Dokumentation des Masterkonzerts

»Impetus [in Kromsdorf]«

elektroakustische Komposition
für
experimentelle Instrumente,
elektrische Gitarre,
Bassklarinette,
Baritonsaxophon
&
Live-Elektronik

aufgeführt in der »Alten Feuerwache«, Kromsdorf
am 10.07.2014

Freie kompositorische Arbeit
zur Erlangung des

Master of Music

vorgelegt von

Tim Helbig,
Matrikel Nr. 11145
geb. am. 25. Juli 1985

im Fach
elektroakustische Komposition und Klanggestaltung
der Hochschule für Musik Franz Liszt, Weimar

Erstgutachter: Prof. Robin Minard
Zweitgutachter: Ludger Hennig

Jena, den 19. August 2014

Inhaltsverzeichnis

Vorwort v

1 Einleitung 1

2 Live-Elektronik 3

3 Improvisation / Komposition / Strukturierte Improvisation 5
3.1 Improvisationsmusik 5
3.2 Komposition 6
3.3 Strukturierte Improvisation 7

4 Der Ort – Die »Alte Feuerwache« 11
4.1 Konzertraum 11
4.2 Lautsprecherorchester 12

5 Instrumentarium 15
5.1 experimentelles Instrumentarium 15
5.1.1 Holzbrett mit Kontakt- und Kleinmembranmikrofon 17
5.1.2 Saiteninstrumente 19
5.1.3 Konservendosen 21
5.1.4 Akkuschrauber mit Kopfmassagegerät 21
5.1.5 Speichenrad 21
5.1.6 Solenoids 22
5.2 traditionelles Instrumentarium 27
5.2.1 elektrische Gitarre 27
5.2.2 Bassklarinette und Baritonsaxophon 28
5.2.3 Djembe und Standtom 28
5.2.4 Crash-Becken 29
5.3 Bühnenaufbau 29

6 Technik **31**
6.1 Programmierung . . . 31
6.1.1 Hauptfenster . . . 32
6.1.2 Echtzeitklangbearbeitung . . . 35
6.1.3 Verwendete Klanggeneratoren . . . 38
6.1.4 Steuerung der Solenoids . . . 40
6.1.5 Die Lichtsteuerung . . . 41
6.2 Spatialisierung . . . 42
6.2.1 Ambisonics . . . 42
6.2.2 VBAP . . . 44
6.2.3 Diskrete Ausgangszuweisung . . . 44
6.2.4 Eingangskanal-Fenster . . . 46
6.3 Steuerung von Parametern . . . 48
6.3.1 Midicontroller . . . 48
6.3.2 Envelope-Follower . . . 48

7 Werkeinführung **51**
7.1 Aufbau der Komposition . . . 52
7.2 Spielanweisung . . . 52

8 Die Partitur **53**

9 Abschließende Gedanken **69**

Anhang **69**

A Fotografischer Anhang **73**

B Midi – Musical Instrument Digital Interface **79**

C Signalfluss Eingang / Ausgang / Controller **81**

Quellenverzeichnis **83**

Abbildungsverzeichnis **86**

Ehrenwörtliche Erklärung **89**

Danksagung **91**

Vorwort

Die Kombination zahlreicher Linien, Striche und Flächen; das Komponieren von Verläufen und Definieren von Vordergründigem, sowie Schichtungen aus Formen, Farben und Texturen, lassen auf einer weißen Leinwand Gemälde entstehen.
Jene beschreibenden Begrifflichkeiten sind jedoch nicht ausschließlich der Beschreibung bildnerischer Kunst zugestanden. Sie finden ebenso Verwendung in der begrifflichen Charakterisierung zeitgenössischer Tonkunst: Der Komponist erstellt *Klangfarbencollagen* und konstruiert akustische Texturen, belässt Ereignisse im Hintergrund und Artikuliert Motive. Anstatt einem Farbkasten mit Mischpalette, bedient er sich einer Datenbank von Klängen und dem Mischpult zur Schichtung der Klangfarben. Dabei kann der Inhalt dieser »Datenbank« individuell zwischen traditionellem Instrumentarium, experimentellen Instrumenten und Klangobjekten, sowie Aufnahmen verschiedenster Klänge variieren.
Durch die Möglichkeit der räumlichen Wiedergabe über Lautsprecher wächst aus der zweidimensionalen Leinwand eine dreidimensionale akustische Projektion. Hierin ist auch schon ein besonderer Unterschied der beiden Kunstformen zu sehen: Handelt es sich bei der bildnerischen Kunst um eine *Raumkunst*, wird die Musik als *Zeitkunst* vermittelt. Die Begründung hierfür liegt in den unterschiedlichen Formen der Rezeption beider Kunstformen: Findet die Schöpfung eines Malers vornehmlich in einem Ausstellungsrahmen[1] zu seinem Betrachter, so wird die Musik und Tonkunst zeitlich linear für die Dauer der Aufführung (bspw. eines Konzerts) in zumeist einem ebensolchen Aufführungsrahmen akustisch vermittelt.
Doch wird der Musik ein ebenso *skulpturaler*, raumkünstlerischer Aspekt zu Teil: Instrumente und Klangobjekte als raumgreifende Körper, aber auch der Klang selbst in seiner physischen Gestalt als *objet sonore*[2].

[1] Hier zählt der öffentliche Raum ebenso hinzu, wie das Ausstellen in Galerien, Museen, Einkaufszentren und Verwaltungsgebäuden, etc.
[2] Dieser Begriff wurde von Pierre Schaeffer innerhalb seiner Ausführungen zur *musique concrète* aus dem Jahre 1948 geprägt (Vgl. Wikipedia: »Pierre Schaeffer«)

Mein Abschlusskonzert *Impetus [in Kromsdorf]* verläuft auf jener Grenzlinie zwischen Raum- und Zeitkunst und kann als Versuch gedeutet werden, die beiden Gattungen zu verschmelzen.

Innerhalb der schriftlichen Arbeit wird eine Interpretation von *Impetus [in Kromsdorf]* vermieden, um die Interpretationsfreiheit des Rezipienten nicht einzuengen.

Meine bisherige klangkünstlerische Auseinandersetzung thematisiert häufig die zweckentfremdete oder erweiterte Nutzung mehr oder weniger *musikalischer* (Alltags-) Gegenstände. Dies passiert nicht selten in Kombination mit den Möglichkeiten der Live-Elektronik. Daher lag der Schritt nahe, die bevorstehende Abschlusskomposition auf diese Weise zu realisieren. Ferner lag die Motivation zur Komposition des Konzertes in dem Ausloten technischer und musikalischer Möglichkeiten, sowie in der Echtzeit-Aufführung einer komplexen elektroakustischen Komposition. Aufgrund dem Verzicht auf vorproduziertes Material ergibt sich ein entsprechend hoher (technischer) Aufwand: Das Klangmaterial wird nicht im Studio synthetisiert, sondern durch entsprechende Apparate als performativer Akt live auf der Bühne generiert.

Die vorliegende Arbeit dient hierbei als Dokumentation der Konzertkomposition *Impetus [in Kromsdorf]*. An einigen Stellen wage ich Mutmaßungen und den Versuch einer »wissenschaftlichen« Auseinandersetzung um eine Positionierung der eigenen Arbeit treffen zu können. Dadurch kann jedoch lediglich eine notwendige, den Rahmen dieser Arbeit übersteigende, Vertiefung in die einzelnen Themenbereiche skizziert werden.

Herzlich bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei Nils Alf und Martin Hünniger, die mich mit allen, ihnen zur Verfügung stehenden Kapazitäten – und viel Geduld und Zuversicht – in den Vorbereitungen zum Konzert unterstützt haben. Martin Hünniger spielte im Konzert am 10. Juli 2014 die elektrische Gitarre, Nils Alf bediente das Baritonsaxophon und die Bassklarinette.

Danke euch!

Exposition

1 Einleitung

Die Komposition eines Live-Elektronik-Konzerts erfordert die Verschmelzung augenscheinlich gegensätzlicher Gewerke. Zum Einen wird Musikalität, zum Anderen technisches Wissen unterschiedlicher Bereiche akkumuliert. Für meine Abschlusskomposition *Impetus [in Kromsdorf]* zählten neben sämtlichen musikalischen Überlegungen, elektrotechnische Fertigkeiten, Kenntnisse in der Entwicklungsumgebung Max/MSP, sowie handwerkliche Umsetzungen diverser Konstruktionen, zu den Schwerpunkten.

Für ein Live-Elektronik-Konzert ist der Einsatz verschiedenartiger elektrischer Apparate, sowie die Verwendung einer elektroakustischen Beschallung unentbehrlich. In der vorliegenden Komposition werden experimentelle Instrumente und Klangobjekte, traditionelle Instrumente, ein eigens konzipiertes Lautsprecherorchester sowie eine umfangreiche Software zur Klangverarbeitung zusammen geführt.

Dabei ist das Stück sowohl als Komposition, als auch als *strukturierte Improvisation* zu charakterisieren (Kap. 3, S. 5): Die mehrheitlich grafisch notierte Partitur (Kap. 7, S. 51) lässt wesentliche Rückschlüsse auf ein reproduzierbares Verhalten der Interpreten zu, insofern eine visuelle Entsprechung der zu erzeugenden Klangfarben vorliegt. Jedoch sind hierin deutliche Interpretationsspielräume intendiert, welche insbesondere durch improvisiertes Spiel umzusetzen sind. Häufig betrifft dies, neben der Spielweise der Instrumente, der zu erzeugenden Tonhöhe und des Timbres, auch Rhythmik und Metrum.
Es kann davon die Rede sein, dass die grafische Notation in gleicher Weise »(klang-)bildnerisch« umgesetzt wird, insofern hier unterschiedlich vorgesehene Klangfarben und -Texturen miteinander kombiniert und collagiert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln soll ein Überblick über das Konzert, dem Aufführungsort in der »Alten Feuerwache« in Kromsdorf sowie, technische Hintergründe verschafft werden. Ferner wird auf die Instrumentierung, die Programmierung als auch auf die Partitur eingegangen.

2 Live-Elektronik

Als Ausprägung der elektroakustischen Musik lässt sich die Live-Elektronik in verschiedene Bereiche klassifizieren. So werden sowohl reine *Laptop-Konzerte*, Instrumentalkompositionen mit der Zuspielung vorproduziertem Klangmaterials, der Einsatz von Synthesizern und elektronischen Klangerzeugern, als auch die Klangbearbeitung und räumliche Verteilung, der Live-Elektronik zugeordnet (Vgl. Supper, 1997, S. 13).

Insofern die Synthetisierung und Transformation von Klängen – anstatt im Studio – in Echtzeit auf der Bühne erfolgt, kann die Live-Elektronik als Bindeglied zwischen Lautsprechermusik und traditioneller Aufführungspraxis verstanden werden. So wird sie im »deutschsprachigen Raum als eine Erweiterung der reinen Lautsprechermusik angesehen.« (Vgl. ebd.)
Die Aufführung von Live-Elektronik Konzerten erfordert einen agierenden Interpreten. Dieser ist in der Interpretation elektroakustischer Musik ebenfalls beteiligt, jedoch erfolgt sein Handeln häufig im Hintergrund – u. a. zur Minimierung visueller Ablenkungen. Durch die reduzierte Form der Inszenierung reiner Lautsprechermusik wird insbesondere auf die körperliche Gestalt des Klanges selbst verwiesen. Anstelle der visuellen Inszenierung, welche in einer traditionell-konzertanten Aufführungspraxis untrennbar mit der musikalischen Darbietung in Erscheinung tritt, wird die Klang- und Raumerfahrung selbst zum Inhalt der *Performance*.

Die Live-Elektronik bedient sich verschiedener Werkzeuge, welche ebenso in der elektroakustischen Musik und Tonstudiotechnik zur Anwendung finden. Darunter wird neben verschiedenen Dynamikbearbeitungen, eine breite Palette unterschiedlicher Klangtransformations-Werkzeuge angewandt. Dazu gehören u. a. Tonhöhen- und Geschwindigkeitsvariation, spezielle Filtereffekte, Raumsimulationen und Syntheseverfahren. Ferner wird in der Live-Elektronik häufig auf die computergesteuerte Wiederverwertung und Variation des bereits gehörten Klangbildes zurückgegriffen. Bspw. wird ein eingehendes Instrumentensignal aufgenommen, um zu einem späte-

ren Zeitpunkt – ggfs. in manipulierter Form – wiedergegeben zu werden. Dadurch kann ebenso die »Problematik des »Erinnerns« [durch] die Überlagerung von Vergangenem und Aktuellem thematisiert« (Decroupet, 2002, S.64), werden.

Die Live-Elektronik, als Ausprägung der elektroakustischen Komposition, bringt – wie bereits erwähnt – elektronische Klangerzeuger und -Umformer zum Einsatz. Das bereits 1939 entstandene Werk *Imaginary Landscape No. 1* von John Cage gilt als eine der ersten Kompositionen, in welcher elektronische Technologien verarbeitet sind. Hierin werden – neben einem Klavier und einem Becken – zwei in der Geschwindigkeit variable Schallplattenspieler eingesetzt. Die Schallpattenspieler geben dabei jeweils einen Sinuston gleicher Frequenz wieder. Durch die Variation (*pitching*) der Abspielgeschwindigkeit können differierende Tonhöhen erzeugt werden.

Jedoch führt die Entwicklung elektronischer Klangerzeuger deutlich weiter zurück. Hier sei das 1897 von Thaddeus Cahill entwickelte *Telharmonium* sowie Anfang des 20. Jahrhunderts nachfolgende Instrumente wie das *Theremin* (Léon Theremin, 1928), das *ondes Martenot* (Maurice Martenot, 1928) und das *Trautonium* (Friedrich Trautwein, 1929) erwähnt.

Im geschichtlichen Verlauf wurde die Live-Elekronik fortwährend weiter entwickelt und zunehmend von Komponisten der zeitgenössischen Musik aufgegriffen (Cage, Stockhausen, Tutschku, u.v.m.). Ferner haben sich mannigfaltige Erscheinungsformen herausgestellt. Zunehmende Popularität erlangte die Live-Elektronik in jüngster Zeit im Zusammenhang mit *free music* - Improvisationskonzerten, sowie durch auf reine Klangsynthetisierung basierende *Laptop-Konzerte* (einschließlich dem *Live-coding*), dem *Live-Löten* (Vgl. »The Loud Objects«, URL) sowie *Hardware-Hacking* (Vgl. Collins, 2009).

3 Improvisation / Komposition / Strukturierte Improvisation

Das folgende Kapitel wird die musikalischen Schöpfungsformen der Improvisation, Komposition, sowie der strukturierten Improvisation in knapper Form gegenüberstellend erläutern.

3.1 Improvisationsmusik

Der Kultur- und Musiksoziologe Roland Kurt beschreibt »[…] menschliches Handeln als Verhältnis zwischen Komposition und Improvisation […].« (Kurt, 2004, S.16f.). Weiter spricht Kurt von einer bestehenden Akzeptanzproblematik der Improvisation gegenüber der Komposition, bezogen auf die abendländliche Kulturgeschichte: »In der abendländischen Kulturgeschichte steht die Improvisation im Schatten der Komposition. Gegenüber dem Werk ist alles andere irgendwie immer weniger wert. Nicht nur in der Kunst, auch in den Wissenschaften hat sich die Wertschätzung des perfekt durchkomponierten Werks tief in unsere Art des Denkens eingezeichnet, unter anderem in unsere Handlungstheorien.« (ebd.) Das Wesen der Improvisationsmusik wird von Andreas Nordheimer deutlich gemacht, der hierbei von einem »[oftmals weitgehend ausbalancierten] Spannungsverhältnis zwischen der Verantwortung der Beteiligten und der Offenheit der Situation […]« spricht (Nordheim, URL, 1996). »[…] d. h., die MusikerInnen müssen (bewußt oder unbewußt) Strategien für eine gelungene soziale Interaktion in offenen Situationen gefunden haben. Mit anderen Worten: Es muß möglich sein, zwischen der akzeptierten Erfahrung von Unbestimmtheiten und dem Willen zur selbstbewußten Gestaltung einer offenen Situation vermitteln zu können.« (ebd.)

Der Improvisation wird das angeeignete musikalischen Vokabular zur Kommunikation zwischen anderen Improvisierenden zu Grunde gelegt. Es wird dabei zumeist eine gemeinsame Sprache unterschiedlicher Dialekte gesprochen: Bspw. das »Anbieten«

von Klangfarben und Rhythmusstrukturen, sowie die Kombination aus reflektiertem und/oder affektiertem, als auch aus emotionalisiertem und/oder intellektualisiertem Interagieren, ergeben eine komplexe Disziplin des musikalischen Schaffens.

Das Schöpferische passiert im *Jetzt*, die Musiker selbst sind Komponisten und zugleich Interpreten ihrer »Echtzeitkomposition«. Wodurch der Prozess des Komponierens eine Demokratisierung widerfährt: Die sonst der Aufführung von Musik gegenwärtigen Form der Hierarchie[3] – bestehend aus dem Schöpfer (dem Komponisten) und dem/den Ausführenden (Musiker, Interpreten, Dirigent) wird mit der Möglichkeit der »Echtzeitkomposition« aufgelöst.

3.2 Komposition

Die Komposition[4] von Werken steht häufig um Zusammenhang mit einer festgelegten Abfolge von Ereignissen. Dieser Ablauf ist zumeist in einer Partitur zusammengetragen, um anschließend durch die Interpreten in Töne übersetzt zu werden. Dabei wird ein bestmöglicher Weg gesucht, musikalische Parameter in schriftlicher und nachvollziehbarer Form zur späteren Aufführung zu fixieren. Dabei wird zumeist auf das fünfzeilige Notationssystem, der dazugehörigen Definition von Notenwerten und absoluten Tonhöhen, zurückgegriffen. In der Notation zeitgenössischer Musik kommen weitere Symbole zur genaueren Beschreibung hinzu (Vgl. Steinecke, 1970).

Mit dem Festhalten überlegter Abfolgen ist eine hohe Komplexität erreichbar. Hierdurch können Phrasierung, Artikulation, Dynamik, Melodieverlauf, Abhängigkeiten und Eigenständigkeiten, Gleichzeitigkeiten und Asynchronitäten, etc. gezielt zusammen gefügt werden.

In beiden Disziplinen – der Komposition und der Improvisation – findet eine Kombination und Neuzusammensetzung des gegenwärtigen Vokabulars in einem schöpferischen Prozess statt. Jedoch kann zum Einen eine fixierte Partitur z. T. mannigfaltigere Ausprägungen durch deren Notation erfahren, zum Anderen ist ein direkter Einblick in den intuitiven und intimen Moment des Komponierens insbesondere der freien Improvisation vorenthalten.

[3] Concerti.de: »Interview Andris Nelson«, URL, [Stand: 13.08.2014]

[4] Komposition, a. d. lat. *componere* = zusammenfügen; vgl. Wikipedia: »Komposition (Musik)«, URL, [Stand: 12.08.2014]

3.3 Strukturierte Improvisation

Hierbei handelt es sich um eine Kombination beider zuvor genannter Disziplinen. Von einer *strukturierten Improvisation* kann die Rede sein, sofern in einer Partitur zwar Angaben z. Bsp. über den zeitlichen und dramaturgischen Verlauf und ggfs. der Instrumentierung gemacht werden, nicht aber eine absolute Notation von Rhythmus und Tonhöhe erfolgt. So wird dem Instrumentalisten ein hohes Maß an Interpretationsfreiheit – und der sich daraus ergebenden improvisatorischer Gestaltungsfreiheit – überlassen.

Bei der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* kann ebenfalls von einer strukturierten Improvisation die Rede sein. In der der Komposition zu Grunde liegenden Partitur sind Verlauf und Instrumentierung, sowie eine Klang-Konzeption zu entnehmen. Jedoch wird hierin nicht mit absoluten Angaben gearbeitet (Tonhöhe, Rhythmus, etc.). Vielmehr sind die grafisch notierten Abläufe als Grundlage und Rahmenbedingungen zur Improvisation zu deuten. Mitunter können stichwortartige Auflistungen oder ein einziges grafisches Element als vollständige Strukturierung und Partitur vorkommen.

Als Beispiel sei John Cages Werk *Williams Mix* genannt. Hierin werden verschiedene grafische Elemente in Beziehung gesetzt. Wobei jedem Element vorab musikalische Parameter zuzuordnen sind.
Damit erfolgt keine absolute Angabe über die Aufführung des Werks, insofern ist diese Komposition ebenfalls der strukturierten Komposition zuzuordnen. »Der Interpret findet keine Partitur im herkömmlichen Sinne mehr vor, sondern eine Handlungsansweisung zur Notierung einer Komposition« (Vgl. Medienkunst.de, URL).

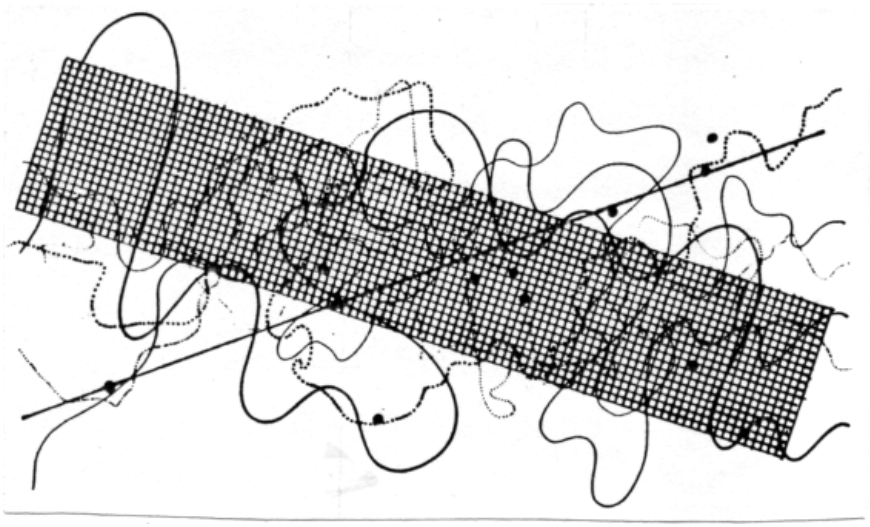


Abb. 3.1: Ausschnitt aus der Partitur zu John CAGEs *Fontana Mix* (1958)

Durchführung

4 Der Ort – Die »Alte Feuerwache«

Die »Alte Feuerwache«[5] in Kromsdorf ist die zu einem gemeinschaftlichen Wohn-, Kunst- und Arbeitsprojekt umfunktionierte ehemalige Feuerwehr des Ortes. Derzeit sind dort 15 Studenten und Freischaffende ansässig. Der seit 1993 bestehende und in der »Alten Feuerwache« beheimatete Verein »Kwvreiraum e.V.«, ist besonders im sozialen und künstlerischen Bereich fördernd aktiv.

4.1 Konzertraum

Das Konzert fand in der ehemaligen Fuhrpark- und Gerätehalle des Geländes statt, welche zu verschiedenen gesellschaftlichen Anlässen als Bühne und Aufführungsraum dient. Durch seinen rauen, teilweise improvisierten Charakter schien der Ort prädestiniert für die Aufführung der geplanten Komposition *Impetus [in Kromsdorf]*.

Die »Alte Feuerwache« als Konzertraum für zeitgenössische Musik nutzbar zu machen, ist ein Versuch des Gegenentwurfs zu traditionellen Konzertsälen mit entsprechendem Interieur und deren berechneter akustischer Eigenschaften. Der alternative Charakter, die Möglichkeit des freien Umgangs mit der Räumlichkeit und die zahlreichen musikalisch verwertbarer Objekte, sollten zu einer Symbiose von Musik und Aufführungsraum führen.
Für das Konzert stellen sich vier Räume weitestgehend akustisch autonom dar:

1. Bühnenraum
2. Publikumsraum (bestuhlt)
3. Hinterer Raum (hinter dem Publikum)
4. Vorderer Raum (hinter der Bühne)

[5] »Alte Feuerwache«, URL, [Stand: 15.08.2014]

Dass hierbei eine sehr schwache akustische Trennschärfe vorliegt, ist durch die tür- und wandlose Verbindung augenscheinlich (Vgl. Abb. 4.1). Jedoch werden die vier Räume durch entsprechende Lautsprecher individuell *artikuliert* und für den Rezipienten als differenzierte Raumeindrücke wahrgenommen. Statt auf komplexe (digitale) Simulationen zurückzugreifen, werden hierbei die tatsächlichen akustischen Phänotypen unterschiedlicher Räume genutzt, wodurch eine deutliche klangliche Ortsspezifität erzielt wird.

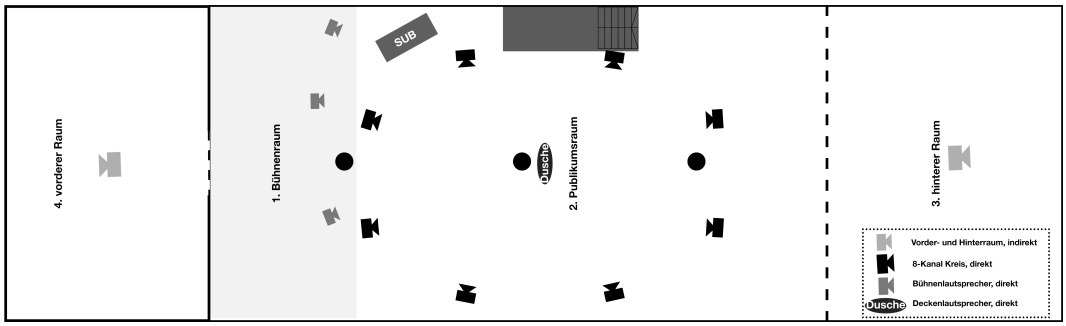


Abb. 4.1: Positionierung der Lautsprecher

4.2 Lautsprecherorchester

Die akustischen Eigenschaften, sowie die Größe des Konzertraumes der »Alten Feuerwache« erlauben die Installation eines »Lautsprecherorchesters«[6]. Hiervon kann (m. E.) die Rede sein, insofern u. a.:

- die Lautsprecher differierende Klangeigenschaften besitzen,
- sowie nicht ausschließlich zur Reproduktion, sondern darüber hinaus als »Instrumente« eingesetzt werden,
- eine Klangprojektion nicht ausschließlich per Mehrkanal-Kreis erfolgt,
- klangliche Eigenschaften der vorzufindenden Architektur betont werden, sowie
- eine klangliche Tiefenstaffelungen möglich ist.

Durch einen um das Publikum aufgebauten 8-kanaligen Lautsprecherkreis werden Klangereignisse in den Publikumsraum projiziert. So können verschiedene Bewegungsmuster mit entsprechendem Direktschallanteil dargestellt werden.

[6] Jedoch ist hierin die Entscheidung auf eine *reduziertere* Ausführung gefallen, die nicht mit dem Bayle'schen *Acousmonium* verglichen werden möchte.

In unmittelbarer Nähe zu jedem Instrumentalisten ist ein aktiver Monitorlautsprecher positioniert. Die dadurch ermöglichte *Ortsentsprechung* (zwischen erzeugtem Klang und dem anschließend verstärktem Signal) kann durch die gleichzeitige oder nachfolgende Anwendung weiterer Spatialisierungsmethoden kontrastiert werden.
Die Architektur der beiden an den Konzertraum anschließenden Räume wird mit jeweils einem leistungsstarken Lautsprecher artikuliert.
An der Decke über dem Publikum befindet sich ein weiterer Lautsprecher (*Dusche*). Hiermit ist eine Höhenkoordinate als weiterer Raumparameter nutzbar. Insofern ermöglichen einige Lautsprecher eine Tiefenstaffelung, andere wiederum bilden durch deren direktes Schallfeld einen nahezu neutralen – und damit variablen – Raumeindruck.
Das Lautsprecherorchester umfasst 15 diskrete Audio-Kanäle (inkl. Subwoofer-Kanal). In Tab. 4.2 sind die Position und grundlegende technische Spezifikation zusammengefasst. Als *Bühnenmonitoring* stehen zusätzlich drei weitere Ausgangswege zu Verfügung.

Raum	Lautsprecher	Eigenschaften	Verwendung	Produkt	Verstärker
Publikum	8-Kanal Lautsprecherkreis um das Publikum herum	Direktschall, 120 - 15000 Hz, 15 W	Simulation von Klangbewegungen im Raum, punktuelle und flächenhafte Projektion	*Rema Andante 830* (Hifi-Lautsprecher)	*Allen & Heath GR8a*
	Deckenlautsprecher	Direktschall, 80 - 18000 Hz, 50 W	als »Dusche« von oben; *Medianebene* (vgl. Uni Hamburg, URL); zentral über Publikum	k. A. (von Recyclinghof)	*Pioneer A-337*
	Subwoofer	10 - 200 Hz, 3600 W	Tieftonlautsprecher	ähnlich *RCF LF18X451*	*QSC MX3000a*
Bühne	3 x Studiomonitor	Direktschall, 80 - 18000 Hz, 150 W	Beschallung in den Publikumsraum (Instrumentalisten-Lautsprecher)	2 x *KRK RP5*	aktiv!
				1 x *JBL LSR28P*	–„ –
Hinterer Raum	PA-Lautsprecher	Indirekt, 80 - 18000 Hz, 200 W	Indirekte Beschallung in den Raum; diffuses Klangbild	*Dynacord PFE 15.3*	*QSC MX3000a*
Vorderer Raum	PA-Lautsprecher	–„ –	–„ –	–„ –	–„ –

Tab. 4.1: Position und technische Spezifikation verwendeter Lautsprecher

5 Instrumentarium

Die Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* erfordert das Spiel verschiedenartiger experimenteller Klangerzeuger. Dabei handelt es sich u. a. um *Objet trouvés* und *Ready-mades*[7] – gefundene Objekte also, deren Existenzgrund in erster Linie nicht in der musikalischen Erzeugen von Klangfarben liegt. Zudem werden aus z. T. einfachen Mitteln experimentelle Instrumente mit charakteristischen Klangeigenschaften geschaffen (Bspw. »Speichenrad«, S. 21). Der Gruppe experimenteller Klangerzeuger werden traditionelle Instrumente wie Baritonsaxophon, Bassklarinette (Vgl. 5.2.2, S. 28), elektrische Gitarre (Kap. 5.2.1, S. 27), und diverse Perkussionsinstrumente (Djembe, große Trommel, Kap. 5.2.3, S. 28) ergänzend gegenübergestellt. Des Weiteren stehen eine Handvoll synthetischer Klanggeneratoren zur Verfügung (Kap. 6.1.3, S. 38).

5.1 experimentelles Instrumentarium

Impetus [in Kromsdorf] zeichnet sich insbesondere durch eine Vielzahl experimenteller Instrumente aus. Hierbei sind meist nicht-musikalische Alltagsgegenstände durch die Einbindung in einen musikalischen Kontext zu Musikinstrumenten rekontextualisiert wurden. Dazu zählen traditionelle Instrumente wie das vollständig geöffnete, für das Publikum einsehbare und mit Motoren gespielte Klavier (Kap. 5.1.2, S. 19), Blechbüchsen, diverse Steine, Stahlschwämme etc. Einige dieser Klangobjekte sind Fundstücke vom Recyclinghof oder entstammen dem Haushalt sowie der »Alten Feuerwache«.
Um die einzelnen Bestandteile der Komposition zu beschreiben ist eine Auflistung

[7] Dabei werden sind Arbeiten als *objet trouvé* zu bezeichnen, deren Ausgangsmaterielen gefundene und zu einem neuen Ganzen kombinierte Gegenstände sind. *Ready-made* hingegen bezeichnet einen (zumeist industriell gefertigten) nahezu unveränderten und unbearbeiteten Gegenstand, welcher durch entsprechende Inszenierung in einen künstlerischen Kontext rekontextualisiert wurde. Vgl. Wikipedia: »objet trouvé«, URL, [Stand: 08.08.2014]

und Veranschaulichung des »zentralen Setups« notwendig. Hierzu gehören die Mehrheit der verwendeten experimentellen Instrumente, Motoren- und Solenoidsteuerung als auch die Midicontroller (Kap. 6.1, S. 31).

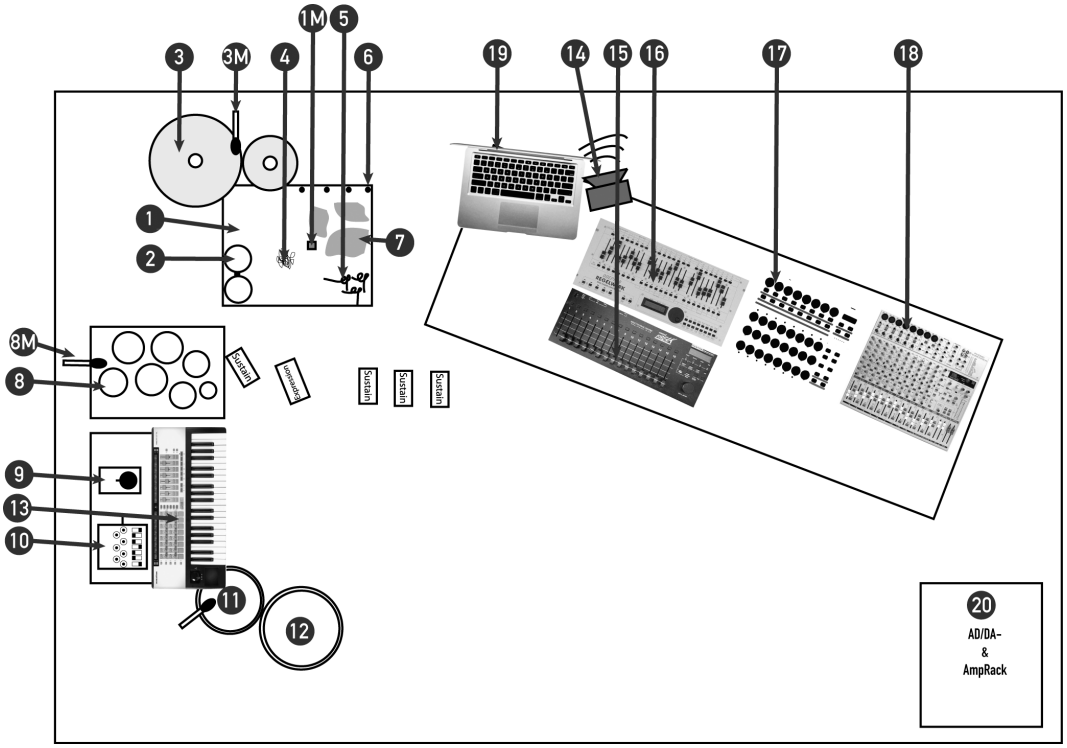


Abb. 5.1: zentrales Setup

1 **Holzbrett** mit div. Objekten und Kontaktmikrofon (Kap. 5.1.1, S. 17)
1M **Kontaktmikrofon** (`AGK C411`)
2 zweiarmiger **Kerzenständer**
3 **Crash-Becken** (16") und **Splashbecken** (10") (Kap. 5.2.4, S. 29)
3M **Mikrofon** zur nahen Beckenabnahme. Dieses Mikrofon wird durch Umstellen ebenfalls für die Verstärkung vom Holzbrett genutzt.
4 **Stahlschwamm**
5 **Kupferdrähte**
6 **Schrauben**
7 **Steine**
8 **Dosen** in verschiedenen Größen (Kap. 5.1.3, S. 21)
8M **Mikrofonierung** der Dosen (Neumann KM184)
9 **Eisenbahntrafo** zur Steuerung der Drehrichtung und Geschwindigkeit des Speichenrads (Kap. 5.1.5, S. 21)
10 **Potentiometer-Box** mit acht Potentiometern zur Steuerung d. Saiteninstrumente (Kap. 5.1.2, S. 19)
11 **Djembe** mit dynamischem Mikrofon (`Sure SM57`) (Kap. 5.2.3, S. 28)
12 **Standtom** (Tomtom) (Kap. 5.2.3, S. 28)
13 **Midi-Keyboard** (`Novation Remote SL 37`) zur Steuerung der ***Solenoids*** (Kap. 5.1.6, S. 22)
14 aktiver **Laustsprecher**
15 **Midi-Fader** (`Kenton Control Freak 16`)
16 **Midi-Fader** (`Doepfer Regelwerk`)
17 **Midi-Controller** (`Behringer BCR 2000`)
18 **Mischpult** (`Phonic`)
19 **Computer**
20 **AD/DA-Wandler** (`Fireface UFX`, `2 x Behringer ADA 8000`) und Verstärker für die passive Lautsprecher

5.1.1 Holzbrett mit Kontakt- und Kleinmembranmikrofon

Einen wesentlichen Bestandteil improvisatorischer Sektionen stellt ein auf einem Keyboardständer angebrachtes Holzbrett dar.
Hierauf befinden sich diverse Materialien, welche mittels einem auf dem Brett angebrachten Kontaktmikrofon (`AGK C411`), sowie einem über dem Tisch positionierten Kleinmembranmikrofon (`Neumann KM184`), verstärkt bzw. der digitalen Audioprozesse (Kap. 6.1, S. 31) verfügbar gemacht werden. Das Holzbrett selbst dient als Resonanzkörper zur Übertragung der von den verschiedenen Materialien erzeugten Schwingungen. Es wird ebenfalls als eigenständiges Instrument durch verschiedenartige Spielweise eingesetzt. Diese variieren zwischen Reiben und attackierenden Schlagen mit Fingern/Händen, Chinastäbchen und Jazzbesen. Dabei kann insbesondere mit der Intensität und Dichte der Einzelereignisse gearbeitet werden.
Auf dem Brett befinden sich u. a.:

Steine	artikulierte Einzelereignisse, flächenhaftes Reiben
Schrauben	legato, tonale (sinusoidale[8]) Figuren (Geigenbogen)
Kupferdrähte	artikuliertes, tonales Spiel (Jazzbesen, Zupfen mit Fingern)
Stahlschwämme	»granulare« Texturen, von artikulierten Einzelereignissen bis flächenhaft (dynamik- und dichteabhängig)
Kerzenständer	tonal, sinusoidal (Geigenbogen)

Zudem sind zwischen dem Holzbrett und dem Keyboardständer zwei Gitarrensaiten mit differierenden Tonhöhen gespannt.

Steine

Die Steine entstammen dem näheren Umfeld des Konzertortes. Es werden 5 - 10 Steine unterschiedlicher Größen (zwischen $\approx$ 0,5 cm^3 und $\approx$ 1000 cm^3) zusammengetragen. Die Materialbeschaffenheit spielt hierbei eine redundante Rolle. In Kromsdorf wurden überwiegend Kalksteine verwendet. Die Spielweise der Steine variiert zwischen sanftem zu kräftigen Aneinanderreiben bis zu heftigem Gegeneinanderschlagen und Zersplittern. Die Mikrofonierung der Steine geschieht mittels der beiden Mikrofone des Holzbretts (Kleinmembran- und Kontaktmikrofon).

[3] *sinusoidal* bezeichnet hier einen obertonarmen, periodischen Klang (*Sinus*), vgl. Wikipedia »Sinusoid«, [Stand: 12.08.2014]

Schrauben

Auf dem Holzbrett befinden sich fünf unterschiedlich gestimmte Schrauben. Die Tonhöhe ist dabei von der Einschraubtiefe in das Brett, sowie der Materialbeschaffenheit, Schraubenstärke und -Länge abhängig. Durch das Streichen mit dem Geigenbogen werden die Schrauben zu Schwingungen in ihrer Eigenfrequenz versetzt. Bei einer Änderung des Drucks und der Bogenhaltung können ferner Glissandi, Kratzgeräusche und die ersten Obertöne erzeugt werden.

Kupferdrähte

Sieben in der Länge divergierende, z. T. mehrfach gewickelte, Kupferdrähte sind in das Holzbrett eingebracht. Dabei ist die Anzahl und Form der Wicklungen, sowie die Länge der Kupferdrähte ausschlaggebend für deren Tonhöhe. Der Draht hat einen Durchmesser von ≈ 1 mm. Sie können mit dem Geigenbogen gestrichen, mit den Fingern gezupft oder mit einem Jazzbesen mit hohem Tempo gespielt werden. Die Kupferdrähte erzeugen ein tonales Klangmaterial.

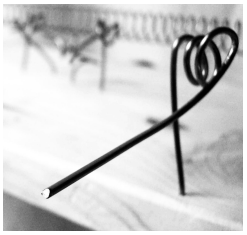


Abb. 5.2: Kupferdraht

Stahlschwamm

Bevorzugt zum Reinigen von Töpfen und hartnäckigen Verschmutzungen, finden die Stahlschwämme auch im musikalischen Kontext zur Anwendung. Diese haufig in der zeitgenössischen Musik (insbesondere in der Live-Elektronik) genutzten Texturgeneratoren aus der Küche, erhalten ebenso Einzug in die Komposition *Impetus [in Kromsdorf]*. Die Stahlwolle wird in unmittelbarer Nähe zum Kontaktmikrofon durch massierende Handbewegungen »zum Klingen« gebracht. Anpressdruck und Geschwindigkeit der Bewegung sind maßgebend für die klangliche Materialdichte als auch die Dynamik.

Kerzenständer

In das Holzbrett ist ein flacher, zweiarmiger Kerzenständer eingebracht. Ein Weiterer ist mit einer kleinen Zugfeder an die Unterseite des Bretts gehängt. Durch Anschlagen mit bspw. Chinastäbchen oder Streichen mit dem Geigenbogen, entstehen Klänge mit definierten Tonhöhen. Diese kommen als Akzentuierung in der Komposition vor, werden jedoch *ad.lib.* behandelt und erhalten keine separate Notation in der Partitur.

Gitarrensaiten

Die Gitarrensaiten werden bevorzugt mit dem Geigenbogen gestrichen. Durch differierende Andruckstärken und Streichgeschwindigkeiten kann mit dem Obertonspektrum der Saiten, sowie der Dynamik gearbeitet werden. Durch langsame Streichbewegung und hoher Andruckstärke werden kratzige Texturen erzeugt.

5.1.2 Saiteninstrumente

Im Konzert sind zwei Saiteninstrument-Konstruktionen zum Einsatz gekommen. Zum Einen wurde ein altes Klavier mittels vier Motoren mit verschiedenen Aufsätzen präpariert (Abb. 5.3). Zum Anderen sind in einem Holzrahmen gespannte Klavier- und Gitarrensaiten – ebenfalls mithilfe verschiedener Motoren – in Schwingung versetzt wurden.
Bei den Aufsätzen für die Motoren handelt es sich um eine Polierscheibe (Baumwolle), eine Toilettenbürste, Elektronik-Isolierband, Gewebeband und einen Konservendosendeckel (versehen mit einem kleinen Stofflappen). Beide Instrumente werden mit einem `AKG C411` Kontaktmikrofon abgenommen. Diese werden in das `Phonic`-Mischpult auf jeweils einen Kanal gelegt. Dadurch können die Signale leicht mittels dem integrierten 3-Band-Equalizer gefiltert werden. Die anliegenden Kanäle werden als diskrete Einzelausgänge an das Audio-Interface weitergegeben, so dass in dem Mischpult keine *Vormischung* erfolgen muss.
Die Drehgeschwindigkeiten der Motoren werden mittels *Drehpotentiometer* beeinflusst. Hiervon sind acht in eine Box eingebracht. Die Stromversorgung erfolgt über ebenfalls acht Netzteile. Da es sich hierbei um eine elektrotechnisch wenig aufwendige Lösung handelt und bei einer solchen Schaltung auch bei Minimalstellung der

Potentiometer ein geringer Strom fließt (dies kann u. U. genügen, um einen Motor langsam rotieren zu lassen), ist vor jedem Potentiometer ein Schalter vorgeschaltet. Vor allen acht Netzteilen befindet sich ein zusätzlicher Hauptnetzschalter, wodurch die Motoren synchronisiert gestartet und gestoppt werden können.
Mithilfe der Motoren ist es möglich sowohl repetitive Muster (insbesondere, sofern die Motoren fixiert sind), als auch zufällige Klangmuster zu erzeugen. Durch die Einstellbarkeit der Drehzahl können verschiedene Muster und Texturen sowie dynamische Unterschiede erzeugt werden. Insbesondere die in das Klavier installierten Motoren erzeugen o.g. zufällige Klangstrukturen, da diese nicht statisch fixiert, sondern freihängend an die Saiten schlagen können. Die vier Motoren sind unterschiedlich präpariert und über den tonalen Bereich des Klaviers gleichmäßig verteilt, so dass ein relativ hohes Frequenzspektrum wiedergegeben werden kann.

Insofern ist eine klare Unterscheidung der beiden Saiteninstrumente möglich. So ist die Rahmen-Saiten-Konstruktion für repetitive, das Klavier für zufälligere Klangmuster zuständig. Das aktive Eingreifen in die Geschwindigkeiten der Motoren ist jedoch obligatorisch zur Erzeugung transparenter Strukturen.

Abb. 5.3: geöffnetes Klavier mit vier Motoren

5.1.3 Konservendosen

Die Wahl der Dosen hängt von deren Klangcharakteristik ab. Diese wird durch deren Material- und Oberflächenbeschaffenheit, sowie deren Baugröße bestimmt. Mit Chinastäbchen wird auf die Unterseite der gewendeten Dosen geschlagen. Die Mikrofonierung geschieht mittels Kleinmembranmikrofon mit Nierencharakteristik.

5.1.4 Akkuschrauber mit Kopfmassagegerät

Ein reizvolles Musikinstrument stellt der Akkuschrauber dar. Durch die beinahe stufenlose Geschwindigkeitsveränderung und die besonderen Klangeigenschaften des verwendeten Akkuschraubers[9], lassen sich gezielte Klangverläufe und tonale Strukturen (u. a. Glissandi) erzeugen. Der Akkuschrauber wird mittels einem sog. *telephone pickup coil* – einem einspuligen Pickup – hörbar gemacht. Hiermit wird das elektromagnetische Feld (Motordrehzahl, anliegende Stromstärke, etc.) verstärkt, nicht aber die mechanischen Vorgänge.

Das Kopfmassagegerät wird im Schraubfutter des Akkuschraubers befestigt. Damit kann bspw. das Becken bespielt werden, wobei Andruckstärke und Drehzahl für die entstehende Textur verantwortlich sind.
Der Akkuschrauber sollte auf die langsame Getriebestufe eingestellt sein. Andererseits könnte die Drehzahl zu hoch sein, wodurch das Kopfmassagegerät auf Grund der enormen Zentrifugalkraft deformiert werden kann. Dies kann u. U. zur Zerstörung des Massagegeräts führen, was gefährlich schnell herum fliegende Einzelteile zur Folge haben könnte.

5.1.5 Speichenrad

Bei dem Speichenrad handelt es sich um eine Fahrradspeiche, welche durch einen Motor in Drehbewegung versetzt wird. Drehrichtung, als auch Geschwindigkeit, sind hierbei durch den Einsatz eines stufenlosen Eisenbahntransformators variabel.

[9] Bei dem verwendeten Akkuschrauber handelt es sich um einen Makita DF330DWJ, »Makita«, URL, [Stand: 30.07.2014]

Bei der Rotation des Speichenrads entstehen, durch in die Speichen hineinragende Kabelbinder und Klaviersaiten, rhythmische Strukturen. Diese wird durch Geschwindigkeitsänderung und Drehrichtung verändert.

Die Tonabnahme erfolgt mit dem Kontaktmikrofon `Schaller Oyster 723` (Piezomikrofon). Das zu verstärkende Signal liegt als separater Kanal im `Phonic`-Mischpult an (Vgl. 5.1.2, S. 19).

5.1.6 Solenoids

Solenoids werden in der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* zur Anregung raumimmanenter Objekte und Materialien verwendet. Für die Aufführung in Kromsdorf kamen 16 Solenoids zum Einsatz. In Kap. 5.1.6 (S. 25) wird die Anordnung und Verteilung der Solenoids im Konzertraum näher beschrieben.

Mithilfe dieser Apparate lassen sich verschiedene Materialien ferngesteuert durch einen kinetischen Impuls anregen. Die auf einem Schaltkreis basierende Steuerung, bestehend aus einem Arduino und einem `L293D`, wandelt von der Programmierung generierte Steuersignale zu elektrischen Impulsen um.

Die Solenoids sind eine Erweiterung des Instrumentariums, indem hierdurch der das Publikum und die Aufführung umgebende Raum nicht ausschließlich als akustisch reflektierende und absorbierende Begrenzung fungiert, sondern vielmehr als tatsächliches Instrument wahrgenommen werden kann.
Die kinetisch erzeugten, punktuellen Klänge wirken als Gegenspieler zur elektroakustischen Lautsprecherprojektion.

Was sind Solenoids?

Bei Solenoids[10] handelt es sich um elektromagnetische Aktoren, deren beweglicher *Tauchkern* mittels elektrisch erzeugtem Magnetfeld eine lineare Hubkraft ausübt[11] (Abb. 5.4). Durch Anlegen einer Spannung (hier zwischen 8 V und 12 V Gleichspannung) wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, welches den beweglichen Kern

[10] auch Zug-, Hub- und Linearmagneten genannt, vgl. Wikipedia: »Zugmagnete«, [Stand: 23.07.2014]
[11] Vgl. »Magnetbasics.de«, URL, [Stand: 23.07.2014]

durch gegenpolige Ladung aus dem Inneren der Spule stoßen lässt. Durch eine am Ende des Kerns befestigte Plastikmuffe wird der ausschlagende Stift daran gehindert aus der Spule auszutreten. Eine Rückstoßfeder bringt nach Abstellen der Spannung den Tauchkern in die Ausgangslage zurück. da mehrere aufeinanderfolgende Impulse stets eine sich in Ruhelage befindliche Rückstoßfeder erfordern, muss mit sehr kurzen Stromimpulsen ($\approx$ 20 ms) gearbeitet werden. Zudem handelt es sich hier um einen kinetischen Impuls, welcher einen Mindestarbeitsweg zum Ausschlagen benötigt. Steht die Spule unter Dauerstrom, bleibt der bewegliche Kern in der ausgeschlagenen Position[12]. Neben der Länge des (optimalen) Hubweges, ist die Hubkraft von der Stromstärke (A - *Ampere*) abhängig. Die Schaltung wird mit 12 V Gleichspannung (bei 1,2 A) betrieben.

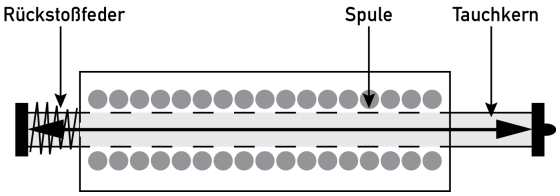


Abb. 5.4: schematischer Aufbau eines Solenoids

Arduinoplattform

Bei einem Arduino handelt es sich um einen Microcontroller mit einer Vielzahl digitaler und analoger Ein- und Ausgänge. Zusammen mit der dazugehörigen Software[13] können verschiedenartige *Physical-Computing-Lösungen*[14] realisiert werden. In dem Fall der Solenoids werden digitale Impulse per USB-Schnittstelle vom Hauptrechner an das Arduino weitergegeben. Hier werden die Signale interpretiert und über die entsprechenden Ausgänge an den IC[15] `L293D` übermittelt. Die Programmierung der Arduino-Plattform sowie die Anbindung von Max/MSP ist in Kap. 6.1.4 (S. 40) nachzulesen.

[12] Dies kann u. U. zu starker Überhitzung und Zerstörung sämtlicher in den Schaltkreis eingeschlossener Bauteile führen!
[13] Arduino, URL, [Stand: 21.07.2014]
[14] Vgl. Wikipedia: »Physical Computing«, URL, [Stand: 24.07.2014]
[15] IC – *integrated circuit*; integrierter Schaltkreis

Schaltkreis mit IC L293D

Um die Kommunikation zwischen Hauptcomputer und den Solenoids herzustellen, muss ein Schaltkreis entwickelt werden. Dieser basiert auf einem Arduino in Kombination mit dem L293D (Siehe Abb. 5.5).
Bei dem L293D[16] handelt es sich um einen *Vierquadrantensteller*. Dessen Funktion liegt in der Umwandlung von Gleichspannung in Wechselspannung variabler Frequenz und Pulsweite[17]. Aufgrund der Anordnung der integrierten Bestandteile wird der LM293D auch als *H-Brücke* bezeichnet.

Die vom Arduino zur Verfügung gestellte Spannung (5 V bei 500 mA) reicht zum Betreiben der Solenoids nicht aus. Daher muss auf externe Stromversorgungen zurückgegriffen werden. Es werden zwei Netzteile mit jeweils 12 V bei 1,2 A verwendet. Jeweils ein Netzteil ist für die Stromversorgung von acht Solenoids zuständig.

Der IC besitzt 16 Pins, vier davon (Pin 4, 5, 12, 13) sind für die Masseableitung zuständig (GND, *ground*), wobei Pin 12 und 13 außer Acht gelassen werden. Pin 1 und 9 werden mit + 5 V des Arduinos gekoppelt. Diese + 5 V dienen als *Versorgungsspannung*[18] zum Betreiben des LM293D. Zwischen der Masse (- 5 V, GND) des Arduinos, und der Masse der externen Netzteile wird Kontakt hergestellt, zur Gewährleistung einer einwandfreien Masseleitung. Die digitalen Ausgänge des Arduinos werden der Reihenfolge entsprechend mit den Input-Pins des L293D verbunden (Pin 2, 7, 10, 15). Die an Pin 3, 6, 11 und 14 anliegende positive Polarität wird mit den Solenoids verbunden. Die Masse der Solenoids wird mit der Gesamtmasse zusammengebracht.

[16] Datenblatt zum L293D, Texas Instruments, URL, [Stand: 19.07.2014]
[17] Vgl. Wikipedia: »Vierquadrantensteller«, URL, [Stand: 19.07.2014]
[18] V_{ss} – *Logic Supply Voltage*

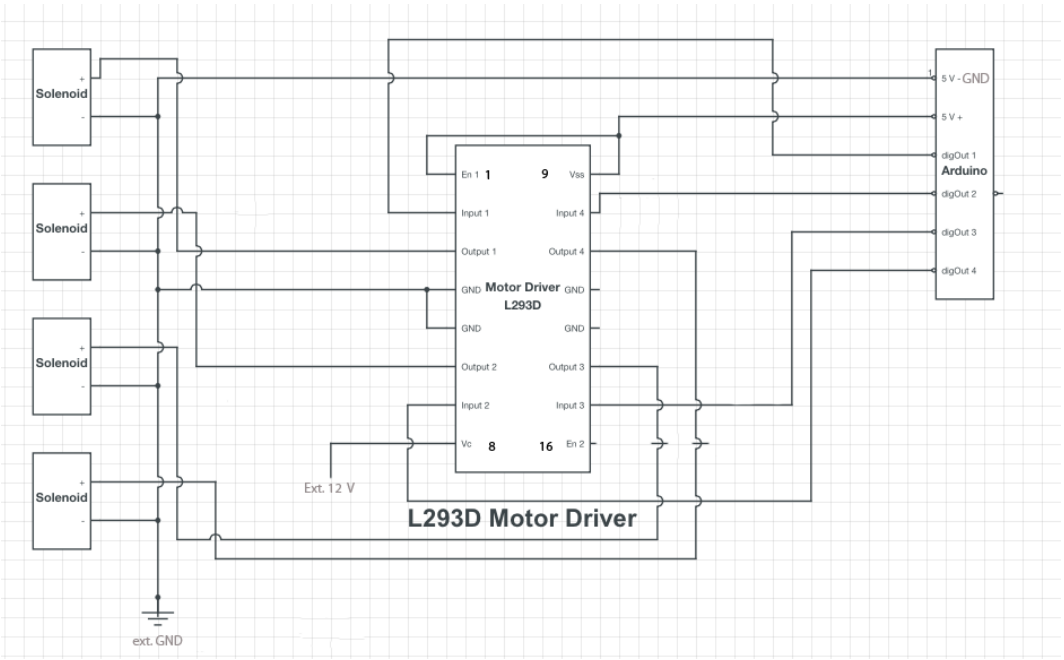


Abb. 5.5: Schaltkreis Arduino - L293D

Anordnung und Verteilung der Solenoids im Konzertraum

Ziel ist es, einen Raum punktuell durch kinetische Impulse zu *aktivieren*[19]. Eine weiträumige Verteilung der Solenoids im Publikumsraum ist daher notwendig. Um verschiedenartige Klangfarben zu erzeugen, werden Gegenstände mit resonanten Materialien ausgewählt. Darunter Stahl, Blech sowie Holz. In Abb. 5.6 ist die in der »Alten Feuerwache« erfolgte Anordung dargestellt. Die Solenoids 1 bis 8 befinden sich zentral über dem Publikum an einem Stahlträger. Dadurch können lineare Bewegungsmuster (u. a. von vorne nach hinten) ausgeführt werden. Solenoid 9 ist an einem Blechträger hinter dem Publikum (ebenfalls oben) angebracht. 10, 11 und 16 sind an Holzverkleidungen befestigt, wohingegen Nr. 12, 13, sowie 14 und 15 an schweren Eisenabdeckungen alter Sicherungskästen montiert sind.

[19] Der *Raum* als *akustisches System* muss von *außen* angeregt bzw. dessen Ruhezustand gestört werden, um akustisch wahrgenommen zu werden. Von *außen* bezieht sich hierbei auf das aktive Einbringen von bspw. Bewegungen in das *ruhende* System »Raum«.

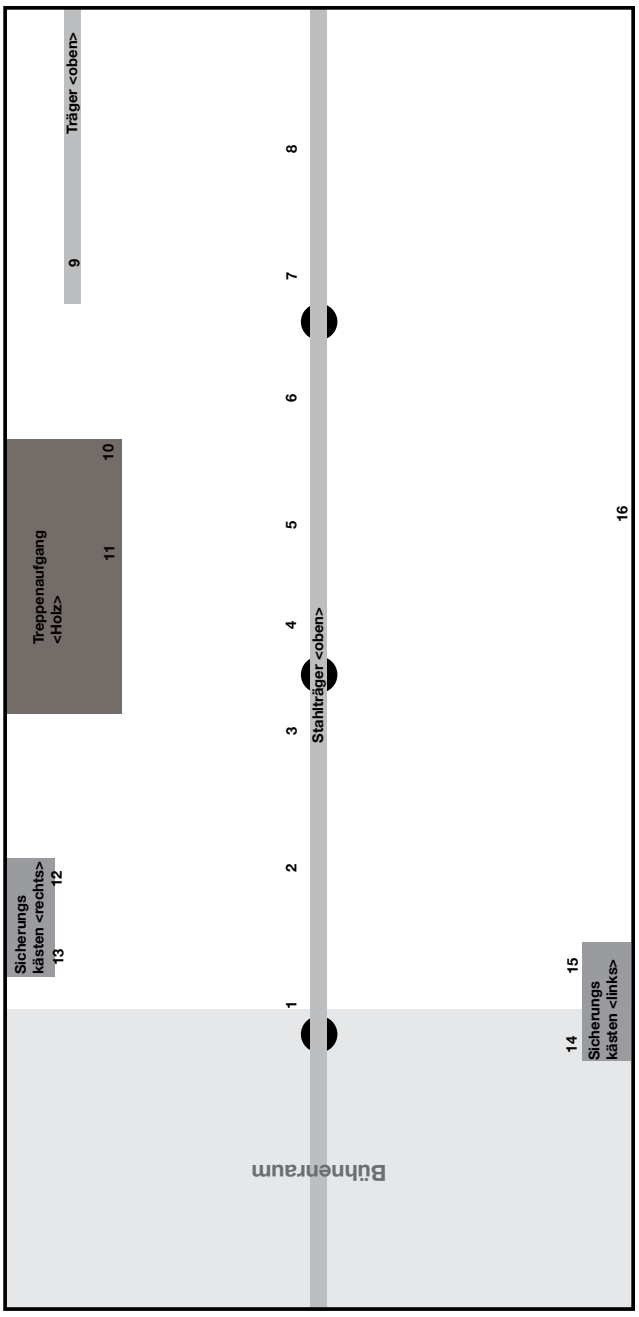


Abb. 5.6: Verteilung der Solenoids im Konzertraum der »Alten Feuerwache«

5.2 traditionelles Instrumentarium

Neben dem experimentellen Instrumentarium erfährt ein traditionelles Instrumentarium in *Impetus [in Kromsdorf]* große Aufmerksamkeit.
Traditionell bezieht sich in diesem Zusammenhang auf die Entwicklung, Konstruktion und Produktion von Gegenständen mit der funktionellen Absicht, Klänge mit einem insbesondere definierten Obertonverhalten zu fertigen. Die Absicht also, das über Generationen gereifte Wissen über den Instrumentenbau in ebensolche Musikinstrumente zur Blüte zu bringen. Diese Erzeugnisse verhalten sich diametral zu aus dem z. T. Alltagskontext rekontextualisierten Musikinstrumenten. Eben solche, deren Produktionsabsicht in der Erfüllung andersartiger Funktionen, denn in der Produktion von Klängen liegt.
Diese unterschiedlich kontextualisierten Instrumentenklassen werden in der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* ergänzend zusammen geführt. Der nachfolgende Abschnitt stellt die eingesetzten traditionellen Instrumente vor.

5.2.1 elektrische Gitarre

Bei der elektrischen Gitarre handelt es sich um ein nunmehr zeitgenössisches, elektroakustisches Instrument. Da hierin eine Weiterentwicklung in der Tonabnahme zur akustischen/klassischen Gitarre erfolgte, die Spieltechniken und der Grundaufbau jedoch der einer klassischen Gitarre entspricht, sei sie dennoch als traditionelles Instrument angeführt[20]. Im Gegensatz zu den beiden Blasinstrumenten ist bei der E-Gitarre nur ein geringer Direktschall auszumachen. Dadurch sind die Möglichkeiten der Erzeugung mannigfaltiger Klangergebnisse – im Rahmen des vom Instrument gelieferten klanglichen Spektrums – beinahe uneingeschränkt möglich.

Der Klang des Instruments wird u. a. als Eingangssignal verschiedener Audio-Prozesse verwendet und transformiert. Die elektrische Gitarre ist in der Aufführung vom 10. Juli 2014 von Martin Hünniger gespielt wurden. Hünniger verwendete dafür die eigens programmierte Software *Granulator*. Mithilfe dieser er abseitige

[20] In dem Kontext der Live-Elektronik sollte eine elektrische Gitarre nicht als experimentelles Instrument genannt werden. Als *experimentell* einzuordnen ist sie ggfs. unter Anwendung zeitgenössischer Spieltechniken.

Klangschichtungen und Texturen entstehen lässt, welche bisweilen entfernt mit einer Gitarre als Klangquelle zu assoziieren sind. Neben einer *clean* gespielten Gitarre und der Verwendung des *Granulators*, kommen Verzerrer, Delay, Gitarrensynthesizer (`ElectroHarmonix HOG`) sowie ein Octaver als klangmodifizierende Effekte zum Einsatz. Dabei werden differierende Spieltechniken zum Anregen der Saiten angewandt. So wird mit der Schlaghand ohne Hilfsmittel (Picking, Zupfen, Schlagen), per *E-Bow*, mit einem *Plektrum*, sowie mit einem *Haushaltsmesser* gearbeitet.

5.2.2 Bassklarinette und Baritonsaxophon

Die beiden Holzblasinstrumente weisen, insbesondere durch deren markantes Obertonverhalten, sowie die kurzen Ein-und Ausschwingvorgänge, individuelle Charakteristika auf. Durch die Kombination des deutlichen Direktschalls[21], elektroakustischer Klangverarbeitung und dem mehrkanaligen Lautsprechersetup, können komplexe Klangquellenlokalisationen gebildet werden. In der Kompostion *Impetus [in Kromsdorf]* wird auf die Symbiose elektroakustischer Bearbeitung und jenem (unverstärkt) wahrnehmbaren Eigensignal Wert gelegt.

Die Partitur erfordert zeitgenössische Spielweisen. Dazu zählen u. a. *tongue slaps*, *multiphonics* (mit und ohne gleichzeitigem Hineinsingen), *keyclicks* sowie geräuschhaftes Hindurchblasen, Klappern und Reiben am Instrument. Die beiden Instrumente werden entsprechend der klanglichen Anforderungen gewechselt.

5.2.3 Djembe und Standtom

Die Djembe und die Standtom kommen als akzentuierende Instrumente zum Einsatz. Hierbei wird insbesondere auf attackierendes Spiel (Vgl. Sektion »3. Inside 2«) geachtet. Die Djembe wird mit Händen und Fingern sowie Stäbchen und Mallets, die Tomtom ausschließlich mit Mallets gespielt[22].

[21] D. h. bei den beiden Blasinstrumenten kann der Ursprungsklang nicht vom transformierten Klang eliminiert wahrgenommen werden.
[22] Dabei wird allerdings auch mit der schmaleren Holzseite (Griff) geschlagen.

5.2.4 Crash-Becken

Bereits in der Komposition *Holzscheit an Amboss* (2012) kam das Crash-Becken als wiederkehrendes Element zum Einsatz. Hierbei wird das Becken sehr nah mit einem Kleinmembranmikrofon abgenommen. Dieses Signal wird anschließend tief transponiert (Kap. 6.1.2, S. 37) und größtenteils über den Subwoofer ausgespielt.

5.3 Bühnenaufbau

In der folgenden Grafik (Abb. 5.7) wird die Positionierung der Instrumente und Musiker in der »Alten Feuerwache« in Kromsdorf veranschaulicht. Die Bühne hat eine Tiefe von ≈ 5 m und eine Länge von ≈ 15 m. Bei der Anordnung muss auf gute Sichtverhältnisse zwischen den Instrumentalisten geachtet werden. Daher ist der mittlere Aufbau Ⓣ im Vergleich zu den Positionen Ⓖ und Ⓑ etwas zurückgestellt. Durch die Verlagerung des (schweren) Klaviers auf die rechte Seite, konnte ein linksseitiges (visuell empfundenes) »Umkippen« verhindert werden.

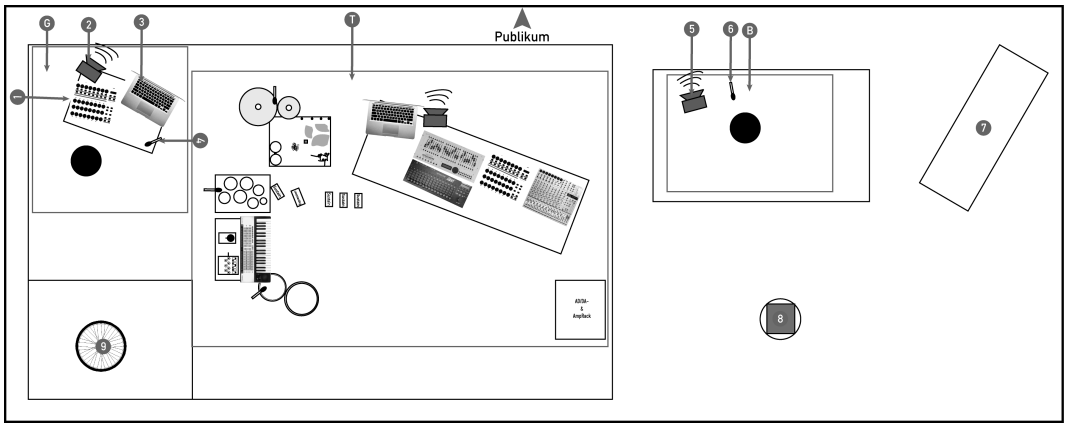


Abb. 5.7: Aufbau der Bühne; Positionierung der Musiker und Instrumente

G **Elektrische Gitarre**
1 **Midicontroller** (`Behringer BCR 2000`)
2 aktiver **Lautsprecher**
3 **Laptop**
4 **Mikrofon**
T **»zentrales Setup«** (Vgl. Abb. 5.1)
B Bühnenposition **Blasinstrumente**
5 aktiver **Lautsprecher**
6 **Mikrofon** zur Abnahme des Baritonsaxophons
7 **Klavier**
8 **Radio** mit MW/LW-Empfang
9 **Speichenrad**

6 Technik

6.1 Programmierung

Wie bereits eingangs in Kap. 2 (S. 3) erwähnt, sind verschiedene Faktoren für die Live-Elektronik obligatorisch. Im Fall der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* wird auf vorproduziertes Klangmaterial verzichtet, so dass alle Elemente in Echtzeit erzeugt und bearbeitet werden. Dies erfordert eine entsprechend konzipierte Programmierung.

Hierfür wird die grafische und objektbasierte[23] Entwicklungsumgebung Max/MSP verwendet[24]. Die Programmierung beinhaltet sowohl verschiedene elektroakustische Klangbearbeitungswerkzeuge (Kap. 6.1.2, S. 35), Raumsimulationen (Kap. 6.2, S. 42), Klanggeneratoren (Kap. 6.1.3, S. 38), sowie multiple Routingmöglichkeiten anliegender Audio-Signale. Darüber hinaus wird das Licht gesteuert (Kap. 6.1.5, S. 41) und die Kommunikation zu den Solenoids (Kap. 5.1.6, S. 22) hergestellt. Die meisten Parameter sind per Midicontroller regelbar (Kap. 6.3, S. 48).

Die Visualisierung der Programmierung ist auf zwei Bildschirme verteilt. So befinden sich auf dem ersten Monitor sämtliche Effektkanäle, die Ausgangsrouting- und -Lautstärkenkontrolle, Verräumlichungsmethoden usw. (Kap. 6.1.1, S. 32). Der zweite Bildschirm bietet Platz für alle Eingangskanäle mit deren Routingmöglichkeiten (Kap. 6.2.4, S. 46).

[23] Im Folgenden werden verwendete *Objekte* und *messages* zur besseren Veranschaulichung mit einer `Umrandung` versehen.

[24] Max, seit 1997 Max/MSP (Max Signal Processing); Cycling'74, URL, [Stand: 03.08.2014]

6.1.1 Hauptfenster

Das Hauptfenster (Vgl. Abb. 6.2) ist in mehrere Segmente untergliedert. So finden sich hier neben der »Haupt-Matrix«, alle Effekte und Klanggeneratoren, die verschiedenen Verrämlichungsstrategien, sowie zwei unabhängige Player-Instanzen wieder. Die Steuerung der Solenoids sowie die Lichteinstellungen öffnen sich als externes Fenster.

Als zentraler Knotenpunkt der Programmierung dient eine Routing-Matrix (Abb. 6.1). Durch die variable Gestaltung von Signalwegen ist damit eine einfache Zuweisung anliegender Signale auf sämtliche Effekt- und Ausgangswege möglich[25]. Darüber hinaus ist das (De-) Aktivieren eines Signalwegs interpolierbar. Das Signal wird über eine beliebige Dauer (*Ramp Time*) linear ein- bzw. ausgeblendet.

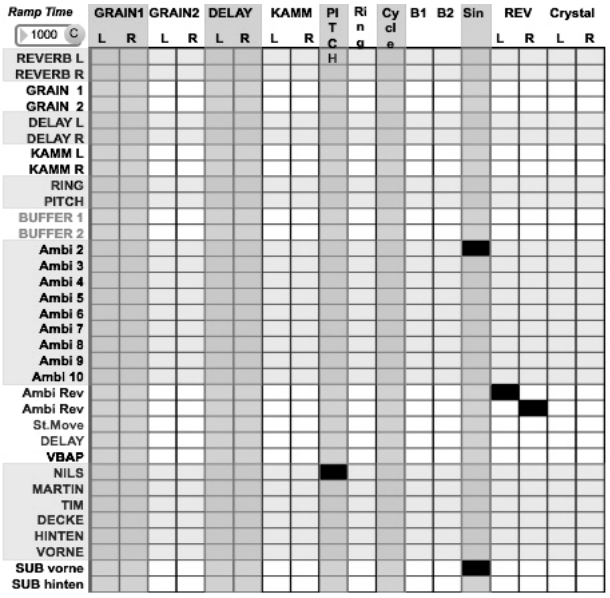


Abb. 6.1: »Haupt-Matrix« zur Zuweisung von Eingangssignalen zu Ausgangswegen

[25] In Abb. 6.1 bspw. liegt das Signal des *pitchshifters* am Ausgangskanal »Nils« an.

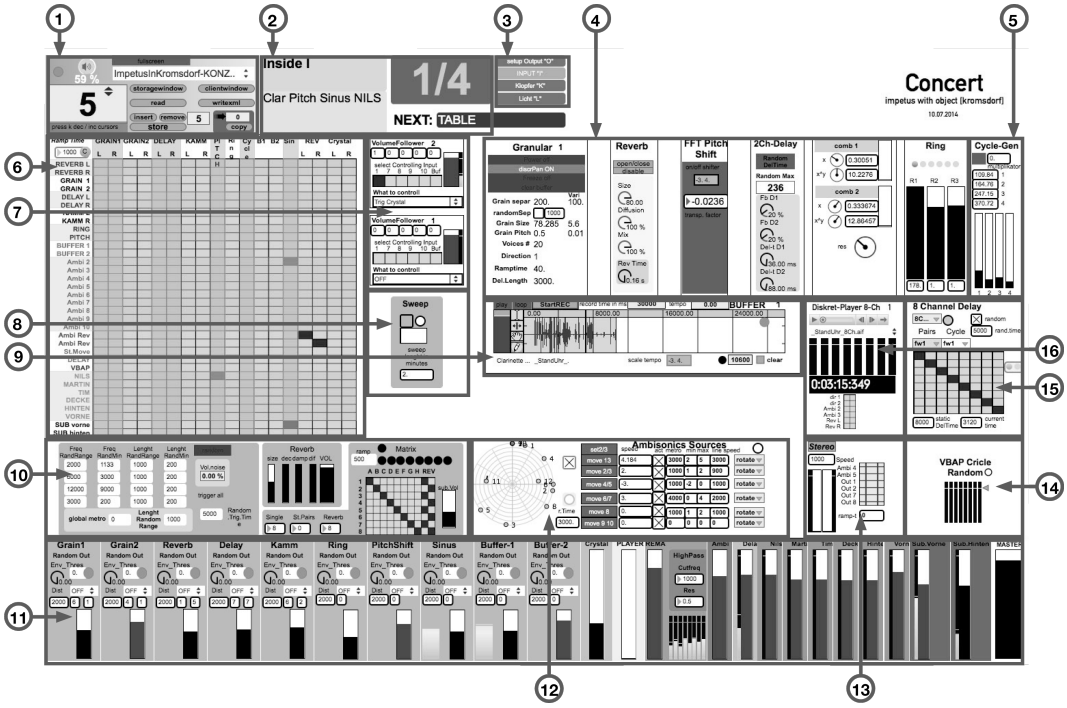


Abb. 6.2: Hauptfenster

1 Presetauswahl / -Speicherung, Audio ein/aus, Prozessorauslastung
2 Beschreibung gewählter Presets
3 Buttons zum Öffnen ext. Fenster: Ausgangskanalzuweisung, Eingangsfenster, Solenoidsteuerung, Lichtsteuerung
4 Effektbereich
5 »Sinus-Generator«
6 »Haupt-Matrix«
7 Volumefollower
8 gegenläufiges Sinus/Sägezahn-Glissando
9 Recorder (`buffer~`)
10 »Crystal-Generator«
11 Ausgangskanalzüge
12 *Ambisonics*-Kontrollfenster
13 `random` -Stereo zwischen definierbaren Ausgangskanälen
14 vbap-Rotation (`random`)
15 8-Kanal Delayschaltung
16 8-Kanal Soundfileplayer

Kanalzug

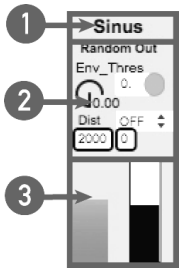


Abb. 6.3: Kanalzug für ausgehende Effektlautstärken mit zuschaltbarer Zufallsverräumlichung

Hierüber wird die Ausgangs-Lautstärke aller Effekt- und Klanggeneratoren geregelt. Dabei besitzt jeder Effektkanal einen eigenen Kanalzug. Abb. 6.3 zeigt jenen für den *Sinus-Generator*. Der Name des Kanals befindet sich an oberster Position ①. Im unteren Bereich befinden sich die Pegelanzeige (*post fader*), sowie der Lautstärkeregler ③. In der Mitte ist die diskrete, zufällige Ausgangskanalzuweisung

untergebracht ② (Vgl. 6.2.3, S. 44). Diese basiert auf den MAX/MSP-Objekten `peakamp~ 200`, `random 14`[26] sowie `matrix~`. Hierbei wertet `peakamp~ 200` das eingehende Signal aufgrund dessen Amplitude (hier mit einem Intervall von 200 ms) aus. Per *If-Clause*[27] wird ein *Threshold-Wert* definiert. Dieser löst einen *bang* aus, sobald der Wert überschritten ist. Der ausgelöste *bang* triggert das `random`-Objekt, welches eine der 14 bestehenden *messageboxes* zufällig auswählt. Die messageboxes beinhalten jeweils eine Matrix-Koordinate für einen Ausgangskanal, welcher als Zahlenkollone in Form einer Liste ausgegeben wird.

Ausgangskanalzüge

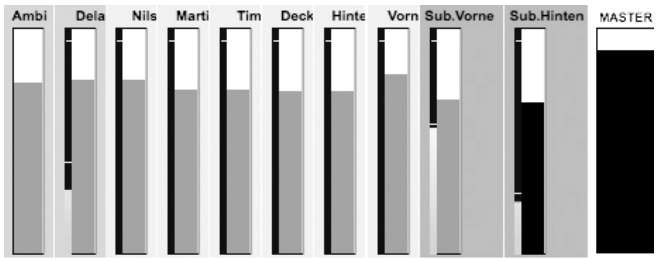


Abb. 6.4: Kanalzug für ausgehende Effektlautstärken mit zuschaltbarer Zufallsverräumlichung

Über diesen Bereich des Hauptfensters lassen sich sämtliche ausgehenden Audio-Kanäle überwachen und ggfs. korrigieren. So besitzt Ambisonics, VBAP, die 8-Kanal Delayschaltung, der Ausgang zum Subwoofer als auch zu den Instrumentalisten-Lautsprechern, einen eigenen Kanalzug mit Pegelanzeige. Hierbei wird direkt auf die Softwareausgänge per `*~` und `dac~` zugegriffen.

Abspeicherung von Presets

Durch die hohe Komplexität der Programmierung ist eine Abspeicherung einzelner Einstellungen in Presets zwingend notwendig. Hierzu kommen die beiden Presetobjekte `pattrstorage` und `autopattr` zum Einsatz. Die Presets werden als *.xml-Datei abgespeichert und können anschließend abgerufen werden. Hierfür ist

[26] Die Variable **14** bezieht sich hierbei auf die Anzahl der Ausgangskanäle. Der Subwoofer-Kanal ist dabei nicht eingeschlossen.

[27] Der angewandte If-Clause: `if $f1 > $f2 then bang`

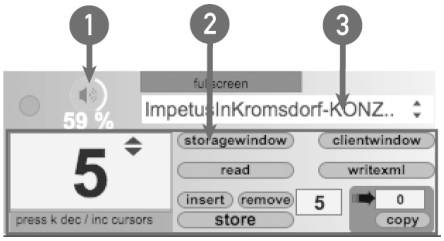


Abb. 6.5: Preset-Fenster zur Kontrolle und Modifikation durchschaltbarer Presets

ein Dropdown-Menü (`umenu`) zuständig ③. Die Visualisierung des Presetbereichs im Hauptfenster (Kap. 6.2, S. 33) ist Abb. 6.5 zu entnehmen.

ausgewählte `pattrstorage`-Funktionen im Überblick ②:

clientwindow	öffnet eine Auflistung aller zugreifbarer Parameter
stroagewindow	öffnet eine Auflistung aller gespeicherten Parameter mit entsprechender Preset-Nummer
read	öffnet einen *opendialog* zur manuellen Auswahl einer *.xml-Datei
writexml	Abspeicherung der getroffenen Einstellungen als *.xml-Datei
store	getroffene Einstellungen werden in das aktuelle Preset geschrieben

Die hervorgehobene »5« in Abb. 6.5 zeigt das aktuell ausgewählte Preset (Presetauswahl), die klein dargestellte »5« wiederum das zum Abspeichern angewählte Preset. Oberhalb der Presetauswahl befindet sich die Aktivitätsanzeige und Prozessorauslastung (in %) ①.

Während dem Konzert werden die Presets per Fußtaster weitergeschaltet.

6.1.2 Echtzeitklangbearbeitung

Eine Echtzeitklangbearbeitung ist für die Live-Elektronik, sofern es sich bei der Aufführung nicht um eine vorproduzierte Band-Zuspielung mit Live-Instrumentalisten handelt, charakteristisches Merkmal. Dadurch wird der Kompositions- und Klangentwicklungsprozess aus dem Studio in eine Live-Situation auf die Bühne gebracht. Die für *Impetus [in Kromsdorf]* zum Einsatz gekommenen Bearbeitungsmethoden werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Granularsynthese Die Granularsynthese ist ein wichtiger Bestandteil der Komposition. Sie wird presetabhängig mit verschiedenen Einstellungen genutzt. Per Midicontroller kann auf sämtliche Parameter zugegriffen werden.

»Bei der Granularsynthese werden komplexe Schwingungen z. B. von einem Instrument in viele sehr kurze Klangabschnitte zerschnitten, die dann über Rechenanweisungen, sog. Algorithmen, in Gestalt, Wiederholungsmuster und Reihenfolge verändert neu zusammengesetzt werden« (Dickreiter 2008, I, S.86).

Durch die geringe Länge der Abschnitte (*grains*), werden diese als Klangfarben empfunden (Vgl. ebd.). Diese kurzen *grains* können auf verschiedene Weise manipuliert werden:

ramptime	Überblendverhalten zwischen den grains
pitch	Manipulation der Tonhöhe der einzelnen grains
grainsize	Definieren der Größe der einzelnen grains
grainsep	Abstand zwischen den grains

Das anliegende Signal wird in einen `buffer~` geschrieben. Dieser wird dabei kontinuierlich neu beschrieben. Die Größe (in ms) wird mittels dem Paramter *grainsize* definiert[28]. Die verwendete Granularsynthese greift hierin auf das MSP-External `munger1~` [29] zurück. Darin ist eine Zufallsvariationsrate etlicher Parameter möglich. So kann die Variation bspw. von *pitch*, *grainsize* und *grainseperation* eingestellt werden. Aufgrund ihrer Arbeitsweise, kann die Granularsynthese auch als Verfahren zur *Klangerzeugung* betrachtet werden.

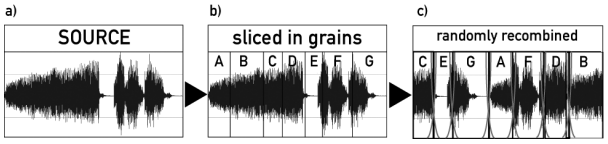


Abb. 6.6: Granularsynthese (schematisch): **a:** Ausgangs Audio-Signal; **b:** zerschneiden (hier mit zufälliger *grain-lenght*); **c:** zufällige Neuanordnung der einzelnen grains mit Blende (grau). Zusätzlich können: unterschiedliche Abstände zwischen den grains, Tonhöhenvarianzen, Geschwindigkeits- sowie Wiedergabe der einzelnen grains variieren. Diese Möglichkeiten werden in der Grafik nicht berücksichtigt.

[28] Das aufgenommene Sample kann jedoch per `freeze $1`-*message* »eingefroren« werden, d. h. der Buffer wird nicht weiter überschrieben.
[29] Vgl. Grill, Thomas, URL, [Stand: 10.08.2014]

Ringmodulation Grundsätzlich handelt es sich bei einem Ringmodulator um eine Schaltung, in der zwei Eingangssignale miteinander multipliziert werden. So wird ein Eingangssignal mit einem Sinusoszillator – mit variabler Frequenz als Trägersignal – multipliziert. Die erzeugten Summen- und Differenztöne erzeugen nichtharmonische Frequenzspektren. (Vgl. Dickreiter, 2008, S. 359).
In der vorliegenden Programmierung kommen vier unabhängige `cycle~`-Objekte zum Einsatz. Diese können – *vor* der Multiplikation – in der Frequenz und Intensität (durch Einstellen der jeweiligen Ausgangsslautstärke) unterschiedliche Klangergebnisse liefern.

Kammfilter Bei der zeitverzögerten Mischung eines Signals mit sich, selbst entsteht, in Abhängigkeit zur Zeitdifferenz, ein kammgefiltertes Signal. Bei dieser Überlagerung werden bestimmte Frequenzgruppen verstärkt, andere beinahe vollständig ausgelöscht (Vgl. Dickreiter, 2008, S. 356).

Der hier konstruierte Max-Patch basiert auf dem MSP-Objekt `comb~`. Hiermit lassen sich die Parameter *delay in ms*, *gain*, *feedforward* sowie *feedback time* einstellen. Es kommen zwei autonome Kammfilter zum Einsatz.

Der Nachhall In der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* erfährt der Halleffekt besondere Bedeutung. Er kommt zum Einen als raumgestalterisches Element (Simulation von Räumen) zum Einsatz, zum Anderen dient der Effekt mit einer maximalen Nachhalldauer (*Reverbtime*) von 38 s als statische Klangverlängerung. Aufgrund des enormen Aufwands, welcher mit der Entwicklung eines befriedigenden algorithmischen Nachhalls einhergeht, wird dieser als VST-Plugin mittels dem MSP-Objekt `vst~` eingebunden. Der Halleffekt kommt in der Komposition zahlreich zum Einsatz. Daher sind die Parametern *reverbtime* und *volume* auf ein Expression-Pedal zusammen gelegt. Somit ist ein schneller, freihändiger Zugriff gewährleistet.

pitch Shifting Der hierin verwendete pitch Shifter basiert auf einer Kombination aus den MSP-Objekten `tapin~` und `tapout~`, sowie einer Phasenverschiebung mittels dem `cos`-Objekt[30] – zur Glättung des sich überschneidenden Signals. Der

[30] Vgl. »Delicious Max/MSP Tutorial 7: pitch shifting«, URL, [Stand: 07.08.2014]

Transpositionsfaktor ist variabel per Midicontroller einstellbar. In Abb. 6.7 ist der Patch zur Veranschaulichung abgebildet.

Der pitch Shifter kommt insbesondere zum tiefer Transponieren (Oktavieren) des Crash-Beckens (Kap. 5.2.4, S. 29) sowie zum variablen transponieren der Bassklarinette (Kap. 5.2.2, S. 28) zum Einsatz.

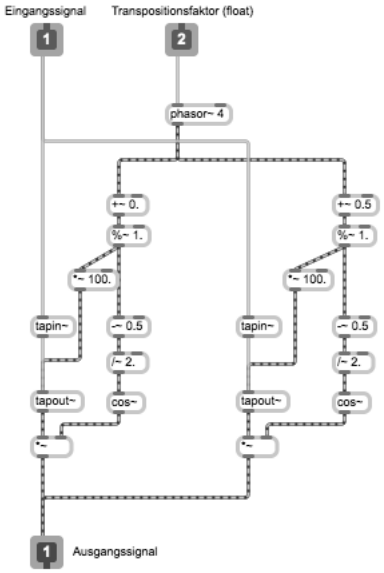


Abb. 6.7: MAX-Patch zum *pitch Shifters*

6.1.3 Verwendete Klanggeneratoren

Um das akustische Instrumentarium zu erweitern und eine noch höhere Vielschichtigkeit realisieren zu können, wird auf einfache synthetische Klangerzeuger zurückgegriffen. Diese basieren auf einer Kombination verschiedener Sinus-Oszillatoren.

»Sinus-Generator« Bei dem »Sinus-Generator« handelt es sich um vier unabhängige Sinus-Oszillatoren (`cycle~`), deren Frequenz und Lautstärken unabhängig einstellbar sind, um anschließend als monophone Summe an die »Haupt-Matrix« ausgegeben zu werden.

Mit dem »Sinus-Generator« lassen sich »stehende« Klangfarben erzeugen. In *Impetus [in Kromsdorf]* wird dieser zur Generierung tieffrequenter Sinus-Schwebungen angewandt.

»Crystal-Generator« Die Bezeichnung »Crystal-Generator« beruht auf meine, möglicherweise auf Filmvertonung und Sounddesign zurückführbare, sozialisierte Assoziation von Klängen. So sind Darstellungen von »Kristallgrotten« häufig mit fragilen, hochfrequenten, glöckchenartigen Klangtexturen semantisch verknüpft. Der Größe solcher Grotten entsprechend, wird zudem ein langer, diffuser Nachhall beigemischt[31].

Diese Assoziationskette wird mit dem »Crystal-Generator« nachempfunden. Hierin sind acht unabhängige Sinus-Oszillatoren (`cycle~`), welche jeweils durch ein `line` -Objekt mit einer Hüllkurve versehen werden, integriert. Durch eine Zufallssteuerung (per `random`) werden sowohl Frequenz, Dauer und Häufigkeit bestimmt. Jeder der acht Sinus-Oszillatoren ist diskret mit einem Ausgangslautsprecher innerhalb des 8-Kanal-Kreises verbunden. Diese Verbindung lässt sich mittels `matrix~` und `matrixctrl` beliebig umgestalten.

Um einen *Attack* hörbar zu machen, kommt ein Rauschgenerator (`noise~`) als kurzer ($\approx$ 3 ms) Impulsgeber zum Einsatz. Dieser lässt sich in der Intensität variieren. Ein Nachalleffekt zur Erhöhung einer plastischeren Raumwahrnehmung ist ebenfalls integriert. Dieser lässt sich ebenfalls mittels der verwendeten Matrix beliebig routen.

Per *Envelope-Follower* wird der »Crystal-Generator«, abhängig von der Amplitude eines zuvor definierten Eingangssignals, getriggert. In der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* tritt diese Kombination in der 2. Sektion (»2. Inside 1«, vgl. S. 54) auf. Der Generator wird hier vom Signalpegel der Bassklarinette ausgelöst.

[31] **Filmvertonungen** deshalb, da hierin zumeist eine akustische Entsprechung visueller Ereignisse vorgegeben wird. Es handelt sich hierin jedoch um persönliche, derzeit nicht belegbare Erfahrungswerte. Eine empirische Untersuchung würde jedoch über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen.

6.1.4 Steuerung der Solenoids

Per Max/MSP werden Steuerdaten an das Arduino gesendet. Hierauf befindet sich ein Arduino-Sketch, welcher die ankommenden Werte interpretiert und an zuvor definierte Pins ausgibt. Das Max-Patch gibt für jeden angeschlossenen Solenoid zwei Zahlenwerte aus. Diese werden im Arduino-Sketch auf die entsprechenden Arduino-Ausgangs-Pins umgedeutet.

Bspw. schlägt Solenoid 1 (hier Ausgangs-Pin 22) aus, sofern das Arduino den Wert »3« erhält (⇝ Strom liegt an). Empfängt das Arduino wiederum den Wert »2«, wird der Stromfluss unterbrochen. Dies ist in einem sog. *If-Clause* festgelegt:

Ausschnitt aus dem Arduino-Sketch:

```
1  int inByte = 0; // incoming serial Byte
2  void setup()
3
4   Serial.begin(9600); // Baud-Wert
5   pinMode(22,OUTPUT); // Verhalten von Pin 22 definieren, hier: Ausgabe
6   pinMode(23,OUTPUT); // Verhalten von Pin 23 definieren, hier: Ausgabe
7
8  void loop()
9
10  inByte = Serial.read();
11  if (inByte == 3) digitalWrite(22,HIGH); // Solenoid 1 = ON
12  if (inByte == 2) digitalWrite(22,LOW); // Solenoid 1 = OFF
13  if (inByte == 5) digitalWrite(23,HIGH); // Solenoid 2 = ON
14  if (inByte == 4) digitalWrite(23,LOW); // Solenoid 2 = OFF
```

Der OFF-Befehl wird im Max-Patch per `delay`-Objekt mit einer Verzögerung von ≈ 20 ms ausgegeben. Für die Übermittlung der Werte an die serielle Schnittstelle des Arduinos wird das Max-Objekt `serial` mit den Argumenten *Portname*[32] und *baudrate*[33] (hier: `serial usbmodemfd1341 9600`) verwendet.
Die in Max/MSP erstellte Programmierung ist an einen *Stepsequenzer* ② angelehnt (Vgl Abb. 6.8). So können hier mit variabler Geschwindigkeit (zwischen 50 ms und 1000 ms) u. a. voreingestellte Patterns wiedergegeben werden. In der Komposition Impetus [in Kromsdorf] sind hauptsächlich zufallsgenerierte (`random`) Abfolgen

[32] Der *Portname* ist nicht frei wählbar sondern erfordert die exakte Bezeichnung, mit der sich das Arduino im Computer angemeldet hat.
[33] »*Baud* (**Bd**) ist die Einheit für die Symbolrate (Schrittgeschwindigkeit) […].« Baud gibt die Anzahl der übertragbaren Symbole pro Sekunde an. (Vgl. Wikipedia: »Baud«, URL, [Stand: 09.08.2014]

zum Einsatz gekommen. Hierbei wird die *Häufigkeit* von auftretenden Werten stochastisch mittels `table`-Objekt definiert, so dass mit unterschiedlichen Dichte-Graden (Fader: *Dichte*) gearbeitet werden kann ①. Die Geschwindigkeit ist per Potentiometer variable einstellbar.

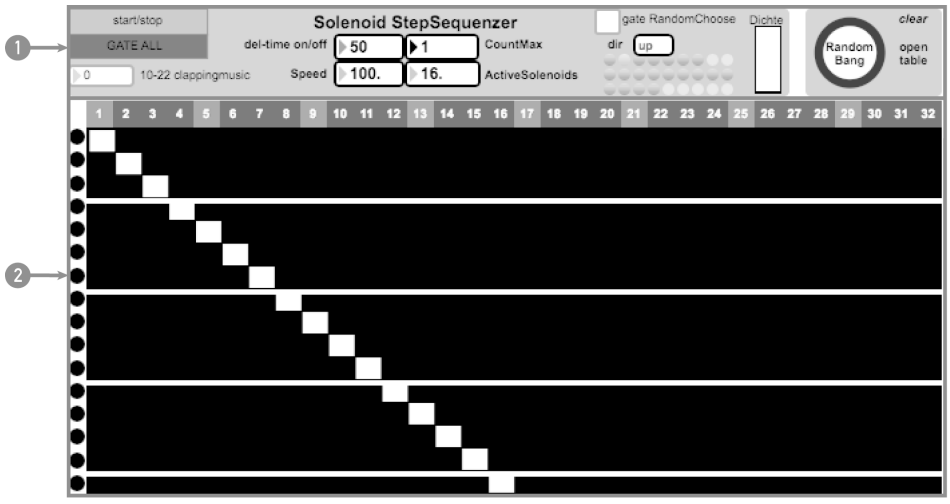


Abb. 6.8: Solenoid-StepSequenzer

6.1.5 Die Lichtsteuerung

Um die Aufführung zu einer geschlossenen Gesamtheit zu vervollständigen ist ein spezifischer Lichteinsatz vonnöten. Hierfür ist in die Programmierung die Steuerung der Bühnenbeleuchtung integriert. Diese kontrolliert 12 Lichtkanäle per Midi-Dimmer (Kap. B, S. 79). Die unterschiedlichen Lichtstimmungen sind ebenfalls in die Preset-Datenbank (*.xml-Datei, siehe Kap. 6.1.1, S. 34) abgespeichert. Die Lichtsteuerung ermöglicht sowohl Ein-und Ausblendvorgänge[34] sowie das Fokussieren aktiver Instrumentalisten und Klangobjekte.
Durch die Integration der Lichtsteuerung in die Presets der Programmierung sind den entsprechenden Sektionen individuelle Lichtstimmungen differierender Helligkeiten und Anzahl aktiver Lampen zugeordnet. Mit den Dimmern werden 10

[34] Da die Auflösung von Midi mit nur 128 Werten recht niedrig ist, sind deutliche Helligkeitsabstufungen auszumachen.

PAR-16 Scheinwerfer (50 W), zwei Bauscheinwerfer (125 W) sowie zwei handelsübliche 100 W bzw. 250 W Glühbirnen mit einer E27-Fassung, betrieben. Dadurch ist eine fokussierte Ausleuchtung der Instrumentalisten, sowie aller Klangobjekte möglich.

Neben der Ausleuchtung der Instrumente und Instrumentalisten, ist die Pultbeleuchtung ebenfalls mittels separaten Dimmerkanal kontrollierbar. Damit ist das vollständige Erlöschen aller Lichtquellen möglich (»Black«).

Als Lichtdimmer kam ein 8-Kanal Midi-Dimmer (Ryger M2L pro), sowie ein 4-Kanal Midi-Dimmer (American DJ - MPX 405) zum Einsatz.

6.2 Spatialisierung

Die Spatialisierung von generiertem Klangmaterial ist einer der wichtigsten Bestandteile der Komposition[35]. Durch die Verwendung differierender Verräumlichungsmethoden werden Klänge, ihrer Materialität und Phrasierung entsprechend, auf dem Lautsprechersetup verräumlicht. Zum Einen wird auf die Ambisonics-Externals vom ICST[36] zurückgegriffen (Kap. 6.2.1). Zum Anderen kommen VBAP (Kap. 6.2.2, S. 44), diskrete Lautsprecherzuweisung (Kap. 6.2.3, S. 44) sowie eine Delay-Schaltung (Kap. 6.2.3, S. 46) zum Einsatz.

Im Folgenden werden die einzelnen Verfahren zur Verteilung von Klängen auf mehrere Lautsprecher vorgestellt.

6.2.1 Ambisonics

»Ambisonics (auch Ambisonic) ist ein Verfahren zur Aufnahme und Wiedergabe eines Klangfeldes. […] Im Unterschied zu den kanalorientierten Übertragungsverfahren ist für die Wiedergabe keine feste Anzahl von Lautsprechern vorgegeben. Die jeweiligen Signale werden nach mathematischen Vorgaben aus den übertragenen Werten für Schalldruck- und Schallschnelle für jede einzelne Lautsprecherposition berechnet.« (**Wikipedia**: »Ambisonics«)

[35] Obgleich derartige Eintragen in der Partitur ausbleiben, da sämtliche Klangbewegungen in den Presets abgespeichert sind und somit einem programmierten Ablauf folgen.
[36] Institute for Computer Music and Sound Technology, Zürich

Zu verräumlichende Signale werden in das sog. *First Order Ambisonics B-Format* enkodiert, um anschließend auf ein beliebiges Lautsprechersetup dekodiert zu werden. Dabei werden lediglich vier Audiokanäle (W, X, Y, Z)[37] zur Übertragung benötigt, denen sämtliche Informationen zur räumlichen Verteilung enthalten sind.

Ambisonics ist somit sehr flexibel und vielseitig einsetzbar, was für die Einbindung in den Live-Elektronik-Kontext spricht. Durch die hohe Streuung des Audiosignals wird ein sehr breites Klangfeld projiziert. Bei einer Rotation ist jeder Lautsprecher (in differierender Intensität) an der Bewegung *aktiv* beteiligt. Dies wiederum bedeutet, dass eine punktuelle Projektion unter Verwendung von Phantomschallquellen (Vgl. VBAP, Kap. 6.2.2) nicht möglich ist.
Anhand der vom ICST entwickelten MAX/MSP-Externals[38], ist die Einbindung von Ambisonics in ein Live-Elektronik-Setup problemlos. Die entsprechenden MAX/MSP-Objekte hierfür sind: `ambimonitor`, `ambidecode~`, `ambiencode~`, sowie `ambicontrol`.

Abb. 6.9 zeigt die grafische Benutzeroberfläche zur Ambisonics-Steuerung. Diese ist in zwei Teile untergliedert. Auf der linken Seite befindet sich der Referenzmonitor zur Kontrolle der eingestellten Bewegungen. Die Ziffern stellen jeweils eine verwendete Ambisonic-Klangquelle dar. Die rechte Seite bietet Platz für die Einstellungen der jeweiligen Bewegungsabläufe. Aufgrund des hohen Platzbedarf wird auf die Visualisierung der Lautsprecherkoordinaten per weiterem `ambimonitor`-Objekt verzichtet. Die Dekodierung des B-Formats erfolgt im Hintergrund und wird nicht verändert.

***statischer* Bewegungsablauf:**	
speed	Eingabe der Bewegungsgeschwindigkeit und -Richtung
act	Bewegung ein/aus
Zufallmodus:	
move	Aktivieren der Zufallseinstellungen
min/max	definiert Wertebereich für `random`-Objekt
linespeed	Interpolationszeit zwischen den mit `random` ermittelten Werten
Dropdown-Menü	Auswahl der Bewegungsmodi für `ambicontrol`: *random*, *crandom*, *hrandom*, *rotate* (hier: rotate)

[37] Das B-Format besteht aus den Raumachsen *X*, *Y* und *Z*. *W* enthält dabei reine Schalldruckkomponenten (mit einem ungerichteten Kugelmikrofon vergleichbar); Vgl. Wikipedia: »Ambisonics«, URL, [Stand: 30.07.2014]. Die Ordnungszahl ist für die Wiedergabeauflösung verantwortlich. Höhere Ordnungen (*HOA – Higher Order Ambisonics*) erfordern jedoch eine größere Anzahl an Übertragungskanälen und einen entsprechend gesteigerten Systemressourcen-Bedarf.
[38] ICST, URL, Version: 2.3 [Stand: 30.07.2014]

Abb. 6.9: Ambisonics-Fenster

In *Impetus [in Kromsdorf]* wird überwiegend auf die Ambisonics-Methode zur räumlichen Verteilung von Klangmaterial zurückgegriffen.

6.2.2 VBAP

Bei VPAP (Akronym für **V**ector **B**ase **A**mplitude **P**anning) handelt es sich um eine Verräumlichungsmethode, die zwischen definierten Lautsprecherkoordinaten Klänge im Raum diskret mittels *panning* verteilt[39] . Hierbei entstehen sehr präzise Phantomschallquellen. Per VBAP ist eine zweidimensionale Projektion (Mehrkanalkreis), als auch die Bespielung eines dreidimensionalen Setups möglich. VBAP steht als MAX-External zur Verfügung[40]. Das `vbap 0 0`-Objekt sendet interpolierte Werte an ein `matrix~`-Objekt, wodurch pannings zwischen den definierten Lautsprechern[41] erzeugt werden.

In *Impetus [in Kromsdorf]* werden Kreisbewegungen auf den 8-Kanal Lautsprecherkreis projiziert. Deren Dauer und Länge (Winkel) sind randomisiert gesteuert. Ausgelöst wird jede Rotation per Envelope-Follower (Kap. 6.3.2, S. 48).

6.2.3 Diskrete Ausgangszuweisung

Bei der *diskreten Laustprecherzuweisung* kann durch an- und abwählen verschiedener Ausgangskanäle ein Signal an einer definierten, diskreten Lautsprecherposition gespielt oder stummgeschaltet werden. Diese Form der Spatialisierung ist mit VBAP

[39] Pulkki, Ville; URL, [Stand: 30.07.2014]
[40] Downloadlink: `http://www.acoustics.hut.fi/software/vbap/MAX_MSP/`; Version 1.03 [Stand: 30.07.2014]
[41] Lautsprecherkoordinaten werden per *loadmess* » `define_loudspeakers` « abgerufen

vergleichbar, da hier ebenfalls eine Interpolation zwischen `matrix~`-Ausgängen erfolgt. Es kommen drei Methoden zum Einsatz:

1 Triggern durch Threshold-Wert im Kanalzug als zufällige Lautsprecherzuweisung

2 diskrete Zuweisung mittels Matrix

3 achtkanalige Delayschaltung

zufällige Ausgangskanalzuweisung

Die zufällige Ausgangskanalzuweisung basiert auf einem Envelope-Follower und einem `random`-Objekt (Vgl. Kap. 6.1.1, S.33). Hierbei wird nach Überschreiten eines definierten Thresholdwerts ein *bang* auselöst. Dieser triggert das `random`-Objekt, welches eine zufällige *message* an ein `matrixctrl`-Objekt sendet. Dieses ist für die Zuweisung des Ausgangskanals zuständig. Die zufällige Ausgangskanalzuweisung steht sowohl im *Eingangsfenster* allen eingehenden, als auch im *Hauptfenster* allen ausgehenden Signalen zur Verfügung. Die Parameter *threshold* und *distance* sind frei einstellbar. *Distance* zeichnet sich sowohl für den Abstand zwischen möglichen Auslösern, als auch für die Dauer der Überblendung ($\frac{Distance}{2}$) zwischen zwei Ausgangskanälen, verantwortlich.

Diskrete Zuweisung von Ausgangskanälen per Matrix

Wie bereits in Kap. 6.1 (S. 31) beschrieben, dient die »Haupt-Matrix« als Schaltzentrale des Live-Elektronik-Patches. Durch diese wird die Verbindung zwischen den anliegenden Signalen und der Synthesemethoden hergestellt. Zudem wird hierüber eine diskrete Zuweisung bestimmter Ausgangskanäle vorgenommen.

Durch die Interpolation von Lautstärken sind verschiedene Formen der Blenden aber auch des pannings möglich. Die Interpolation wird mit der Dauer in ms (*ramp time*) definiert. So kann ein Klangmaterial innerhalb 20 s ausblenden, während ein weiteres Klangereignis binnen 3 s eingeblendet wird.

Routings und Blendendauer werden im globalen Preset gespeichert.

Achtkanalige Delayschaltung

Als weitere Methode zur Verräumlichung von Klangmaterial dienen acht in Reihe geschaltete `delay~`-Objekte. Das Delay arbeitet ausschließlich auf dem 8-Kanal-Lautsprecherkreis. Das Eingangssignal wird dabei stets um einen beliebigen Wert (in ms) verzögert an einen definierten Ausgangskanal gespielt. So wird stets das *vollständige* Audio-Signale verzögert ausgegeben. Anders als bei den anderen Methoden kann hier kein spatialisierter, zeitabhängiger Verlauf dargestellt werden, da es sich hierbei weder um eine Panningmethode (Kap. 6.2.2, S. 44) noch um eine Klangfeldsimulation (Kap. 6.2.1, S. 42) handelt.
Um eine höhere Variabilität zu erzielen, kommen erneut `matrix~` und `matrixctrl` zum Einsatz (Abb. 6.10). Damit lassen sich entsprechend verzögerte Ausgangssignale beliebig auf den 8-Kanal-Lautsprecherkreis routen. Es können bspw. kreisförmige als auch Vor-/Zurück-Bewegungen erzeugt werden. Die Delay-Zeit wird auf »statisch« (*static.DelTime* – keine Änderung eingestellter Werte) oder »zufällig« (*random* – stetige Änderung innerhalb eines Wertebereichs) eingestellt. Das `random`-Objekt zur Generierung der zufälligen Delay-Zeit wird per `metro`-Objekt ausgelöst. Dessen Intervallabstände sind ebenfalls randomisiert. Jedoch ist dieser Wertebereich auf 5000 ms fest eingestellt, wohingegen der Zufallsbereich der Delay-Zeit zwischen 50 ms und 8000 ms frei einstellbar ist.

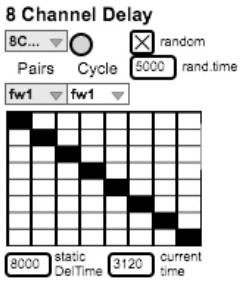


Abb. 6.10: 8-Kanal Matrix-Delay

6.2.4 Eingangskanal-Fenster

Das Eingangskanal-Fenster ist an die Ergonomie eines analogen Mischpults angepasst, indem es in 11 *channel strips* untergliedert ist. Für jeden Kanal stehen ein zweibandiger parametrischer EQ (Hochpass-Filter und Glockenfilter), sowie jeweils

eine Matrix zur Zuweisung von Effekt- und Ausgangskanälen zur Verfügung. Die Besonderheit hierin besteht darin, dass alle Matrizen-Einstellungen mittels dem Eingabefeld *ramptime* zwischen 0. (aus) und 1. (an) interpoliert werden können. In Abb. 6.11 sind die Bestandteile kurz aufgeführt.

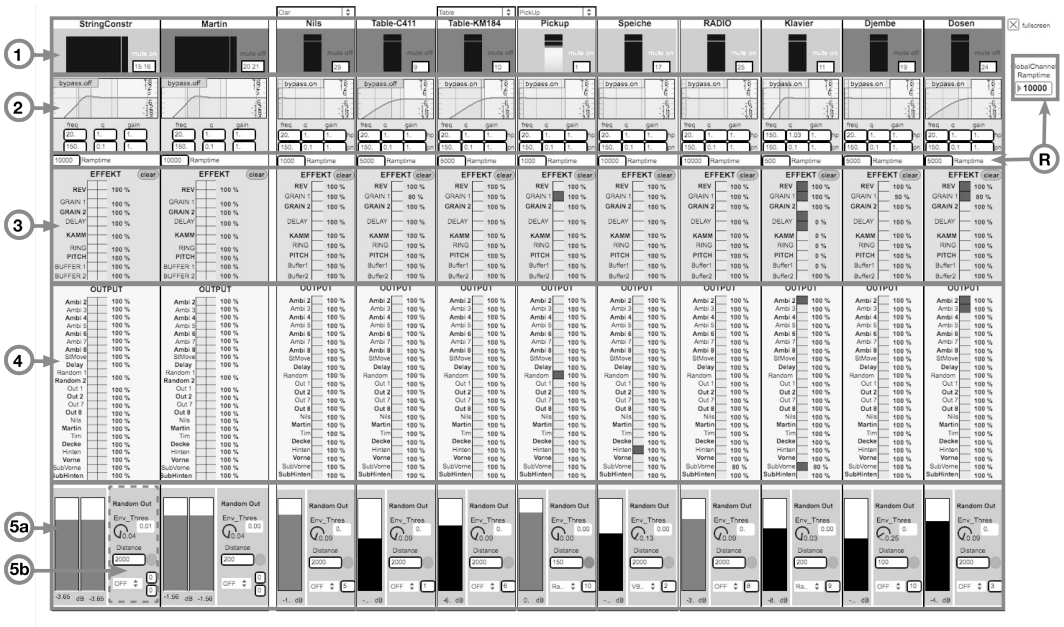


Abb. 6.11: Eingangskanal-Fenster zur Kontrolle und Zuweisung von Effekt- und Ausgangsroutings, Filterung und Lautstärke der einzelnen Kanalzüge

1 Pegelmeter, Hardware-Eingangskanal-zuweisung (`umenu` -Objekt) sowie Stummschaltung des Eingangskanals (grün/rot)
2 2-Band-Filter (High-Pass, Bandpass)
3 Effektrouting, mit Anteilsmischer (in %)
4 Ausgangskanalzuweisung
5a Fader zur Einstellung des Ausgangspegels
5b Steuerung der *diskreten* Ausgangskanalszuweisung (`random`), Kap. 6.1.1, S. 32
R Einstellung der Ramptime (Blendendauer) der Matrizen (global, lokal)

6.3 Steuerung von Parametern

Um während der Aufführung einen einwandfreien Zugriff auf wichtige Parameter sicherzustellen, ist eine Einrichtung von Controllereinheiten obligatorisch. Ein direkter Zugriff auf etliche Parameter ist sowohl per Midicontroller als auch durch das Auslesen von Lautstärken selektierter Kanäle per Envelope-Follower möglich.

6.3.1 Midicontroller

Wie der Abbildung 5.1 (S. 16) zu entnehmen ist, sind etliche Controller in das Setup integriert. Diese sind zur Steuerung der Software notwendig, da alternative Eingabegeräte (bspw. Maus, Tastatur) zu umständlich und/oder anfällig sind. So werden entsprechende Parameter auf Regler (Schieberegler, Drehpotentiometer, Schalter) *gemappt* um einen möglichst natürlichen Zugriff zu gewährleisten. Die erzeugten Werte werden per Midi-Protokoll (Kap. B, S. 79) an den Computer übertragen und den jeweiligen Funktionen zugewiesen.

6.3.2 Envelope-Follower

Als weitere Form der Parametersteuerung dient der Envelope-Follower. Dieser wertet den Lautstärkepegel eines Signals aus. Dabei können per *bang* festgelegte Abfolgen gertriggert werden. In der Programmierung kommen zwei Envelope-Follower zum Einsatz: Zum Einen innerhalb der Kanalzüge (Kap. 6.1.1, S. 33), zum Anderen als externes Modul mit variablen Einstellungen (Abb. 6.12). Hierin wird die Amplitude mittels `peakamp~200` ausgelesen, sowie per `scale`-Objekt skaliert. Somit kann bspw. das dynamische Spiel mit dem Geigenbogen an einer Gitarrensaite die Tonhöhe (*pitch*) der Granularsynthese beeinflussen.

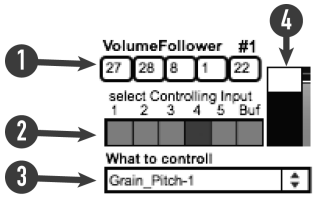


Abb. 6.12: »Envelope-Follower« **1:** Eingangskanalzuweisung (Hardware); **2:** Matrix zur Aktivierung der Eingangskanäle; **3:** Dropdown-Menü (`umenu`) zur Definition des zu kontrollierenden Parameters; **4:** Eingangslautstärkeregler und Pegelmeter

Reprise

7 Werkeinführung

Die Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* ist eine Anthologie und Weiterentwicklung von Ideen und Einzelprojekten, welche während der Zeit des Kompositionsstudiums entstanden sind. Darin finden sich, neben instrumenteller und kompositorischer Elemente, auch technische Fertigkeiten wider. Das Konzert ist der bisher umfangreichste Teil des Zyklus *Impetus [in ...]*, wobei die Präposition »in« auf den jeweiligen Aufführort Bezug nimmt. Hierdurch wird die gewichtige Relevanz des Konzertorts auf die eigentliche Aufführung zum Aufführort verdeutlicht (Vgl Kap. 4, S. 11). Der Ort trägt durch seine Konstruktion, seiner immanenten Objekte und Materialien – aber auch durch seine individuellen akustischen Eigenschaften – maßgeblich an der Entwicklung der Kompositionen und Improvisationen bei.

In der Reihe *Impetus [in ...]* sind demgemäß kompositorische, als auch instrumentale Elemente weitestgehend *site-specific*. Am 21.05.2014 kam das Stück *Impetus with objects [in Helsinki]* an der dort beheimateten *Sibelius Akatemia* zur Uraufführung. Durch die hohe Ortsspezifität lässt sich dieses Werk nur mit Einschränkungen oder nicht wieder aufführen. Ähnlich verhält es sich mit der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]*.

Impetus [in Kromsdorf] behandelt meine Position zu sowohl musikalisch-rekontextualisierten Alltagsgegenständen und eigens angefertigten experimentellen Instrumenten, als auch die Kontrastierung jenes Klangmaterials mit *traditionellen* (Kap. 5.2, S. 27) Instrumenten (darunter Bassklarinette, Baritonsaxophon, traditionelle Perkussionsinstrumente, elektrische Gitarre).

Die Komposition entbehrt sich auf Grund ihrer musikalischen Diversität und instrumentellen Vielfalt, einer übergeordneten Narrationsebene. Jedoch sind abstrakte Räume und Konstellationen gemeint, durch die sich der Hörer – und die Instrumentalisten – im Konzertverlauf fortbewegen. Dabei wird zu Beginn ein *Außen* (»1. Outside 1«) von einem *inneren* Zustand (»2. Inside 1« - »7. Inside 6«) abge-

löst, um zum Schluss des Stückes wieder in ein (anderes) *Außen* (»8. Outside 2«) überzugehen.

Die Komposition ist weitgehend als Grundlage zur *strukturierten Improvisation* (Kap. 3, S. 5) zu verstehen, insofern in der grafischen Notation zumeist zeitliche Verläufe, statt definierter tonaler und rhythmischer Abfolgen festgehalten sind. Dennoch sind rhythmisch synchrone Fragmente eingearbeitet. Diese dienen als kompositorische Stilmittel u. a. der Akzentuierung und dem Abbrechen vermeintlich fortlaufender Beständigkeit[42]. Auch bewirken die im Raum verteilten Solenoids (Kap. 5.1.6, S. 22) eine zusätzliche Unterstützung des ortspezifischen Charakters der Komposition.

7.1 Aufbau der Komposition

Die Komposition ist in acht Sektionen untergliedert, welche durch teilweise wiederkehrende Orchestrierungen sowie deren Übergänge, ineinander verwoben sind. *Impetus [in Kromsdorf]* ist eine Konzertkomposition mit einer ungefähren Aufführdauer von 45 Minuten.

7.2 Spielanweisung

Das Werk wird von drei Interpreten live gespielt. Dabei sind die aus der Partitur hervorgehenden Anweisungen als Grundlage zur Improvisation zu beachten.

Vor Konzertbeginn müssen Einstellungen getroffen werden. Dazu gehört neben dem korrekten Aufbau des Setups (Kap. 5.3) und der Anschluss der Peripheriegeräte, die richtige Mikrofonierung der entsprechenden Instrumente.

Den acht Sektionen sind 40 Presets zugeordnet. Diese werden per Fußschalter nach Vorgabe der Partitur durchgeschaltet (Vgl. Kap. 6.1.1) Die Partitur ist vor allem von improvisatorischen (*impr.* sowie *ad lib.*) Abschnitten geprägt, deren entsprechend zu bedienendes Instrumentarium niedergeschrieben ist.

[42] Diese werden besonders dann unabdingbar, handelt es sich nicht um eine solistische Aufführung. Im Falle einer solistischen Darbietung sind Pointierungen und musikalische Brüche zu improvisieren unproblematisch, da hier der Weg der Kommunikation und der Artikulation zwischen weiteren Beteiligten entfällt. Werden jedoch definierte Prozesse (u. a. in schneller Abfolge) verlangt, ist eine Notation derer häufig unvermeidlich.

8 Die Partitur

Die Partitur spiegelt den zeitlichen Verlauf der Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* wider. Dabei ist jeder Sektion eine Partiturseite zugeordnet. Im Folgenden wird ein Überblick über den Verlauf der Komposition in wörtlicher Form gegeben. Dabei werden die zu wählenden Presets mit **P** abgekürzt.

1. Outside 1

»Stones I«
Vor Beginn des Konzerts befindet sich das Licht in der *Einlassstimmung*. Das erste Preset **P1** blendet alle Lichtquellen aus. Nach wenigen Sekunden wird auf **P2** weitergeschaltet. Hierbei wird das Licht für die mittlere Bühnenposition (»zentrales Setup«, Abb. 5.1, S. 16) aufgeblendet, sowie die beiden Mikrofonkanäle des Holzbretts »geöffnet«.

Die erste Sektion ist durch das mit Spiel *Steinen* gekennzeichnet. Hierbei werden verschiedene Steine *as gentle as possible* aneinander gerieben. Die Dichte und Dynamik der Ereignisse nehmen zu. Per Fußschalter wird weiter auf **P3** geschaltet.

Die Gitarre beginnt einen tiefen, stehenden Ton äußerst langsam einzublenden. Es folgt ein langes Crescendo (*pp* < *fff*). Währenddessen wird die *Granularsynthese* und der *Halleffekt* aktiviert. Mit Erreichen des Intensitätshöhepunkts bleibt der Hall »stehen«. Es folgt das Weiterschalten auf **P4**, was das Ausblenden der aktiven Audio- und Lichtkanäle zur Folge hat (⇝ Übergang zu Sektion 2: **2. Inside 1**).
Die Gesamtdauer der ersten Sektion beträgt ≈ 3 min.

2. Inside 1

»brn«
Umschalten auf **P5**; Die Bassklarinette setzt mit langen Tönen (mithilfe der *Zirkularatmung*) ein. Dabei sollten die ersten drei Töne F – E – A^b (mittlere Lage) sein. Die Tondauer sollte 10 s nicht unterschreiten. Alle Einzeltöne werden langsam ein- und ausgeblendet, sowie durch deutliche Zäsuren von einander isoliert. Die darauf folgenden Tonhöhen sind frei wählbar, sollten aber den Frequenzbereich der mittleren Lage aufgreifen. Dabei muss auf ein sensibles, teilweise luftreiches Spiel geachtet werden. Nach dem erklungenen A^b wird der *pitchshifter* eingeblendet und *ad.lib* in seiner Frequenz variiert. Zusätzlich wird die Lautstärke des »Sinus-Generators« langsam ein- und ausgeblendet. Bei allen Klängen ist auf ein wellenförmiges »Oszillieren« zu achten (< > < > etc.). Nach ≈ 2 min. wird auf **P6** weitergeschaltet.

Das Spiel der Bassklarinette wird zunehmend akzentuierter. Die gespielten Töne werden näher zusammen geführt und ggfs. gleitend (*legato*) verbunden. Dabei löst jeder Akzent den »Crystal-Generator« aus. Dies sollte etwa 1-2 x je ≈ 10 s geschehen.

Die Saiten der *E-Gitarre* werden mit einem *E-Bow* angeregt. Die stehenden Töne sind an den Melodieverlauf der Bassklarinette angelehnt. Die Granularsynthese per Fußschalter aktiviert (*ad.lib*); weiterschalten auf **P7**.

Bassklarinette und Gitarre beginnen akzentuierte, stochastische Tonfolgen zu spielen. Der E-Bow wird durch ein *Plektrum* ersetzt. Parallel dazu wird mit dem Geigenbogen die tiefe Gitarrensaite des *Holzbretts* mit ausladenden Bewegungen gespielt. Diese werden teilweise durch kurze, kratzige Impulse unterbrochen (⇝). Ein weiterer Fußschalter startet die Aufnahme der Bassklarinette in den *Buffer*. Nach etwa 15 s wird dieser abgespielt und eingeblendet. Die Bassklarinette wird ausgeblendet (**P8**).

Die E-Gitarre wird nun wieder mit dem E-Bow gespielt. Alle noch aktiven Elemente blenden allmählich aus. Weiterschalten auf **P9** (↷ Übergang zu **3. Inside 2**).
Dauer: ≈ 7 min.

3. Inside 2

»Attackierendes Rumpeln«
Nach Umschalten auf **P9** wird per *Cue* ein akzentuierter »Schlag« erzeugt. Dabei spielen: E-Gitarre, Baritonsaxophon und Tomtom. Nach 2 s Pause: Wirbel auf der Tomtom (Crescendo, Accelerando), anschließend Glissando in der hohen Lage (»*Fall*«) durch die E-Gitarre mit eingeschaltetem Verzerrer. Auf Cue: »Attackierendes Rumpeln«. Tabelle 8.1 zeigt die Abfolge der einzelnen »*Rumpler*« (**R**).

#	beteiligte Instrumente	Spielanweisung	Dauer
R1	Tomtom E-Gitarre Baritonsaxophon	Mallets; impulsiv, akzentuiert Verzerrer, atonale Tonfolgen, impulsiv atonale Tonfolgen, impulsiv	≈ 20 s
Tacet 1		*Generalpause*	≈ 10 s
R2	Vgl. **1**	Vgl. **R1**	≈ 15 s
Tacet 2	Djembe (solo)	arhythmisches, akzentuiertes Spiel (Hand / Handflächen)	≈ 20 s
R3	Vgl. **1**	Vgl. **1**; Umschalten auf **P10**	≈ 20 s
Tacet 3	Baritonsaxophon (solo)	Glissando, beginnend mit sehr hohem Ton (schreiähnlich)	≈ 10 s
R4	Vgl. **1**	Vgl. **1**	≈ 20 s
Tacet 4	*Telephone-Pickup-Coil*	**Achtung!** *Pickup* muss bereits positioniert und entsprechender Kanal eingeblendet sein! rasches Umschalten auf **P11**; *Pickup* liegt auf Computertastatur (*MacBook Pro*: über der Taste »F«), rauschhafter Klang	≈ 10 s

Tab. 8.1: Abfolge der »*Rumpler*«

Anschließend werden acht Schläge unisono von E-Gitarre, Baritonsaxophon und Tomtom gespielt. Dieser Puls wird von der Tomtom gehalten und von den beiden anderen Instrumentalisten aufgegriffen und umspielt (*ad.lib.*; »*around StandTom*«). Die Tomtom blendet aus (Decrescendo), daran anschließend werden die Gitarrensaiten (Holzbrett) mit dem Geigenbogen durch langsame Bewegungen gestrichen (≈ 10 s). Umschalten auf **P12**.

Es folgt ein gemäßigtes »Rumpeln« mit lang gehaltenen Tönen (legato), dabei wird ein Jazzbesen auf dem Holzbrett gerieben und (sehr) vorsichtig geschlagen. Die

Granularsynthese wird *ad.lib.* aktiviert und deaktiviert.
Weiterschalten auf **P13**:

Mittels Geigenbogen werden die *Schrauben* vorsichtig gestrichen. Gleichzeitig sind die Granularsynthese und der Halleffekt zu aktivieren. Nach ≈ 20 s werden die dabei entstehenden Klangfarben durch ein sensibel gespieltes Baritonsaxophon ergänzt (ebenfalls tonal, dem Spektrum der Schrauben angeglichen).
Umschalten auf **P14**:

Wellenartiges »Rumpeln«, sehr sanft gespielt von der E-Gitarre (E-Bow) und dem Baritonsaxophon. Dazu Reiben des *Stahlschwammes* und Jazzbesen auf dem Holzbrett bei akzentuierender Granularsynthese (≈ 20 s). Anschließend wird für die Dauer von ≈ 10 s mit dem Jazzbesen ein *Kupferdraht* durch äußerst schnelle Auf- und Abbiegungen geschlagen. Umschalten auf **P15**:

Tutti: Becken (Mallet), Baritonsaxophon und E-Gitarre.
Dabei den erzeugten Ton ausklingen lassen. Mit dem Geigenbogen werden erneut die Schrauben bei eingeschalteter Granularsynthese und Halleffekt gestrichen. Diese blenden allmählich aus (Dauer ≈ 15 s). Umschalten auf **P16**; Es folgt das Ausblenden aller offener Audio- und Lichtkanäle (⇀ Übergang zu **4. Inside 3**).
Dauer: ≈ 7 min.

4. Inside 3

»SoleNrse«
Die *Solenoids* werden manuell per Midi-Keyboard gespielt (*ad.lib.*). Der Anfang dieser Sektion zeichnet sich durch eine geringe Ereignisdichte aus[43]. Über die Dauer von ≈ 40 s nimmt diese deutlich zu (*increasing density*). Dem Umschalten auf **P17** folgt eine Generalpause von ≈ 3 s.

Die Solenoids werden nun mittels entsprechendem Fußschalter gestartet. Es wird ein zufälliges Rhythmus-Pattern erzeugt, welches sich stetig ändert. Dabei wird an dem zugeordneten Drehpotentiometer (Midi-Keyboard) die *Dichte* der Ereignisse variiert, sowie per weiterem Potentiometer die Laufgeschwindigkeit verändert (*accel., rit.*). Mittels Fußschalter werden *ad.lib.* »Stops« gespielt. Nach ≈ 30 s erfolgt eine erneute Pause von ≈ 5 s. Während diesem Abschnitt werden die Dosen eingeführt. Diese

[43] Dies kann als Exposition der einzelnen Materialien verstanden werden

werden per *Chinastäbchen* gespielt. Zusätzlich wird die Granularsynthese *ad.lib.* ein-ausgeschaltet.

Nach einer weiteren Generalpause werden Bassklarinette und E-Gitarre mit kakophonischen Rhythmen und Tonfolgen eingeführt, wobei die beiden Instrumente zu keiner Zeit in den Vordergrund gelangen dürfen.

Die Bassklarinette beginnt allmählich mit Zungenschlägen die Klopfgeräusche der Solenoids und Dosen zu imitieren. Die Klopfer nehmen in der Dichte ab und werden anschließend ausgeschaltet. Die Dosen werden dezent mit leisen Berührungen gespielt und blenden schließlich aus. Die Zungenschläge werden durch virtuoses Klappern an den Ventilen abgelöst. Diese Textur blendet schließlich aus; Umschalten auf **P18** (⇀ Übergang zu **5. Inside 4**).
Dauer: ≈ 7 min.

5. Inside 4

Saiteninstrumente
Das *Radio*[44] wird eingeschaltet. Von einem Spieler werden Sender *ad.lib.* »gesucht«. Dabei oszilliert der Empfang zwischen Sprache, Musik und Rauschen. Nach ≈ 20 s wird der entsprechende Eingangskanal langsam eingeblendet. Das Radio wird nun mittels Zufall-Delay-Schaltung (Kap. 6.2.3, S. 46) auf den 8-Kanal-Lautsprecherkreis verräumlicht. Ein Sender wird gewählt und bleibt bis zum Schluss bestehen, der Spieler geht von der Bühne (in den Hintergrund). Zusätzlich wird nun das *Pickup*[45] eingeblendet und akzentuiert zusammen mit der aktivierten Granularsynthese auf die Lautsprecher heraus gespielt. Nach ≈ 40 s nimmt die Intensität ab und die Kanäle werden ausgeblendet. Das Radio wird ausgeschaltet[46].Umschalten auf **P19**.

Die Saiteninstrumente werden mit den Motoren gespielt. Begonnen wird mit dem Diskant des Klaviers. Der Lautstärkeregler des Klaviers wird langsam eingeblendet, sodass nun zum Direktschall des Instruments eine kreisförmige Spatialisierung

[44] Hierbei ist darauf zu achten, dass das Radio auf Mittelwellen-Empfang (MW) eingestellt ist.
[45] Das Pickup befindet sich noch an der selbigen Position auf der Laptoptastatur (Vgl. 3. Inside 2)
[46] Das Radio-Fragment ist inspiriert durch den dystopischen Science-Fiction Film »La Antena« (Argentinien, 2007 – Regie: Esteban Sapir)

erfolgt. Anschließend erfolgt ein improvisiertes Spiel zwischen den vier Motoren des Klaviers. Umschalten auf **P20**.

Die tiefe Saite des Saiteninstruments (Rahmen) wird mittels Motor gespielt. Dieser Motor lässt eine Baumwoll-Polierscheibe an der entsprechenden Saite rotieren. Dabei wird die Lautstärke des Saiteninstruments ein- und ausgeblendet (stetiges < > < etc.). Nach ≈ 20 s folgen die verbliebenen Motoren sukzessiv bis ein äußerst dichter »Klangfarbenteppich« erklingt. Dieser Moment wird ≈ 15 s gehalten. Umschalten auf **P21**.

Nun wird das Speichenrad eingeschaltet und langsam eingeblendet. Dieses wird durch kontinuierliches Weiterschalten von **P21** bis **P25** (im Abstand von ≈ 5 - 10 s) »durch den Raum« bewegt.

Mit dem Umschalten auf **P26** beginnt die E-Gitarre (E-Bow) und die Bassklarinette mehrere sehr langgehaltene Töne für eine Gesamtdauer von ≈ 20 s zu spielen. Diese sind den bestehenden Texturen und Klangfarben entsprechend. Anschließend werden die Motoren allmählich ausgeblendet, was eine Abnahme der Klangdichte zur Folge hat. Per Decrescendo wird die Sektion beendet. Umschalten auf **P27**.

Während dieser Sektion muss auf große Varianzen zwischen den Lautstärken und insbesondere den Geschwindigkeiten der Motoren geachtet werden, um eine vielschichtige aber dennoch transparente Klangstruktur zu erzielen.(↷ Übergang zu **6. Inside 5**).
Dauer: ≈ 7 min.

6. Inside 5

»Papier«
Diese Sektion wird mit weißen Papierbögen (DIN A3) gespielt. Dabei wird jeder Instrumentalist mit jeweils einem Blatt ausgestattet. Diese Sektion ist ausführlich notiert, so dass eine Übertragung in eine näher beschreibende wörtliche Form nicht notwendig ist. Hierin kommen verschiedene Variationen Papier musikalisch zu spielen zu Tragen. So wird das Papier gerissen (bspw. Beginn der Sektion), geschlagen zerknüllt und geschüttelt.

Diese Sektion zeichnet sich, neben der exponierten Auseinandersetzung mit dem Klangobjekt »Papier«, durch eine hohe Synchronität aus. Es werden die Presets **P27** bis **P32** der Partitur entsprechend durchgeschaltet. Die Papier-Sektion wird

mit windähnlichem Anblasen des Baritonsaxophons beendet. Umschalten auf **P33** (⇀ Übergang zu **7. Inside 6**). Dauer: ≈ 5 min.

7. Inside 6

»Crossing Massage Stones II«
Die Verlaufskurve der Einzelnen Instrumente ist frequenzabhängig zu lesen.
In das vom Bariton erzeugte windartige Rauschen schmiegt sich ein frei improvisiertes Gitarrensolo. Dieses beginnt jedoch in einer sehr tiefen Lage[47]. Zu dem Solo werden wenige Baritonsaxophon-Einwürfe gespielt. Über ≈ 2 min. wird die Intensität und die Tonhöhe allmählich erhöht bis zum Höhepunkt. Die Gitarre hat nun die höchstmögliche Tonhöhe erreicht (zusammen mit dem Octaver). Um die Spatialisierung der E-Gitarre zu variieren, wird etwa zur Mitte des Solos auf **P34** geschaltet. Anschließend folgt das Umschalten auf **P35**.

Crossing
E-Gitarre und Baritonsaxophon kreuzen sich über einen Zeitraum von ≈ 2 min. durch eine stetige gegenläufige Transposition. Dabei beginnt das Baritonsaxophon mit dem tiefstmöglichen Ton (D^b) und arbeitet sich entsprechend »nach oben«. Dabei ist auf eine äußerst akzentuierte Spielweise zu achten. Die E-Gitarre spiegelt den Verlauf des Baritonsaxophons (und umgekehrt). Zusätzlich wird ein *Sinus/Sägezahn-Sweep*[48] eingeblendet, welcher eine unterstützende Wirkung und Klangfarbe erzielt. Das Ende wird durch einen deutlichen Cue markiert. Es wird auf **P36** geschaltet.

Dabei stoppen die beiden Instrumente sowie das Sweep. Anschließend wird das Becken leicht mit einem Mallet angeschlagen. Dies geschieht einige Male in Wiederholung.

Massage
Der *Akkuschrauber* und das Pickup werden in die Hand genommen. Es folgt ein improvisiertes, virtuoses Zusammenspiel von Akkuschrauber und Pickup, sowie dem Kopfmassagegerät auf dem Becken. Das Becken wird zudem weiterhin in gleichbleibender Geschwindigkeit (mit dem Handballen oder der Fingerkuppen)

[47] Unabdingbar hierfür ist die Verwendung eines *Octavers*, welcher in der Lage ist, über zwei Oktaven zu transponieren.
[48] Dieser *Sweep* verläuft ebenfalls gegenläufig

angeschlagen. Zusätzlich wird die Granularsynthese akzentuierend aktiviert bzw. deaktiviert. Nach ≈ 2 min. wird der Akkuschrauber nebst Kopfmassagegerät, im Anschluss an einen deutlichen Akzent auf dem Becken, beiseite gelegt. Umschalten auf **P37**.

Stones
Nach einer kurzen Pause werden die *Steine* zur Hand genommen (Vgl. 1. Outside 1). Diese werden bei aktivierter Granularsynthese zunehmend heftig aneinander gerieben sowie der Halleffekt dazu langsam eingeblendet. Zeitgleich erfahren die E-Gitarre (mit Verzerrer) und Baritonsaxophon eine ebenso deutliche Steigerung, wodurch ein synchrones Crescendo erzielt wird. Beim Erreichen eines *gefühlten* »Maximums« wird auf **P38** weiter geschaltet.

Dabei bleibt der Halleffekt stehen, alle weiteren Audio-Kanäle werden deaktiviert und das Licht langsam zum »Black« abgeblendet. Nach dem Ausklingen des Nachhalls wird auf **P39** geschaltet (⇝ Übergang zu **8. Outside 2**). Dauer: ≈ 8 min.

8. Outside 2

Mit den Fingern werden die Kupferdrähte vorsichtig (*as gentle as possible*) gezupft. Nach Belieben kann die Granularsynthese aktiviert werden. Bei dieser letzten Sektion handelt es sich um einen kurzen Schlusskommentar, der eine Länge von ≈ 1 min. nicht überschreiten sollte.

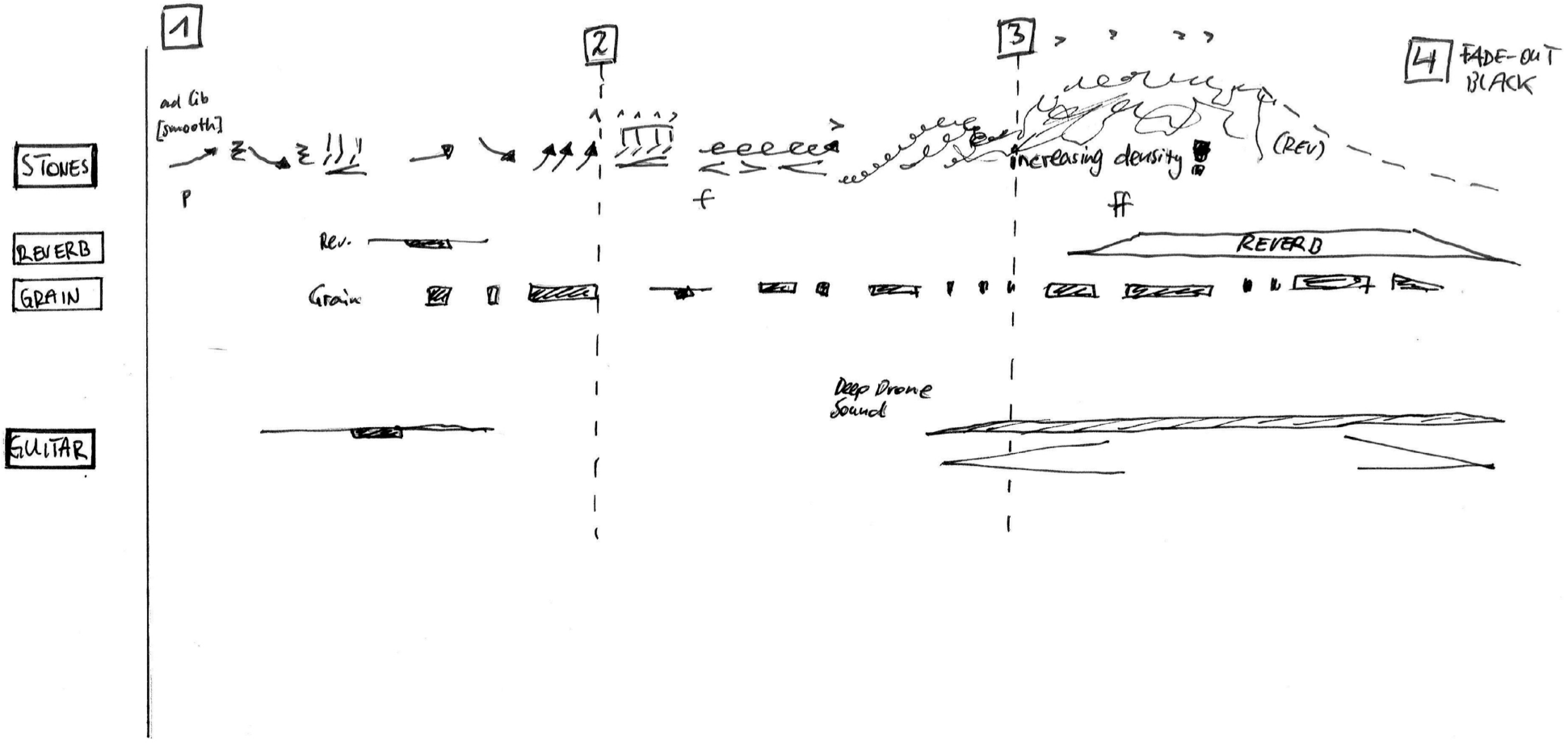
Umschalten auf **P40**. Licht und Audio blenden zusammen über einen Zeitraum von 20 s zu einem »Black« aus.

– FINE –

1 Outside 1

Impetus in Kromsdorf

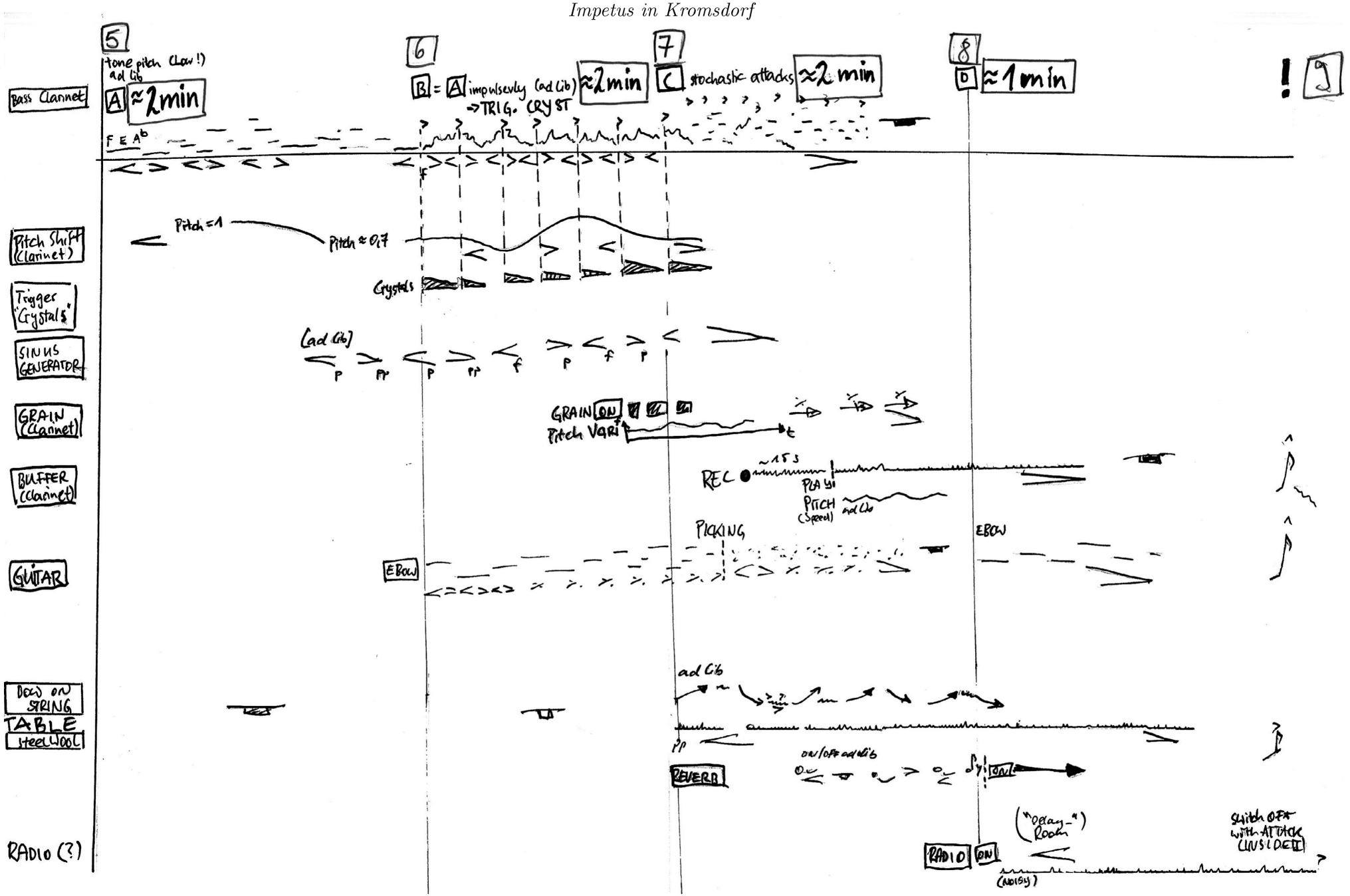
Tim Helbig (2014)



2 Inside 1

Impetus in Kromsdorf

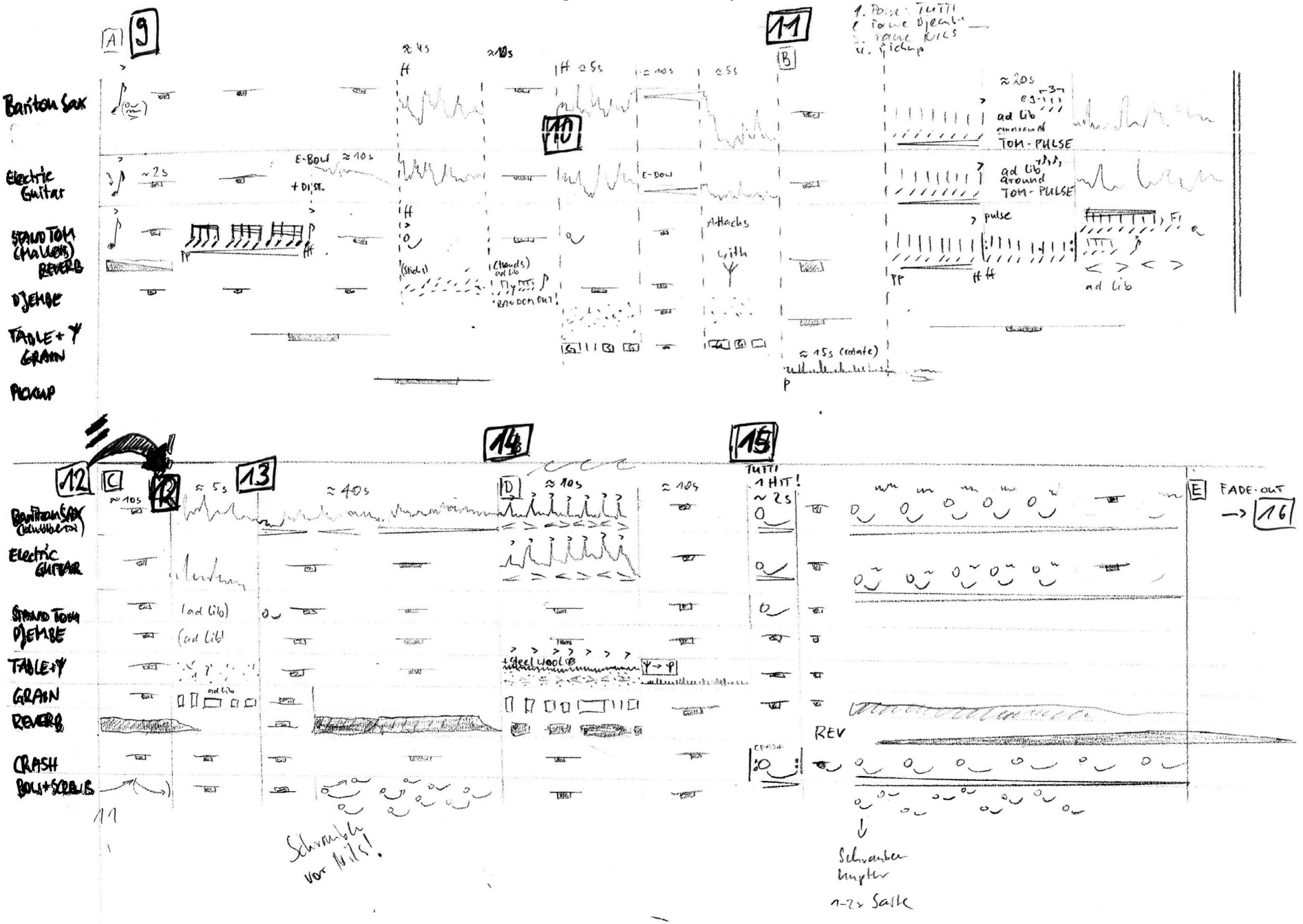
Tim Helbig (2014)



3 Inside 2

Impetus in Kromsdorf

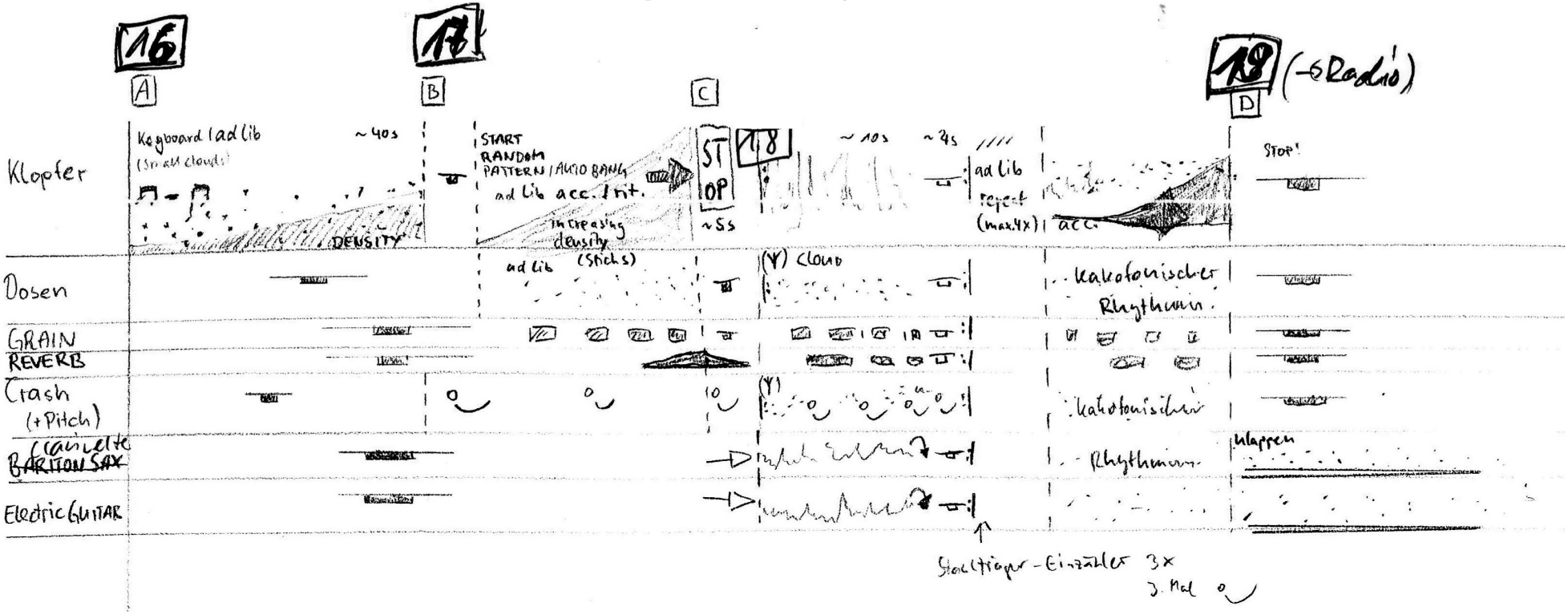
Tim Helbig (2014)



4 Inside 3

Impetus in Kromsdorf

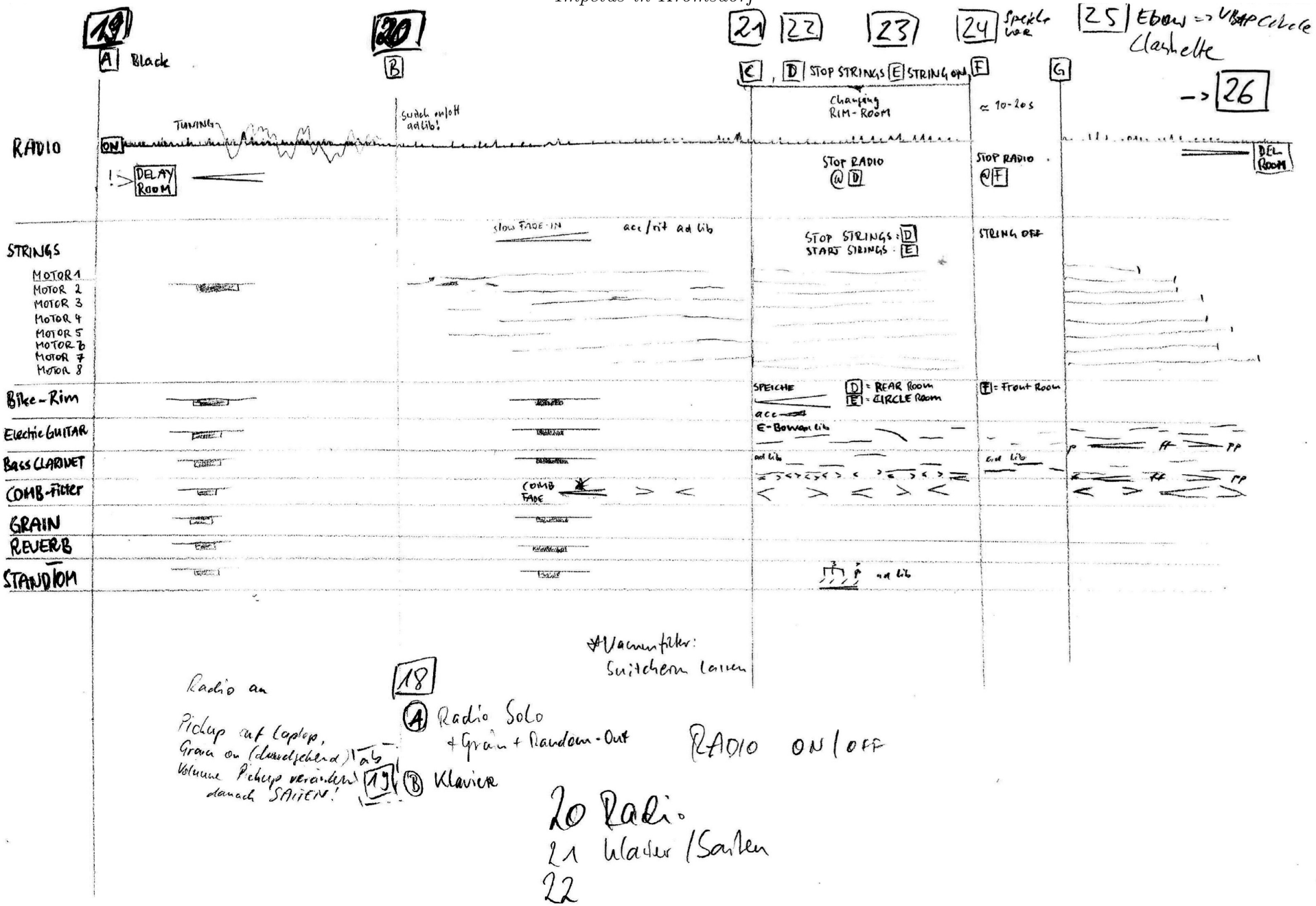
Tim Helbig (2014)



5 Inside 4

Impetus in Kromsdorf

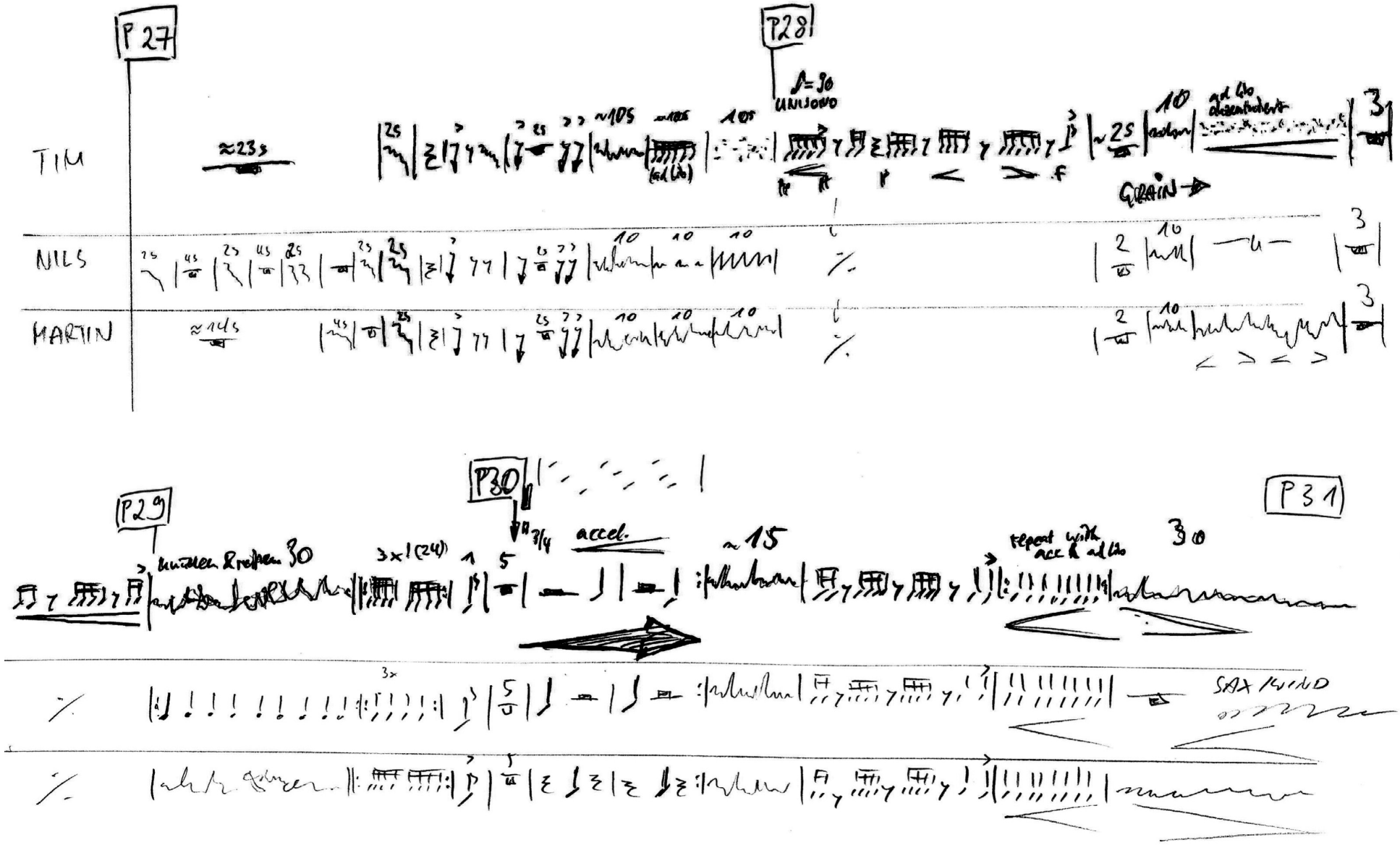
Tim Helbig (2014)



6 Inside 5

Impetus in Kromsdorf

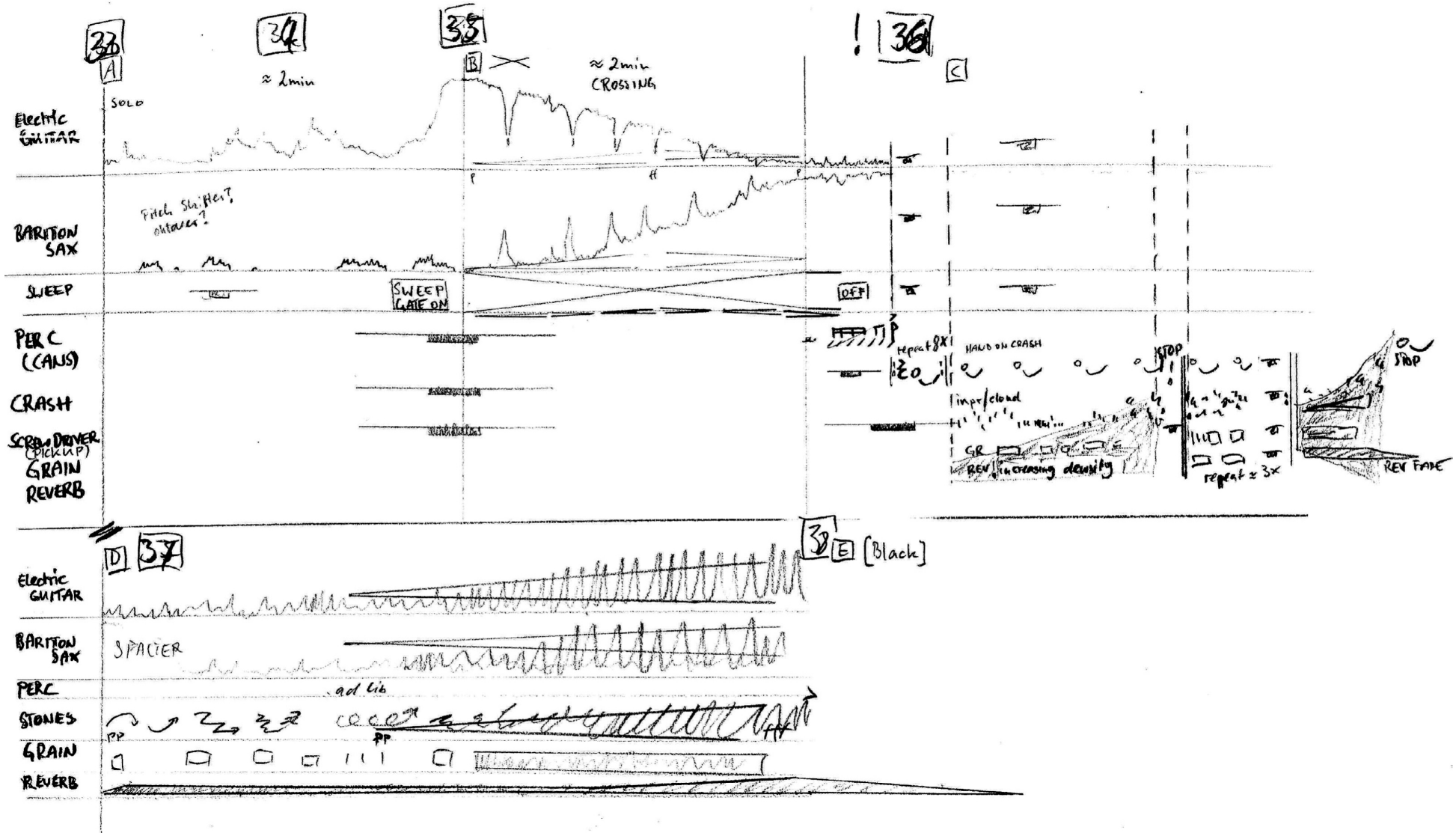
Tim Helbig (2014)



7 Inside 6

Impetus in Kromsdorf

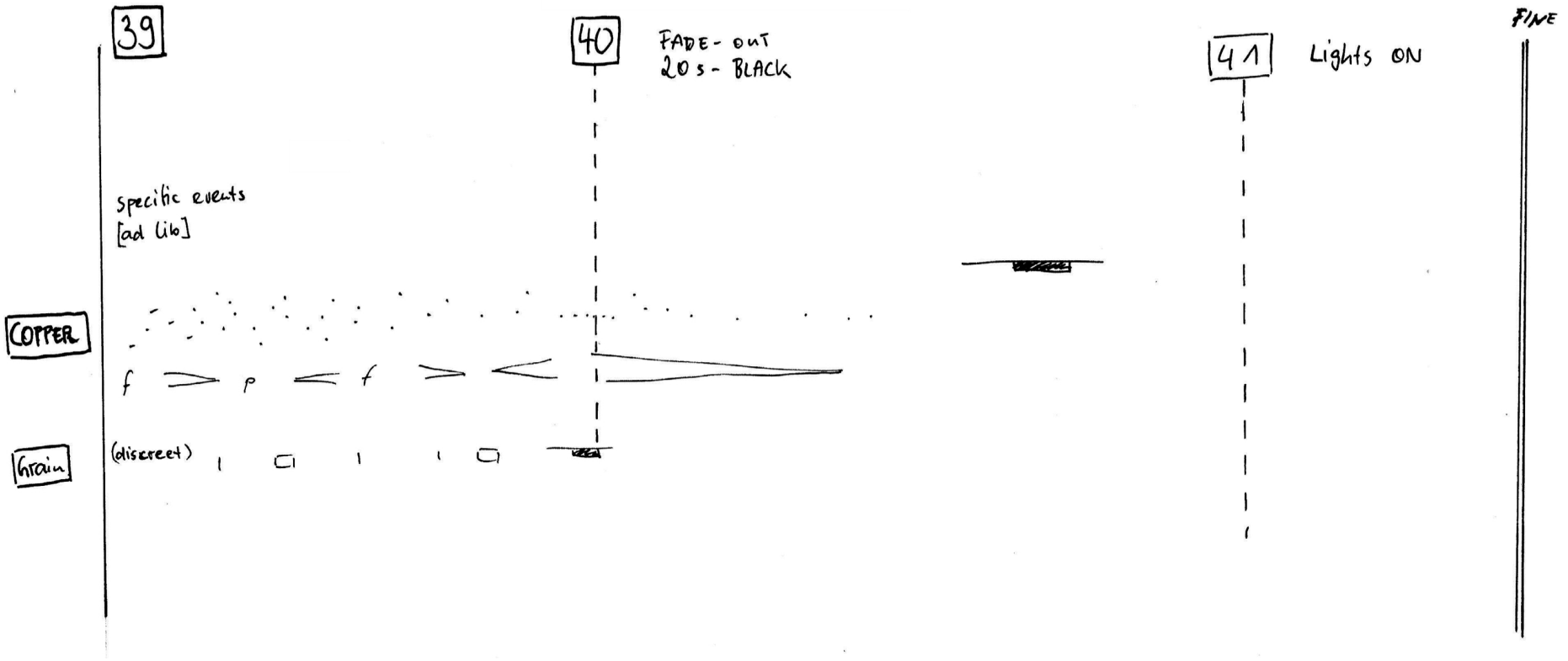
Tim Helbig (2014)



8 Outside 2

Impetus in Kromsdorf

Tim Helbig (2014)



9 Abschließende Gedanken

Im Verlauf der Arbeit sollten die einzelnen Teilbereiche, die bei der Erstellung der ortspezifischen Komposition *Impetus [in Kromsdorf]* zusammen gewirkt haben, näher gebracht werden. *Impetus [in Kromsdorf]* ist dabei der derzeitige Höhepunkt meiner musikalisch-kompositorischen Entwicklung, spiegelt aber dennoch einen Überblick über Vorangegangenes wider. So findet ein unbewusster Einfluss verschiedener inspirierender Werke (Fremdkompositionen, Performances, etc.) ebenso Eingang, wie eigene bisherige Arbeiten und musikalische Denkweisen. Zudem trugen wegbereitende Gespräche und inspirierende Erkenntnisse durch Robin Minard und Ludger Hennig maßgeblich zum Ergebnis bei.

Wie eingangs bereits erwähnt, erhebt die schriftliche Arbeit Anspruch auf einen dokumentarischen Charakter. Nun eröffnen sich Themenbereiche, deren Ausarbeitung hierdurch bedauerlicherweise etwas zu kurz kommen mussten. Dazu gehören die vollständige Auseinandersetzungen mit der Geschichte und den Erscheinungsformen der Live-Elektronik ebenso, wie die soziale »Funktion« des Improvisierens. Insofern dürfen in der Arbeit erfolgte Skizzierungen als Anreiz für weitere Ausführungen und Diskussionen verstanden werden. Es sollte hiermit aber auch meine persönliche Begeisterung vermittelt werden, ein solches Konzert zu planen und durchzuführen: Im Verlauf der Umsetzung musste nicht »nur« musikalisch, sondern auf allen betroffenen Bereichen eine Balance aus »Improvisation« und »Komposition« gefunden werden. Zu guter Letzt ist dies ein meine Arbeitsweise umschreibender Vergleich, der maßgeblich und intuitiv in der Komposition wieder zu finden ist.

Als zusammenfassende Beschreibung des Konzerts sei angefügt, dass *Impetus [in Kromsdorf]* auf der Verschmelzung von Intuition und Improvisation, zielorientierter Konstruktion und Komposition, sowie einem gewissen Hang zum …AAberwitz, fußt.

Coda

A Fotografischer Anhang

Abb. A.1: »zentrales Setup«: *v.o.l.n.u.r.:* Dosen, Tisch, Notenpult; *Phonic*-Mischpult, *Behringer* BCR2000, im Hintergrund: Klavier und Radio; Laptop und Midicontroller, im Hintergrund: Saiteninstrument; Fußpedale; Midi-Keyboard, Tomtom, Djembe, Ablage für Schlägel und Utensilien; Ablage für Schlägel und Utensilien (Detail)

Abb. A.2: Die Solenoids: *v.o.l.n.u.r.:* Box mit Schaltkreis, Arduino und Anschlüssen; Solenoid an einem Sicherungskasten; zwei der acht Solenoids am Deckenträger; Solenoid (Detail)

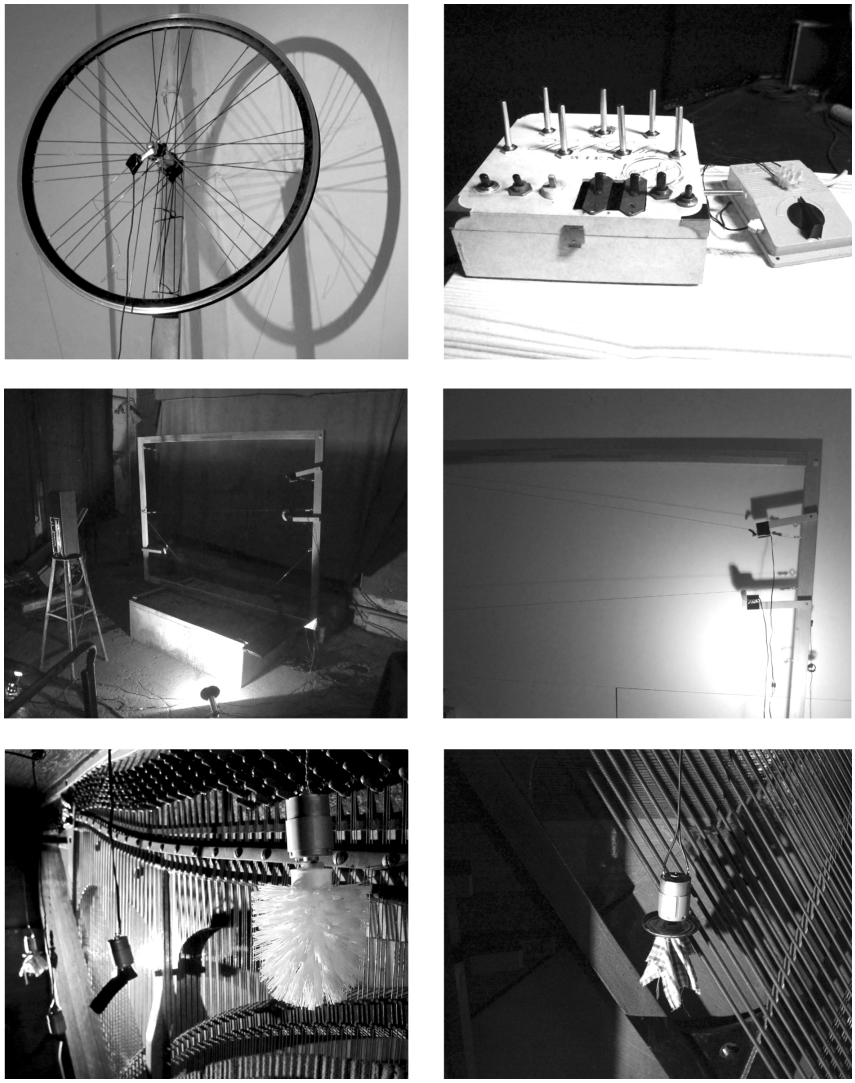


Abb. A.3: Speichenrad und Saiteninstrumente: *v.o.l.n.u.r.:* Speichenrad; Box mit acht Schaltern und Potentiometern zur Motorensteuerung (l); Eisenbahntrafo zur Steuerung des Speichenrads (r); *Vordergrund:* Radio, *Hintergrund:* Saiteninstrument; Saiteninstrument; Klavier mit vier Motoren; Klavier: Diskant-Antreiber (Detail)

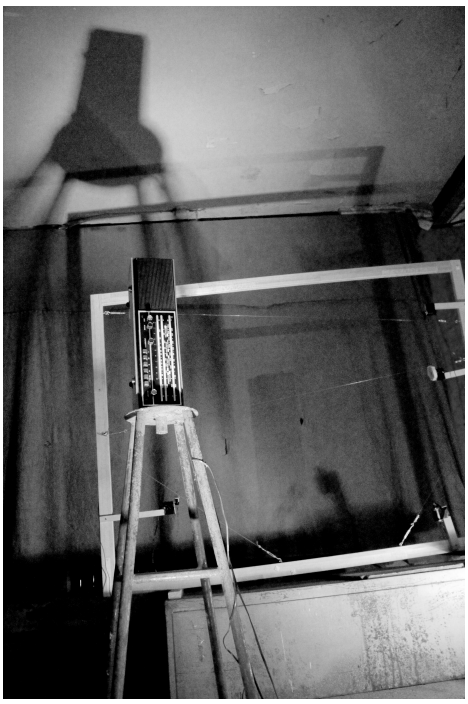


Abb. A.4: Radio »RFT Prominent«

Abb. A.5: Während dem Konzert. *v.l.n.r.:* Nils Alf, Tim Helbig, Martin Hünniger.
Foto: Max ***Neupert***

Abb. A.6: Martin Hünniger
Foto: Max ***Neupert***

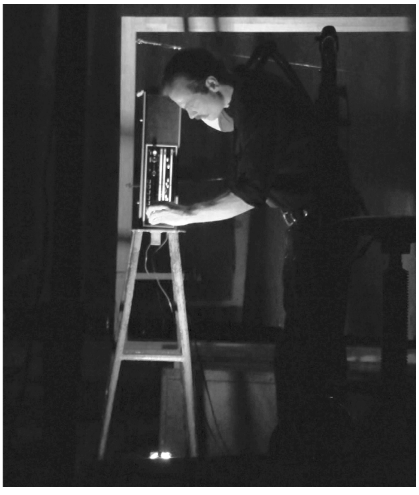


Abb. A.7: Nils Alf
Fotos: Max ***Neupert***

Abb. A.8: Tim Helbig
Foto: Max ***Neupert***

B Midi – Musical Instrument Digital Interface

bei **Midi**[49] handelt es sich um ein digitales Datenübertragungsprotokoll. Anwendungen hierfür sind insbesondere das Spielen verschiedener Tonhöhen (*pitch*) mit entsprechender Tastenlautstärke (*velocity*) mittels Midi-Keyboard sowie das Übertragen von Reglerwerten (*Controller-Number* und *Controller-Value*) mittels *Midicontroller*. Insofern werden haptische Bewegungen (wie das Bewegen von Schiebereglern und/oder Drehpotentiometern, als auch das Drücken von Tasten) in ein digitales Format übersetzt. Die Kommunikation von Midi basiert auf Byte-Paketen zwischen Sender und Empfänger. Jedes Byte besteht aus acht Bit.

[49] Midi: Akronym für **M**usical **I**nstrument **D**igital **I**nterface; Wikipedia: »Midi« [Stand: 15.08.2014]

C Signalfluss Eingang / Ausgang / Controller

Die folgenden schematischen Darstellungen veranschaulichen die Verschaltung der Audio-Eingangs- und Audio-Ausgangswege sowie die der Controllerwerte. In Abb. C.1 sind alle Eingangssignale (orange) und deren Wege zur Digitalisierung (dunkelgrün) dargestellt. Der Ort der Weiterverarbeitung des Klangmaterials wird durch die hellgrün eingefärbte Form dargestellt. Hier wird auch die Verräumlichung der Signale auf die Ausgangskanäle vorgenommen (Abb. C.2). Abb. C.3 zeigt die Signalwege der Controller bzw. der Solenoids (Kap. 5.1.6).

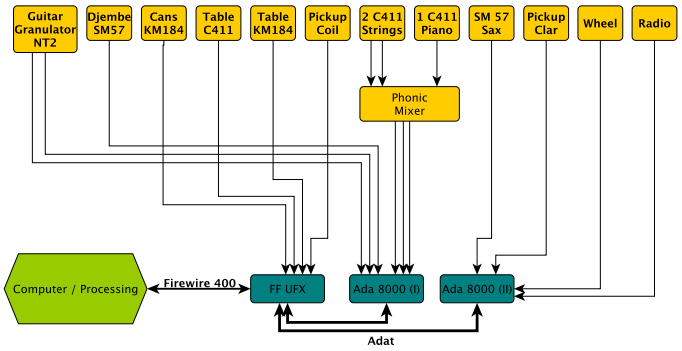


Abb. C.1: Signalfluss der Audio-Eingangssignale; **orange:** Eingangskanäle; **dunkelgrün:** AD-Wandler; **grün:** Signalprozessierung

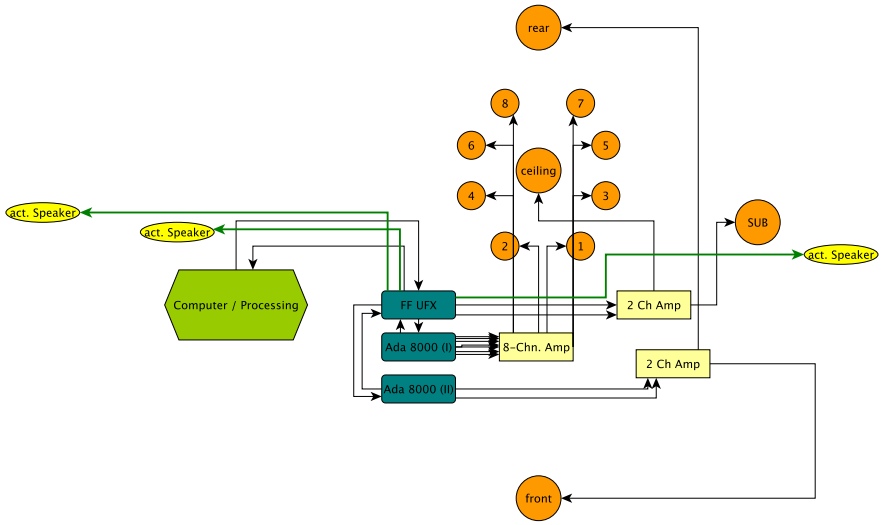


Abb. C.2: Signalfluss der Audio-Ausgangssignale; **orange:** passive Lautsprecher (8-Kanal Kreis, Deckenlautsprecher (*ceiling*), Sub, Front, Rear); **gelb:** aktive Lautsprecher (Bühne); **dunkelgrün:** DA-Wandler; **grün:** Signalprozessierung

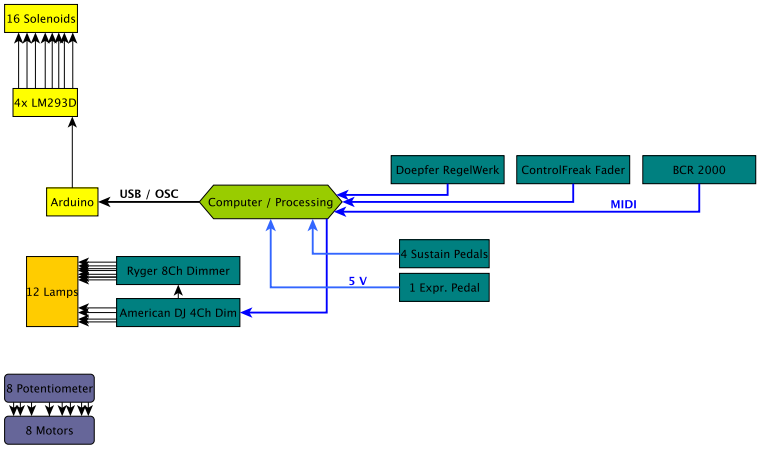


Abb. C.3: Signalfluss der Controllersignale **orange:** Lichtkanäle; **gelb:** Arduino und Solenoids; **dunkelgrün:** Midicontroller (Send/Receive); **grün:** Signalprozessierung; **violett:** Potentiometerbox mit 8 analogen Ausgängen zu den 8 Motoren (*Saiteninstrument* und Klavier)

Quellenverzeichnis

Literaturquellenverzeichnis

Collins, Nicholas: »*Handmade Electronic Music – The Art of Hardware Hacking, 2nd Edition*«; Taylor & Francis Ltd.; 2. Auflag, 2006

Decroupet, Pascal: »*Interpretation in elektroakustischer Musik*«; in: Ungeheuer, Elena (Hrsg.): »*Handbuch der Musik im 20. Jahrhundert Bd.5 – elektroakustische Musik*«, S.36 - 66, Laaber-Verlag, 2002

Dickreiter, Michael : »*Handbuch der Tonstudiotechnik Bd.1*«, 6. Auflage, K. G. Saur Verlag, 2008

Kurt, Ronald: »*Komposition und Improvisation als Grundbegriffe einer allgemeinen Handlungstheorie*« in: Kurt/Näumann (Hrsg.) »*Menschliches Handeln als Improvisation – Sozial- und musikwissenschaftliche Perspektiven*«, S. 17 ff., Transcript-Verlag, 2004

Supper, Martin: »*elektroakustische Musik und Computermusik: Geschichte – Ästhetik – Methoden – Systeme*«, Wolke Verlag, 1997

Steinecke, Wolfgang: »*Notation Neuer Musik*« in: *Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik* Bd. IX, Schott-Music, 1970.

Internetquellenverzeichnis

Acoustics.hut.fi: »*Download VBAP-Externals for* Max/MSP«
URL: http://www.acoustics.hut.fi/software/vbap/MAX_MSP/; Version 1.03
[Stand: 30.07.2014]

Arduino-Software: *Download-Link*
URL: http://arduino.cc/en/Main/Software
[Stand: 21.07.2014]

Cycling'74: »*Max/MSP*«
URL: http://cycling74.com/products/max/
[Stand: 03.08.2014]

Cycing'74: »*Delicious* Max/MSP *Tutorial 7: pitch shifting*«
URL: https://www.youtube.com/watch?v=uyzY_ZP54pA
[Stand: 07.08.2014]

Medienkunst.de: »John Cage – Fontana Mix
URL: http://www.medienkunstnetz.de/werke/fontana-mix/
[Stand: 12.08.2014]

Grill, Thomas: »*Towards a cross-platform swiss-army knife of real-time granular synthesis*«
URL: http://grrrr.org/pub/bukvic-2007-ICMC-munger.pdf
[Stand: 10.08.2014]

ICST *Ambisonics-externals for* Max/MSP URL: http://www.icst.net/research/downloads/ambisonics-externals-for-maxMSP/; Version: 2.3
[Stand: 30.07.2014]

Magnetbasics.de: »*Linearmagnete / Hubmagnete*«
URL: http://www.magnetbasics.de/hubmagnete/hubmagnet.htm
[Stand: 23.07.2014

»Makita« *Akkuschrauber-Daten*
URL: elektrowerkzeuge.makita.de/index.php?productid=6493319
[Stand: 30.07.2014]

Nelson, Andris: »*Interview Andris Nelson*«: (Concerie.de)
URL: concerti.de/de/322/interview-andris-nelsons-der-komponist-ist-der-diktator.html
[Stand: 13.08.2014]

Nordheim, Andreas: »Die Bedeutung von Improvisationsstrategien in der Musik für die Pädagogik« (PDF)
URL: www.andreas-nordheim.de/assets/applets/Magisterarbeit.pdf
[Stand: 15.08.2014] (hier: S. 5)

Pulkki, Ville: »*Spatial Sound Generation And Perception By Amplitude Panning Techniques*«; S.16: »*Vector Bases Amplitude Panning*«; Helsinki University of Technology Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, Report 62, 2001
URL: http://lib.tkk.fi/Diss/2001/isbn9512255324/isbn9512255324.pdf,
[Stand: 14.08.2014]

Universität Hamburg: »*Räumliches Hören – Lokalisation*«
URL: http://agis-www.informatik.uni-hamburg.de/WissPro/auditives/archive/M-AuditiverSinn/kapitel6/lokal.html
[Stand: 06.08.2014]

Texas Instruments: »*Datenblatt zum L293D*«:
URL: https://cdn-reichelt.de/documents/datenblatt/A200/l293.pdf
[Stand: 19.07.2014]

Wikipedia: »*Ambisonics*«
URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Ambisonics
[Stand: 07.08.14]

Wikipedia: »*Baud*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Baud
[Stand: 09.08.2014]
Wikipedia: »*Komposition (Musik)*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Komposition_(Musik)
[Stand: 13.08.2014]
The Loud Objects: »Live-Löten«
URL: https://www.youtube.com/watch?v=U1TZOgMGmVU
[Stand: 18.08.2014]
Wikipedia: »*Midi*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Musical_Instrument_Digital_Interface
[Stand: 15.08.2014]
Wikipedia: »*objet trouvé*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Objet_trouvé
[Stand: 08.08.2014]
Wikipedia: »*Physical Computing*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Physical_Computing
[Stand: 24.07.2014]
Wikipedia: »*Pierre Schaeffer*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Pierre_Schaeffer
[Stand: 14.08.2014]
Wikipedia: »*Sinusoid*« URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Sinusoid
[Stand: 12.08.2014]
Wikipedia: »*Vierquadrantensteller*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Vierquadrantensteller
[Stand: 19.07.2014]
Wikipedia: »*Zugmagnete*«
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Zugmagnet
[Stand: 23.07.2014]

Abbildungsverzeichnis

3.1 Ausschnitt aus der Partitur zu John Cages *Fontana Mix* (1958) 8

4.1 Positionierung der Lautsprecher 12

5.1 zentrales Setup 16
5.2 Kupferdraht (Detail) 18
5.3 geöffnetes Klavier mit vier Motoren 20
5.4 schematischer Aufbau eines Solenoids 23
5.5 Schaltkreis Arduino - `L293D` 25
5.6 Verteilung der Solenoids im Konzertraum der »Alten Feuerwache« 26
5.7 Aufbau der Bühne; Positionierung der Musiker und Instrumente 29

6.1 Haupt-Matrix 32
6.2 Hauptfenster 33
6.3 Kanalzug für ausgehende Effektlautstärken 33
6.4 Kanalzug für ausgehende Effektlautstärken 34
6.5 Preset-Fenster 35
6.6 Granularsynthese (schematisch) 36
6.7 MAX-Patch zum *pitch Shifters* 38
6.8 Solenoid-StepSequenzer 41
6.9 Ambisonics-Fenster 44
6.10 8-Kanal Matrix-Delay 46
6.11 Eingangskanal-Fenster 47
6.12 Envelope-Follower 48

A.1 »zentrales Setup« 73
A.2 Solenoids 74
A.3 Speichenrad und Saiteninstrumente 75
A.4 Radio »RFT Prominent« 76
A.5 Während dem Konzert 76
A.6 Martin Hünniger 77
A.7 Nils Alf 77
A.8 Tim Helbig 78

C.1 Signalfluss der Audio-Eingangssignale 81
C.2 Signalfluss der Audio-Ausgangssignale 82
C.3 Signalfluss der Controllersignale 82

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffent- licht. Ich bin mir bewusst, dass eine unwahre Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Jena, den 19. August 2014 Tim Helbig

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Robin Minard für die inspirierenden Jahre und das mir zugesprochene hohe Vertrauen in meine Arbeit.
Auch möchte ich an dieser Stelle Ludger Hennig für die ersten »echten« Einblicke in die Live-Elektronik und der experimentellen Musik danken!
Mein Dank gilt auch dem gesamten SeaM mit allen dazugehörigen Kommilitonen und Nasen:

Daniel Schulz,
Anja Erdmann,
Andreas Vorwerk,
Christian Helm,
Ludwig Berger
und vielen mehr!

Martin Hünniger und Nils Alf möchte ich auch an dieser Stelle noch einmal für deren unermüdlichen Einsatz danken, sofern es im Vorfeld etwas planbares zu erledigen gab ;) – und insbesondere für deren moralische Unterstützung!
An dieser Stelle möchte ich auch der Galerie »Kunsthof-Jena« (insbesondere Robert Sorg), meinen herzlichen Dank für die Nutzung der Galerieräume in den letzten beiden Juniwochen als Atelier, Labor und Proberaum aussprechen!
Danke auch an die Bewohner der »Alten Feuerwache« (Melli, Kasper, Daniel, Claudi und Co.), für die Möglichkeit eure Räumlichkeit unkompliziert und über den recht langen Zeitraum nutzen zu können!

Mein bestersterster Dank gilt
meiner Familie,
Corinna & Nora,
sowie allen ungenannten Weggefährten, Freunden, Mitmusikern,
der *dandy desmond doping tour*
&
gimpelakwa.