.

---

<sup>12</sup> grau (= inaktiv) und orange (= aktiv)

<sup>13</sup> **Beispiel** *Metroclick* (Vgl. Abb. 7.2): Die Gesamtlänge des Intervalls beträgt 4:41 Minuten. Der *Divisor* ist durch den Wert 3 definiert. Dadurch wird festgelegt, dass die Aktivität genau  $\frac{1}{3}$  des gesamten Intervalls beträgt – dem Beispiel entsprechend ist die Wiedergabedauer nun  $\approx 1:34$  Minuten. Nach 4:41 Minuten Gesamintervalllänge wird automatisch eine neue Intervallgröße generiert.

## 7. Realisierung der Komposition

**CCW - CompositionControlWindow**  reset Counts **CPU 0%**

TimeDifference\_Control\_OFF

**2:56.0** **2**  **2 3:51**

**0** Pause Timer (max. 10 s) **121021\_ActivieChecker**

<b>Sinus-Click</b> <b>1</b>	<b>PFFT~</b> 4514 delayed start time Divisor 2 min max whole intervalltime playtime 60 180 0:03:34:000 0:01:47:000 <b>1</b>
<b>MetroClick</b> 88522 delayed start time Divisor 3 min max whole intervalltime playtime 15 180 0:04:41:000 0:01:33:666 <b>1</b>	<b>Einzelplayer</b> 10106 delayed start time Divisor 2 min max whole intervalltime playtime 60 180 0:08:43:000 0:04:21:500 <b>1</b>
<b>Kreise</b> 121621 delayed start time Divisor 3 min max whole intervalltime playtime 15 180 0:01:38:000 0:00:32:666 <b>1</b>	<b>Q-Player1</b> 198912 delayed start time Divisor 3 min max whole intervalltime playtime 60 180 0:00:00:000 0:00:00:000 <b>0</b>
<b>Sinus</b> 14223 delayed start time Divisor 3 min max whole intervalltime playtime 90 180 0:08:34:000 0:02:51:333 <b>1</b>	<b>Q-Player2</b> 367039 delayed start time Divisor 3 min max whole intervalltime playtime 60 180 0:00:00:000 0:00:00:000 <b>0</b>
<b>Saw_Orgel</b> 267960 delayed start time Divisor 6 min max whole intervalltime playtime 15 180 0:00:00:000 0:00:00:000 <b>0</b>	<b>GRD-Player1</b> 58103 delayed start time Divisor 3 min max whole intervalltime playtime 60 180 0:02:30:000 0:00:50:000 <b>1</b>
	<b>GRD-Player2</b> 441969 delayed start time Divisor 3 min max whole intervalltime playtime 60 180 0:00:00:000 0:00:00:000 <b>0</b>

open Kreise      open Player  
open Orgel      open Click  
open Sinus      open SinglePlayer

**Close Window**

Abbildung 7.2.: Das Kontrollfenster – generieren zufallsgesteuerter Prozesse

### 7.1.3.1. Player-Instanzen

Die Klanginstallation *Kommunikation zwischen Röhren* zeichnet sich besonders durch das Verwenden verschiedener eigens angefertigter *Field-Recordings* aus. Diese vorproduzierten Klangdateien werden auf verschiedene Weise in das *akustische Bild* der Installation integriert.

#### 7.1.3.1.1. Audiodateien per Ambisonics verräumlichen

Die wichtigste Variante zur Wiedergabe vorproduziertem Klangmaterials besteht aus einer Kombination von sechs unabhängigen *Playern*. Diese werden per *Matrix* auf die 8 zur Verfügung stehenden *Ambisonics*-Ausgangskanäle geroutet (Vgl. Kap. 7.1.4). Die dabei entstehenden Klangbewegungen sind vor allem Kreisbewegungen mit verschiedenen Bewegungsrichtungen und Geschwindigkeiten.

Der Aufbau der sechs Player ist stets identisch. Jedoch handelt es sich bei *Q-Player 1* und *Q-Player 2* um stereophone Wiedergabeinstanzen, die übrigen vier geben Monosignale aus. Die Player werden durch verschiedene Ordner mit unterschiedlichen Klangdateien gespeist. Die Auswahl der Klangdateien erfolgt mittels dem MAX/MSP-Objekt `urn`. Hiermit ist eine Auswahl *ohne zurücklegen*, bis der gesamte Ordnerinhalt wiedergegeben ist, gewährleistet (Vgl. Abb. 7.3).

#### 7.1.3.1.2. Audiodateien diskret verräumlichen

Eine zweite Variante zur Verräumlichung von aufgenommenen Audiodateien besteht in der diskreten – einen bestimmten Lautsprecher zugewiesen – Klangverteilung. Hierbei können die Röhren als autarke *Instrumentalisten* verstanden werden. Diese Wiedergabeinstanz besteht aus acht *Soundfileplayern*, welche jeweils mit einem Ordner mit Klangdateien gespeist werden. Diese Dateien sind kurz gehalten (maximale Länge: ca. 30 Sekunden). Dabei kommt ebenfalls das MAX/MSP-Objekt `urn` zum Einsatz. Jede Neuauswahl einer Datei (diese erfolgt unmittelbar mit dem Beenden der vorherigen Wiedergabe), generiert einen zufällig ausgewählten Ausgangskanal (Vgl. Abb. 7.5).

## 7. Realisierung der Komposition

Player



Close Window

Abbildung 7.3.: Audiodateien per Ambisonics verräumen



Abbildung 7.4.: Audiodateien diskret verräumen

### 7.1.3.1.3. Klangmaterial der Player

Das verwendete Klangmaterial kann in zwei Kategorien untergliedert werden. Diese sind zusätzlich unterteilt in *artikulierte* und *flächenhafte*:

1. **konkrete Klänge** (*artikulierte* und *flächenhafte*) – z.T. Fieldrecordings (Außen-  
aufnahmen), Nahaufnahmen, ect.
2. **synthetisch erzeugte Klänge** (*artikulierte* und *flächenhafte*)

Um einen stets neugenerierenden Charakter der Installation zu erwirken werden Ordner mit bis zu 120 verschiedenen Klangdateien verwendet. Wie bereits in Kap. 7.1.3.1 beschrieben, werden diese Klangdateien nach einem Zufallsverfahren, *ohne* Zurücklegen ausgewählt. Die verwendeten Klänge sind verschiedener Herkunft. So werden konkrete Aufnahmen (Atmo-Aufnahmen, Straßenverkehr, Tierlaute, urbane Klänge, etc.) synthetisch erzeugtem Klangmaterial (Vgl. Kap. 7.1.3.2) gegenüber gestellt.

### 7.1.3.2. synthetische Generierung von Klangmaterial

In der Klanginstallation werden, zusätzlich zum konkreten Klangmaterial, Klänge und Texturen synthetisch generiert. Im Folgenden werden einige wichtige Elemente zur synthetischen Erzeugung von Klangmaterial vorgestellt.

#### 7.1.3.2.1. »Sinus-Chord«

Dabei werden von einer Grundfrequenz ausgehend, sieben darauf aufbauende Frequenzen generiert. Damit wird die Tonhöhe acht unabhängiger Sinus-Generatoren gesteuert. Jeder Sinus-Ton ist dabei mit einem diskreten Ausgangskanal fest verknüpft. Das Verhältnis zwischen der Grundfrequenz und den sieben weiteren Frequenzen wird per Multiplikation erzeugt und ist der Reihe nach: Grundfrequenz  $y$ :  $y \cdot 1,001$ ;  $y \cdot 1,2$ ;  $y \cdot 1,201$ ;  $y \cdot 1,5$ ;  $y \cdot 1,501$ ;  $y \cdot 1,7$ ;  $y \cdot 1,701$ .

Die durch die teilweise geringen Abstände zwischen den Frequenzen entstehenden *Schwebungen* erzeugen eine interessante Stimmung in der Klanginstallation.

## 7. Realisierung der Komposition

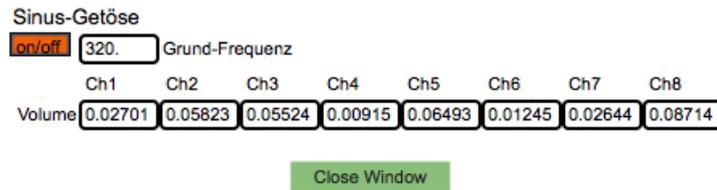


Abbildung 7.5.: Das »Sinus-Chord«-Fenster

### 7.1.3.2.2. »Metro-Click«

Um den »Klangraum« der Röhren, aber auch des Ausstellungsraumes besonders zu artikulieren, kommen Impulsgeneratoren zum Einsatz (Vgl. Abb. 7.6). Diese basieren auf dem MAX/MSP-Objekt `click~`. Dabei werden zwei unabhängige Impulsgeneratoren genutzt, deren Impulsgeschwindigkeit variiert. Jeder Impuls löst eine zufällige Ausgangskanalauswahl aus.

Eine Variation des Impulsgenerator ist der *Sinus-Click*. Dieser benutzt den *Metro-Click* als Grundlage, verwendet allerdings einen kurzen Sinuston statt eines Impulses. Die Frequenz des Sinuston wird zu jeder Reaktivierung zufällig bestimmt.

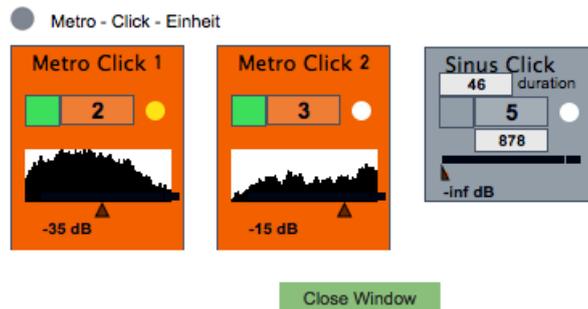


Abbildung 7.6.: Das »Metro-Click«-Fenster

### 7.1.3.2.3. »Kreis«

Ein weiteres synthetisch erzeugtes Element ist der sogenannte »Kreis«. Hierbei werden in der Tonhöhe differierende Sinus- bzw. Sägezahngeneratoren per *VBAP*<sup>14</sup> rotierend auf die Lautsprecherausgänge verteilt (Vgl. Abb. 7.7)

<sup>14</sup>VBAP = *Vector Base Amplitude Panning*; <http://icad.org/websiteV2.0/Conferences/ICAD98/papers/PULKKI.PDF>

## 7. Realisierung der Komposition



Abbildung 7.7.: Das »Kreis«-Fenster

### 7.1.3.2.4. PFFT-Synthese

Diese Syntheseform ist auf das einbringen von Klangmaterial angewiesen. Hierin werden keine Klänge generiert. Die *PFFT-Synthese* (Vgl. Abb. 7.8) dient der Synthetisierung und basiert auf einer Berechnung im *Fourier-Raum*. Hierbei wird ein ankommender Klang mit einem zuvor generierten *Buffer* konvuliert. Dieser wird per *multisliders* dargestellt. Die PFFT-Synthese ist zweimal eingebaut. Dies ist notwendig, um stereophones Klangmaterial bearbeiten zu können. Das Ergebnis ist sehr flächenhaft und unterstützt die atmosphärische Wirkung der Installation. Im Zusammenspiel mit konkretem, artikulierten Klangmaterial kommt diese Synthese besonders zur Geltung.

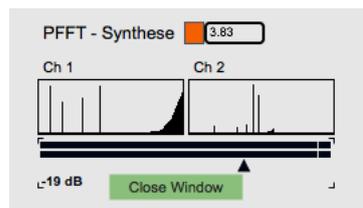


Abbildung 7.8.: Das »PFFT-Synthese«-Fenster

### 7.1.4. Ambisonics

Bei *Ambisonics* handelt es sich um eine Verräumlichungsstrategie, welche anhand eingeegebener Lautsprecherkoordinaten<sup>15</sup> virtuelle Klangquellen im Raum positioniert und bewegt. Für die Umsetzung der Programmierung zu *Kommunikation zwischen Röhren* kommt die vom ICST (*Institute for Computer Music and Sound Technology*, Zurich) zur Verfügung gestellte MAX/MSP-Library<sup>16</sup> zum Einsatz. In

<sup>15</sup>diese Lautsprecherkoordinaten müssen exakt der Aufstellung im Raum entsprechen

<sup>16</sup><http://www.icst.net/research/downloads/ambisonics-externals-for-maxmsp/> (Stand: 20.03.2013)

## 7. Realisierung der Komposition

Abb. 7.9 sind sowohl die Lautsprecherkoordinaten im Raum (links), als auch ein Standbild<sup>17</sup> der virtuellen Klangquellen (rechts) zu sehen.

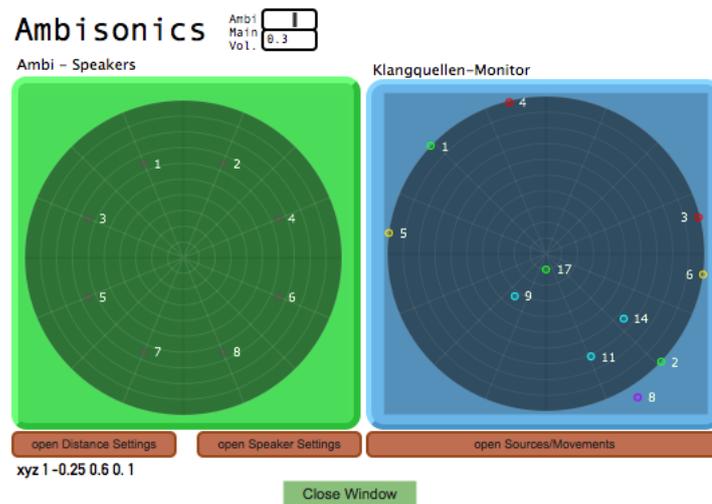


Abbildung 7.9.: Ambicontrol-Fenster – Lautsprecher-Anordnung (links); Klangquellen (rechts)

<sup>17</sup>Hierbei handelt es sich um ein zufälliges Bildschirmfoto eines beliebigen Bewegungsmusters.

## 8. Schlussbemerkung

Im Zuge der Ausstellung der Klanginstallation *Kommunikation zwischen Röhren* im ehemaligen Möbelhaus »Koch« vom 01. bis 04.11.2012 in Jena wurden verschiedene Bereiche betrachtet. Nicht zuletzt die Auseinandersetzungen mit der Beschaffenheit des umgebenden Raumes und der eigens programmierten Software stellten eine Herausforderung dar.

Der große Raum des ungenutzten Möbelhauses wurde für den Zeitraum der Ausstellung akustisch *re*Möbliert und aktiviert. Zusätzlich zur akustischen Auseinandersetzung mit der Raumphysiologie, wurde mit der Klanginstallation ein neuer *Hör*raum geschaffen, der nur unmittelbar mit dem umgebenden Raum in Beziehung – und dennoch in Wechselseitigem Dialog – zu stehen scheint.

## A. fotografischer Anhang



A. Fotografischer Anhang



# Abbildungsverzeichnis

3.1. Tabelle: Maße der verwendeten Röhren; technische Werte der Lautsprecherchassis . . . . .	8
4.1. Blick auf den zentralen 8-Kanal Lautsprecherkreis, sowie zwei der äußeren Röhren (Nr. <b>3</b> und <b>5</b> ; vgl. Abb.4.3) . . . . .	10
4.2. Schematische Darstellung der Anordnung der 16 Lautsprecher . . . . .	10
4.3. Grundriss und Aufstellung der Lautsprecher . . . . .	12
7.1. Hauptfenster zur Kontrolle laufender Audioprozesse . . . . .	16
7.2. Das Kontrollfenster – generieren zufallsgesteuerter Prozesse . . . . .	18
7.3. Audiodateien per Ambisonics verräumlichen . . . . .	20
7.4. Audiodateien diskret verräumlichen . . . . .	20
7.5. Das »Sinus-Chord«-Fenster . . . . .	22
7.6. Das »Metro-Click«-Fenster . . . . .	22
7.7. Das »Kreise«-Fenster . . . . .	23
7.8. Das »PFFT-Synthese«-Fenster . . . . .	23
7.9. Ambicontrol-Fenster – Lautsprecher-Anordnung (links); Klangquellen (rechts) . . . . .	24