Technische Universität Berlin
Fakultät I – Geistes- und Bildungswissenschaften
Fachgebiet Audiokommunikation

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science in Audiokommunikation und -technologie

Elektronische Musikformen im Raum

Wirkung von immersivem Klang und Rhythmus

Jan Urbiks
[redacted]

Betreut durch PD Dr. Martha Brech
und Prof. Dr. Stefan Weinzierl

Berlin, 18. April 2019

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und eigenhändig sowie ohne unerlaubte fremde Hilfe und ausschließlich unter Verwendung der aufgeführten Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Berlin, 18. April 2019

Abstract

The three-dimensional projection of music into space is a consistent and necessary advancement of the concert experience in Electronic Music. In spite of the extensive technical developments in 3D-Audio, there are still few applications established for commercial use. In this master thesis five Avantgarde Techno pieces are analysed on the compositional impact of space. This should extend our understanding of the modes of action which are active in spatial rhythm and sound.

Techno is composed by layering rhythmical loops and combining them to create interacting structures. Electronic drum sounds usually form the foundation of the pieces of music. On top of these rhythmical patterns, melodies and sound effects are layered. The analyses are based on sonograms generated by the software *eAnalysis* (Couprie 2016). The analysis system developed for this purpose (Brech 1994 and 2019) uses the principles of Gestalt Theory established in the early twentieth century by Max Wertheimer et al. Albert Bregman validated and enhanced the theory with empirical research findings in music psychology (Bregman 2005). In a first step the pieces are segmented into sound layers to consecutively describe interactions between them.

The key parameters found are movements on the horizontal and vertical plane of space, as well as in sound depth. In the next step existing spatial concepts from the research field of Electroacoustic Music are applied to Avantgarde Techno composition. These concepts include the description of sculptural qualities (Sharma 2016) and spatial texture (Nyström 2015).

Inhaltsverzeichnis

1.Einleitung 1

1.1.Einordnung 1

1.2.Forschungsfrage 1

1.3.Forschungsmethode 2

1.4.Persönlicher Hintergrund 2

1.5.Techno 4

2.Grundlagen 5

2.1.Auditive Wahrnehmung von Raum 5

2.2.Klang im Raum 7

2.3.Begriffsfelder 10

2.3.1.Space Form und Spatial Texture 10

2.3.2.Skulpturalität 12

2.4.Projektion von Klang 14

2.4.1.Diffusion 14

2.4.2.Ambisonics 16

2.4.3.Wellenfeldsynthese 17

2.4.4.4DSOUND 17

2.4.5.IKO 18

3.Analysen 19

3.1.Methode 19

3.2.Analysesystem 19

3.3.Analysen 20

3.3.1.L.B. Dub Corp - Roller feat. Function 21

3.3.2.Nene H. - Ascese 27

3.3.3.SHXCXCHCXSH - UFOFUOFU 35

3.3.4.Sverca & Voices from the Lake - Between the Lines 41

3.3.5.Vofa - Lisiaxte 48

4.Auswertung 53

4.1.L.B. Dub Corp - Roller feat. Function 53

4.2.Nene H. - Ascese....54

4.3.SHXCXCHCXSH - UFOFUOFU....55

4.4.Sverca & Voices from the Lake - Between the Lines 56

4.5.Vofa - Lisiaxte....57

5.Fazit 58

5.1.Anwendung 59

5.2.Ausblick 62

Abbildungsverzeichnis 64

Bibliographie 66

Anhang 69

1. Einleitung

1.1. Einordnung

Die dreidimensionale Projektion von Musik in den Raum ist eine konsequente und notwendige Weiterentwicklung der Konzertgestaltung von Elektronischer Musik. Trotz der weitreichenden technischen Entwicklungen im 3D-Audio Bereich, hat sich noch kein Standard zur Umsetzung von Raumklang etabliert. Die Beziehung zwischen Raum und Klang ist ein wichtiger Bestandteil der Komposition und Projektion von Elektronischer Musik. Besonders in Akusmatischer Musik sind Konzepte von Raum ausdifferenziert und räumliche Elemente können Vermittler von musikalischen Strukturen sein (Barrett 2002). Einige dieser Konzepte lassen sich auf aktuelle Elektronische Musik übertragen.

Unter der Stilrichtung Techno kann eine Vielfalt an innovativen elektronischen Musikformen zusammengefasst werden (Lothwesen 1999, S.71). Neben der funktionalen Klubmusik hat sich über *Electronica/Intelligent Dance Music* (Ramsay 2016) der Avantgarde Techno als Hörform entwickelt, welcher die vorhandenen Konventionen dieses Genres herausfordert. In aktuellen Produktionen lässt sich eine Tendenz zur experimentellen Verwendung von räumlichen Parametern beobachten. Dadurch entstehen vergleichbare Klangerfahrungen wie in Elektroakustischer Musik. Es finden sich somit Wirkungsweisen einer Raummusik, die großen Einfluss auf die Erfahrung von Klang haben. Um eine Grundlage zur Spatialisierung von Avantgarde Techno zu schaffen muss die räumliche Wirkung von Klang und Rhythmus untersucht werden. Dies wird über die Analyse von fünf Avantgarde Techno Stücken erreicht. Im nächsten Schritt können dann Parameter gefunden werden, die eine räumliche Wirkung verstärken, um die Hörerfahrung zu bereichern. Dabei werden vorhandene Raumkonzepte aus dem Bereich der Elektroakustischen Musik angewendet.

1.2. Forschungsfrage

Meine Forschungsfrage ergibt sich aus dem Kontext von Raummusik, sie geht jedoch über Anwendungen in der Elektroakustischen Musik hinaus: Wie entsteht die Erfahrung von Raum in Avantgarde Techno Stücken? Wie kann eine Umsetzung von Klang und Rhythmus im Raum zu einer verstärkten auditiven Wahrnehmung führen? Zur Untersuchung der Fragestellung werden vorhandene Konzepte aus der Elektroakustischen Musik auf diese Musikform übertragen. Mein Ziel ist es dabei, eine

Grundlage für die räumliche Projektion von Avantgarde Techno zu schaffen und somit eine Verfeinerung der Wahrnehmungsprozesse anzuregen. Dies soll über eine Verstärkung der Wirkung von Bewegungsprozessen im Raum erreicht werden. Zuerst soll deshalb ein Überblick über aktuelle Konzepte von Musik und Raum gegeben werden. Im nächsten Schritt soll dann die Wirkung von Raum in Avantgarde Techno analysiert werden. In einer Auswertung wird dann eine Verbindung zwischen Analysen und Konzepten über Beschreibungen von Entsprechungen hergestellt.

Die These dieser Masterarbeit ist folglich: Avantgarde Techno besitzt an sich eine räumliche Wirkung. Diese Wirkweisen können weiter verstärkt werden, um innovative Klangrealitäten zu erschaffen, die zu einer erweiterten, immersiven Wahrnehmung führen.

1.3. Forschungsmethode

Der methodische Ansatz dieser Masterarbeit basiert auf qualitativer Forschung. Mein Vorgehen lässt sich mit quellenbasierter Forschung in einer Kombination mit Musikanalyse definieren. Die Fragestellung dieser Thesis ist aus meiner künstlerischen Tätigkeit entstanden. Deshalb besteht mein Ansatz in dem Versuch, Erfahrungen in den Grenzbereichen der eigenen Wahrnehmung zu beobachten, diese zu beschreiben und dann zu systematisieren. Der Erkenntnisgewinn steht dabei im Vordergrund, Annahmen werden stets in den wissenschaftlichen Kontext des Forschungsbereichs gestellt.

1.4. Persönlicher Hintergrund

Als Musiker und Schlagzeuger beschäftige ich mich seit mehreren Jahren intensiv mit Elektronischer Musik, Rhythmus und Klangsynthese. Meine Wahrnehmung von Musik ist aus diesem Grund stark von den Erfahrungen als Künstler geprägt. Durch meine Tätigkeit als elektronischer Solokünstler und Live-Schlagzeuger haben die Komponenten Raum und Raumklang in meiner Performance-Praxis im Laufe der Zeit immer größere Bedeutung gewonnen. Auf Grund der unterschiedlichen räumlichen Gegebenheiten erfordert jedes Konzert eine neue Herangehensweise an die Umgebung. Klang ist dabei immer der Parameter, der angepasst werden muss. Die erzielte musikalische Wirkung einer Performance ist somit stark vom Raum abhängig.

Um die Prozesse hinter den akustischen Veränderungen tiefergehend verstehen zu können, beschäftige ich mich seit einiger Zeit besonders mit den Wirkungsmechanismen der Verräumlichung von Klang. Durch mein Studium am Fachgebiet Audiokommunikation an der TU Berlin konnte ich mein Wissen in diesem Bereich technisch sowie auch künstlerisch weiter ausbauen. Im Rahmen eines Seminars des Edgar-Varèse Professors Gerriet Sharma wurde von mir eine Live-Komposition mit Modular-Synthesizer auf dem *IKO* 3D-Lautsprecher umgesetzt. In diesem Kontext fand auch der Workshop „Komponieren von Raum mit skulpturalen Klangobjekten" statt, bei dem ich meine Grundlagen auf diesem Wissensgebiet vertiefen konnte. Im letzten Spätsommer (September 2018) habe ich zudem eine Woche lang die Summerschool des *IEM* in Graz besucht, um ein weiteres Mal mit dem *IKO* Lautsprecher arbeiten zu können. Dort fand auch ein Konzert im Rahmen des Abschlusssymposiums des OSIL Forschungsprojekts statt, bei dem ich eine weitere Raumkomposition für Modular-synthesizer präsentiert habe.

Seit 2017 habe ich mit Martha Brech und Anna-Lena Vogt an mehreren Vorträgen und wissenschaftlichen Veröffentlichungen über die Analyse von Techno gearbeitet. Diese Zusammenarbeit ist in Anknüpfung an das Seminar „Analytische Zugänge zur Produktion/Komposition heutiger Elektronischer Musik" an der TU Berlin entstanden. Die Ergebnisse wurden bei der Jahrestagung der Gesellschaft für Musikforschung 2017 in Kassel vorgestellt. Bei der EMS Konferenz 2018 in Florenz haben wir zudem ein Paper zum Thema „Analysing Experimental Techno" vorgestellt. Die Arbeit an diesen Themen hat mir tiefe Einblicke in die Substanz und die Gestaltungsmöglichkeiten der Musikform Techno ermöglicht.

Zudem kam ich durch meine Mitarbeit im Funkhaus Berlin in Kontakt mit dem *Monom* System von *4DSOUND*. Hier hatte ich die Möglichkeit, vielfältige Varianten von Software-Spatialisierung kennenzulernen und diese in ihrer direkten Anwendung zu hören. Mit meiner Masterarbeit möchte ich an all diesen Erfahrungspunkten anknüpfen, um eine Grundlage für die Nutzung von Raum in Avantgarde Techno zu schaffen. Diese Thesis soll Wirkungsweisen von Raum in diesem Genre herausstellen, um in Zukunft eine Umsetzung auf 3D-Audiosystemen zu erleichtern.

1.5. Techno

Im letzten Teil dieser Einleitung möchte ich das Genre Techno definieren und im Kontext dieser Arbeit einordnen. Techno repräsentiert eine Subkultur und eine zukunftsorientierte Denkweise in der Elektronischen Musik. Die heute verfügbaren vielfältigen technischen Entwicklungen erweitern die Möglichkeiten in der Musikproduktion ständig. In den vergangenen Jahren haben sich dadurch verschiedenste Unterkategorien aus dem Genre Techno entwickelt. Die experimentellen Bereiche können unter dem Begriff des Avantgarde Techno zusammengefasst werden.

Die Nutzung von elektronischen Instrumenten bildet eine Basis der Klangerzeugung dieser Musikform. Rhythmus und sein Verlauf über die Zeit stellt dabei die kompositorische Basis der Stücke dar. Der Klangcharakter von Techno ist stark von der Verwendung verschiedener Drumcomputer geprägt. Über die Schichtung dieser elektronischen Schlagzeugklänge entsteht ein rhythmisch dichtes Klangbild (Lothwesen 1999, S.71). Interagierende Strukturen zwischen den Schichten erzeugen Spannung in den Stücken. Auf diesem Grundgerüst aufbauend, können im nächsten Schritt Melodien und Klangeffekte geschichtet werden. Das Experimentieren mit den flexiblen Parametern fordert im Laufe der Produktion Reaktionen des Komponisten heraus. Dies kann zu Innovation, Vielfalt und Individualität in Kompositionen führen und bringt den Künstler dazu, die Grenzen des Genres stetig zu erweitern.

In aktuellen Produktionen lässt sich eine Tendenz zur Arbeit mit Räumlichkeit und Bewegungen im Stereobild beobachten. Labels wie *Spazio Disponibile, Bedouin, Ostgut Ton* oder *Raster-Media* erforschen die Grenzbereiche des Genres und erweitern diese durch experimentelle Veröffentlichungen. Produktionen mit mehr als zwei Audiokanälen werden im Techno Bereich zur Zeit allerdings selten umgesetzt, weil bei einer DJ-Performance meist Plattenspieler oder Stereo-Player zum Einsatz kommen. In den letzten Jahren hat die Live-Performance von Avantgarde Techno allerdings immer mehr an Bedeutung gewonnen. Die Möglichkeiten für eine Umsetzung von Mehrkanal-Performances sind dabei durchaus gegeben, da die meisten Clubs mindestens Vierpunkt-Soundsysteme mit zusätzlichen Subwoofern installiert haben. Eine erweiterte Nutzung für Raumklang-Kompositionen wäre also einfach umsetzbar. Diese Arbeit soll eine solche Entwicklung im Bereich des Avantgarde Techno anstoßen.

2. Grundlagen

Die Auseinandersetzung mit der Forschungsproblematik erfordert Begriffe, die Beschreibungen von räumlichen Klangphänomenen ermöglichen. Konzepte aus der Elektroakustischen Musik können eine hilfreiche Grundlage zur Definition der Beziehung von Klang und Raum liefern. Einen wichtigen Teil stellt dabei die Literaturrecherche dar. Nach einer Gegenüberstellung verschiedener Konzepte zu Raumklang und Spatialisierung sollen geeignete Begriffsfelder für die Analyse definiert werden.

Über eine zielgerichtete Verwendung von Begriffen und Definitionen wird eine präzisere Beschreibung der Forschungsproblematik ermöglicht. Diese Einführung soll dabei keinen historischen Rückblick darstellen. Grundlegende Ideen zu Raumklang werden zusammengefasst, der Fokus liegt dabei auf dem aktuellen Forschungsstand.
Im nächsten Schritt werden abschließend die technischen Möglichkeiten zur Projektion von Klang in den Raum diskutiert. Diese sollen als Werkzeuge begriffen werden, die eine praktische Umsetzung ermöglichen. In den Analysen der Stücke werden Wirkungsweisen von Raum in Avantgarde Techno herausgearbeitet. Wie diese im Detail technisch und künstlerisch umgesetzt werden können, soll dabei offen bleiben.

2.1. Auditive Wahrnehmung von Raum

Als Grundlage dieser Arbeit möchte ich zuerst ein Verständnis von Raum definieren, welches eine Beziehung zur auditiven Perzeption herstellt. Raum entsteht durch die Wahrnehmung von Verhältnissen zwischen dreidimensionalen Objekten unterschiedlicher Dichte. Die Basis dieser Empfindung ergibt sich aus der Abgrenzung von Objekten innerhalb einer abgeschlossenen Umgebung. Räumlichkeit wird folglich durch eine Projektion von materiellen Bezügen im Bewusstsein erzeugt. Klang im Raum beruht auf Interaktionen von Vibrationen mit verschiedener Frequenz, deren Summe wir wahrnehmen und als Klänge aus bestimmten Richtungen über das Gehör aufschlüsseln. Veränderungen dieser Relationen zueinander sind abhängig vom Parameter der Zeit: Bewegungen von Klängen entstehen über eine Aneinanderreihung von veränderten Einzelpositionen. Iannis Xenakis beschreibt diesen Zusammenhang von Raum und Bewegung auf einer sehr grundlegenden Ebene über die Verkettung von Energie-Transformationen (Solomos 2015) wie folgt:

“As space is perceptible only across the infinity of chains of energy transformations, it could very well be nothing but an appearance of these chains. In fact, let us consider the movement of a photon. Movement means displacement. Now, could this displacement be considered an autogenesis of energy, an energetic parthenogenesis of the photon by itself at each step of its trajectory (continuous or quantized)? This continuous auto-creation of the photon, could it not, in fact, be space?”

Die Ausdehnung von Klang, kann über die Positionen in den drei Dimensionen des Raums beschrieben werden: Höhe, Breite und Tiefe (Kendall 2010, S.230).
Als vierte Dimension hat die Veränderung von Klang über die Zeit einen großen Einfluss auf die Wahrnehmung von Raum. Dennis Smalley (2007, S.37-38) beschreibt, in Bezug auf die zeitliche Abfolge von hörbaren Klangereignissen, die Möglichkeit einer räumlichen Überlagerung in unserer Erinnerung. Verläufe einer Klangumgebung können dadurch rückwirkend über ihre Positionen aufgeschlüsselt werden - Zeit wird für ihn somit zu Raum.
In der Musik bietet Raum allerdings mehr als nur das Potential zur Ausbreitung von Klang. Das Vorstellungsvermögen wird beim Hörer zur Projektionsfläche einer räumlichen Klangwelt. Raum braucht Zeit und Zeit braucht Raum.
Simon Emmerson (2015, S.14) verweist im Hinblick auf diesen Aspekt auf die Forschung von Katharine Norman. Sie führt die Rolle von Zeit in Bezug auf Raumklang auf das persönliche oder kollektive Erinnerungsvermögen zurück. Im Wahrnehmungs-prozess können folglich Assoziationen hergestellt werden, die Klänge und deren Verhalten im Raum mit Erinnerungen in Verbindung bringen.

Allgemein können natürliche Klangumgebungen leichter von der Wahrnehmung dekodiert werden und erzeugen dadurch eine verstärkte Empfindung der Umgebung (Rumsey 2011, S.761). Barry Truax stellt in diesem Zusammenhang fest, dass unkorrelierte Signale eine große Bedeutung für die Natürlichkeit einer Klangerfahrung haben (Truax 1999, S.141). Im Gegensatz dazu stehen stark korrelierte Signale, wie sie bei der Klangsynthese der grundlegenden Wellenformen vorkommen. Diese Signale werden häufig in der Elektronischen Musik verwendet, da Synthesizer-Klänge auf der Erzeugung dieser Wellenformen aufbauen. Emmerson (2015, S.26) beschreibt mit dem Wunsch nach Immersion und echter Omnidirektionalität eine wichtige Erwartung der auditiven Wahrnehmung an Raum. Die Verräumlichung von stark korrelierten Klängen

kann somit als Schlüssel zur intensiveren Wahrnehmung von Elektronischer Musik gesehen werden. Synthetische Klänge können über ihre Projektion in den Raum, durch die dadurch entstehende Natürlichkeit, der Wahrnehmung besser zugänglich gemacht werden.

2.2. Klang im Raum

Die Räumlichkeit eines Klangs stellt einen wesentlichen Faktor in der Wahrnehmungserfahrung von Elektroakustischer Musik dar. Gary S. Kendall sieht im Prozess der Abstraktion von Klängen durch die Wahrnehmung eine wichtige Ebene der Bedeutung von Raum. Über diese Abstraktionen zwischen Gehör, Erinnerung und Vorstellung entstehen räumliche Bilder und dadurch eine neue Ebene von Bedeutung (Kendall 2010, S.228). Gedanken und Gefühle werden vom Hörer mit der Räumlichkeit von Klang assoziiert. Diese Verbindung baut auf dem stark verinnerlichten Wissen von Räumlichkeit auf, welches über die individuellen Erfahrungen des täglichen Lebens entsteht. In Verbindung mit umfangreichen mentalen Prozessen und körperlichen Erfahrungen ergibt sich beim Hörer ein vielfältiges Verständnis von Bedeutung. Dieses wird zuletzt auch noch von der Erwartung der Wahrnehmung an einen Klang im Raum beeinflusst (Kendall 2010, S.228).
Das Verhältnis von Erwartung und Wahrnehmung wird von Dennis Smalley (2007, S. 38) als Verbindung mit dem Ursprung eines Klangs beschrieben (*source-bonding*). Über unserer Erlebnisse ordnen wir Klangerfahrungen automatisch vergleichbaren Situationen in unseren Erinnerungen zu und erwarten folglich auch ein dementsprechend klangliches Verhalten im Raum.

In der Elektronischen Musik lässt sich eine solche Verbindung zum Ursprung eines Klangs häufig nicht mehr unmittelbar herstellen. Durch die technologischen Entwicklungen wie Telefon, Radio und Aufnahmetechnik sind im Laufe des vergangenen Jahrhunderts akusmatische und temporale Dislokationen entstanden (Emmerson 2015, S.16). Dazu kommt eine mechanische Dislokation von synthetisierten Klängen. Solche synthetischen Klänge sind weder echte Objekte, noch haben sie einen realen Herkunftsort, an dem sie entstehen.
Die Suche nach der Ursache einer Klangquelle ist allerdings eine intuitive Reaktion der Wahrnehmung, die bei der Komposition von Musik nicht außer Acht gelassen werden sollte (Emmerson 1999). Klänge, die keinen akustisch-materiellen Ursprung haben, in

einen Raum zu projizieren, erzeugt folglich einen Zusatzparameter, der in sich Zusammenhalt und Wirklichkeit schafft. Dadurch entsteht schließlich ein realer Bezug zu einer neuen Räumlichkeit, die visuelle Reaktionen der Wahrnehmung auslöst und fördert.

"I am suggesting that sound has the power to create its own visual response in humans – one which is sometimes not accounted for by visual artists – a sense of place, of aural landscape." Emmerson (1999)

Aus der Kombination von technischer Entwicklung und künstlerischer Arbeit entstehen neue Möglichkeiten, Determinanten für die komplexen Wirkungsweisen von Raum zu ergründen. Natasha Barrett (2002, S.313-314) betrachtet in diesem Zusammenhang eine Unterteilung in von Innen heraus (*intrinsic*) und von Außen (*extrinsic*) gesteuerter Identität von räumlicher Wirkung. Die intrinsischen Parameter von Raumklang beziehen sich auf die Wirkung des Spektrums, der Frequenz und Artikulation eines Klangs. Die extrinsischen Parameter beschreiben hingegen Assoziationen unserer Erinnerung mit der Symbolik oder Gestik eines Klangs. Für eine kompositorische Nutzung von Raum stellt sie schließlich vier Bereiche von Wirkung vor: Die erste Möglichkeit ist dabei die Komposition einer Illusion durch das Erzeugen von Phantombildern eines Raums oder von Objekten in diesem. Die zweite Möglichkeit ist eine Andeutung von Raum. Dies fordert mehr Vorstellungskraft vom Hörer, lässt aber mehr Platz für Musikalität in der Komposition. Beim dritten Ansatz, der Simulation von dreidimensionalen Schallfeldern, steht die Reproduktion von Verhältnissen zwischen Klangobjekten im Vordergrund. Zuletzt gibt es noch die Wirkungen von Raum, die über zeitliche Verläufe in der Komposition entstehen. Dazu zählen die räumlichen Klangverläufe über die Zeit, sowie die Assoziation von Bewegungsmustern die aus bewussten Erinnerungen hervortreten (Barrett 2002, S.320).

François Bayle (2007, S.242) verweist - in Bezug auf Akusmatische Musik - ebenfalls auf die Notwendigkeit einer Zweiteilung in interne- und externe Dimensionen von räumlicher Wirkung. Der interne Raum entsteht dabei innerhalb der Komposition selbst. Er wird aus den akustischen Umrissen und Bewegungen der Klangobjekte und deren eingenommenem Raum gebildet. Der externe Raum befindet sich außerhalb der Komposition und beschreibt die Charakteristik des Raums, in dem das Stück für den

Hörer wiedergegeben wird. Bei der Projektion in den externen Raum, also zum Hörer oder in einen Konzertraum, findet eine essentielle Transformation der Komposition statt. Im Laufe dieses Prozesses müssen die internen Verhältnisse der Komposition so gut wie möglich adaptiert werden. Die daraus entstehenden komponierten Vibrationen erschaffen im Zusammenspiel eine bildliche Wirkung von Klang (Bayle 2007, S.244).

Attribute von Raumklang

Eine Basis zur Beschreibung von Klangphänomenen im Raum kann über die Wahrnehmung in den räumlichen Dimensionen gelegt werden. Diese Attribute der räumlichen Wahrnehmung definiert Gary S. Kendall (2010, S.230) über zwei Kategorien: Die erste Kategorie beschreibt Attribute der Dimension, die über die Richtung (*Direction*), Distanz (*Distance*) und Ausdehnung (*Extent*) festgelegt wird. Ausdehnung kann dabei weiter in Breite, Tiefe und Höhe von Klang unterteilt werden. Die zweite Kategorie sind Attribute der Immersion, also Auslöser die eine virtuelle Klangumgebung auf den Hörer real wirken lassen. Diese werden in Präsenz (*Presence*) und Umhüllung (*Envelopment*) unterteilt. In Abbildung 1 sind diese Attribute schematisch dargestellt.

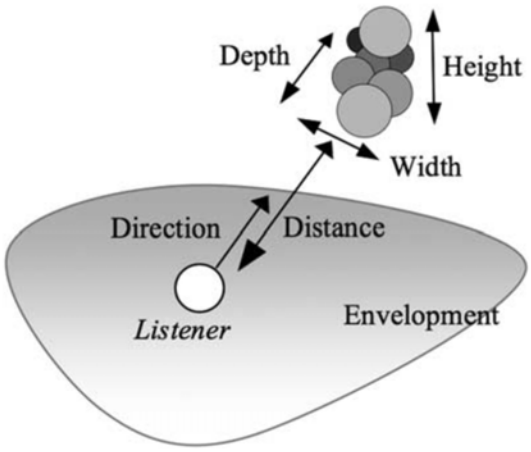

Abbildung 1: Attribute der räumlichen Wahrnehmung von Klang (Kendall 2010, S.230).

Bei Simon Emmerson (1999, S.136) können ähnliche Parameter gefunden werden. Unterteilt werden diese dabei allerdings in fünf Kategorien: Die Materialität beinhaltet Beschreibungen der spektralen Qualität und des Verlaufs eines Klangs (*envelope shape*). Die zweite Kategorie ist die Form und Größe einer Klangwahrnehmung. Der Frequenzbereich und Rauschanteil eines Klangs spielt dabei eine wichtige Rolle. Die

Charakteristik des Anschlags wird als weiteres Attribut aufgeführt. Eigenschaften wie geschlagen, geblasen, gezupft oder gerieben werden hier als Beispiele verwendet. Das Attribut des Ursprungs stellt die vierte Kategorie der räumlichen Wahrnehmung dar. Die Frage nach Richtung und Entfernung steht dabei im Mittelpunkt. Entfernung wird mit Hall und Dämpfung von hohen Frequenzanteilen in Verbindung gebracht.
Als letzte Kategorie führt Emmerson noch die der Ursache eines Klangs auf. Diese lässt sich als Schlussfolgerung aus den Beschreibungen der vorherigen Kategorien gewinnen.

2.3. Begriffsfelder

2.3.1. Space Form und Spatial Texture

Dennis Smalley hat mit seinem Paper „Spectromorphology: explaining sound-shapes" (1997) eine wichtige Grundlage zur Verbalisierung räumlicher Klang-phänomene gelegt. Sein Ansatz kombiniert zwei Teilgebiete zur Beschreibung von Elektroakustischer Musik: der Charakterisierung des Klangspektrums sowie dessen Form und Veränderung über die Zeit.
Eine Weiterentwicklung der Terminologie, im Hinblick auf die Ausdehnung Akusmatischer Musik im Raum, wird in „Space-Form and the acousmatic image" (Smalley 2007) ausgeführt. Dabei stehen zwei wesentliche Aspekte der räumlichen Wirkung von Klang im Mittelpunkt: Die Beziehung eines Klangs zu seinem wahrgenommenen Ursprung (*source-bonding*) sowie die spektromorphologischen Relationen zwischen Klängen im Raum.

Erik Nyströms Forschung baut auf diesen Konzepten Smalleys auf, besonders der Begriff der räumlichen Textur (*spatial texture*) spielt für ihn eine zentrale Rolle. Textur wird als Kategorie des perspektivischen Raums eingeführt und kann dadurch als eine Erweiterung der Grundlagen von *Space-Form* gesehen werden. Er geht davon aus, dass temporäre Formationen von Klang über ihre Parameter als räumliche Texturen beschrieben werden können. Die entstehenden spektromorphologischen Relationen von Klang sind dabei Erzeuger und Transportmedium musikalischer Information. Raum wird nicht als leeres Medium angesehen, das es nur zu füllen gilt (Nyström 2011, S.14). Auf dieser grundlegenden Annahme entwickelt er eine vielseitige Terminologie zur Beschreibung von perspektivischen und spektralen Verläufen von Klang in Raum (Nyström 2011, S.14).

Die Attribute von räumlicher Textur lassen sich in ihrem Verhalten über verschiedene Kategorien beschreiben: Formen und Eigenschaften (s*hapes and properties*), Ausbreitung und Verteilung (*propagation and distribution*) sowie unterschiedliche klangstoffliche Zustände von Textur (*textural states*) wie flüssig, dampfartig oder geronnen. Diese Zustände entstehen für ihn auf der Mikro-Ebene der morphologischen Wahrnehmung. In Anknüpfung an Albert Bregmans Vermutung eines Äquivalents zur Wahrnehmung von visueller Textur führt er den Begriff der „Textons" ein, um die Organisation von Verteilungen in räumlicher Textur näher auszudifferenzieren (Nyström 2011, S.16). Als kleinste Bausteine der Zellen erzeugen diese Textons Veränderungen von räumlichen Texturen und Oberflächenstrukturen. Die Verteilungen der Textons lassen sich dann mehreren ausdifferenzierten Begriffsfeldern zuordnen (Abbildung 2). Dabei unterteilt er in Verteilungsmodelle, welche sich über ihr Verhalten in der Ausbreitung und Entfernung noch genauer beschreiben lassen.

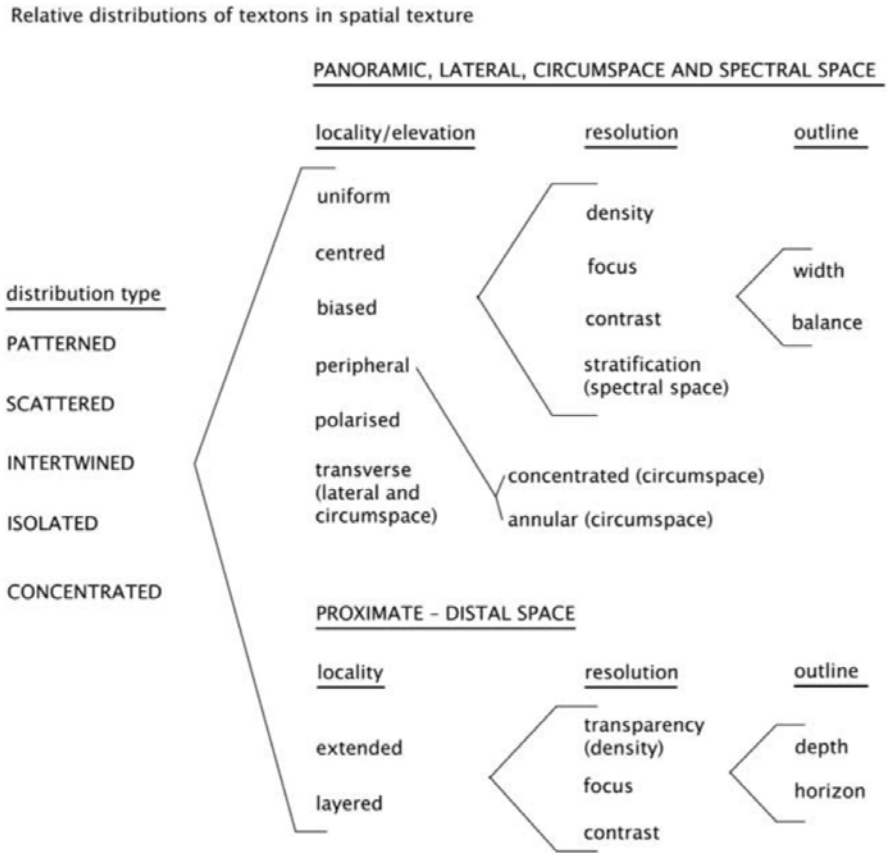

Abbildung 2: Verteilungsmodelle von Textons in räumlichen Texturen (Nyström 2011, S.20).

Ein weiterer wichtiger Aspekt in Nyströms Forschung ist das Verhältnis von Spatialität zu Klang (Nyström 2013, S.22-23). Für die Beschreibung der qualitativen Eindrücke von räumlichen Erfahrungen definiert er drei Aspekte: interne (*interior*), externe

(*extirior*) und beziehungsorientierte Spatialität (*relational spatiality*). Die interne Spatialität beschreibt körperliche Erfahrungen innerhalb einer Textur, also Relationen untereinander. Die externe Spatialität beschreibt die Ansicht einer Textur von außerhalb, wobei dabei nur die Wahrnehmung der Oberflächen relevant ist. Die beziehungsorientierte Spatialität erzeugt eine Verbindung zwischen den vorherigen Kategorien und beschreibt räumliche Situationen über Abhängigkeiten, welche zwischen Texturen entstehen. Jeder Abschnitt einer Komposition erzeugt eine relative Skalierung, die aus dem Verhältnis zwischen großen und kleinen Texturen sowie den höchsten und tiefsten Positionen des Klangumfangs entsteht (Nyström 2011, S.19).

2.3.2. Skulpturalität

Gerriet Sharma hat durch „Komponieren mit skulpturalen Klangphänomenen in der Computermusik" (2016) eine weitreichende Grundlage zur Beschreibung von Klangphänomenen im Raum über geeignete Begriffe aus der Bildhauerei geschaffen. Körper-Raumbeziehungen aus der Skulpturenlehre können auf die Beschreibung von Klangobjekten übertragen werden und stellen dadurch Bezüge zwischen körperlicher Masse und der Wahrnehmung von Raum her (Sharma 2016, S.54-55).

Die skulpturale Wirkung von Klang kann über drei Gruppen von Beziehungen beschrieben werden (Abbildung 3): Die Kernplastik entsteht durch die Wahrnehmung einer monolithischen Masse im Raum und kann als raumverdrängend beschrieben werden. Bei der zweiten Kategorie, der Raumplastik, wird eine räumliche Situation umstellt oder Raum über entfernte Koordinaten verbunden. Dadurch werden solche Formen als raumumfassend oder raumbindend wahrgenommen. Aus einer Verknüpfung der beiden vorherigen Gruppen ergibt sich das Kern-Schale Prinzip. Die Kombination dieser Wirkweisen erzeugt ein Spannungsverhältnis zwischen Formen, das zu einer raumbildenden Wahrnehmung führt (Sharma 2016, S.55).

Für eine detailliertere Beschreibung räumlicher Klangphänomene können weitere Begriffe aus der Skulpturenlehre angewendet werden (Sharma 2016, S.124-129). Der Begriff Aspekt beschreibt unterschiedliche Blickwinkel auf eine skulpturale Form im Raum, die sogenannte Ansichtigkeit. Aspekt lässt sich in der Musik auf die Problematik des Sweet-Spots übertragen. In einer Lautsprecherumgebung kann Klang von verschiedenen Positionen im Raum wahrgenommen werden, bei Stereokompositionen

ergibt sich die ursprünglich komponierte Räumlichkeit allerdings nur an einem einzigen Sweet-Spot im Raum: der mittleren Abhörposition zwischen den beiden Lautsprechern. Bei einer Wiedergabe vor größerem Publikum oder einem Positionswechsel des Hörers verändert sich der wahrgenommene Klang und damit auch die Ansicht auf die Klangobjekte im Raum.

Der Begriff des Reliefs beschreibt ein bildhauerisches Werk, das plastische Formen von einem Hintergrund abhebt (Sharma 2016, S.126). Musikalisch lässt sich diese Wirkung beispielsweise über die Tiefenstaffelung von Klängen im Stereobild umsetzen. Plastizität beschreibt in diesem Zusammenhang die Differenz zwischen dem höchsten und tiefsten Reliefpunkt (Sharma 2016, S.127).

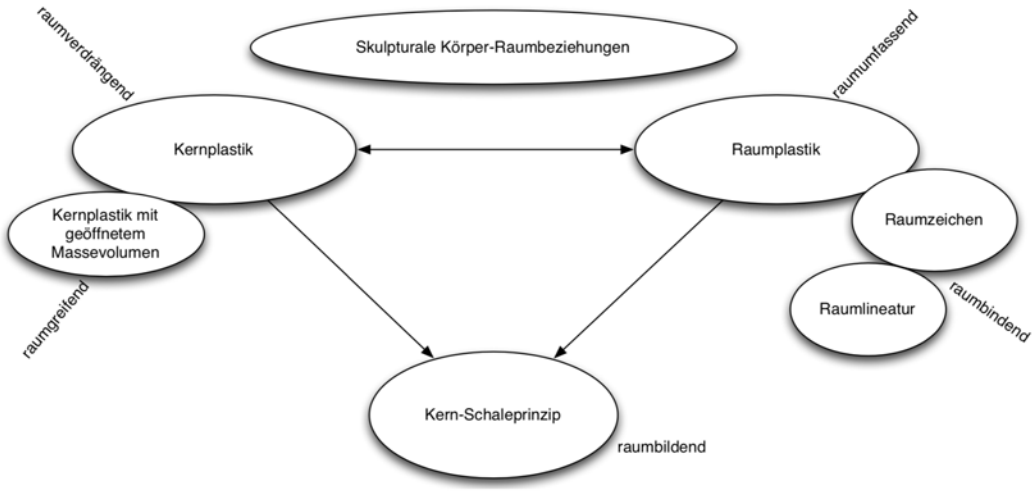

Abbildung 3: Skulpturale Körper-Raumbeziehungen in der Übersicht (Sharma 2016, S.56).

Die Kontur beschreibt die Umrisslinien einer skulpturalen Form aus einem bestimmten Betrachtungswinkel. Durch eine Veränderung dieses Winkels kann sich die wahrgenommene Form der Kontur stark verändern (Abbildung 4). Abhängig von der Position des Betrachters oder Hörers stellt die Skulptur deshalb verschiedene räumliche Bezüge her. Die Wahrnehmung des Objekts kann sich dabei beispielsweise von offen zu geschlossen wandeln (Sharma 2016, S. 129).

Die Gerichtetheit einer Plastik beschreibt Ausdehnungsdominanzen eines Körpers im Raum. Die Wirkung von Richtung kann hierbei Dynamik oder Gleichgewicht erzeugen (Sharma 2016, S.135).

Abbildung 4: Drei Ansichten der gleichen skulpturalen Form mit unterschiedlichen Konturen (Sharma 2016, S.129).

Zuletzt kann noch der Begriff der Proportion auf Raumklang angewendet werden. Über diesen werden beispielsweise Lautstärkenverhältnisse und spektrale Ausdehnungen innerhalb einer Komposition in Relation zur räumlichen Ausbreitungsgröße eines Objekts gesetzt (Sharma 2016, S. 136).

2.4. Projektion von Klang

2.4.1. Diffusion

Durch die Projektion von Klang an verschiedene Orte im Raum kann eine Verstärkung der musikalischen Wirkung erzeugt werden. Im nachfolgenden Kapitel sollen einige technische Möglichkeiten zur Umsetzung von Raumklang zusammengefasst werden. Die Entwicklung von Systemen zur Diffusion von Klang beginnt mit den Anfängen der Elektroakustischen Musik und der Möglichkeit, Klänge aufzuzeichnen und zu reproduzieren. Pierre Schaeffer und Pierre Henry setzten schon im Jahr 1950 ein Vierkanal-Lautsprechersystem bei der Aufführung des Stücks „Symphonie pour un Homme Seul” ein. Dabei wurden zwei Lautsprecher rechts und links vor dem Publikum platziert, einer an der Decke und einer hinter dem Publikum (Zvonar 2005).

Mit der Erweiterung der technischen Möglichkeiten wird in den nachfolgenden Jahren eine steigende Anzahl von Lautsprechern für elektroakustische Konzerte verwendet. So waren bei der Weltausstellung 1958 in Brüssel 425 Lautsprecher im Philips Pavillon für die Wiedergabe des „Poème Electronique” von Edgar Varèse verbaut. Diese wurden über ein 11-Kanal Verstärkersystem in Lautsprechergruppen angesteuert, um eine Verteilung im Raum zu erzeugen (Zvonar 2005).

Eine besondere Entwicklung zur Diffusion von Raumklang ist das Akusmonium der *Groupe de Recherches Musicales* (GRM) in Paris, das in den 70er Jahren unter der Leitung von François Bayle umgesetzt wurde (Abbildung 5). Dieses sogenannte Lautsprecherorchester ermöglicht, durch eine Vielzahl von Klangprojektoren verschiedener Größe und Position, die vielfältige Diffusion von Akusmatischer Musik auf einer Bühne oder im Raum (Bayle 2007, S.242).

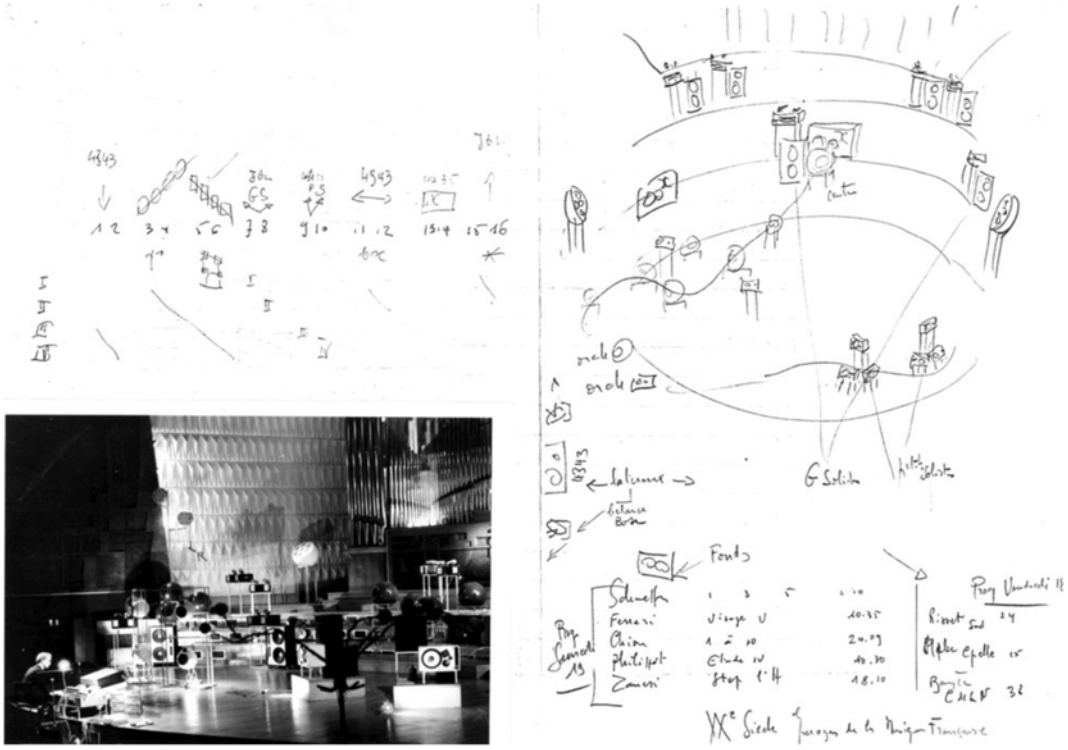

Abbildung 5: GRM Akusmonium in der Maison de Radio-France mit Notizen (Bayle 2007, S.244).

Heute gibt es eine Vielzahl an Systemen zur Klangprojektion in den Raum. Die technischen Möglichkeiten erneuern sich dabei ständig. Dadurch stehen den Komponisten von Raummusik komplexe Systeme für die Spatialisierung von Musik zur Verfügung, wovon hier nachfolgend vier beispielhaft erläutert werden sollen.

2.4.2. Ambisonics

Durch die Entwicklung von Ambisonics besteht die Möglichkeit, ein dreidimensionales Schallfeld auf variable Lautsprecherkonfigurationen zu übertragen. Die Lautsprecher sind dabei meist in einer Kuppel-Anordnung über dem Hörerbereich platziert. In der Abbildung 6 ist die Lautsprecheranordnung des Klangdoms des Instituts für Musik und Akustik am *ZKM* in Karlsruhe skizziert (Brümmer, 2011). Die Position einer Klangquelle wird in einem solchen Kugelschallfeld über Schalldruck und Druckgradient berechnet. Je nach Lautsprecheranzahl kann ein Signal dann mit Software für die entsprechenden Einzellautsprecher enkodiert werden.

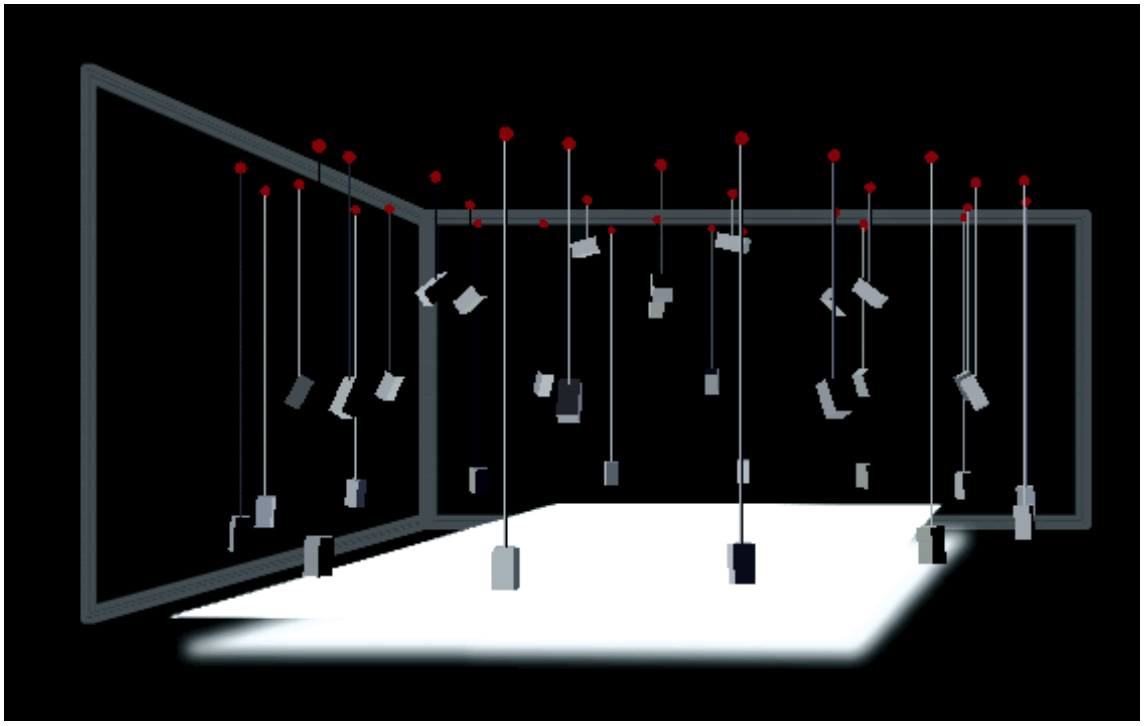

Abbildung 6: Konzept für den Klangdom am ZKM Karlsruhe (Brümmer, 2011).

Dadurch entsteht in der Theorie die Möglichkeit, räumliche Kompositionen auf verschiedene Aufführungsorte und Lautsprechersysteme zu adaptieren. Durch die Ambisonics-Kodierung soll ein gleichmäßigeres Schallfeld erzeugt werden, da jedes Signal der Einzellautsprecher einen Teil des gesamten Kugelfelds sowie harmonische Richtungsanteile enthält (Frank et al. 2015).

2.4.3. Wellenfeldsynthese

Die Wellenfeldsynthese verfolgt den Ansatz, eine Ausbreitung von akustischen Wellenfronten zu reproduzieren (Rabenstein und Spors 2008, S.1109). Dabei wird die Problematik des Sweet-Spots umgangen und die gewünschte Klangwahrnehmung kann nicht nur an einem bestimmten Punkt im Raum, sondern über eine große Fläche von den Lautsprechern erzeugt werden. Dadurch soll bei der Wellenfeldsynthese die räumliche Klangwahrnehmung und Positionierung von Schallquellen im gesamten Hörraum konstant bleiben.

Für die Produktion der hierfür verantwortlichen Wellenfronten wird eine hohe Anzahl an Einzellautsprechern in einer abgeschlossenen Umrandung um das Publikum benötigt. Im Wellenfeldsynthese-System der Technischen Universität Berlin im Hörsaal H104 sind beispielsweise mehr als 2700 Lautsprecher in einem Abstand von 10 cm verbaut. Diese werden über insgesamt 832 Audiokanäle angesteuert (Moldrzyk et al. 2007).

2.4.4. 4DSOUND

Neuste komplexe Lautsprechersysteme, wie das *4DSOUND*-System, versuchen ein immersives Schallfeld zu erzeugen, welches einen Raum gleichmäßig in allen drei Raumachsen ausfüllt. Um dies zu erreichen, werden im *4DSOUND*-System *MONOM* sechzehn Säulen, mit je drei omnidirektionalen Lautsprechern übereinander, zu einer gleichmäßigen Matrix im Raum verteilt. Auf dem Boden befindet sich zusätzlich ein Raster aus neun Subwoofern.

Klangobjekte entstehen auf diesem System, wie in der natürlichen Umgebung, an einer bestimmten Position im Raum. Sie können über eine grafische Softwareoberfläche in Echtzeit auf allen drei Raumachsen bewegt werden. Diese Bewegungen werden über komplexe Panning-Algorithmen, also über die Lautstärkenverhältnisse der Lautsprechersignale zueinander, am Computer umgesetzt. Zusätzlich können digitale Raumeffekte die dreidimensionale Wirkung von Klangobjekten weiter verstärken.

2.4.5. IKO

Der *IKO* Lautsprecher ist ein kompaktes 20-seitiges Lautsprechergehäuse, mit dem sich stark gerichtete Soundbeams erzeugen lassen. Die Richtwirkung dieser Soundbeams wird über eine Verwendung der sphärischen Harmonischen der Ambisonics-Werte dritter Ordnung erzeugt (Zotter et al. 2017, S.58). Diese Beams lassen sich frei wählbar in alle Richtungen des Raums projizieren. Über gezielte Reflexionen an Oberflächen oder Wänden des Raums lassen sich interessante Lokalisationseffekte von Klang erzeugen (Zotter et al. 2017, S.50).

Zur Spatialisierung von Bewegungsmustern kann wieder eine grafische Softwareoberfläche verwendet werden, die über eine Ambisonics-Kodierung Positionswechsel von Klangschichten ermöglicht. Über diese Software können mehrere Klänge gleichzeitig, mit jeweils verschiedenen Bewegungsmustern, im Raum spatialisiert werden. Eine Live-Umsetzung mit analogen Eingangssignalen ist ebenfalls möglich. Der Musiker wird dadurch gleichzeitig zum Techniker, der Spatialisierungen flexibel umsetzen kann. Der Lautsprecher ermöglicht dem Musiker als Instrument die Komposition von Raum (Sharma und Schultz 2017).

Abbildung 7: IKO Lautsprecher mit Reflektoren im Hintergrund (Eigenaufnahme Graz, 2018).

3. Analysen

3.1. Methode

Zur Anwendung vorhandener Raumkonzepte auf Avantgarde Techno müssen Entsprechungen in der musikalischen Substanz gefunden werden. Mittels der Analyse von fünf Stücken aus diesem Genre sollen Wirkungsweisen von Raum in Techno beschrieben werden. Eine umfangreiche Grundlage zur Analyse in diesem musikalischen Bereich wurde durch Mark Butler gelegt. In „Unlocking the Groove" (2006) beschreibt er den neuen musikalischen Kontext, der sich über das Genre Techno entwickelt hat. In diesem können komplexe, stilspezifische Elemente gefunden werden. Emerson und Landy fassen in „Expanding the Horizon of Electroacoustic Music Analysis" (2016) vielfältige neue Ansätze zur Analyse Elektroakustischer Musik zusammen. Ben Ramsay (2016) analysiert in diesem Zusammenhang auch das Electronica Stück *Foil* des britischen Duos *Autechre*. Die Analyse konzentriert sich auf die Beschreibung von Einzelklängen und deren strukturellen Verlauf über die Zeit. Ein wichtiges Werkzeug zur Analyse ist dabei die Verwendung von Sonagrammen. Mit der Software *EAnalysis* (Couprie 2016) kann das Frequenzspektrum eines Musikstücks grafisch dargestellt werden. Die Software bietet zusätzlich die Möglichkeit, symbolische Entsprechungen im Sonagramm einzufügen und zeitliche Abläufe zu segmentieren.

3.2. Analysesystem

Das hier verwendete Analysesystem (Brech 1994 und 2019) basiert auf den von Max Wertheimer u.a., im frühen 20. Jahrhundert entwickelten Prinzipien der Gestalttheorie. Diese wurden von Albert Bregman später mit empirischen Versuchen belegt und auf die Musikpsychologie erweitert (Bregman 2005). Demnach differenziert die Wahrnehmung des auditiven Systems auf Grundlage von Ähnlichkeitskriterien vertikale Strukturen (Form und Rhythmus Elemente) und horizontale, parallel verlaufende Klangschichten aus einer Klangumgebung. Ähnliche Sounds verbinden sich dabei zu sogenannten Streams (Bregman 2005, S.37), welche dann zur Definition der musikalischen Elemente einer Komposition genutzt werden können. Der strukturelle Ablauf der Komposition sowie die Beschreibung der Interaktionen zwischen diesen Klangschichten kann somit analysiert und interpretiert werden (Brech et al. 2019, S.188).

Mithilfe von Sonagrammen können diese Klangschichten im Frequenzspektrum grafisch dargestellt werden. Die Sonagramme wurden mithilfe des Programms E*Analysis* (Couprie 2016) am Computer erstellt und mit grafischen Symbolen ausgestaltet, um die Aufteilung der Klangschichten zu verdeutlichen.

Eine Analyse von Raum findet auf Grundlage der Forschung von Gerriet Sharma (2016) und Erik Nyström (2015) statt. Gerriet Sharma trennt bei der Skulpturalität von Klangobjekten in Spatialisierung 1. und 2. Ordnung. Die 1. Ordnung beschreibt dabei den erzeugten Raum zwischen der höchsten und tiefsten Frequenz eines Klangobjekts. Die 2. Ordnung definiert die Ausbreitung einer Klangtextur im perspektivischen Feld (Sharma 2016, S.81-82).

Erik Nyström nutzt hingegen den Begriff der räumlichen Textur zur Beschreibung von Klangphänomenen im Raum. Das perspektivische Feld definiert die Positionierung auf horizontaler Ebene und schließt den panoramischen, prospektiven und umkreisenden Raum ein. Spektrale Vertikalität definiert die senkrechte Ebene, die stark von der Wechselwirkung von Frequenz und wahrgenommener Höhe im Raum beeinflusst wird (Nyström 2015, S.190). Längengrad, Breitengrad, Höhe und Tiefe können zudem zur Beschreibung von Entfernung und Richtung auf den räumlichen Achsen verwendet werden.

3.3. Analysen

Nachfolgend werden fünf Stücke aus dem Avantgarde Techno analysiert, die einen ausgeprägten räumlichen Charakter haben. Kriterien für die Auswahl waren dabei herausstechende Positionierungen von Klang im Stereobild, Bewegungen von Klangschichten oder eine auffällige Verwendung von Raumeffekten wie Hall oder Echo.

Für die Analyse werden zunächst die einzelnen Klangschichten in den Stücken definiert, im nächsten Schritt werden dann die rhythmischen Strukturen der jeweiligen Schichten analysiert. Darauf folgt eine Beschreibung ihrer Positionierung im Raum sowie des Verlaufs dieser Position über die Zeit. Der Fokus der Analyse liegt dabei auf der getrennten Betrachtung von Verläufen in den vier Dimensionen des Raums: Panorama (horizontale Ebene), Klangspektrum (vertikale Ebene), Entfernung (Tiefenstaffelung) und Zeit.

Im letzten Schritt werden dann Interaktionen untersucht, die sich zwischen den verschiedenen Klangschichten ergeben haben. Die zentralen Fragen dieser Analysen sind: Welche Wirkung von Raum kann in Techno gefunden werden? Und welche Funktion hat Rhythmus in diesem Zusammenhang?

Der strukturelle Aufbau eines Musikstücks aus dem Techno-Bereich, auch Track genannt, kann grob in vier Abschnitte unterteilt werden. Im *Build up* baut sich der Track langsam auf, dabei werden Klangschichten nach und nach eingeblendet und überlagert. Im *Break* fallen dann Klangschichten weg oder werden im Frequenzspektrum gefiltert, meistens setzt die Bassdrum-Schicht in diesem Teil aus. Dadurch entsteht eine Pause im kontinuierlichen Verlauf des Stücks. Im nachfolgenden *Progression* genannten Teil sind meist wieder alle Klangschichten vorhanden oder das Klangbild wird sogar noch weiter verdichtet. Im letzten Teil *End* wird der Track abgebaut, beziehungsweise auf das Rhythmusgerüst zurückgeführt.

Zuletzt muss noch darauf hingewiesen werden, dass Techno Musik für leistungsstarke Wiedergabesysteme produziert wird (Ramsey, 2016). Der Fokus liegt dadurch auf einer hohen Frequenzauflösung des Bassbereichs. Dieser Frequenzbereich zwischen 20 und 120 Hz kann dabei, abhängig vom Wiedergabesystem, klanglich sehr unterschiedlich wahrgenommen werden.

3.3.1. L.B. Dub Corp - Roller feat. Function

Das erste Stück der Analysen ist eine Produktion von *L.B. Dub Corp* (Luke Slater) und *Function* (Dave Sumner) mit dem Titel *Roller*. Veröffentlicht wurde der Track im Jahr 2013 auf dem Album *Unknown Origin* beim Berliner Label *Ostgut Ton.* Der Fokus dieser Analyse liegt auf dem Verlauf des Klangspektrums auf der vertikalen Achse über die Zeit und deren Einfluss auf die Wahrnehmung von Raum.

Die Schichtung der Klänge baut sich im Verlauf des Stücks langsam auf. Sechs rhythmisch tragende Klangschichten bleiben allerdings über den gesamten Verlauf der Komposition wahrnehmbar. Diese sechs Schichten des Grundrhythmus sind bei diesem Track von Beginn an zu hören und setzen sich aus einer *Bassdrum, Hi-Hat, Knistern*, einer Percussion Trommel (*Perc. Drum*), *Rauschen* und einem Bass-Synthesizer (*Bass Synth*) zusammen (Abbildung 8).

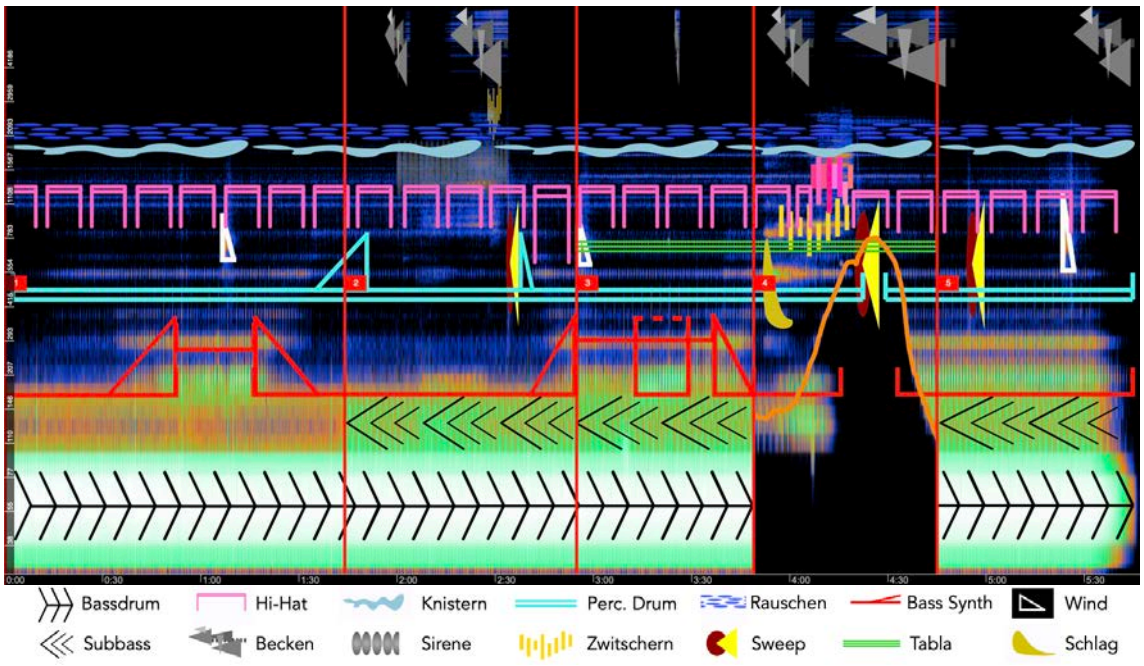

Abbildung 8: Gesamtverlauf von *Roller* mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch).

Die *Bassdrum* hat eine Resonanzfrequenz bei ca. 50 Hz und füllt durch eine langgezogene Abklingzeit den tiefen Frequenzbereich. Der *Hi-Hat* Sound liegt in einem Frequenzbereich um 1.5 kHz und ist im Obertonspektrum gefiltert, was den metallischen Klanganteil verringert, der für Becken sonst charakteristisch ist. Vom Anfang des Stücks an ist auch ein *Knistern* im Frequenzbereich oberhalb von 3 kHz zu hören. Auch die Klangschicht *Perc. Drum* wird ab dem Anfang des Tracks langsam eingeblendet und hat nach 15 Sekunden ihre volle Lautstärke erreicht. Der Grundton der Trommel liegt bei ca. 625 Hz und hat einen resonanten Klangcharakter. Zur gleichen Zeit wird ein hochfrequentes *Rauschen* im Bereich oberhalb von 3 kHz eingeblendet. Nach zehn Sekunden mischt sich zuletzt noch der *Bass Synth,* mit einem Grundton bei ca. 320 Hz, zum rhythmischen Grundgerüst. Die Schicht ist zu Beginn im Bassbereich gedämpft, der Klang wird aber im Laufe der Komposition in der Filterung modelliert. Die weiteren Klangschichten tauchen nur stellenweise im Stück auf. Bei 1’06’’ ist für sechs Sekunden ein Rauschen zu hören, das an *Wind* erinnert. Die Grundfrequenz dieser Schicht liegt bei ungefähr 800 Hz und der Klang wiederholt sich bei 2’55’’ und 5’25’’. Nach 1’44’’ kommt ein *Subbass* mit einer Grundfrequenz von ca. 125 Hz zum Rhythmus der *Bassdrum* hinzu. Die hohen Transienten des Klangs tretet bei 2’10’’ weiter in den Vordergrund und bleiben über den restlichen Verlauf des Stücks eingeblendet.

Eine metallische *Becken* Klangschicht in einem Frequenzbereich um 8 kHz wird das erste Mal bei 1’56’’ mit einer Dauer von acht Sekunden eingeblendet. Dieser Klang taucht im Verlauf an fünf weiteren Stellen auf: bei 2’10’’ für 14 Sekunden, bei 3’25’’ für zwei Sekunden, bei 3’52’’ für 16 Sekunden, bei 4’16’’ für 30 Sekunden und bei 5’25’’ bis zum Ende des Stücks. Bei 2’55’’ steigt ein *Tabla* Trommelklang mit einer Resonanzfrequenz bei 825 Hz ein und bleibt bis 4’45’’ hörbar. Vier weitere Klangschichten tauchen nur vereinzelt im Laufe des Tracks auf: eine *Sirene* bei 2’00’’, ein Klang, der an Vogelzwitschern erinnert (*Zwitschern*) bei 2’28’’ und 3’57’’, ein *Sweep* bei 2’34’’, 4’20’’ und 4’55’’ sowie ein einzelner *Schlag* mit Vokalem Klangcharakter bei 3’25’’.

Die rhythmische Struktur der Komposition basiert auf einem Tempo von 128 Zählzeiten pro Minute (BPM) auf Grundlage von Viertelnoten und kann damit in Viervierteltakte gruppiert werden. Die *Bassdrum* wird durchgängig auf Viertelnoten gespielt und bildet die Basis der Rhythmik. Die konstante, treibende Wiederholung der Klangschicht kann als Vorwärtsbewegung wahrgenommen werden. Bei 1’44’’ steigt der *Subbass* um eine Achtelnote verschoben zur *Bassdrum* ein. Die Vorwärtsbewegung der *Bassdrum* Schicht erhält damit einen Gegenspieler. Die Rhythmik der *Subbass* Schicht gründet auf Vierteltriolen und wird durch die Modulation der Filterfrequenz bei 2’07’’ deutlich hörbar. Die Rhythmik der *Hi-Hat* Schicht entsteht aus punktierten Sechzehntel-Noten, die sich über vier Zählzeiten triolisch verschieben. Das *Knistern* hat kein wahrnehmbares Metrum und ist somit als konstante Textur hörbar. Die *Perc. Drum* wird auf die erste und dritte Zählzeit angeschlagen und klingt mit einem triolischen Achtelnoten-Echo aus. Bei der Klangschicht *Rauschen* ist eine Betonung der Achtelnoten wahrnehmbar, dabei wird jeder fünfte Schlag der Achtelnoten-Zählzeit hervorgehoben. Diese rhythmische Figur (Pattern) wiederholt sich alle sechs Viertelnoten-Zählzeiten, was zu einer Verschiebung der Betonung über eine Länge von drei Viervierteltakten führt. Der *Bass Synth* wird mit punktierten Achtelnoten gespielt, die Betonung dieser Schicht wird dadurch zwischen die Achtelnoten-Zählzeiten des Grundrasters verschoben. Die *Becken* Klangschicht hat ihren Anschlag in durchlaufenden Sechzehntel-Noten. Die Rhythmik wird dabei stark von Bewegungen im Stereobild beeinflusst, auf die später noch im Detail eingegangen wird. Der *Wind* hat als Klangtextur keinen vordergründigen Rhythmus, wird aber auf dem Raster der metrischen Grundstruktur ein- und ausgeblendet.

Der *Sirenen* Klang wird in Viertel-Quintolen gespielt und erzeugt dadurch eine polyrhythmische Figur mit den Viertelnoten der *Bassdrum*. Die *Zwitschern* und *Sweep* Klangschichten klingen je mit einem triolischen Echoeffekt aus und verschieben sich dadurch mit der metrischen Grundstruktur der Komposition. Der Rhythmus der *Tabla* basiert auf punktierten Achtelnoten, die um eine Achtel-Zählzeit zur *Bassdrum* verschoben sind. Jeder zweite Anschlag ist somit um eine Sechzehntel-Note vorgezogen. Der *Schlag* Sound kommt nur einmal bei 3’25’’ vor und wird auf der siebten Achtelnote des Takts angespielt.

Der Aufbau der Komposition entspricht dem genretypischen Verlauf: ein *Build up* Teil baut sich in drei Abschnitten auf, in denen die tragenden Schichten eingeblendet werden. Im zweiten Abschnitt kommt der *Subbass* zum rhythmischen Grundgerüst dazu und im dritten Abschnitt wird die *Tabla* Klangschicht eingeblendet. Bei 3’49’’ beginnt der *Break* (Abbildung 8, Abschnitt 4) des Stücks; der Bassbereich wird hier über 56 Sekunden durch einen Filter langsam ein- und ausgeblendet. Im *Progression* Teil (5) sind, bis auf die *Tabla*, wieder alle rhythmischen Schichten vorhanden und der *End* Teil beschränkt sich auf die Ausblendung des gesamten Tracks in den letzten 13 Sekunden.

Die Verteilung der Klangschichten im Stereopanorama hat großen Einfluss auf die räumliche Wahrnehmung des Klangbildes. Im mittleren Bereich des Stereobildes besteht ein stabiles Grundgerüst aus *Bassdrum*, *Subbass*, *Bass Synth*, *Hi-Hats* und *Knistern*. Der *Wind*, das *Zwitschern* sowie der *Sweep* sind ebenfalls mittig positioniert. Die *Tabla* Klangschicht und der *Schlag* liegen leicht links im Stereobild, bleiben aber konstant in ihrer Position. Das *Rauschen* ist hingegen leicht rechts im Stereobild platziert (Abbildung 9, grüne Spitzen). Die restlichen Klänge bewegen sich stark auf der horizontalen Ebene im Stereopanorama. Die *Perc. Drum* wandert dabei mit jeder punktierten Achtelnote von rechts, zur Mitte und dann zur linken Seite des Stereobildes. Die *Becken* Klangschicht hat die charakteristischste Bewegung im Stereopanorama und basiert auf einem ungeraden Panning-Pattern: die ersten beiden Anschläge des Sechzehntel-Rhythmus liegen auf der linken Seite, die nächsten drei Anschläge dann rechts. Der Wechsel des Klangs von links nach rechts ist in Abbildung 10 deutlich im Obertonspektrum zu erkennen. Die Bewegungen im Stereobild führen zu poly-rhythmischen Verschiebungen des Loops auf Grundlage von fünf Sechzehntel-Schlägen gegenüber des Viervierteltel-Rasters der Komposition.

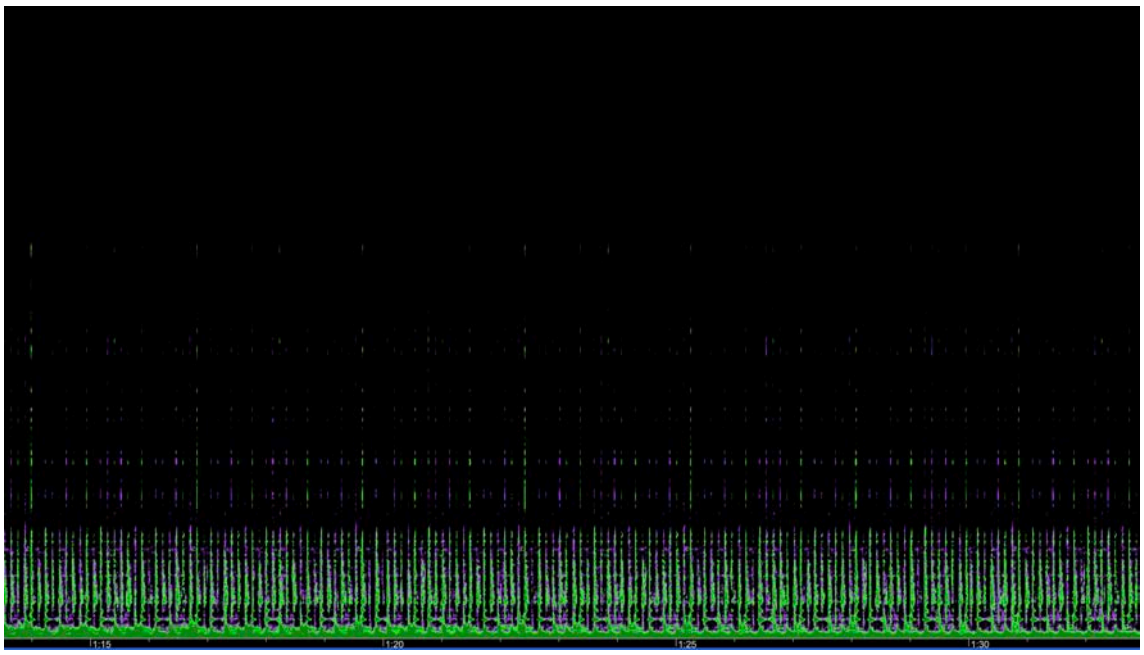

Abbildung 9: *Build up* in Stereo-Ansicht, 1’14’’-1’32’’, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), EAnaylsis (linear).

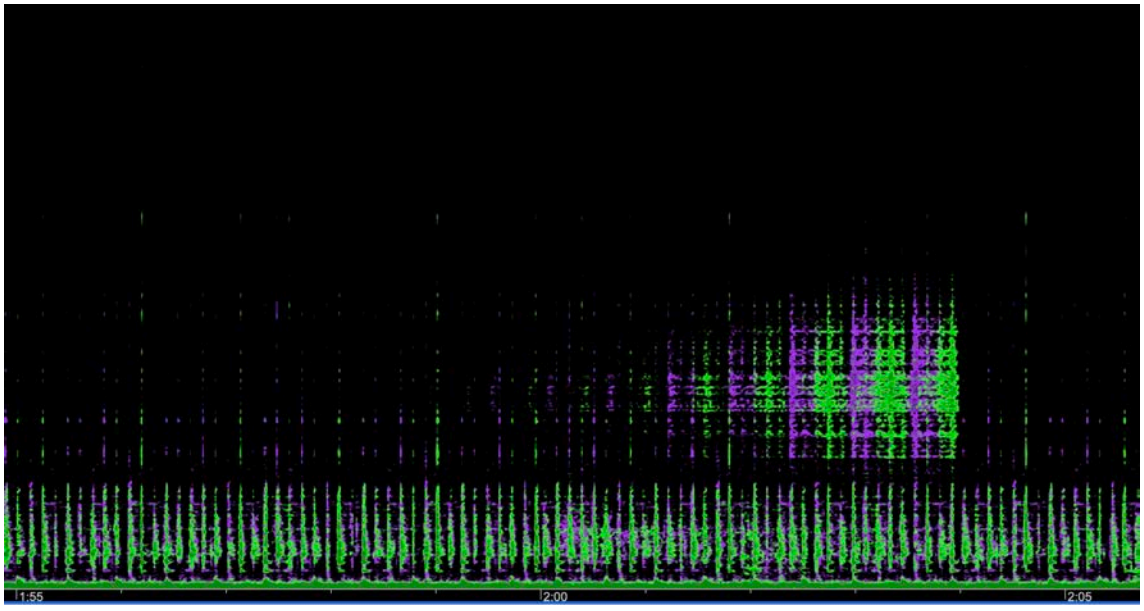

Abbildung 10: *Becken* Details in Stereo-Ansicht, 1’55’’-2’05’’, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), EAnaylsis (linear).

Weitere Bewegungen im Raum finden auf vertikaler Ebene im Frequenzbereich statt. Der Highpass-Filter der *Bass Synth* Klangschicht wird im Verlauf des Stücks in der Frequenz moduliert. Dadurch sind an zwei Stellen der Komposition mehr tieffrequente Anteile in dieser Klangschicht hörbar. Die erste Modulation findet von 0’30’’ bis 0’50’’ statt und wird dann nach 30 Sekunden wieder umgekehrt. Ein weiteres Mal wird der Filter zwischen 2’40’’ und 3’00’’ geöffnet und schließt sich hier nach 40 Sekunden wieder.

Diese Filterbewegungen sind in Abbildung 8 durch die rote *Bass Synth* Klangschicht skizziert. In der *Becken* Klangschicht ist ebenfalls eine Änderung im Frequenzspektrum wahrnehmbar. Im Verlauf der Abschnitte, an denen die Schicht hörbar ist, nehmen die hohen Frequenzanteile zu. Dies ist in Abbildung 11 deutlich im Obertonspektrum erkennbar.

Die stärkste Bewegung auf der vertikalen Achse des Tonraums findet im *Break* Teil (Abbildung 8, Abschnitt 4) statt. Der gesamte Track wird an dieser Stelle im Frequenzspektrum im tiefen Frequenzbereich gefiltert. Am Höhepunkt der Filterung werden Frequenzen unter 700 Hz ausgeblendet; zeitgleich findet eine Öffnung des Obertonspektrums in der *Becken* Schicht statt (Abbildung 11). Dieser Verlauf der Filtermodulation ist in Abbildung 8 zwischen 3’50’’ und 4’45’’ in Orange skizziert.

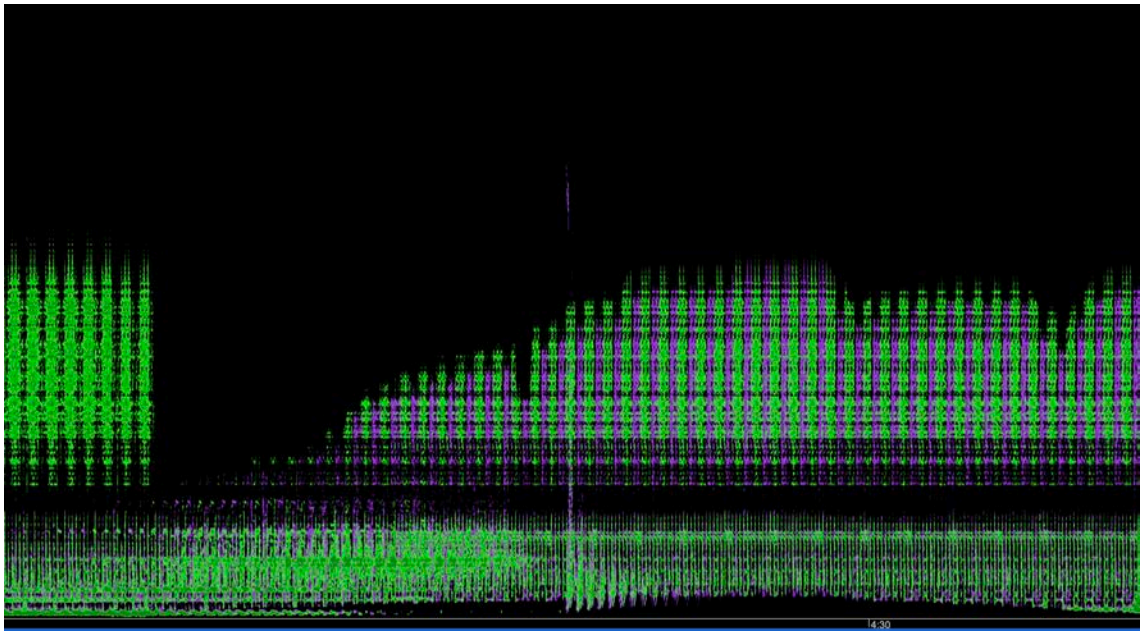

Abbildung 11: *Break* in Stereo Ansicht, 4’05’’-4’40’ linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), EAnaylsis (linear).

Auf Ebene der dritten räumlichen Dimension wird durch Raumeffekte in den vereinzelt auftauchenden Klangschichten Distanz erzeugt. Der *Schlag* hat einen auffällig langen Nachhall über mehr als zehn Sekunden. Das *Zwitschern,* der *Sweep* und der *Wind* klingen mit einem Echo aus, wodurch räumliche Tiefe erzeugt wird.

3.3.2. Nene H. - Ascese

Ascese von *Nene H.* wurde im Jahr 2017 mit der EP *Metacommunication* auf dem Label *Bedouin Records* veröffentlicht. Die studierte Komponistin und Pianistin Beste Aydin veröffentlicht seit 2015 unter diesem Künstlernamen Elektronische Musik. Die Analyse des Stücks konzentriert sich auf Verläufe in der horizontalen Ebene des Stereobildes sowie der Bewegung von Klang in seiner Entfernung zur Hörerposition.

Der Track kann für den weiteren Verlauf der Analyse in vierzehn Klangschichten unterteilt werden (Abbildung 12). Am Anfang des Stücks sind zwei Klänge wahrnehmbar: eine hohe Resonanz (*Reso High*) bei einer Frequenz von ungefähr 1.7 kHz und eine tiefe, hölzerne Granular-Textur (*Grains Low*) mit einer Hauptfrequenz bei 400 Hz. Ab 0’08’’ wird langsam ein pulsierendes Geräusch im Subbass-Bereich um 40 Hz (*Sub Noise*) eingeblendet. Gleichzeitig wird ein breitbandiges, rhythmisches Rauschen (Klangschicht *Schritte*) über 30 Sekunden langsam lauter. Bei 0’39’’ steigt ein metallischer, perkussiver Klang (*Metall Perc*) mit einer Grundfrequenz um die 600 Hz ein. Ab 0’48’’ ist die Klangschicht *Stottern* hörbar. Der Anschlag dieser Schicht liegt bei ca. 2.8 kHz, besitzt aber auch höhere Frequenzanteile.

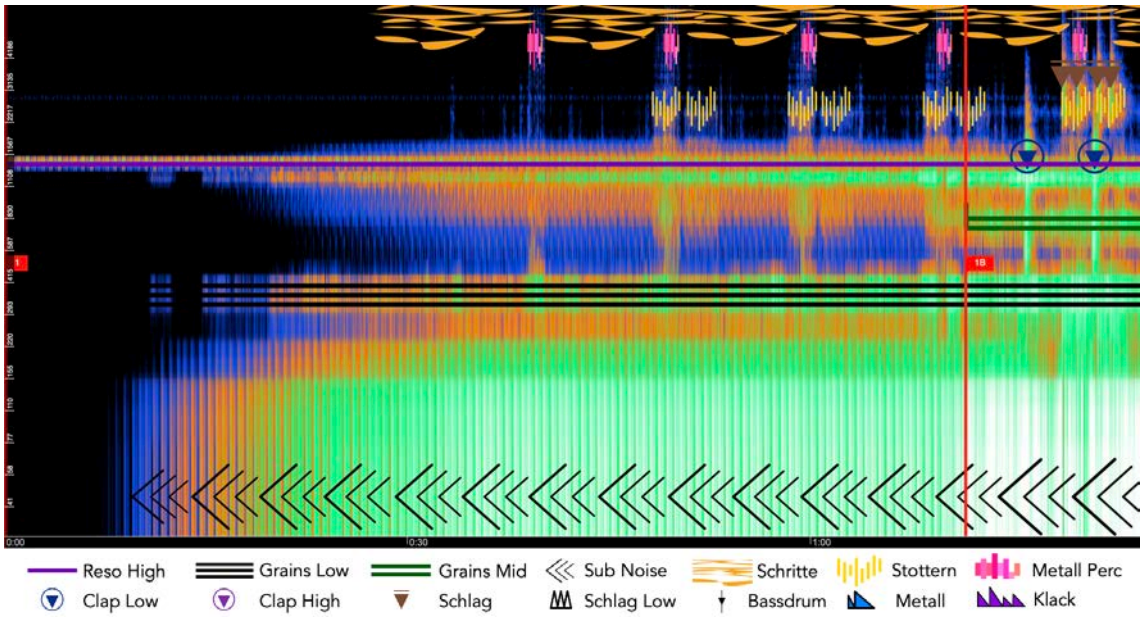

Abbildung 12: Verlauf der Klangschichten I, 0’00’’ bis 1’25’’, EAnaylsis (logarithmisch).

Bei 1’12’’ kommt eine weitere Granular-Textur (*Grains Mid*) im Mittenbereich ins Klangbild. Die Frequenz dieser Schicht liegt bei ungefähr 800 Hz. Ein tieffrequenter Klang der an Klatschen erinnert (*Clap Low*) taucht bei 1’16’’ das erste Mal auf und hat

eine Frequenz von ca. 600 Hz. Ein weiteres Klatschen mit höherer Frequenz (*Clap High*) ist ab 1’24’’ im Stück hörbar und hat einen Grundton bei ca. 850 Hz. Eine Klangschicht mit langen metallischen Schlägen (*Schlag*) wird ab 1’19’’ eingeblendet und hat einen hohen Obertonanteil bei einer Frequenz von 2.8 kHz und höher. Ein tieferer Schlag (*Schlag Low*) steigt bei 1’41’’ mit einer Grundfrequenz von ca. 200 Hz ein (Abbildung 13). Bei 1’50’’ mischt sich noch eine *Bassdrum* mit einer mittleren Frequenz von 60 Hz in das Stück.

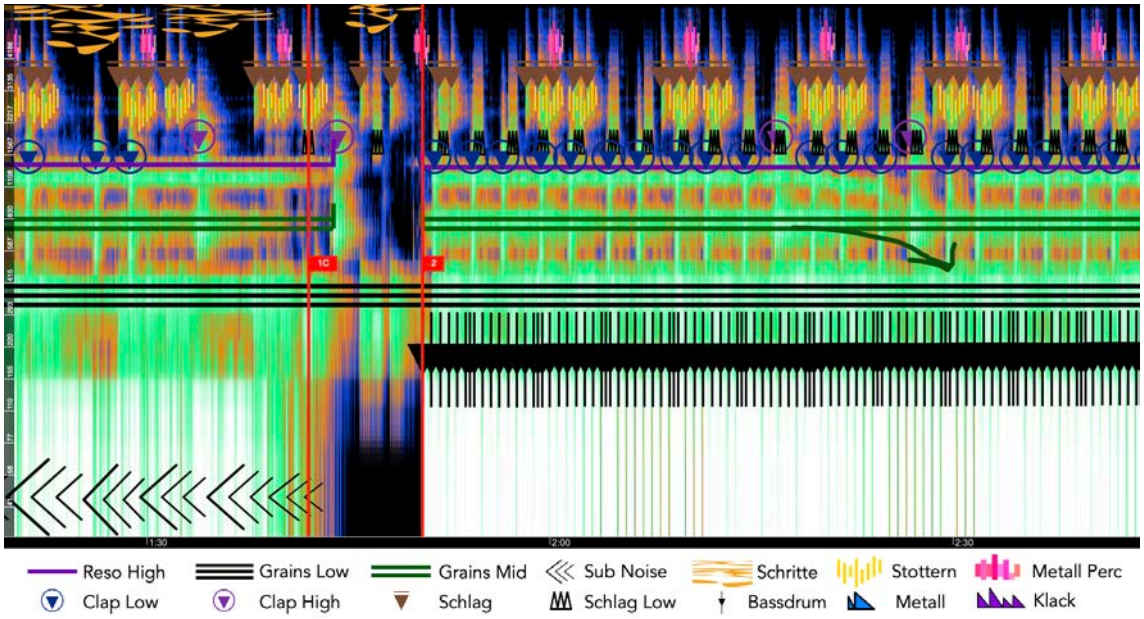

Abbildung 13: Verlauf der Klangschichten II, 1’25’’ bis 2’45’’, EAnaylsis (logarithmisch).

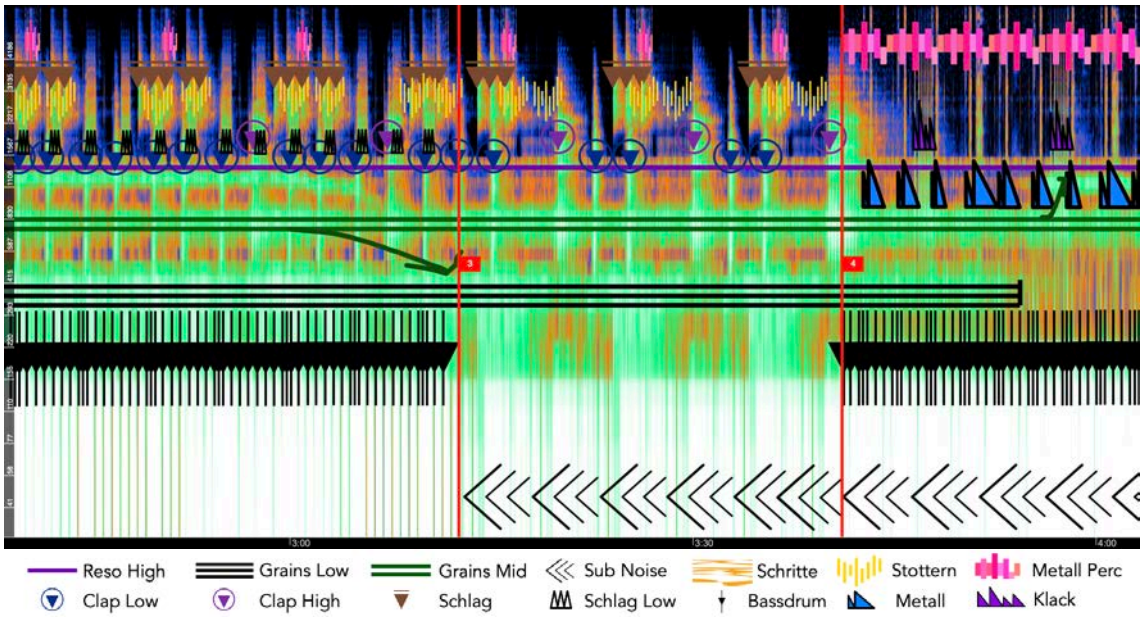

Abbildung 14: Verlauf der Klangschichten III, 2’45’’ bis 4’10’’, EAnaylsis (logarithmisch).

Die letzten beiden Klangschichten setzen erst am Ende des Tracks ein: bei 3’43’’ ein *Metall* Sound mit hohen Frequenzanteilen um 5 kHz und drei Sekunden später ein etwas tieffrequenteres *Klacken* bei einer Frequenz um 3.8 kHz (Abbildung 14).

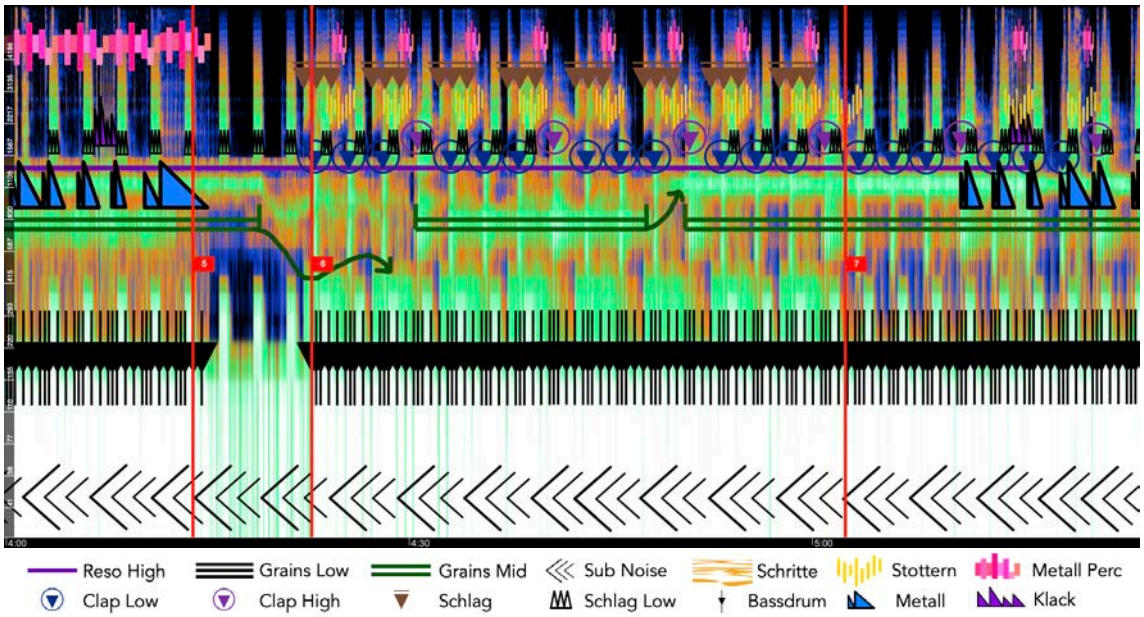

Abbildung 15: Verlauf der Klangschichten IV, 4’00’’ bis 5’30’’, EAnaylsis (logarithmisch).

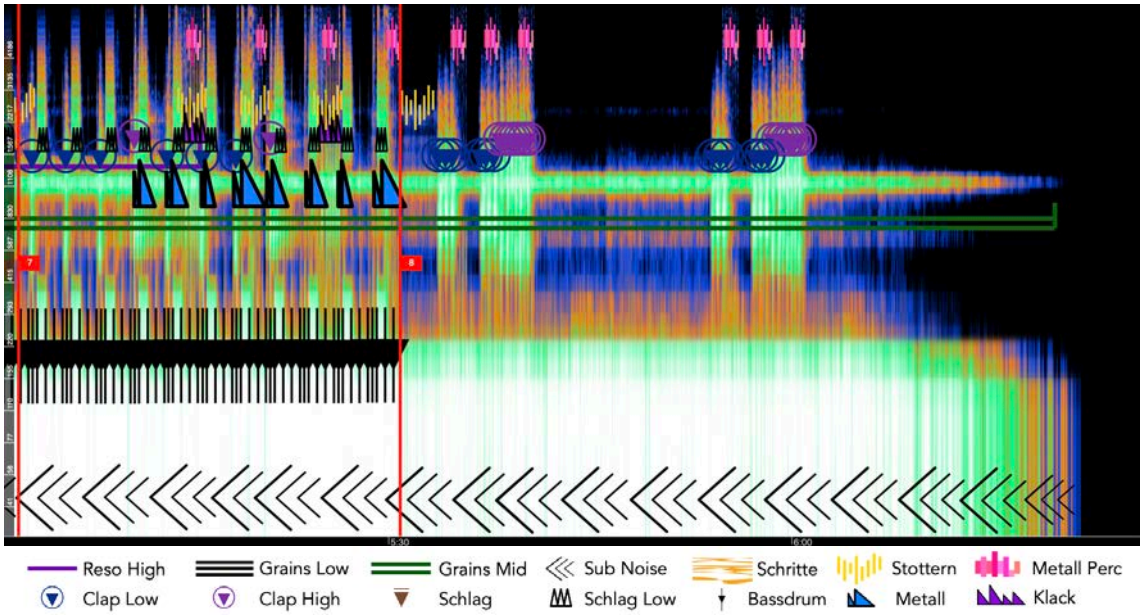

Abbildung 16: Verlauf der Klangschichten V, 5’10’’ bis 6’25’’, EAnaylsis (logarithmisch).

Die rhythmische Struktur der Komposition baut auf einem Tempo von 95 BPM auf. Die Klangschichten *Reso High, Grains High, Grains Low* und *Sub Noise* haben als Klangtexturen keinen festen Rhythmus. Die *Reso High* ist als konstanter Ton hörbar, die *Grain* Schichten bestehen aus schnellen, unregelmäßig wiederholten Einzelschlägen

und in der *Sub Noise* Klangschicht kann ein unregelmäßiges Pulsieren wahrgenommen werden.

Die Rhythmik der *Schritte* Schicht basiert auf triolischen Sechzehntel-Noten. In unregelmäßigen Abständen werden dabei Einzelschläge ausgelassen, wodurch fortlaufend verschobene Figuren entstehen. Das *Stottern* besteht aus Patterns mit acht Achtelnoten-Schlägen. Diese Figur beginnt auf die zweite Achtel-Zählzeit des Viervierteltakts und wird damit zwischen die Viertel-Zählzeiten verschoben.

Die *Metall Perc* Klangschicht besteht aus Gruppen von acht Sechzehntel-Noten. Ihre rhythmische Figur startet auftaktig um eine Sechzehntel-Note zum Viervierteltakt-Raster der Grundstruktur verschoben. Ab Teil 4 ändert sich der Rhythmus der Schicht zu durchlaufenden Sechzehntel-Noten. Die *Clap* Klänge tauchen im ersten Teil des Stücks nur vereinzelt und unregelmäßig auf. Ab Teil 2 (Abbildung 13) wiederholt sich das Pattern der *Clap Low* regelmäßig. Die Schläge befinden sich dabei auf der sechsten Sechzehntel-Zählzeit des ersten Takts und der achten Sechzehntel-Zählzeit des zweiten Takts. Die tiefen *Claps* werden in unregelmäßigen Abständen mit den *High Claps* ersetzt. Diese haben einen längeren Nachhall mit triolischem Achtelnoten-Echo.

Die Klangschicht *Schlag* taucht am Beginn des Stücks zuerst unregelmäßig auf. Ab dem 2. Teil entstehen punktierte Rhythmusfiguren mit je fünf Schlägen über zwei Viervierteltakte. Nach eine Pause von zwei Takten werden die Figuren wiederholt.

Der tiefere *Schlag Low* ist ebenfalls ab Teil 2 regelmäßig wahrnehmbar. Das Pattern dieser Schicht besteht aus vier Sechzehntel-Schlägen und beginnt auf der dritten Zählzeit des Takts.

Die Klangschichten *Clap Low*, *Schlag* und *Schlag Low* bilden ab dem 2. Teil einen regelmäßig wiederholten Loop (Pattern A). Der *Clap* Sound steht jeweils vor dem *Schlag Low*. Alle vier Takte kommt die *Schlag* Schicht für 2 Takte zum Pattern dazu. Im ersten Teil dieser Figur umschließt der *Schlag Low* das Pattern A, im zweiten Takt ist der Clap vor den *Schlag Low* vorgezogen. Das Pattern A steht dann vor der Wiederholung der gesamten Figur A für zwei Takte alleine.

Die *Bassdrum* wird ab dem Einsatz in 2. Teil durchgängig mit Viertelnoten gespielt, in jedem zweiten Takt kommt noch eine Achtelnote nach der zweiten Zählzeit dazu. Ab Teil 4 wird der zusätzliche Achtelschlag in jedem Takt auf der zweiten Zählzeit gesetzt.

Die *Metall* Klangschicht erzeugt ab Teil 4 eine weitere wiederholte rhythmische Figur über vier Takte. Diese startet jeweils auf die vierte Achtel-Zählzeit des Takts. Im ersten und zweiten Takt besteht die Figur B aus zwei punktierten Achtelnoten, im dritten Takt

sind die Achtel dann nicht mehr punktiert. Im vierten Takt setzt die Punktierung wieder ein und eine dritte punktierte Achtelnote mit Echoeffekt wird angehängt.
Die *Klack* Klangschicht kommt in Teil 4 und Teil 7 des Stücks vor. Der Rhythmus der Schicht startet mit einer Achtelnote im Auftakt, darauf folgen sieben Sechzehntel-Schläge ab der 1. Zählzeit des nachfolgenden Takts. Diese rhythmische Figur wiederholt sich dann jeden vierten Takt. Durch Überschneidungen der *Metall* und *Klack* Rhythmik mit der Figur A entstehen im Teil 4 und 7 komplexe rhythmische Interaktionen. Diese werden später im Kontext der räumlichen Wirkung im Detail betrachtet.

Der Track kann in seinem Ablauf in acht Abschnitte unterteilt werden (siehe Abbildungen 12-16). Im Teil 1 baut sich das Stück mit den Klangschichten *Reso High, Sub Noise, Grains Low, Grains Mid, Schritte, Metall Perc und Stottern* langsam auf. Im Teil 1B kommen der *Schlag, Clap High/Low* sowie die *Mid Grains* dazu. Nach einer kurzen Reduktion der Schichten in Teil 1C leitet die *Schlag Low* Klangschicht den Teil 2 und damit den Start der *Bassdrum* ein. Im 3. Teil setzt in einem *Break* ab 3’12’’ die *Bassdrum* aus, die *Sub Noise* Klangschicht wird dafür wieder eingeblendet. Im Teil 4 ab 3’41’’ wird das Klangbild durch die *Metall* und *Klack S*chicht weiter verdichtet. Die *Metall Perc* Klangschicht wird in diesem Teil durchgängig gespielt. Dieser Abschnitt kann somit in der Gesamtstruktur als *Progression* gesehen werden. Im 5. Teil findet ein zweiter kurzer *Break* statt, bei dem die Klangschichten auf *Sub Noise, High Noise, Mid Grains* und *Schlag Low* reduziert werden (Abbildung 15). Die *Bassdrum* endet mit dem Beginn des *Breaks* auf der ersten Zählzeit des Takts und steigt nach drei Takten Pause auf die zweite Zählzeit des vierten Takts wieder ein.
Im Teil 6 setzt bei 4’40’’ der *Schlag Low* für fünf Takte aus. Die weiteren Klangschichten sind, bis auf *Metall* und *Klack,* wieder vorhanden. Letztere setzen im 7. Teil ein letztes Mal ein. Im *End* Part 8 werden die Schichten auf *Sub Noise, Grains Mid, Metall Perc* und *Claps* reduziert (Abbildung 16). Bei 5’37’’ und 5’57’’ entsteht in der *Clap High* Schicht ein Ritardando über einen Zeitraum von sieben Anschlägen. Am Ende des Stücks stehen die *Sub Noise* und *Grains Mid* alleine und werden über eine Dauer von zwölf Sekunden ausgeblendet.

Die Wahrnehmung von Raum in *Ascese* wird durch Bewegungen der Klangschichten auf horizontaler Ebene des Stereobilds beeinflusst. Durch den Einsatz von psychoakustischen Effekten wie Hall und Echo entstehen zusätzliche Bewegungen in der Wahrnehmung von Entfernungen zwischen Klangschichten. Dabei wechseln sich perkussive Klänge mit unterschiedlicher Position, Entfernung und Tonhöhe rhythmisch ab. Diese Verhältnisse der Schichten zueinander können über den Begriff der Tiefenstaffelung beschrieben werden.

Die erste horizontale Bewegung in der *Metall Perc* Schicht ist in Abbildung 17 deutlich an den Spitzen im Frequenzspektrum sichtbar. Der linke Audiokanal ist im Sonagramm mit der Farbe lila dargestellt, der Rechte mit grün. Das Pattern aus acht Sechzehntel-Noten wandert mit unterschiedlichen Bewegungsmustern im Stereobild. Mit dem ersten Einsatz der Schicht bei 0’39’’ befindet sich der Schlag in der Mitte und somit auf beiden Audiokanälen. Der Zweite befindet sich rechts und ab dem dritten Schlag wandert der Klang von der Mitte wieder nach links. Dieses Bewegungsmuster im Stereobild verändert sich mit jeder Wiederholung des Patterns, was bei 0’49’’ deutlich an einem Klangschwerpunkt auf der rechten Seite zu sehen ist (Abbildung 17).

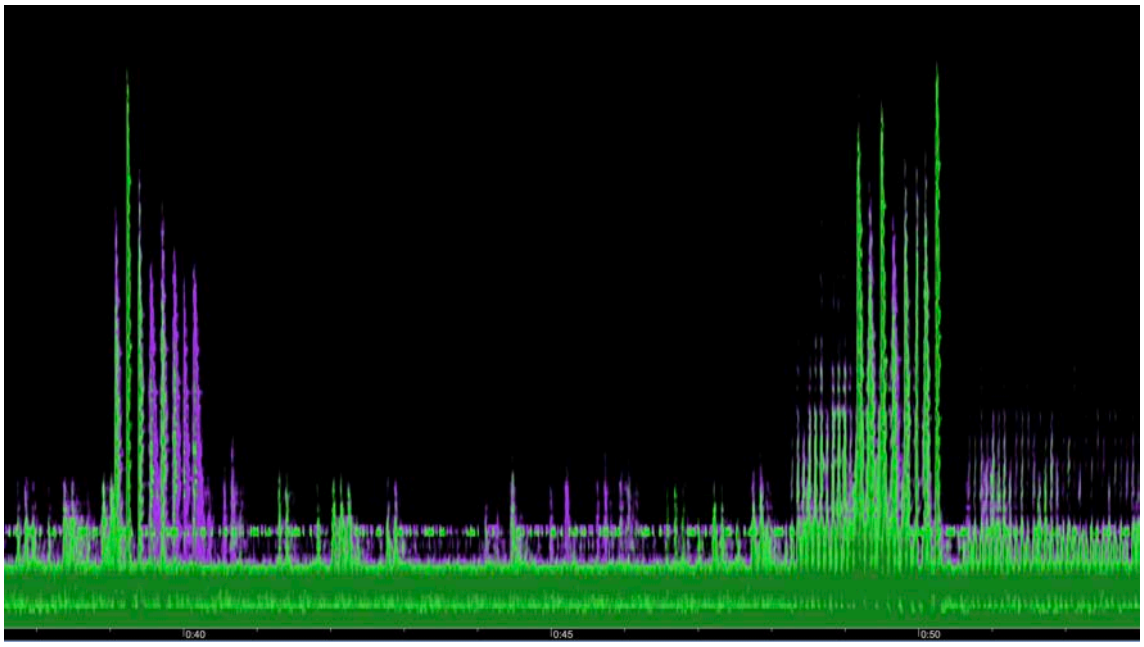

Abbildung 17: *Metall Perc* Stereo Ansicht, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 0’38’’-0’52’’, EAnaylsis (linear).

Ab Teil 4 spielt die *Metall Perc* Klangschicht durchgängige Sechzehntel-Noten. Die Bewegung im Stereopanorama bleibt dabei allerdings weiter unregelmäßig: Betonungen entstehen dabei durch eine Erhöhung der Lautstärke auf dem linken oder rechten Audiokanal (Abbildung 18).

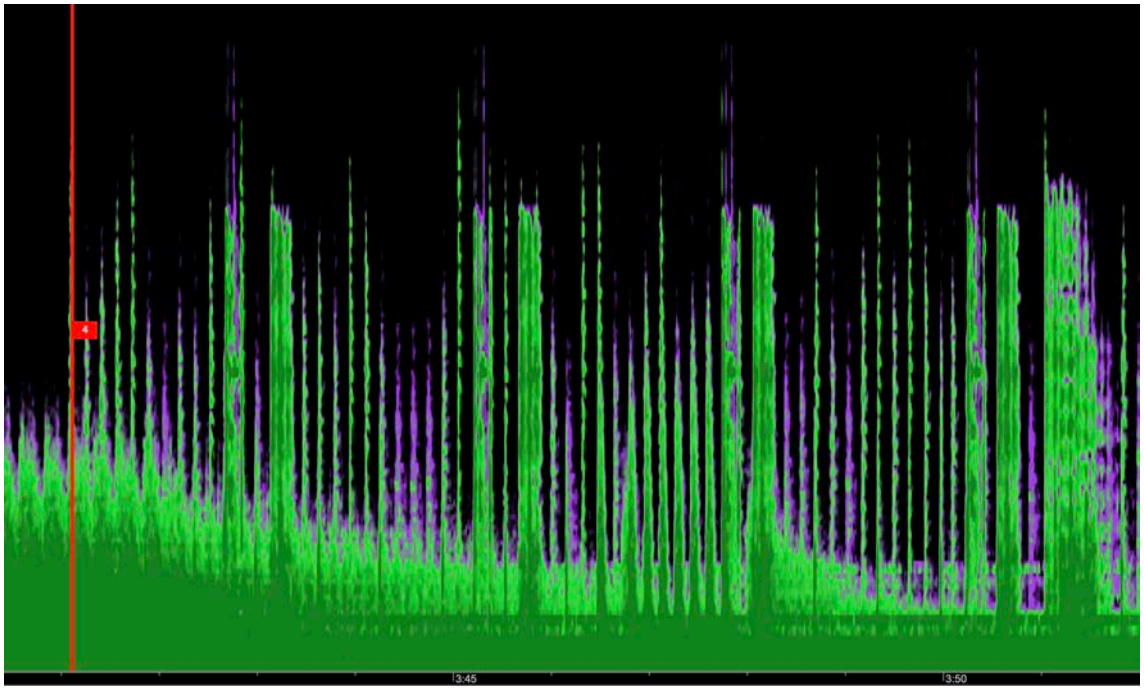

Abbildung 18: *Metall Perc* Stereo Ansicht Teil 4, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 3’41’’-3’51’’, EAnaylsis (linear).

In Abbildung 17 ist an den niedrigeren Spitzen außerdem erkennbar, dass die *Schritte* Schicht mit einer langsamen, unregelmäßigen Bewegung über ungefähr vier Zählzeiten von links nach rechts im Stereopanorama oszilliert. Die zentrierte Wahrnehmung der restlichen Klangschichten wird durch die Unregelmäßigkeiten der Bewegungen in der *Metall Perc* und *Schritte* Schicht aufgebrochen.

Auf der vertikalen Dimension des Raums finden charakteristische Bewegungen im Frequenzspektrum der *Grains Mid* Schicht statt. Bei 2’20’’ fällt die Grundfrequenz der Klangschicht über zwölf Sekunden deutlich ab und springt bei 2’32’’ wieder zurück auf die Anfangsfrequenz (Abbildung 19). Bei 3’00’’ fällt die Tonhöhe ein weiteres Mal ab und bleibt ab dem *Break* (Teil 3) auf der tieferen Frequenz stehen.
Bei 3’57’’ steigt die Frequenz nochmal auf den höheren Ton an, um danach im *Break 2* (Teil 5) in einer Schlangenbewegung über die Dauer von zehn Sekunden wieder abzusinken (Abbildung 20). Ein letzter kurzer Anstieg der Grundfrequenz findet bei 4’47’’ statt.

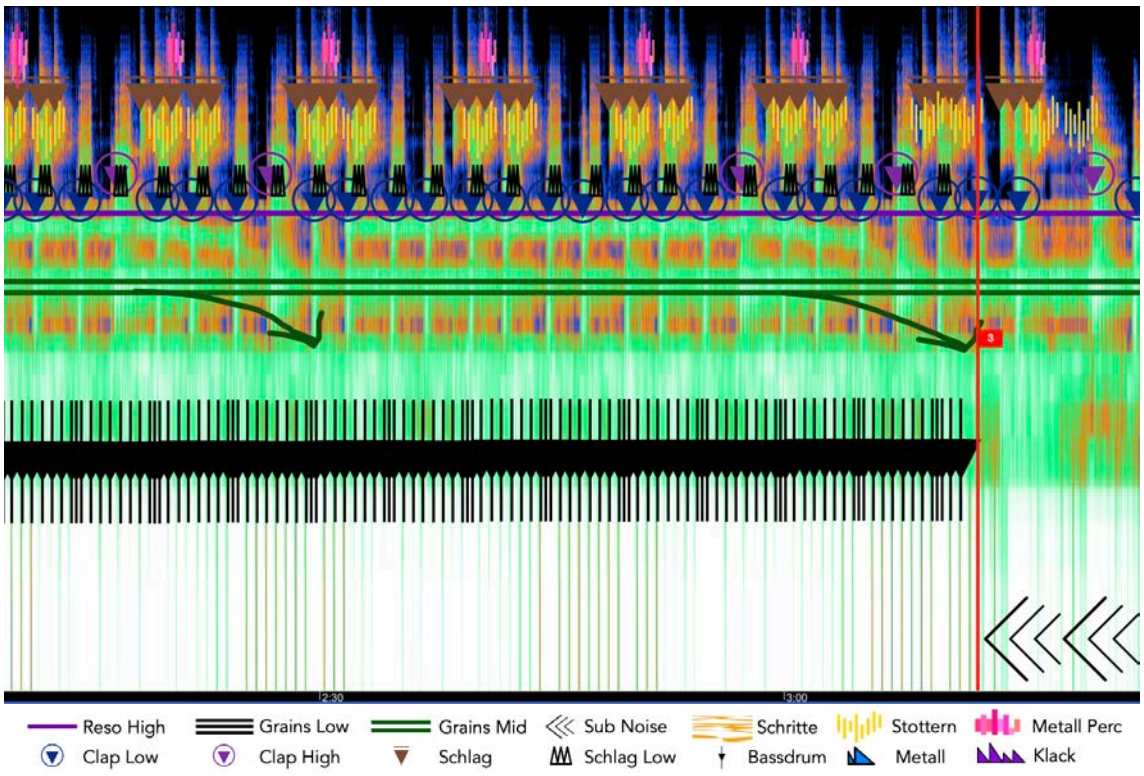

Abbildung 19: Vertikale Bewegung der *Grains Mid* Schicht, 2’10’’-3’20’’, EAnaylsis (logarithmisch).

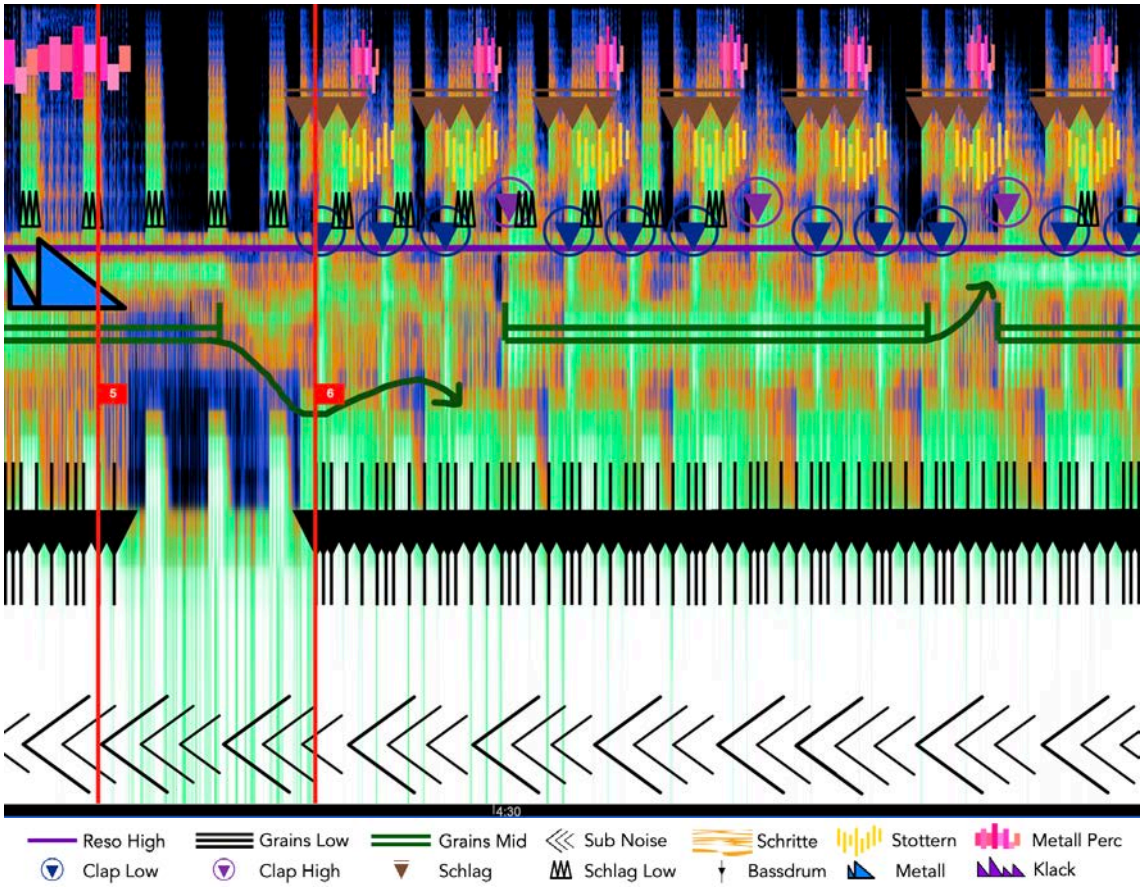

Abbildung 20: Vertikale Bewegung der *Grains Mid* Schicht, 4’10’’-4’50’’, EAnaylsis (logarithmisch).

Die Kombination aus verschiedenen, bewegten Teilschichten in der Figur A führt zum Zusammenspiel von Bewegungen in allen drei Dimensionen des Raums. Die *Clap Low* hat die tiefste Grundfrequenz dieser Figur. Durch die Verwendung eines Halleffekts wirkt sie diffus und hinter den restlichen Klangschichten positioniert. Der *Clap High* Klang, nach jedem dritten *Clap Low* Schlag, kann durch die Verwendung eines Echo Effekts als Bewegung in die weite Entfernung wahrgenommen werden. Der *Schlag* hat die höchste Grundfrequenz der *Percussion* Schichten der Figur A und wirkt durch seinen diffusen, halligen Klang zudem weiter von der mittleren Hörposition entfernt als die anderen Schichten. Der *Schlag Low* liegt mit seiner Tonhöhe zwischen den beiden weiteren Klangschichten der Figur A und ist deutlich weniger diffus. Die Wahrnehmung dieser Klangschicht liegt dadurch näher am Hörer und wirkt direkter. Zusätzlich liegen noch die *Stottern* und *Metall Perc* Schichten über der Figur A. Das *Stottern* wird wegen seiner geringeren Lautstärke im Hintergrund des Klangbilds wahrgenommen, der *Metall Perc* Klang oszilliert mit seiner Bewegung im Stereobild um die mittlere Hörposition. Diese beiden Klänge bilden damit eine Hülle um die Schichten der Figur A.

In Teil 4 ersetzt die *Metall* und die *Klack* Schicht die Figur A. Die *Metall S*chicht besteht aus zwei Klängen, wobei der Zweite eine tiefere Grundfrequenz hat. Der höhere Klang unterscheidet sich spektral leicht auf dem linken und rechten Stereokanal und wirkt dadurch breit. Der tiefere Klang erscheint durch identische Stereokanäle schmaler und mittig im Stereobild platziert. Bei jeder vierten Wiederholung des *Metall* Klangs wird der tiefere Schlag noch ein zweites Mal angeschlagen. Dieser zweite Schlag hat eine noch tiefere Frequenz und bekommt durch Echo-Wiederholungen die Wirkung einer abfallenden Bewegung. Die *Klack* Klangschicht ist im Vergleich zu den *Claps* weniger diffus und erklingt dadurch dichter an der mittleren Hörposition. Im hinteren Abschnitt von Teil 7 ersetzen die *Metall* und *Klack* Klangschichten den *Schlag* im Kontext der Figur A. Dadurch wird die Figur im Stereobild in der Breite vergrößert.

3.3.3. SHXCXCHCXSH - UFOFUOFU

UFOFUOFU vom schwedischen Produzentenduo *SHXCXCHCXSH* wurde 2018 auf ihrem eigenen Label *Rösten* veröffentlicht. Der Track fällt durch seine nichtlineare Rhythmik auf. Die Wirkung von räumlichen Parametern über die Dimension der Zeit soll nachfolgend in der Analyse betrachtet werden.

Im Track können sieben Klangschichten aufgetrennt werden, die mit unterschiedlichen Patterns ein- und ausgeblendet werden (Abbildung 21). Direkt am Anfang des Stücks sind fünf Schichten vorhanden: ein *Bass*, *Noise*, ein Synthesizer (*Synth*), *Klacken* und ein *Brummen*. Der *Bass* setzt sich aus zwei Teilklängen zusammen: ein tiefer, dumpfer Basston mit einer Grundfrequenz bei ca. 50 Hz sowie ein höherer Anschlag bei 160 Hz. Die *Noise* Schicht erinnert wegen ihres kurzen, impulshaften Klangs an Klatschen. Ihre Grundfrequenz liegt bei ca. 1 kHz. Durch einen hohen Rauschanteil füllt die Schicht auch das obere Frequenzspektrum bis 8 kHz. Die *Synth* Klangschicht spielt konstant einen Einzelton mit einer Grundfrequenz von 360 Hz. Zwei Obertöne bei 720 Hz und 1.1 kHz prägen die Klangfarbe des Tons. Das *Klacken* hat einen hohlen, holzigen Klang in einem Frequenzbereich um 500 Hz. Das *Brummen* liegt in einem Frequenzbereich oberhalb von 5 kHz und erinnert an das Grundrauschen in einem Stromkreislauf. Ab 0’28’’ wird die Lautstärke des Brummens erhöht, wodurch die Schicht deutlicher wahrgenommen werden kann.

Bei 0’57’’ wird ein hoher, kurzer Holzklang (*Rim*) eingeblendet. Die Grundfrequenz des Klangs liegt bei ca. 640 Hz, der scharfe Anschlag der Schicht hat aber zudem einen Klanganteil im höheren Frequenzbereich. Ab 1’11’’ mischt sich ein transientenreicher, metallischer Klang (*Metall*) ins Stück. Durch seine konstant aufsteigende Tonhöhe kann keine feste Grundfrequenz definiert werden. Der Klang liegt aber in einem Frequenzbereich zwischen 1.5 kHz und 4 kHz.

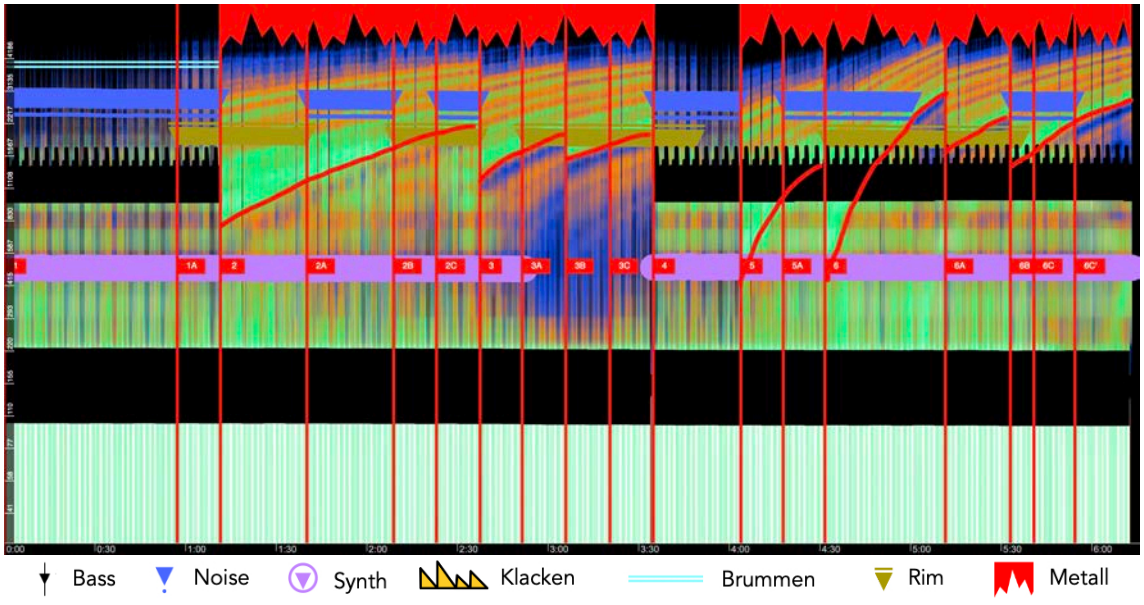

Abbildung 21: Gesamtverlauf von *UFOFUOFU* mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch).

Das rhythmische Raster des Stücks basiert auf einem Tempo von 134 BPM auf Viertelnoten-Ebene. Das Pattern der *Bass* Klangschicht entsteht aus einem - für Techno unüblichen - punktierten Achtelnoten-Rhythmus, wobei die Einzelschläge jeweils um Sechzehntel-Noten verzögert werden (Abbildung 22). Die Rhythmik des Stücks ist in Abbildung 23 schematisch dargestellt, ein Kästchen entspricht dabei einer Sechzehntel-Zählzeit. Der erste Schlag des *Bass* Patterns liegt immer auf der ersten Zählzeit des Takts, der zweite auf der vierten Sechzehntel-Zählzeit, der Dritte auf der Siebten, der Vierte auf der Zehnten, der fünfte und sechste Schlag auf der dreizehnten und vierzehnten Sechzehntel-Zählzeit eines Takts als Doppelschlag. Die *Noise* Schicht überschneidet sich rhythmisch mit dem *Bass* und ist mit dem gleichen Pattern gespielt.
Die *Synth* Klangschicht startet auf der dritten Sechzehntel-Zählzeit des ersten Takts und liegt somit um eine Sechzehntel-Note verschoben vor dem *Bass* Pattern. Der Klang setzt ab dem ersten Schlag nach drei Sechzehntel-Noten ein und verschiebt sich dadurch über je drei Takte zum *Bass* und *Noise* Pattern. Der Sechzehntel-Doppelschlag in der *Bass* Schicht kann, im Kontext dieser dreitaktigen Struktur, ebenfalls als Sechzehntel-Verschiebung gesehen werden. Dies begründet den polyrhythmischen Grundcharakter der Rhythmik des Stücks. Nach drei Takten liegen diese ersten drei Klangschichten dann jeweils für sechs Schläge übereinander (Abbildung 23). Die Klacken Schicht startet auf den ersten Schlag des Takts und spielt den gleichen Rhythmus wie die Synth Schicht mit einem Schlag nach jeweils drei Sechzehntel-Noten. Sie setzt damit um eine Sechzehntel-Note hinter dem Synth Klang ein. Durch einen Echo-Nachklang auf Sechzehntel-Triolen wirkt die Schicht unregelmäßig im Rhythmus.

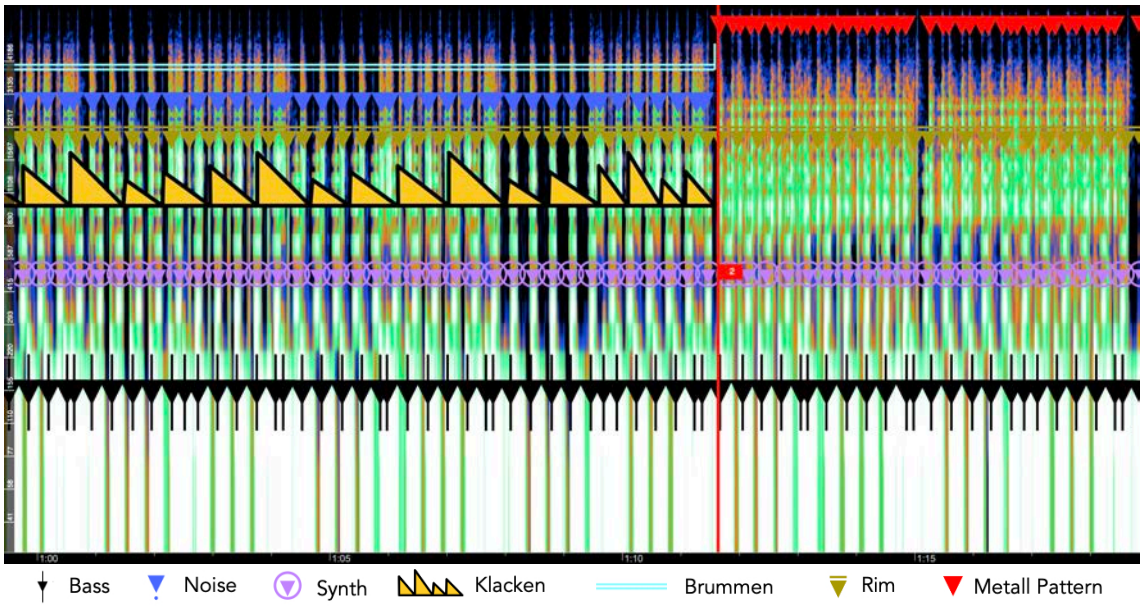

Abbildung 22: Rhythmische Struktur von *UFOFUOFU* im Detail, EAnaylsis (logarithmisch).

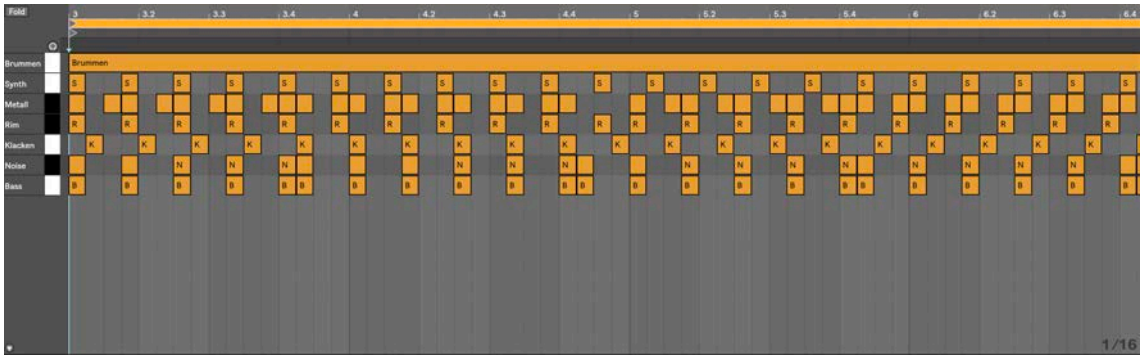

Abbildung 23: Schematische Darstellung der Rhythmik, *Ableton Live* Sequenzer (Sechzehntel-Noten Raster).

Das *Brummen* hat als durchgängiger Flächenklang kein wahrnehmbares Metrum. Die Veränderung der Lautstärke führt an manchen Stellen zu pulsierenden Betonungen dieser Schicht. Der Rhythmus der *Rim* Klangschicht basiert ebenfalls auf einem Schlag nach jeweils drei Sechzehntel-Noten. Das Pattern beginnt auf dem *Bass* Schlag und verschiebt sich im nachfolgenden Takt um eine Sechzehntel-Note zum *Bass*. Nach zwei Takten findet die Wiederholung des Patterns mit einem vorgezogenen Schlag auf die erste Zählzeit statt. Durch dieses Wiederholungsmuster über zwei Takte entsteht eine weitere polyrhythmische Beziehung zum Pattern der *Synth* Schicht über drei Takte.
Der *Metall* Klang hat eine Grundrhythmik von zwei aufeinanderfolgenden Sechzehntel-Schlägen (Abbildung 23). Diese wiederholen sich nach jeweils einer Sechzehntelnoten-Pause periodisch, was ein triolisches Pattern erzeugt. Am Ende des ersten Takts folgen drei Schläge vor der Sechzehntel-Pause aufeinander. Nach dem Einstieg der Klangschicht bei 1’11’’ wiederholt sich dieses Pattern zuerst alle zwei Takte. Die Sechzehntel-Verschiebungen werden allerdings im Verlauf des Stücks unregelmäßig und das *Metall* Pattern wird dadurch stellenweise unterschiedlich verschoben.

Der Gesamtverlauf des Stücks kann in sechs größere Abschnitte mit bis zu je fünf Variationen unterteilt werden (Abbildung 21). Der Teil 1 kann als eine Art *Build-up* gesehen werden, wobei fünf der Klangschichten direkt am Anfang des Stücks einsetzen. Im Teil 1A steigt zusätzlich die *Rim* Schicht ein. Mit dem Beginn von Teil 2 setzt die *Metall* Schicht mit einer aufsteigenden Tonhöhe ein, die *Noise* und *Klacken* Schichten fallen dafür weg.
Im Teil 2A wird der *Rim* von der *Noise* Schicht abgelöst, die steigende Frequenz der *Metall* Schicht bleibt dafür konstant. Im Teil 2B übernimmt wieder der *Rim* solange, bis ab 2C *Rim* und *Noise* zusammen spielen.

Mit dem Beginn von Teil 3 findet der erste Sprung in der Frequenz der *Metall* Klangschicht statt, der *Rim* und die *Noise* setzen in diesem Teil aus. Der Teil 3 besteht aus insgesamt zwei kurzen Aufstiegen der Tonhöhe in der *Metall* Klangschicht. Im Teil 3A steigt der *Rim* wieder ein, dafür fällt die *Synth* Schicht, das erste Mal seit Beginn des Tracks, weg. Der *Bass* wird langsam in seiner Filterfrequenz modelliert und verliert dadurch seinen transientenreichen Klang. Im Teil 3B startet ein zweiter kurzer Aufstieg der Grundfrequenz der *Metall* Schicht. Ab 3C ist der *Bass* wieder in seinem vollen Frequenzspektrum hörbar. Am Ende des Teils 3C steht ein kurzer *Break,* in dem die *Metall* und *Rim* Schichten alleine zu hören sind.
Im darauf folgenden Teil 4 pausiert die *Metall* Schicht und das Arrangement wechselt zur Zusammensetzung der Klangschichten von Teil 1. Das *Klacken* ist ebenfalls wieder hörbar.
Im Teil 5 setzt die *Metall* Schicht wieder ein und spielt zusammen mit *Bass, Synth* und *Klacken*. Im Teil 5A kommt noch die *Noise* Schicht dazu. Nach einem Sprung in der Frequenz der *Metall* Schicht steigt ab Teil 6 der *Rim* wieder ein. Im Teil 6A gibt es einen weiteren Sprung in der Frequenz der *Metall* Klangschicht, die *Noise* Schicht fällt an dieser Stelle dafür weg. Nach einem kurzen Anstieg fällt die Grundfrequenz der *Metall* Schicht am Beginn von Teil 6B wieder ab. Die *Noise* Schicht ist ab dieser Stelle auch hörbar. Im Teil 6C wird die *Bass* Schicht nochmals gefiltert, was den Abbau der Klangschichten im Track einleitet. Im Teil 6C’ werden die Schichten weiter reduziert, die *Noise* Schicht endet. Bei 6’13’’ endet der Song mit einem abrupten Schnitt.

Die Wirkung von Raum in *UFOFUOFU* kann über Strukturen auf vertikaler und horizontaler Ebene über die Zeit analysiert werden. Die auffälligste Charakteristik ist dabei die aufsteigende Grundfrequenz der *Metall* Schicht. Über insgesamt sieben ansteigende Bewegungen bilden sich Variationen mit unterschiedlichen Verläufen und Längen der Grundfrequenz (Abbildung 21). Dadurch variiert auch die Steilheit des Anstiegs mit jeder Wiederholung. Im Teil 2 steigt die Frequenz langsam und konstant über 1’25’’. In den Teilen 3/3B werden die Anstiege schneller, kürzer und fallen mit dem Sprung, am Anfang des jeweiligen Teils, auch nicht mehr zur tieferen Grundfrequenz des 2. Teils zurück. Nach dem Aussetzen der *Metall* Schicht in Teil 4 startet diese in Teil 5 auf der bisher tiefsten Anfangsfrequenz. Der nachfolgende Anstieg über 30 Sekunden findet schneller und steiler statt als zuvor. Im Teil 6 fällt die Frequenz der Schicht wieder auf die tiefere Grundfrequenz von Teil 5 ab. Im nachfolgenden

Anstieg erreicht der Klang nach 40 Sekunden seinen bisher höchsten Punkt im Verlauf des Tracks. Bei 6A fällt die Frequenz nochmal um ein Drittel der Position des vorherigen Teils und steigt langsamer über 20 Sekunden an. Bei 6B startet der letzte, ebenfalls flachere Anstieg der Frequenz bis zum Ende des Stücks nach 40 Sekunden.
Eine weitere Bewegung in der vertikalen Ebene des Raums findet in Teil 3A mit der Filterung der *Bass* Schicht statt. Das Wegfallen der Transienten dieser Klangschicht schafft Platz im mittleren Frequenzbereich. Zusätzlich pausiert die *Synthesizer* Klangschicht, was den Frequenzbereich zwischen 300 und 800 Hz stark ausdünnt (Abbildung 21). Die ansteigende Bewegung der *Metall* Schicht verstärkt die Wirkung einer Aufspaltung zwischen hohem und tiefem Frequenzbereich.

Auf horizontaler Ebene wird eine räumliche Wirkung über die Verwendung von Stereo-Effekten erzeugt. Die *Rim* Schicht wird auf dem rechten Audiokanal leicht verzögert wiedergegeben, was in Abbildung 24 ab ihrem Einstieg bei 1A deutlich erkennbar ist. Dies führt zu einer verbreiterten Wahrnehmung des Klangs im Stereobild.

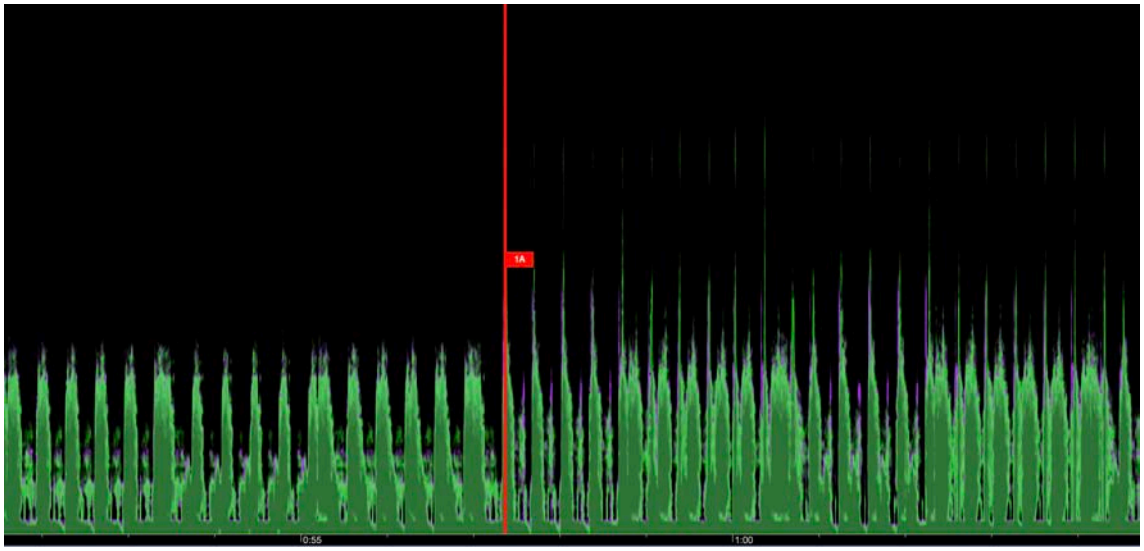

Abbildung 24: Stereo Sonagramm von *UFOFUOFU*, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 0’52’’-1’06’’, EAnaylsis (linear).

In der *Noise* Schicht kann ebenfalls eine Wirkung von Stereoeffekten beobachtet werden. Zu Beginn des Tracks ist die Klangschicht ohne Effekte hörbar, ab 0’15’’ kommt eine Hallfahne auf die Schicht, die konstant in Klangfarbe und Nachhallzeit moduliert wird. Ab 1A wird die Schicht wieder ohne Hall abgespielt. Beim Einstieg der Klangschicht in Teil 5A ist der Effekt ein weiteres Mal hörbar, verschwindet aber langsam im Laufe des Abschnitts. Im Teil 6B ist der Halleffekt wieder auf der *Noise*

Schicht wahrnehmbar und wird bis zum Ausstieg dieser Klangschicht in Teil 6C’ konstant stärker. Zusätzlich wird der Klang im hohen Frequenzbereich gefiltert. Bei 2’30’’ wird für acht Sekunden ein Halleffekt auf der *Synth* Schicht eingeblendet. Im Teil 4 ist dieser Effekt durchgängig auf die Klangschicht gemischt. Am Ende des Stücks klingen die Raumeffekte nicht aus, sondern werden abrupt abgeschnitten.

Auf der Ebene der Zeit führt die Polyrhythmik der Klangschichten dazu, dass in einem Wechselspiel Verschiebungen und Überlagerungen stattfinden. Die Stellen, an denen Verschiebungen der Klangschichten entstehen, schaffen Platz für den Ausklang von Raumeffekten auf den jeweiligen Schichten. Der wahrgenommene Raum wird damit vergrößert. In den Passagen, an denen Überlagerungen der Schichten entstehen, werden diese Raumeffekte von anderen Klängen verdeckt. Der wahrnehmbare Raum wird dadurch verkleinert und somit auch eingeengt.

3.3.4. Sverca & Voices from the Lake - Between the Lines

Der nächste Titel dieser Analysen ist *Between the Lines* vom italienischen Duo *Voices from the Lake* in einer Kollaboration mit *Sverca*. Das Stück wurde im Jahr 2017 auf der gleichnamigen EP beim Label *Spazio Disponibile* (übersetzt aus dem italienischen: “verfügbarer Raum”) veröffentlicht. Das Label wird von *Donato Dozzy* (Donato Scaramuzzi) und *Neel* (Giuseppe Tillieci) betrieben, die zusammen *Voices from the Lake* bilden.

Im Verlauf des Stücks können acht Klangschichten unterschieden werden (Abbildung 25). Am Anfang des Tracks sind eine *Bassdrum*, ein *Arpeggio* sowie ein Synthesizer (*Synth*) zu hören. Die *Bassdrum* hat ihre stärkste Frequenz bei 50 Hz, füllt aber mit einer langsamen Ausklingzeit den gesamten unteren Frequenzbereich. Eine sich stets wiederholende Synthesizer-Sequenz (*Arpeggio*) hat ihre Grundfrequenz bei ca. 500 Hz. Das Obertonspektrum des Sägezahnwellen-Klangs reicht allerdings bis 6 kHz.
Die *Synth* Schicht hat den Klangcharakter einer Dreiecks-Wellenform in der Synthese. Ihre Grundfrequenz liegt um 700 Hz, die höheren Frequenzanteile reichen bis ca. 2 kHz. Bei 1’16’’ taucht eine wolkige Textur (*Grain Cloud)* auf, die nach einer granularen Synthesemethode klingt. Das Frequenzspektrum dieser Klangschicht liegt im Bereich von 5 kHz.

Bei 1’32’’ setzt eine Bass-Resonanz (*Bass Reso*) ein. Der stehende Basston wird durch eine Filtermodulation langsam ab seinem Obertonspektrum bei 2 kHz bis zu seiner Grundfrequenz bei ca. 80 Hz eingeblendet.

Eine Schicht mit Rauschen (*Noise*) ist bei 1’50’’ das erste Mal hörbar. Der Frequenzbereich des Klangs liegt oberhalb von 5 kHz, wird dann jeweils in seiner Lautstärke modelliert und stoppt nach 15 Sekunden abrupt.

Eine weitere Klangschicht im Bass-Frequenzbereich (*Sub*) steigt bei 1’59’’ ein. Sie sinkt daraufhin über eine Dauer von 8 Sekunden mit einer Abwärtsbewegung im Frequenzbereich von 120 bis auf 40 Hz.

Die letzte Klangschicht des Stücks ist ein Glocken-Klang (*Bell),* in einem Frequenzbereich um 750 Hz. Die Schicht taucht bei 2’08’’ das erste Mal auf.

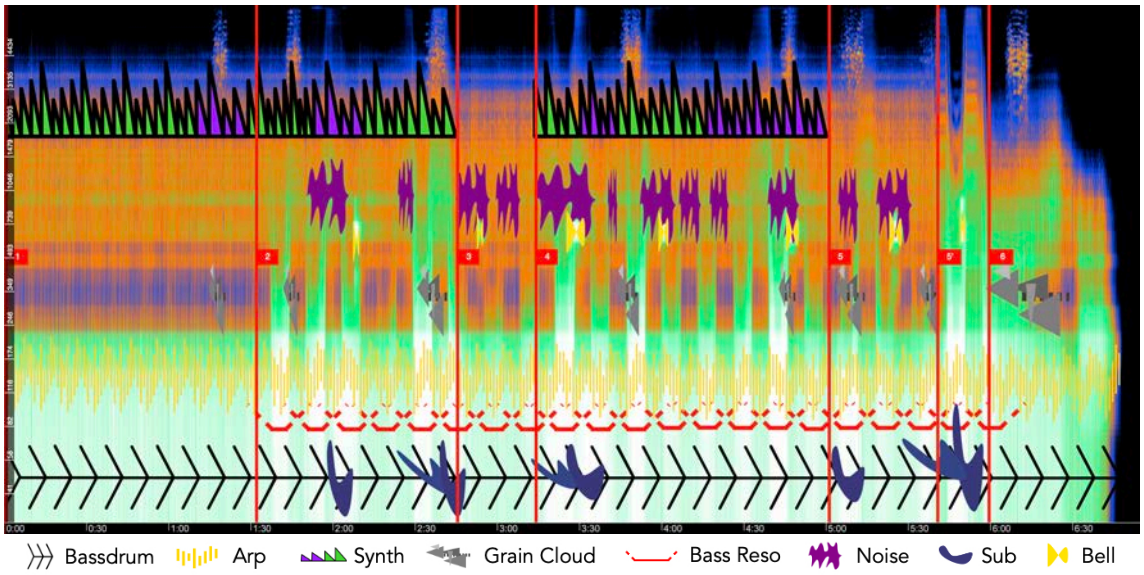

Abbildung 25: Gesamtverlauf von *Between the Lines* mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch).

Die rhythmische Struktur des Stücks basiert auf einem Tempo von 125 BPM. Die *Bassdrum* spielt über den gesamten Verlauf des Tracks in Viertelnoten, was als Basis einen konstanten Antrieb erzeugt. Das *Arpeggio* wird über das gesamte Stück in Sechzehntel-Noten gespielt. Die Frequenz der Schicht wechselt zwischen drei Tonhöhen. Diese Abfolge erzeugt einen Loop über die Dauer von acht Sechzehntel-Noten. Die *Synth* Klangschicht spielt je zwei aufeinander folgende Sechzehntel-Noten. Der erste Ton hat dabei eine tiefere Frequenz als der Zweite. Nach einer Sechzehntel-Pause wiederholt sich diese Abfolge, was zu einer Sechzehntelnoten-Verschiebung der Figur mit jeder weiteren Wiederholung, relativ zum Viervierteltel-Raster führt. Nach je drei Takten startet diese Figur also wieder auf der ersten Zählzeit des Takts.

Die verbleibenden Klangschichten des Stücks haben keine feste Rhythmik. Sie werden als stehende Klänge über eine bestimmte Dauer ein- und ausgeblendet oder mit einem Filter modelliert (Abbildung 26). Die *Grain Cloud* wird langsam eingeblendet und hat eine Dauer von jeweils um die zehn Sekunden. Die *Bass Reso* Schicht hat als stehender Ton ebenfalls keinen klaren Rhythmus. Es findet aber eine Filtermodulation in periodischen Abständen über eine Dauer von sieben Takten statt. Der Filter bleibt dabei für drei Takte im tiefen Frequenzbereich geöffnet, danach wird er über den Verlauf eines Takts in den hohen Frequenzbereich verschoben. Dort bleibt er für zwei Takte geöffnet und wandert dann wieder über die Dauer eines Takts in den tiefen Frequenzbereich zurück. Die Klangschichten *Noise, Sub* und *Bell* tauchen nur vereinzelt im Laufe des Stücks auf und haben eine variable Länge zwischen je fünf und dreißig Sekunden.

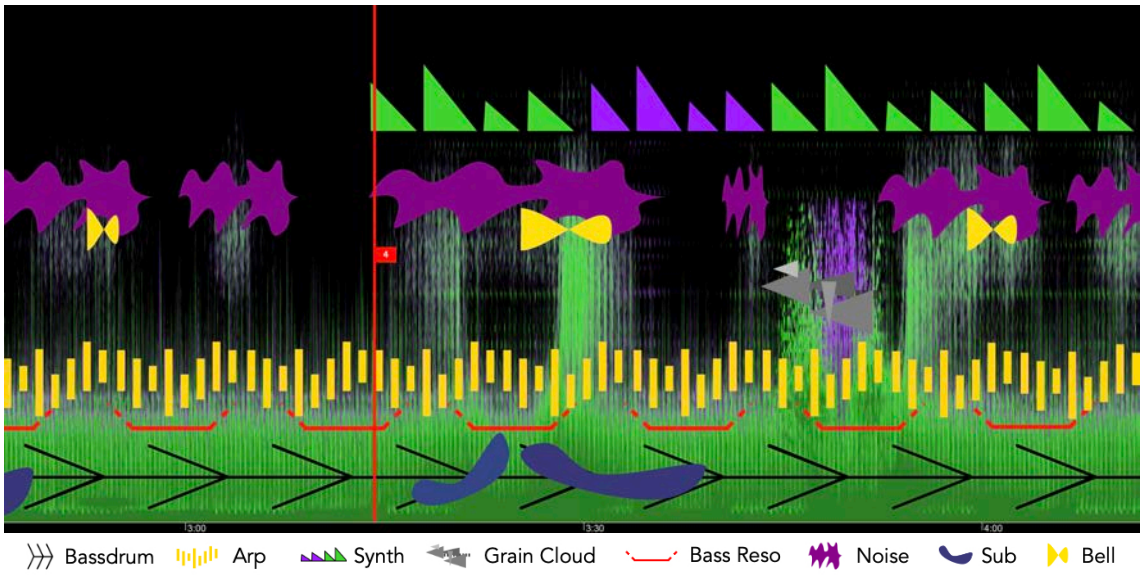

Abbildung 26: Details von *Between the Lines* mit Klangschichten, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 2’50’’ bis 4’10’’, EAnaylsis (linear).

Between the Lines kann in seinem Verlauf in sechs Abschnitte unterteilt werden (Abbildung 25). Im ersten Teil stehen die Klangschichten *Bassdrum, Arpeggio* und *Synth* alleine, bis bei 1’16’’ die *Grain Cloud* das erste Mal zu hören ist. Im Teil 2 wird der Track auf seinen vollen Klangumfang mit allen Schichten aufgebaut. Am Beginn des Teils steigt die *Bass Reso* Schicht ein und bleibt bis zum Ende hörbar. Im Teil 3 pausiert die *Synth* Klangschicht, dafür tritt die *Noise* Schicht im oberen Frequenzbereich in den Vordergrund. Zum Beginn von Teil 4 steigt der *Synth* Klang wieder ein und ist zusammen mit *Noise* und *Sub* hörbar. Der 5. Teil leitet den langsamen Abbau des Stücks ein, dabei wird die *Synth* Klangschicht ausgeblendet. Die restlichen Klangschichten erscheinen alle noch bis zum Ende des Abschnitts. Im Teil 5’ fällt die *Noise* Schicht weg

und die *Bass Reso* Schicht tritt nochmal durch eine Erhöhung der Lautstärke in den Vordergrund. Mit dem Beginn des *End* Teils 6 wird die *Bass Reso* ausgeblendet. Nach einem 30 Sekunden langen Einsatz der *Grain Cloud* stehen das *Arpeggio* und die *Bassdrum* bis zum Schluss des Stücks alleine. Die *Bassdrum* Klangschicht endet bei 6’42’’. Das *Arpeggio* klingt noch kurz alleine und wird dann bei 6’50’’ ausgeblendet.

Die starke Wahrnehmung von Räumlichkeit im Stück kann durch die vielfältigen Bewegungen von Klangschichten im Stereobild und dem Frequenzbereich begründet werden. Auf vertikaler Achse sticht die Modulation der Filterfrequenz in der *Bass Reso* Schicht als deutlichste Bewegung heraus. Die Klangschicht ist mittig im Stereobild platziert, bewegt sich dafür aber im Frequenzbereich des Spektrums. Durch eine Modulation des Filters ist jeweils nur der hohe oder tiefe Frequenzbereich dieser Klangschicht hörbar. Die Modulation findet in langsamen Bewegungen statt und wandert dadurch über das gesamte hörbare Frequenzspektrum. In der zeitlichen Abfolge wechselt die Modulation dabei periodisch konstant und verläuft jeweils über die Dauer von sieben Takten. Die Intensität ist hingegen variabel: zwischen 2’10’’ und 2’25’’ ist die Schicht nur schwach wahrnehmbar, im Endteil zwischen 5’40’’ und 5’55’’ durch eine zusätzliche Erhöhung der Lautstärke hingegen deutlich im Vordergrund. Diese Bewegung der Modulation lässt sich auch klar im Sonagramm in Abbildung 27 erkennen.

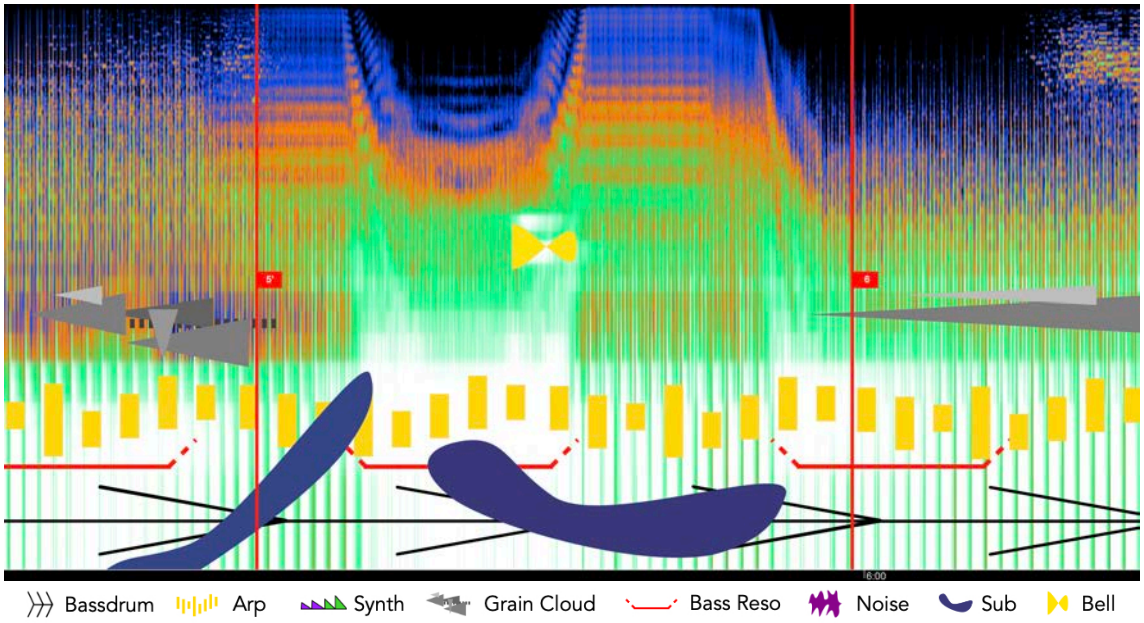

Abbildung 27: Details vom Filterverlauf in *Between the Lines*, 5’33’’ bis 6’05’’, EAnaylsis (logarithmisch).

Die Klangschichten *Noise*, *Bell*, und *Sub* befinden sich ebenfalls in der Mitte des Stereobilds und vergrößern durch ihr Einsetzen die Wahrnehmung des Gesamtumfangs des Frequenzspektrums. Durch die Einblendung der *Noise* Schicht werden die hohen Frequenzen des Klangspektrums betont. Dies kann mit einer Öffnung der räumlichen Wahrnehmung nach oben beschrieben werden. Die Bewegung findet teilweise zeitgleich mit dem Aufsteigen der *Bass Reso* Modulation statt, verschiebt sich an anderen Stellen aber auch zu einer Gegenläufigkeit. Die *Bell* Klangschicht hat einen ähnlichen Effekt auf die Wahrnehmung von Bewegung im Frequenzspektrum: sie hebt in unregelmäßigen Abständen die ansteigende Bewegung in der *Bass Reso* Schicht hervor, indem sie die Wahrnehmung auf den mittleren Frequenzbereich lenkt.
Die Bewegung der *Subbass* Schicht schafft eine vergleichbare Wirkung im tiefsten Bereich des Frequenzspektrums. Bewegungen in dieser Klangschicht finden meist gegenläufig zur Modulation der *Bass Reso* Schicht statt.

Die Bewegungen auf horizontaler Ebene des Stereopanoramas sind im Gegensatz zu den langsamen Bewegungen im Frequenzbereich eher sprunghaft. Für die auffälligste Bewegung sorgt gleich ab Beginn des Tracks die *Arpeggio* Schicht. Die Betonungen des Patterns springen dabei zwischen dem linken und rechten Audiokanal im Stereopanorama (Abbildung 28). Das Arpeggio aus acht Sechzehntel-Noten läuft auf den beiden Audiokanälen grundlegend gleich ab, was eine stabile Basis in der Mitte schafft. Auf dem rechten Audiokanal wird der erste, vierte und siebte Schlag allerdings mit geringerer Lautstärke wiedergegeben. Dies erzeugt Betonungen dieser Schläge auf dem gegenüberliegenden linken Audiokanal. Durch die unterschiedlichen Betonungen entstehen Sprünge zwischen der linken und rechten Seite und somit eine besondere Stereowirkung der Klangschicht. Zusätzlich erzeugen die drei verschiedenen Tonhöhen der Schicht eine aufsteigende Bewegung auf der vertikalen Achse im Frequenzbereich. Im Teil 5’ wird die Schicht zusätzlich noch über einen Tiefpassfilter im Klangspektrum moduliert. Die hohen Frequenzanteile verschwinden im Verlauf dieser Modulation, während sich der Filter dann bis zur Mitte von Teil 6 wieder öffnet. Am Ende des Stücks werden die hohen Frequenzanteile ein weiteres Mal gefiltert.

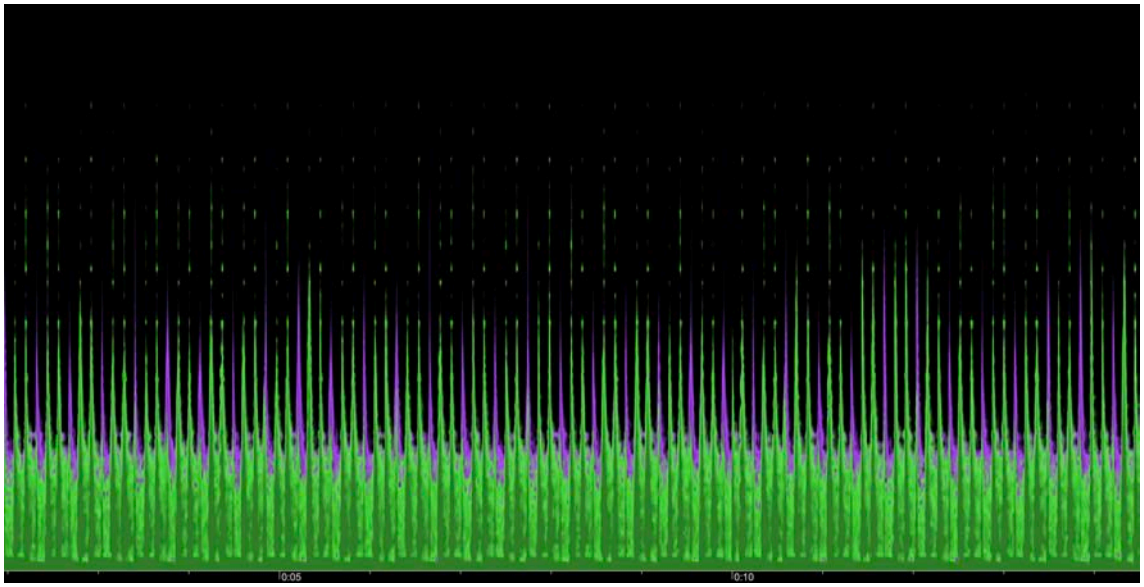

Abbildung 28: Details Stereoansicht von *Between the Lines*, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 0’02’’ bis 0’15’’, EAnaylsis (linear).

Eine weitere herausstechende Bewegung auf horizontaler Ebene findet in der *Grain Cloud* statt. Die Klangschicht bewegt sich an den acht Zeitpunkten, an denen sie vorkommt, stark im Stereopanorama. Bei 1’15’’ wandert sie über sechs Sekunden von rechts nach links, bei 1’42’’ über die gleiche Zeit von der Mitte nach rechts und wieder zurück zur Mitte. Bei 2’32’’ findet eine Bewegung von rechts nach links über eine Dauer von zehn Sekunden statt. Bei 3’42’’ nochmals über die gleiche Dauer, sie kehrt allerdings am Ende zurück zur rechten Seite (Panning I, siehe Abbildung 29).

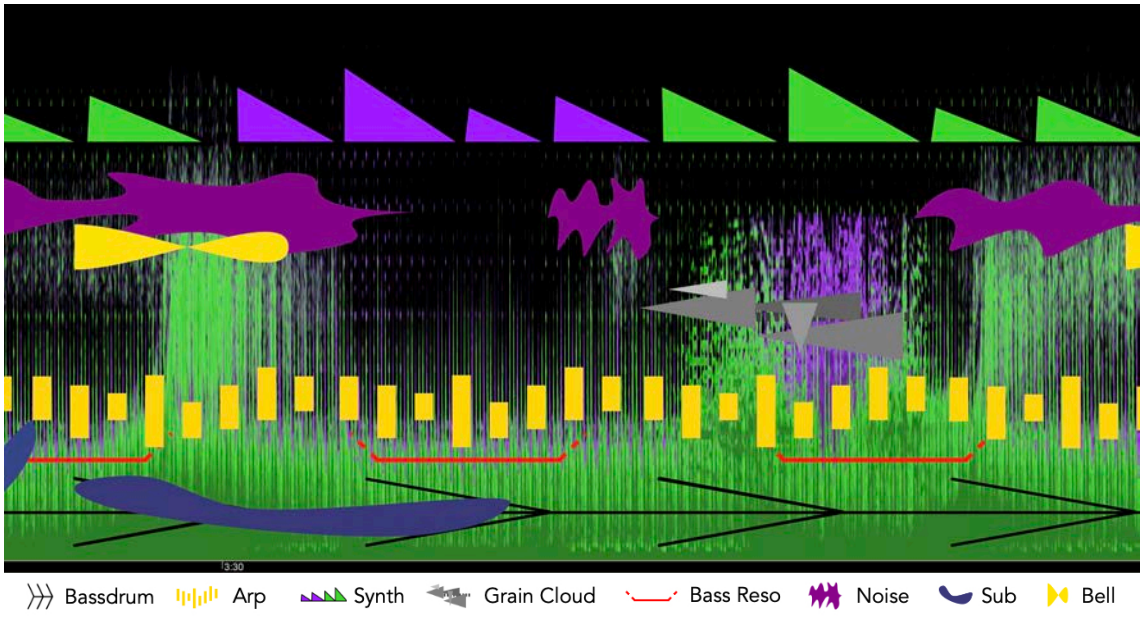

Abbildung 29: Details von *Between the Lines* mit Klangschichten, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 3’20’’ bis 3’50’’, EAnaylsis (linear).

Bei 4’42’’ ist diese Bewegungsfigur auf acht Sekunden verkürzt und verläuft von rechts nach links (Panning II). Bei 5’03’’ wiederholt sich die vorherige Bewegung, von rechts nach links und wieder zurück auf die rechte Seite (Panning I). Bei 5’33’’ findet nochmal das Panning II über eine Dauer von acht Sekunden statt. Im Endteil bei 6’04’’ ist ein letztes Mal die Bewegungsfigur Panning I wahrnehmbar. Hier entsteht durch eine zusätzliche Frequenzmodulation zeitgleich eine Bewegung im Frequenzbereich. Aufgrund des Klangcharakters der Granulartextur wirkt diese jedoch zufällig und chaotisch.

In der *Synth* Klangschicht sind ebenfalls Bewegungen auf der horizontalen und vertikalen Achse des Raums zu finden. Zu Beginn des Tracks steigt die Schicht auf der rechten Seite im Stereobild ein. Bei 1’10’’ wechselt der Klang auf die linke Seite, was in Abbildung 30 gut im Farbwechsel der Punkte im Obertonspektrum des Sonagramms erkennbar ist. Mit dieser Bewegung wird die Schicht lauter und rückt dadurch in den Vordergrund. Bei 1’29’’ wechselt der *Synth* Klang zurück auf die rechte Seite und wird gleichzeitig wieder leiser. Weitere Wechsel finden bei 1’56’’ und 2’11’’ statt. Diese sind jeweils auch mit Modulationen der Lautstärke verbunden. Nach einer Pause des *Synth* Klangs in Teil 3 steigt die Schicht in der Mitte des Stereopanoramas ein und wandert dann nach rechts. Der Wechsel auf die linke Seite findet bei 3’33’’ statt. Weitere Bewegungen in der Stereopositionierung sind bei 3’40’’ und 4’16’’ zu finden. Am Anfang von Teil 5 wird die Klangschicht dann ausgeblendet.

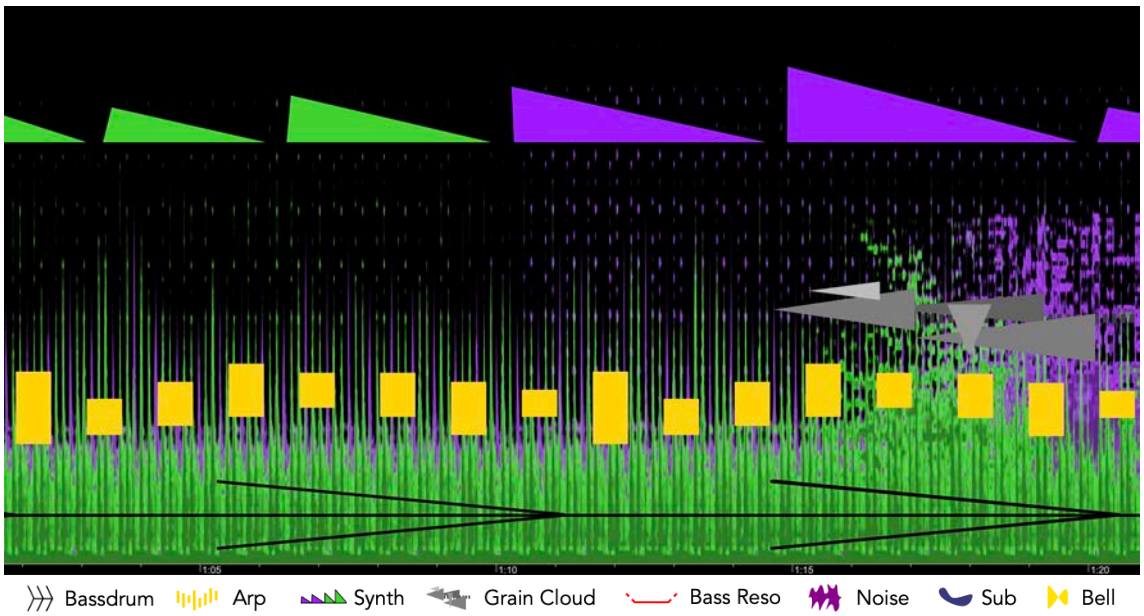

Abbildung 30: Details von *Between the Lines* mit Klangschichten, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 1’02’’ bis 1’20’’, EAnaylsis (linear).

Parallele Bewegungen auf der horizontalen und vertikalen Achse des Raums erzeugen komplexe Bewegungsabläufe. Die Kombination aus zeitgleichen und gegenläufigen Prozessen führt zu Interaktionen, die sich mit skulpturalen Wirkungsweisen beschreiben lassen. Diese werden in der Auswertung abschließend im Detail betrachtet.

3.3.5. Vofa - Lisiaxte

Das letzte Beispiel der Analysen ist der Track *Lisiaxte* von *Vofa*. Das aus Athen stammende Duo veröffentlichte diesen Titel im November 2017 auf der EP *Vitsia* auf ihrem eigenen Label *Kafta*. Die Analyse konzentriert sich auf die Klangtextur der Schichten sowie deren komponierte räumliche Bewegung.

Die rhythmischen Schichten in diesem Track geben keine gewöhnlichen Schlagzeug-sounds wieder. Sie bestehen aus synthetisierten Klängen, die im Zusammenspiel das ganze hörbare Frequenzspektrum ausfüllen. Über rhythmische Unterschiede in ihren Betonungen können sie in fünf Klangschichten eingeteilt werden (Abbildung 31). Die erste Schicht ist ein *Bass* Klang im unteren Frequenzspektrum. Der Grundton des Klangs liegt bei ca. 45 Hz. Dieser ist ab dem Anfang des Stücks zu hören. Zeitgleich setzt eine *Transienten* Klangschicht und eine *Impuls* Schicht ein. Diese beiden Schichten decken den gesamten Frequenzbereich über 200 Hz ab, wobei die *Impuls* Schicht einen schärferen Anschlag hat und deshalb tonal höher wahrgenommen wird. Nach 0’20” Sekunden wird ein *Rauschen* eingeblendet. Der Grundton dieser Schicht liegt bei ungefähr 500 Hz, der Klang besitzt aber mit seinem verzerrten Charakter einen hohen Rauschanteil im hohen Frequenzbereich. Die letzte Schicht des Tracks ist eine *Resonanz* mit einem Grundton bei ca. 1000 Hz. Der stark verzerrte Klang ist ab 1’40” zu hören und erinnert an eine Rückkopplung, wie sie zwischen einem Mikrofon und einem Lautsprecher entstehen kann.

Das rhythmische Grundgerüst der Komposition basiert auf einem Tempo von 120 BPM. Die *Bass*, *Transienten* und *Rauschen* Klangschichten werden während der gesamten Komposition durchgängig in Sechzehntel-Noten gespielt.
Der Rhythmus der *Impuls* Schicht besteht aus Vierteltriolen mit unregelmäßigen Variationen ab 1’20”. Die Verwendung dieser ternären Figuren erzeugt Verschiebungen zur binären rhythmischen Grundstruktur der Komposition. Die daraus entstehende Nichtlinearität fördert rhythmische Interaktionen zwischen den Klangschichten heraus.

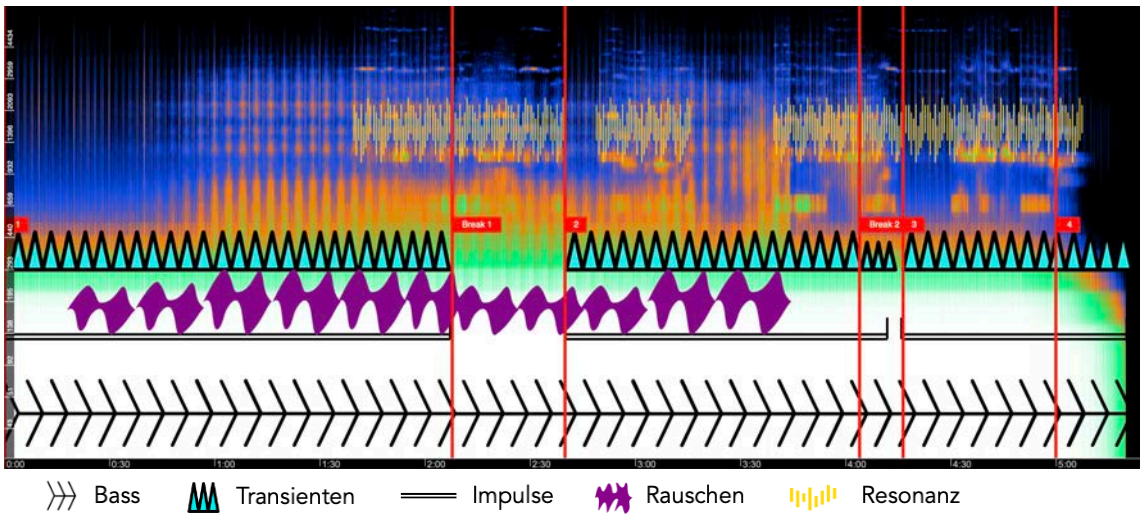

Abbildung 31: Gesamtverlauf von *Lisiaxte* mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch).

Der Gesamtverlauf des Tracks kann in sechs Blöcke gegliedert werden (Abbildung 31). Im Teil 1 bauen sich die rhythmischen Schichten auf. Nach 20 Sekunden wird das *Rauschen* eingeblendet und steigt bis 1’00’’ noch weiter in der Lautstärke an. Im letzten Viertel des *Build up* Teils wird bei 1’39’’ die *Resonanz* Klangschicht hörbar. Bei 2’08’’ beginnt der *Break 1,* das *Rauschen* wird in diesem Teil wieder leiser und die Transienten setzen aus. Mit dem Start von Teil 2 bei 2’40’’ wird die Resonanz kurz ausgeblendet, während sich die *Transienten* dafür wieder ins Klangbild mischen. Bei 3’44’’ endet das *Rauschen*, die Resonanz wird an dieser Stelle wieder eingeblendet. Im *Break 2* bei 4’04’’ reduzieren sich zuerst die *Transienten* in der Lautstärke und die *Impulse* werden langsam bis zu einer kurzen Pause der Schicht gefiltert. Mit dem Teil 3 startet bei 4’16’’ die *Progression*. Im Endteil 4 ab 5’00’’ werden die verbleibenden Schichten langsam nacheinander ausgeblendet.

Die Bewegungen der Klangschichten im Stereobild spielen in der Komposition des Stücks eine zentrale Rolle. Die nähere Betrachtung der räumlichen Bewegung offenbart komplexe Interaktionen zwischen den Klangschichten. Die erste analysierte Bewegung findet in der *Transienten* Schicht statt. Die Position des Klangs im Stereobild springt dabei von links, über die Mitte, nach rechts und wieder zurück. Dieser Ortswechsel findet auf jeder zweiten Sechzehntel-Zählzeit statt, wobei die Bewegung dabei konstant zwischen einer harten Links- und Rechts-Positionierung im Stereopanorama pendelt (Abbildung 32).

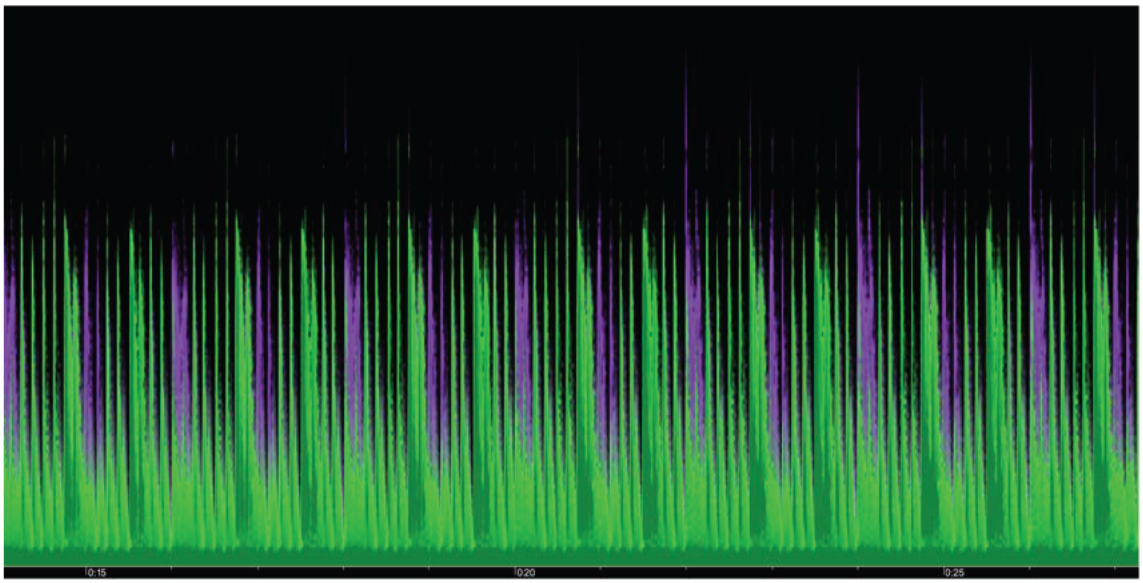

Abbildung 32: Rhythmische Struktur von *Lisiaxte* im Stereobild, 0'14"-0'27", EAnaylsis (linear).

Zur Veranschaulichung des Patterns dieser Bewegung sind in Abbildung 33 die Stereokanäle in getrennten Sonagrammen abgebildet. Der linke Audiokanal ist im oberen Bereich des Sonagramms dargestellt, der rechte unten.

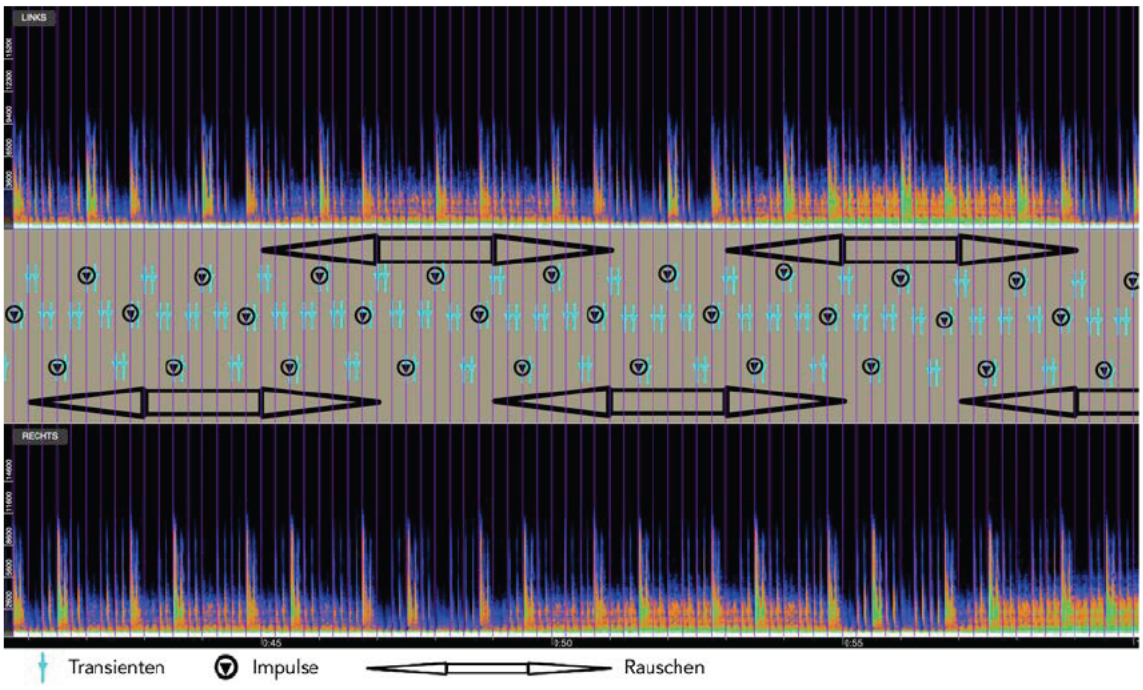

Abbildung 33: Rhythmische Struktur von *Lisiaxte* im Stereobild, 0'45"-1'00", EAnaylsis (linear).

Die symbolische Darstellung der Klangschichten zwischen den Sonagrammen nimmt ebenfalls auf diese Trennung Bezug: Symbole oben werden auf der linken Seite des Stereosignals wiedergegeben, in der Mitte sind sie auf beiden Kanälen hörbar und im unteren Bereich befinden sich die Klänge auf der rechten Seite. Da im *Bass* keine

Bewegung stattfindet, wurde für eine bessere Übersichtlichkeit kein eigenes Symbol für diese Klangschicht eingezeichnet.

Die zweite Stereo-Bewegung tritt in der *Impuls* Schicht auf. Ein erster Sprung zur Mitte findet nach sechs Sechzehntel-Zählzeiten statt, der zweite Wechsel dann nach weiteren sechs Zählzeiten auf die rechte Seite. Der letzte Sprung zurück zur linken Seite wird hingegen schon nach vier Sechzehntel-Zählzeiten hörbar. Diese Bewegung wiederholt sich in der Folge mit jedem Takt. Daraus entsteht ein ternäres Bewegungsmuster, das von links, zur Mitte, nach rechts und dann direkt zurück nach links wandert. Der triolische Verlauf der Klangschicht erzeugt ein, im Vergleich zur schneller pendelnden Bewegung der *Transienten* Schicht, gegenläufiges Muster mit einseitigem Richtungsverlauf. Überlagerungen zwischen den beiden Schichten verschieben sich im Verlauf der Positions-Modulation. Dies durchbricht die Empfindung eines konstanten Richtungsverlaufs in der Wahrnehmung der *Transienten*. Die Muster dieser Bewegungen sind in Abbildung 34 schematisch dargestellt, die verschiedenfarbigen Linien verbinden dabei die jeweiligen Verläufe der Klangschichten.

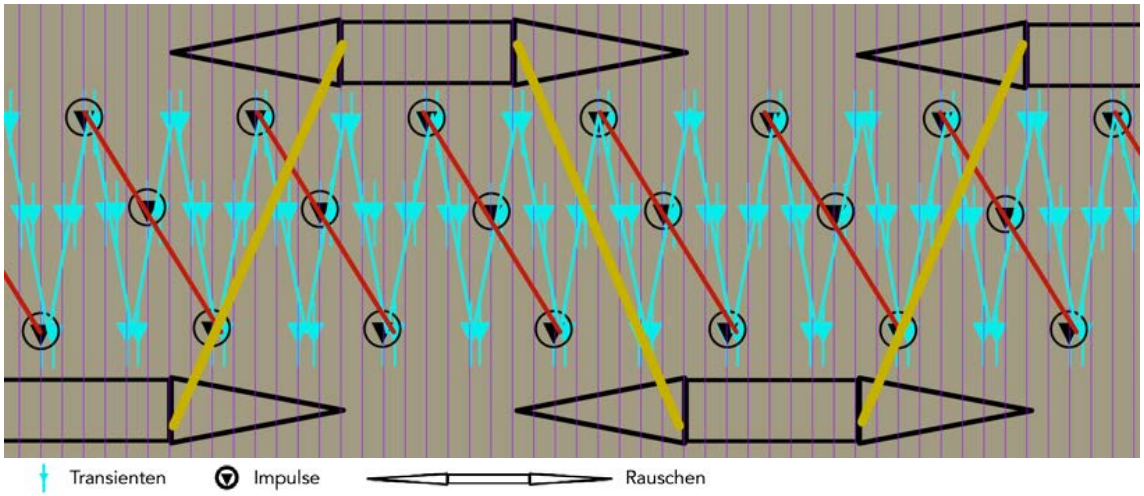

Abbildung 34: Bewegungsmuster der Klangschichten von *Lisiaxte* im Stereobild (eigene Darstellung).

Die dritte Bewegung der *Noise* Schicht lässt sich als langsame Pendelbewegung beschreiben. Der Klang wandert hierbei im Verlauf von vier Viertel-Zählzeiten von links nach rechts, verweilt dann für vier Zählzeiten auf der einen Seite und wandert schließlich über weitere vier Zählzeiten auf die gegenüberliegende Seite. Diese langsam alternierende Bewegung schafft eine dritte Schicht der Interaktion, die sich mit ihrer Bewegung gegen die beiden anderen Klangschichten verschiebt.

Im Mittelteil des Tracks findet eine deutliche Veränderung der Bewegungsmuster der Schichten statt (Abbildung 35). Das Klangspektrum wird mit einem Tiefpass gefiltert und verliert dadurch die Frequenzanteile im hohen Bereich. Dadurch verschwindet die *Transienten* Schicht und der Fokus wandert auf die langsameren Bewegungen der verbleibenden Klangschichten, was das Gefühl einer Pause erzeugt. Der Fokus der Wahrnehmung verlagert sich dadurch auf die *Resonanz*. Diese Klangschicht ist in der Mitte des Stereo-Panoramas platziert und trägt dadurch zur weiteren Stabilisierung des Klangbildes bei. Durch diese Verlagerung der Aufmerksamkeit entsteht zudem eine Pause in den Bewegungsmustern der verbleibenden Klangschichten. Außerdem verlangsamt sich die Stereobewegung der *Impuls* Schicht: Positionsänderungen finden dort nur noch mit jedem dritten Schlag statt und die Bewegung pendelt zwischen der linken Seite, der Mitte und rechten Seite hin und her.

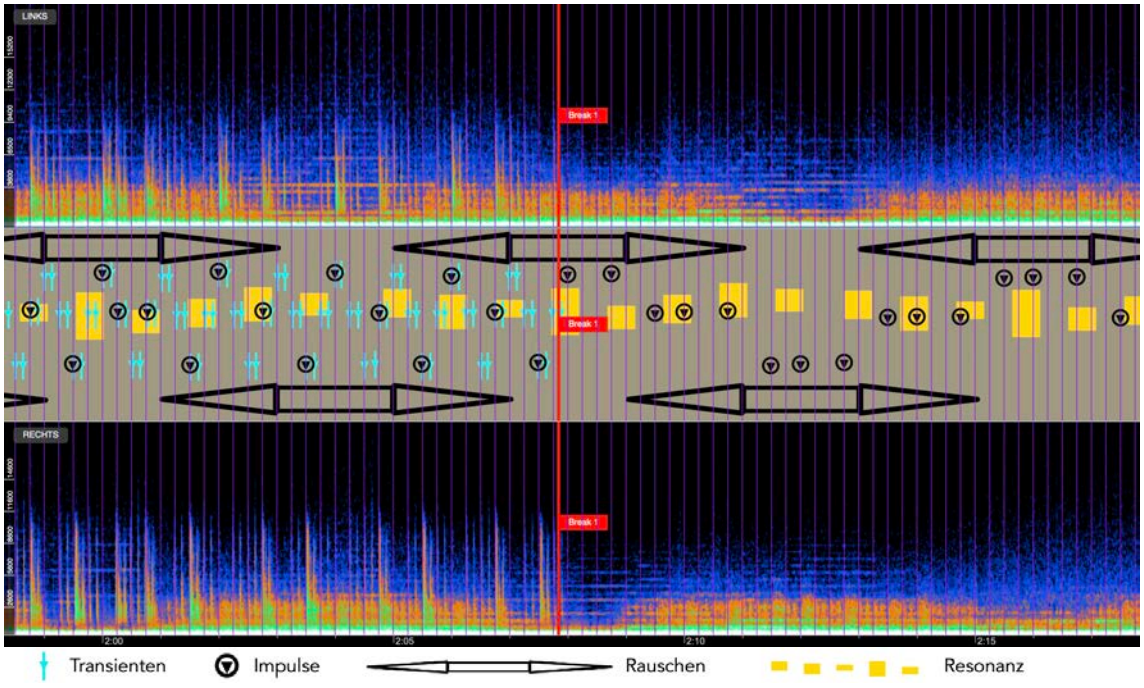

Abbildung 35: Variation der Bewegungsmuster im *Break* Teil, 2’05”-2’20”, EAnaylsis (linear).

4. Auswertung

In den Analysen der Stücke konnte gezeigt werden, dass sich Interaktionen der Elemente im Avantgarde Techno nicht nur auf die rhythmische Ebene beschränken. Durch Bewegungen der Schichten im Stereobild und der Verwendung von raumbildenden Effekten zur Modulation von Klang können vielseitige Beziehungen zum Raum beobachtet werden.

Ein zentrales Thema sind dabei die Verhältnisse zwischen den Schichten im Raum. In dieser Auswertung der Analysen sollen diese Beziehungen deshalb nochmals gesondert betrachtet werden. Die folgenden Fragen werden dabei im Mittelpunkt stehen: Sind die analysierten Klangschichten räumlich voneinander getrennt oder nehmen sie Bezug aufeinander? Welche Interaktionen entstehen durch diese Verhältnisse im Raum?
Zur Beschreibung von räumlichen Beziehung zwischen Klangschichten können Begriffsfelder aus der *Skulpturalität* sowie der *Spatial Texture* angewendet werden. Die *Skulpturalität* eines Klanggebildes kann dabei über drei Kategorien beschrieben werden: die Kernplastik, die Raumplastik und das Kern-Schaleprinzip (Sharma 2016, S.55). Nyström (2013, S.22-23) findet für diese Relationen drei ähnliche Begriffe: innere (interior), äußere (extirior) und beziehungsorientierte Räumlichkeit (relational spatiality).

Die Attribute von räumlichen Texturen lassen sich zudem über zusätzliche Begriffsfelder weiter ausdifferenzieren (Nyström 2011): Formen und Eigenschaften (shapes and properties), Ausbreitung und Verteilung (propagation and distribution) sowie verschiedene klangstoffliche Zustände von Textur (textural states). Über eine Beschreibung mit passenden Attributen kann die räumliche Wirkung der analysierten Stücke weiter aufgeschlüsselt werden.

4.1. L.B. Dub Corp - Roller feat. Function

Im ersten Track *Roller* von *L.B. Dub Corp* und *Function* wurde die Wirkung von Raum anhand von Spatialisierungen 1. Ordnung (Sharma 2016, S.81 ff) oder der entsprechenden spektralen Vertikalität (Nyström 2015, S.190) analysiert. Das Grundgerüst des Stücks kann skulptural als Kernplastik beschrieben werden (Sharma 2016, S.55). Eine mittig platzierte, zusammenhängende Masse bildet das rhythmischen

Zentrum des Tracks. Dieses besteht aus der *Bassdrum,* dem *Bass Synth,* dem *Subbass* und einer *HiHat* Klangschicht.

Die Modulation des *Bass Synth* im Frequenzspektrum erzeugt eine Bewegung der Klangschicht auf der vertikalen Raumachse. Im *Break* Teil findet eine Filterung in allen Klangschichten gleichzeitig statt. Der untere Frequenzbereich wird dabei im Verlauf ausgeblendet. Dies verlagert die Aufmerksamkeit im Spektrum und schafft Raum für die Wahrnehmung der hochfrequenten Klangschichten und deren Bewegungsabläufe.

Verläufe auf horizontaler Ebene finden in der *Perc Drum* und *Becken* Schicht statt. Diese können als raumumschließende Klänge interpretiert werden, welche die Kernplastik auf einer Schale umwandern. Durch das langsame Einblenden des tiefen Frequenzbereichs am Ende des *Breaks* entsteht eine Annäherung dieser Schichten an die Kernplastik.

Die vereinzelt auftauchenden Klangschichten stehen durch ihre Rhythmik in einem Zusammenhang mit der Kernplastik. Das *Zwitschern* erweitert das Klangbild auf der horizontalen Achse. Auf der vertikalen Achse des Raums haben die vereinzelten Bewegungen der *Wind, Sweep* und *Schlag* Schichten eine stabilisierende Wirkung. Die Interaktionen dieser Klänge mit den Schichten der Kernplastik, erzeugt durch aufsteigende oder fallende Bewegungen im Raum, eine öffnende oder schließende Geste. Dadurch wird die strukturelle Einteilung der Kernschichten mitgestaltet. Die Raumeffekte dieser vier Schichten erzeugen zudem Tiefe und damit Raum hinter der entstandenen Klangskulptur.

4.2. Nene H. - Ascese

Der Fokus der Analyse von *Ascese* lag auf der horizontalen Entwicklung der Klangschichten über den Verlauf des Stücks. Die skulpturale Wirkung des Tracks kann als Raumplastik Eingeordnet werden. Die Bewegungen der einzelnen Klangschichten erzeugen dabei Verbindungen zwischen Ortskoordinaten, dadurch entsteht Raum (Sharma 2016, S.55).

Am Anfang des Stücks stechen die Bewegungen auf horizontaler Ebene heraus, was eine Wahrnehmung von räumlicher Breite entstehen lässt. Diese Wirkung wird durch Sprünge der *Metall Perc* Schicht im Stereopanorama verstärkt, die Ausdehnung in der Breite des Raums damit über verschiedene Koordinatenpunkte definiert.

Die Ausbreitung von Texturen kann über Attribute der räumlichen Materialität (Textons*)* beschrieben werden (Nyström 2011, S.20). Die *Reso High* Klangschicht ist auf einen

Punkt in der Mitte gerichtet und bleibt in ihrem Verlauf in der Position konstant. Die *Grains Low* besitzen eine eher streuende Textur und oszillieren über ihre horizontale Ausbreitung. Die Wirkung der *Grains Mid* Schicht lässt sich hingegen mit einer ausgedehnten Räumlichkeit beschrieben. Durch eine zusätzliche Oszillation auf der vertikalen Achse streut diese Klangschicht ebenfalls im Raum.

Durch eine Verstärkung der rhythmischen Elemente ab Teil 2 entstehen deutliche Staffelungen in der Tiefe des Raums. Die Verwendung von Echoeffekten auf den *Clap* und *Schlag* Schichten verstärkt diese Trennung durch eine Staffelung der Klänge im Zentrum des Stereobilds. Die Rhythmik dieser Schichten erzeugt Bewegungen in die Entfernung.

Interaktion von Rhythmus und Raum werden in Teil 4 durch eine divergente Positionierung der *Metall* und *Klack* Schicht weiter verstärkt. Die *Metall* Sounds haben keinen Echoeffekt im Klang und wirken dadurch nah am Hörer. Im Stereobild ist der Klang zudem an den Außenseiten positioniert, was zu einer isolierten, geteilten Ausbreitung (Nyström 2011, S.21) an den Rändern führt und dadurch den Klangraum auf horizontaler Ebene ausweitet.

Die *Klack* Schicht ist zentriert zwischen den *Metall* Sounds platziert und zerstreut sich mit einer Bewegung in die Entfernung. Dies unterstreicht eine skulpturale Wirkung als Raumplastik: Verbindungen zwischen Einzelpositionen führen zu Verläufen der Ortskoordinaten und schaffen dadurch Raum.

4.3. SHXCXCHCXSH - UFOFUOFU

Im Track *UFOFUOFU* konnten Interaktionen zwischen dem rhythmischen Verlauf und der daraus entstehenden Modulation von räumlicher Wirkung gefunden werden. Skulptural kann das Stück als Kernplastik beschrieben werden. Das rhythmisch dichte Grundgerüst bildet dabei eine zusammenhängende, monolithische Masse (Sharma 2016, S.55).

Die Veränderungen über die Zeit können mit Wechseln der Perspektive verglichen werden. Die Variationen in der Rhythmik der Klangschichten führen damit zu einer Verschiebung in der Ansichtigkeit der Plastik (Sharma 2016, S.124 ff). Die Bewegung der *Metall* Schicht auf vertikaler Ebene erzeugt einen konstanten Wandel des Frequenzbildes. Dieser unterstützt eine Veränderung der Hörperspektive auf die Plastik. Die räumlichen Texturen der Klangschichten wandeln sich mit ihren Positionen im Takt. Rhythmische Verschiebungen lassen auf diese Weise Raumeffekte an bestimmten

Stellen in den Vordergrund treten. Deutlich ist eine solche Veränderung im Nachhall der *Noise* Schicht hörbar. In Abhängigkeit von diesen Verschiebungen kann die Kernplastik folglich als raumgreifend oder raumabweisend gehört werden (Sharma 2016, S.55). Über rhythmische Variationen wird somit im Zeitbereich Platz für eine räumliche Wirkung von Klang geschaffen. Interaktionen zwischen der Rhythmik des Stückes und der Wahrnehmung von Räumlichkeit führen zu einem Wandel der Spannungsverhältnisse innerhalb des komponierten Raums.

4.4. Sverca & Voices from the Lake - Between the Lines

Im Stück *Between the Lines* kann ein Zusammenspiel von Bewegungen über die drei Ebenen des Raums beobachtet werden. Diese finden in Kombinationen auf horizontaler Ebene, vertikaler Ebene und in der Tiefe des wahrgenommenen Raums statt. Bewegungen im Frequenzbereich führen zu einer Verlagerung des Fokus der Aufmerksamkeit im hörbaren Raum. Verläufe nach oben erzeugen dabei Distanz und eine Bewegung in die Entfernung. Bewegungen nach unten lenken den Fokus auf die tieffrequenten Klangschichten und füllen folglich die Basis des Frequenzspektrums. Aus den vertikalen Bewegungen entstehen weitere Zusammenhänge zwischen den Klangschichten. Die *Subbass* und *Bell* Schichten bilden zum Beispiel gegenläufige oder unterstützende Bewegungsverläufe zur Filterung der *Bass Reso.* Der Verlauf dieser Bewegung wird dadurch verstärkt oder in ein Spannungsverhältnis gesetzt.
Die Klangschichten mit horizontalen Bewegungen (*Arpeggio, Grain Cloud, Synth*) können mit den restlichen Schichten in einen räumlichen Bezug gesetzt werden. Dieses Verhältnis kann mit dem raumbildenden Kern-Schaleprinzip (Sharma 2016, S.55) aus der Skulpturenlehre in seiner Wirkung beschrieben werden. Die horizontal bewegten Klangschichten bilden in diesem Fall eine Schale, welche die Kernplastik aus den restlichen Schichten umhüllt. Durch Bewegungen auf horizontaler Achse des Raums entstehen dann Spannungsverhältnisse zwischen einzelnen Klangschichten. Über eine Modulation mit Halleffekten kann die umhüllende Wirkung von Schichten verstärkt werden. Die *Grain Cloud* kann dadurch stellenweise hinter der Kernplastik wahrgenommen werden, kreist im weiteren Verlauf dann aber auch im Vordergrund des Stereofelds. Die skulpturalen Beziehungen der Klangschichten zueinander lassen eine neue Ebene der Interaktion entstehen. Diese können über Verschiebungen in der Tiefenstaffelung des Klangfelds beschrieben werden.

4.5. Vofa - Lisiaxte

In der Analyse des letzten Tracks *Lisiaxte* lag der Fokus auf der Beschreibung von bewegten Strukturen über den zeitlichen Verlauf. Diese Spatialisierungen 2. Ordnung (Sharma 2016, S.82) erzeugen über ihre Positionierung im Stereopanorama rhythmische Interaktionen zwischen den Klangschichten.

Skulptural kann die Komposition als Raumplastik beschrieben werden (Sharma 2016, S. 55). Die Bewegungen der Schichten erzeugen durch Verbindungen von einzelnen Koordinaten im Raum Verläufe. Diese sind besonders in den dicht gebündelten Klangschichten der *Transienten* und *Impulse* ausgeprägt. Die Textur des *Rauschens* weitet den Raum im Stereobild jeweils einseitig aus. Durch ihre langsam oszillierende Bewegung stabilisiert sie das Klangbild zusätzlich. Insgesamt entstehen durch die Bewegungen der Schichten Änderungsmuster, die rhythmische Zusammenhänge zwischen den Einzelklängen hervorheben. Die Verschiebung dieser Muster wird durch die triolische Bewegung in der *Impuls* Schicht ausgelöst. Innerhalb der sich wiederholenden Loops der Komposition wird dadurch Spannung erzeugt und der Track erhält eine aktivierende, sich wandelnde Wirkung.

Die *Bass* Schicht bildet im tiefen Frequenzbereich eine rhythmische Basis. Die *Resonanz* erweitert das Klangbild des hohen Frequenzbereichs in der Mitte des Stereopanoramas. Die Verwendung von Stereoeffekten auf dieser Klangschicht betont Details ihrer Textur. An vereinzelten Stellen kann dadurch eine Verfeinerung des wahrgenommenen Raums entstehen.

Die Position von Klangschichten im Raum wird in *Lisiaxte* zum Träger musikalischer Information. Über die Rhythmik dieser Bewegungsverläufe entsteht eine räumliche, geometrische Interaktionen zwischen den einzelnen Schichten.

5. Fazit

In der Auswertung der Analysen konnte eine räumliche Wirkung von Avantgarde Techno nachgewiesen werden. Die Anwendung von Körper-Raumbeziehungen erweist sich dabei als hilfreiche Herangehensweise zur Beschreibung komplexer Interaktionen zwischen den Klangschichten. Über die Spatialisierung von Klangschichten können die räumlichen Wirkungsweisen von synthetischem Klang verstärkt werden. Die Umsetzung von Klang in skulpturalen Objekten ermöglicht so eine Verfeinerung der räumlichen Attribute einer Komposition. Zudem entstehen neue Gestaltungs-möglichkeiten zu Verstärkung der Interaktionen zwischen den Klangschichten.

Elektronische Raummusik kann eine Brücke zwischen synthetischen und realen Klangwelten bilden. Die Spatialisierung durch Projektion von Einzelklängen stellt eine Verbindung zum materiellen Raum her und verstärkt die Musikalität von synthetischem Klang. Eine Verteilung im Raum schafft zudem mehr Platz für Feinheiten in der Textur von Klangschichten.
Die Wirkung von räumlicher Textur kann im Detail über die Attribute der *Textons* (Nystöm 2011, S.20) beschrieben werden. Diese ermöglichen eine umfangreiche Perspektive auf die Wahrnehmung von Klang und Raum in Avantgarde Techno. Rhythmische Variationen können zudem als Träger von Raum eingesetzt werden, was eine verstärkte Interaktion zwischen den Klangschichten zur Folge hat. Rhythmische Verschiebungen sowie Bewegungen im Stereopanorama erzeugen Spannungen in der räumlichen Wahrnehmung der Kompositionen.

Eine zentrale Frage dieser Thesis war, wie durch die Umsetzung von Klang und Rhythmus im Raum eine Verstärkung der auditiven Wahrnehmung erreicht werden kann. Im letzten Kapitel sollen deshalb die Ergebnisse der Auswertung der Analysen auf Anwendungsmöglichkeiten übertragen werden. Dadurch soll eine Grundlage für die künstlerische Umsetzung von Spatialisierungen im Bereich des Avantgarde Techno geschaffen werden.

5.1. Anwendung

Abschließend sollen nun verschiedene Möglichkeiten zusammengefasst werden, um musikalische Parameter von Avantgarde Techno in ihrer räumlichen Wirkung zu verstärken. Dabei muss beachtet werden, dass die räumliche Wahrnehmung von Klang bei jedem Menschen unterschiedlich ausgeprägt ist. Musikalische Strukturen im Raum stellen häufig eine ungewohnte Erfahrung dar, für ein Publikum muss deshalb ein Zugang über grundlegende Hörmechanismen geschaffen werden.

Die technischen Mittel zur Umsetzung von Spatialisierungen sind heute vielfältig. Sie reichen von Mehrkanalsystemen mit einer hohen Anzahl an Lautsprechern, bis zu kompakten Klangprojektoren wie dem *IKO*. Vom Komponist sollte kritisch abgewägt werden, inwieweit ein gewünschter Effekt mit der verfügbaren Technik umsetzbar ist. Zudem muss bedacht werden, dass klangliche Gegebenheiten bei der Aufführung ortsabhängig stark variieren können. Aus diesen Gründen sollen hier grundlegende Wirkungsmechanismen zusammengefasst werden, um eine flexible Anwendung auf verschiedene Raumklang-Systeme zu ermöglichen. Die in den Analysen gefundene Wirkung von Raum in den Stücken kann hierfür in drei Kategorien unterteilt werden: Wirkung von Frequenz, Wirkung von Position und Wirkung von Rhythmus.

Wirkung von Frequenz

Das Klangbild von Avantgarde Techno ist häufig durch ein dicht komponiertes Frequenzspektrum geprägt. Die perkussiven Klänge von Drumcomputern füllen die einzelnen Frequenzbänder im Höhen-, Mitten- und Bassbereich. Durch Verteilung der Klangschichten über das gesamte Frequenzspektrum entsteht eine dichte und intensive musikalische Wirkung. Die Verteilung der Schichten auf vertikaler Raumachse kann als Spatialisierung 1. Ordnung (Sharma 2016, S.81) definiert werden. Die Klangschichten mit hohen Frequenzen werden dabei auch an einer hohen Position im Raum wahrgenommen, tiefe Frequenzen werden weiter unten lokalisiert.

Das vertikale Klangbild kann durch die Abgrenzung der Schichten über ihre Frequenzanteile sauber gestaltet werden. Im nächsten Schritt können Möglichkeiten einer Spatialisierung abgewägt werden. Bewegungen auf der vertikalen Achse entstehen durch Veränderungen im Frequenzspektrum. Diese Bewegungen können über eine Modulation der Tonhöhe oder eine Filterung des Klangs erzeugt werden. Auf- oder absteigende Bewegungen können dadurch eine Komposition innerhalb des Raums

öffnen oder schließen. Zudem kann Klang auf diese Weise zum Hörer hin- oder wegbewegt werden. Dabei ist auch die Lautstärke des jeweiligen Frequenzbereichs von großer Bedeutung. Eine Erhöhung der Lautstärke wird dabei als Annäherung des Klangobjekts empfunden.

Über die saubere Trennung der Klangschichten in ihre Frequenzbänder kann auf der vertikalen Raumachse ein aufgeräumtes Bild geschaffen werden. Unklare Lokalisationen aufgrund von Überlagerungen werden dadurch vermieden. Charakteristisch für Avantgarde Techno ist ein Fokus auf den tiefen Frequenzbereich. Dieser erzeugt bei der Wiedergabe auf leistungsstarken Soundsystemen einen hohen Schalldruck. Bei der Spatialisierung von Avantgarde Techno im Raum sollte deshalb darauf geachtet werden, dass dieser Druck bestehen bleibt. Zuletzt bleibt noch zu erwähnen, dass über den gezielten Einsatz von Resonanzfrequenzen im Raum Vibrationen angeregt werden können. Mit der Wirkung von stehenden Wellen kann bei der Umsetzung einer Live-Performance zusätzlich gearbeitet werden.

Wirkung von Position

Bewegungen von Klängen auf der horizontalen Raumachse können durch eine Veränderung der richtungsgebundenen Lautstärkenverhältnisse erzeugt werden. Über die Spatialisierung 2. Ordnung kann dabei die Anordnung und Bewegung von Klang im perspektivischen Feld beschrieben werden. Im Zusammenspiel mit Spatialisierungen 1. Ordnung entstehen vielschichtige Bewegungsabläufe. Komplexe räumliche Texturen können durch eine Kombination der beiden Ordnungen komponiert werden (Sharma 2016, S.82). Der Einsatz von psychoakustischen Effekten ermöglicht es zudem, Bewegungen in der Distanz und Tiefenstaffelung von Klangschichten zu erzeugen.
Variationen in der räumlichen Platzierung von Schichten können eine natürlichere Klangerfahrung auslösen und zu Abwechslung in Loops führen. Durch eine Veränderungen der räumlichen Position entstehen Klang-Bewegungen die beispielsweise drehen, beschleunigen oder bremsen. Über die Beziehungen der Klangschichten zueinander kann zudem eine skulpturale Wirkung entstehen. Diese wird über die grundlegenden Körper-Raum Beziehungen definiert: die Kernplastik, die Raumplastik und das Kern-Schale Prinzip. Beim Kern-Schale Prinzip kann eine Klangschicht beispielsweise um den Mittelpunkt der Komposition rotieren und so eine immersive Klangerfahrung schaffen.

Die Trennung der Schichten im perspektivischen Feld führt zu einer besseren Differenzierung von ähnlichen Klängen. Dadurch kann in der Textur einer jeweiligen Klangschicht mehr Detail wahrgenommen werden. Die Bewegung von Klangschichten im Raum verstärkt die immersive Wirkung von Avantgarde Techno. Dem Hörer wird dadurch eine intensivere und differenziertere Wahrnehmung eröffnet und es entsteht bestenfalls eine intuitive Erfahrung von musikalischer Bedeutung.

Wirkung von Rhythmus

Rhythmische Patterns sind eine wichtige Grundlage der Kompositionen von Avantgarde Techno und definieren deren Struktur. Die Wahrnehmung von rhythmischer Struktur kann über den Begriff der Oszillation genauer beschrieben werden (Langner 2002). Der grundlegende Wirkungsmechanismus von Rhythmus liegt in der periodischen Wiederkehr von regelmäßigen Klangereignissen. Oszillationen beschreiben dabei modellhaft Tempomuster in der auditiven Wahrnehmung, die durch diese periodisch wiederkehrenden Vorgänge angeregt werden (Langner 2002, S.14). Sie definieren somit rhythmische Zusammenhänge, die vom Unterbewusstsein konstant zur rhythmischen Struktur eines Stücks geordnet werden. Bei starken räumlichen Bewegungen ist es schwer, eine klare Oszillation in einer Klangschicht zu etablieren. Die Wahrnehmung von Rhythmus kann sich in diesem Fall mit der Wahrnehmung von Bewegung überlagern und dadurch an Konstanz verlieren. In der Live-Umsetzung von Techno ist ein stabiles rhythmisches Grundgerüst wichtig, da über dieses die Komposition strukturiert wird. Zudem ist eine periodische Rhythmik im Bassbereich bei der Wiedergabe von Bedeutung, um eine körperlich-rhythmische Erfahrung mit hohem Schalldruck zu erzeugen. In den analysierten Stücken fand in den entsprechenden Schichten deshalb keine Bewegung statt. Eine Ausnahme ist dabei der *Break* Teil, indem meist die mittig platzierten Schichten mit tiefer Frequenz (*Bassdrum, Bass*) aussetzen oder gefiltert werden. Dadurch pausiert die Basis einer Komposition und es entsteht Platz, der so die Neuordnung von Zusammenhängen zwischen den verbleibenden Klangschichten ermöglicht.

Im skulpturalen Kontext kann die Grundoszillation einer Komposition als Sockel oder Fundament verstanden werden. Dieser Sockel bleibt zeitlich konstant und alle weiteren Klangschichten nehmen Bezug auf ihn. Durch eine konstant wahrnehmbare Grundoszillation können im weiteren Verlauf auch stark bewegte oder unregelmäßige rhythmische Abläufe in Relation gestellt werden, da die Wahrnehmung diese

Variationen dann über die Grundoszillation stabilisiert. Ein solcher rhythmischer Sockel wird zu einem konstanten Bezugspunkt der Komposition, um den sich ein Raumempfinden entwickeln kann.
Durch unterschiedliche Pattern-Längen der Klangschichten können sich rhythmische Verschiebungen ergeben. Wie in den Analysen gezeigt wurde, kann dies zu einer Modulation der räumlichen Wahrnehmung führen. Verschiebungen lassen kurze Pausen entstehen, in denen Raumeffekte einer Klangschicht deutlicher wahrgenommen werden. Umgekehrt werden durch eine rhythmische Verdichtung Raumeffekte überdeckt, was im Wechselspiel mit Pausen zu Variationen der räumlichen Wahrnehmung führt. Die Veränderung der zeitlichen Strukturierung von Rhythmus kann somit Raum komprimieren oder vergrößern. Zudem erzeugt der zeitliche Verlauf einer periodisch wiederholten Bewegung eine weitere Ebene des Rhythmus. Mit dem Verlauf eines Bewegungspatterns kann ebenfalls eine Oszillation in der Wahrnehmung angeregt werden. So wird zwischen den jeweiligen Klangschichten Spannung erzeugt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Bewegungen im rhythmischen Grundgerüst eines Stücks nur in bestimmten Schichten sinnvoll sind. Im Bassbereich sollte Stabilität geschaffen werden, um eine konstante Oszillation in der Wahrnehmung zu etablieren. Bei Schichten im höheren Frequenzbereich können Spatialisierungen eine immersive Wirkung verstärken. Über die rhythmische Verschiebung von Klangschichten kann zudem das Raumempfinden intensiviert werden. Bewegungsmuster in den perkussiven Klangschichten können außerdem eine neue Ebene von Rhythmus entstehen lassen, den Rhythmus der Spatialisierung. Raum wird damit zu einem musikalischen Parameter.

5.2. Ausblick

Die in dieser Arbeit definierte Wirkung von Raum in Avantgarde Techno kann als Grundlage für die Spatialisierung von Stücken auf Raumklang-Anlagen genutzt werden. Für eine weiterführende Systematisierung sollten Erfahrungen aus der praktischen Anwendung einbezogen werden, um die Wirkung von spatialisiertem Klang auf die Wahrnehmung über eine konkrete Umsetzung belegen zu können. Deshalb werde ich in meiner weiterführenden Forschung - auf Grundlage der Ergebnisse dieser Thesis - Avantgarde Techno Kompositionen im Raum umsetzen, um daraus ein umfangreiches System ableiten zu können. Die Wirkung von Klangmaterial muss hierfür auf

verschiedenen Raumklang-Anlagen beobachtet werden. Die Möglichkeiten für eine effektive Spatialisierung können auf diese Weise getestet, verglichen und analysiert werden.

In der Popularmusik sind Konzert-Touren ein wichtiger Bestandteil der Aufführungspraxis. Zur Zeit gibt es keine Standards in der technischen Umsetzung von Raumklang. Eine Übertragung zwischen verschiedenen Systemen und Räumen ist deshalb in einem engen Zeitrahmen nur schwer umsetzbar. Eine Lösungsmöglichkeit für diese Problematik ist die Verwendung von transportablen Systemen zur Klangprojektion, wie dem *IKO* oder der portablen Ausführung von *4DSOUND* Säulen. Die raumakustischen Bedingungen verändern sich dabei trotzdem stark mit dem Ort der Aufführung, was eine Anpassung der Komposition an den Raum und dadurch eine längere Vorbereitungszeit zur Folge hat. Ein umfangreiches System zum Verständnis von komplexen Wirkungsweisen kann diese Arbeit für Künstler erleichtern und so eine erweiterte Nutzung von Raum im Avantgarde Techno fördern.

Die Spatialisierung von Klang schafft neue Möglichkeiten des musikalischen Ausdrucks und birgt damit großes Potential für eine radikal fortschrittliche Entwicklung dieses Avantgarde Genres. Über das Zusammenspiel von Rhythmus und Klang im Raum entstehen Interaktionen, die sowohl Spannungen als auch Verknüpfungen zwischen Klangschichten verstärken. Die räumliche Wahrnehmung kann über diese musikalische Perspektive aus der rational-materiellen Welt in eine imaginäre überführt werden. Dabei steht dem Künstler eine höhere Assoziationsfreiheit als in der objektorientierten Wahrnehmung von visuellem Raum zur Verfügung. Der Hörer kann Erinnerungen, Bilder oder Gefühle zusätzlich mit der räumlichen Wirkung von Klang in Verbindung bringen. Die Verarbeitung dieser Eindrücke führt zu individuellen und variablen Erfahrungen im Bewusstsein des Publikums. Avantgarde Techno ist ein - wie schon im Namen definiert - auf technologischem Fortschritt begründetes und dadurch zukunfts-orientiertes Genre. Die Komposition von Raum ist eine neue Form der auditiven Kunst, welche die musikalische Entwicklung dieser Stilrichtung forcieren kann. Im Avantgarde Techno kann Spatialisierung als vielseitiges Werkzeug eingesetzt werden, um einen synthetisch-immersiven Klangraum innerhalb eines materiellen Raums zu erschaffen. Dadurch können neue Klangrealitäten entstehen, welche die Grenzbereiche der Wahrnehmungsmöglichkeiten verfeinern.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Attribute der räumlichen Wahrnehmung von Klang (Kendall 2010, S.230). 9

Abbildung 2: Verteilungsmodelle von Textons in räumlichen Texturen (Nyström 2011, S.20). 11

Abbildung 3: Skulpturale Körper-Raumbeziehungen in der Übersicht (Sharma 2016, S.56).....13

Abbildung 4: Drei Ansichten der gleichen skulpturalen Form mit unterschiedlichen Konturen (Sharma 2016, S.129). 14

Abbildung 5: GRM Akusmonium in der Maison de Radio-France mit Notizen (Bayle 2007, S.244). 15

Abbildung 6: Konzept für den Klangdom am ZKM Karlsruhe (Brümmer, 2011). 16

Abbildung 7: IKO Lautsprecher mit Reflektoren im Hintergrund (Eigenaufnahme Graz, 2018). 18

Abbildung 8: Gesamtverlauf von Roller mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch). 22

Abbildung 9: Build up in Stereo-Ansicht, 1’14’’-1’32’’, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), EAnaylsis (linear). 25

Abbildung 10: Becken Details in Stereo-Ansicht, 1’55’’-2’05’’, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), EAnaylsis (linear). 25

Abbildung 11: Break in Stereo Ansicht, 4’05’’-4’40’ linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), EAnaylsis (linear). 26

Abbildung 12: Verlauf der Klangschichten I, 0’00’’ bis 1’25’’, EAnaylsis (logarithmisch). 27

Abbildung 13: Verlauf der Klangschichten II, 1’25’’ bis 2’45’’, EAnaylsis (logarithmisch). 28

Abbildung 14: Verlauf der Klangschichten III, 2’45’’ bis 4’10’’, EAnaylsis (logarithmisch).....28

Abbildung 15: Verlauf der Klangschichten IV, 4’00’’ bis 5’30’’, EAnaylsis (logarithmisch). 29

Abbildung 16: Verlauf der Klangschichten V, 5’10’’ bis 6’25’’, EAnaylsis (logarithmisch). 29

Abbildung 17: Metall Perc Stereo Ansicht, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 0’38’’-0’52’’, EAnaylsis (linear). 32

Abbildung 18: Metall Perc Stereo Ansicht Teil 4, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 3’41’’-3’51’’, EAnaylsis (linear). 33

Abbildung 19: Vertikale Bewegung der Grains Mid Schicht, 2’10’’-3’20’’, EAnaylsis (logarithmisch)....34

Abbildung 20: Vertikale Bewegung der Grains Mid Schicht, 4’10’’-4’50’’, EAnaylsis (logarithmisch)....34

Abbildung 21: Gesamtverlauf von UFOFUOFU mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch). 36

Abbildung 22: Rhythmische Struktur von UFOFUOFU im Detail, EAnaylsis (logarithmisch).....37

Abbildung 23: Schematische Darstellung der Rhythmik, Ableton Live Sequenzer (Sechzehntel-Noten Raster). 38

Abbildung 24: Stereo Sonagramm von UFOFUOFU, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 0’52’’-1’06’’, EAnaylsis (linear).....40

Abbildung 25: Gesamtverlauf von Between the Lines mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch)....42

Abbildung 26: Details von Between the Lines mit Klangschichten, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 2’50’’ bis 4’10’’, EAnaylsis (linear).....43

Abbildung 27: Details vom Filterverlauf in Between the Lines, 5’33’’ bis 6’05’’, EAnaylsis (logarithmisch).....44

Abbildung 28: Details Stereoansicht von Between the Lines, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 0’02’’ bis 0’15’’, EAnaylsis (linear).....46

Abbildung 29: Details von Between the Lines mit Klangschichten, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 3’20’’ bis 3’50’’, EAnaylsis (linear).....46

Abbildung 30: Details von Between the Lines mit Klangschichten, linker Kanal (lila), rechter Kanal (grün), 1’02’’ bis 1’20’’, EAnaylsis (linear).....47

Abbildung 31: Gesamtverlauf von Lisiaxte mit Klangschichten, EAnaylsis (logarithmisch).....49

Abbildung 32: Rhythmische Struktur von Lisiaxte im Stereobild, 0’14”-0’27”, EAnaylsis (linear).....50

Abbildung 33: Rhythmische Struktur von Lisiaxte im Stereobild, 0’45”-1’00”, EAnaylsis (linear).....50

Abbildung 34: Bewegungsmuster der Klangschichten von Lisiaxte im Stereobild (eigene Darstellung)...51

Abbildung 35: Variation der Bewegungsmuster im Break Teil, 2’05”-2’20”, EAnaylsis (linear). 52

Bibliographie

Anderson, Elizabeth L. (2015): „Space as Carrier of Materials, Meaning and Metaphor in Karlheinz Stockhausen's Music-Theatre Composition Sirius." In: Brech, M. und Paland, R. (Hg.): *Kompositionen für Hörbaren Raum: die frühe elektroakustische Musik und ihre Kontexte.* Bielefeld, Transcript.

Barrett, Natasha (2002): „Spatio-musical composition strategies." In: *Organised Sound 7:3, 313-323.* Cambridge University Press.

Bates, Enda (2009): *„The Composition and Performance of Spatial Music."* Dissertation Trinity College Dublin. http://www.tara.tcd.ie/bitstream/handle/2262/77011/Bates,%20Enda%20The%20Composition.pdf?sequence=1 (Zugriff: 01.07.2018).

Bayle, François (2007): „Space, and more." In: *Organised Sound 12:3,* 241-249. Cambridge University Press.

Brech, Martha (1994): *Analyse elektroakustischer Musik mit Hilfe von Sonagrammen* (Europäische Hochschulschriften 36, Musikwissenschaft 118). Frankfurt am Main, Lang.

Brech, Martha (2019): *Forschungen zu Technik und Technologie als musikalische Elemente.* Vorabdruck, Erscheint in Kürze bei Schott, Mainz.

Brech et al. (2019): „Techno: Interaktion von Simplizität und Komplexität." In: Van Dyck-Hemming, A. und Hemming, J. (Hrsg.): *Beiträge zur Jahrestagung der Gesellschaft für Musikforschung in Kassel 2017,* 187-198. Wiesbaden, Springer.

Bregman, Albert S. (2005): „Auditory Scene Analysis and the Role of Phenomenology in Experimental Psychology." In: *Canadian Psychology 46:1, 32-40.* http://dx.doi.org/10.1037/h0085822 (Zugriff: 01.07.2018).

Brümmer, Ludger (2011): „Extending the Piano." In: *eContact!, 13:2.* Canadian Electroacoustic Community. https://econtact.ca/13_2/bruemmer_extending.html (Zugriff am 01.02.2019).

Butler, Marc (2006): *Unlocking the Groove: Rhythm, Meter, and Musical Design in Electronic Dance Music.* Bloomington, Indiana University Press.

Couprie, Pierre (2016): „EAnalysis: developing a sound-based musical analytical tool." In: Emmerson, S. und Landy, L. (Ed.): *Expanding the Horizon of Electroacoustic Music Analysis.* Cambridge University Press.

Emmerson, Simon (1999): „Aural landscape: musical space." In: *Organised Sound 3:2, 135–140.* Cambridge University Press.

Emmerson, Simon (2015): „Local/Field and Beyond.” In: Brech, M. und Paland, R. (Hg.): *Kompositionen für Hörbaren Raum: die frühe elektroakustische Musik und ihre Kontexte.* Bielefeld, Transcript.

Emmerson, S. und Landy, L. (2016): *Expanding the Horizon of Electroacoustic Music Analysis*. Cambridge University Press.

Frank et al. (2015): „Producing 3D Audio in Ambisonics.” In: *Audio Engineering Society Conference: 57th International Conference: The Future of Audio Entertainment Technology – Cinema, Television and the Internet.* http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=17605 (Zugriff: 01.07.2018).

Kendall, Gary S. (2010): „Spatial Perception and Cognition in Multichannel Audio for Electroacoustic Music.” In: *Organised Sound, 15:3. 228*-238. Cambridge University Press.

Langner, Jörg (2002): *Musikalischer Rhythmus und Oszillation: eine theoretische und empirische Erkundung* (Schriften zur Musikpsychologie und Musikästhetik 13). Frankfurt am Main, Lang.

Lothwesen, K. (1999): „Methodische Aspekte der musikalischen Analyse von Techno.” In: Rösing, H. (Hg.): *Beiträge zur Popularmusikforschung 24: Erkenntniszuwachs durch Analyse, 70-89*. Karben, Coda.

Moldrzyk et al. (2007): „Wellenfeldsynthese für einen großen Hörsaal.” Vortrag bei *Fortschritte der Akustik, DAGA 2007: 33. Jahrestagung für Akustik, Stuttgart.* https://www.ak.tu-berlin.de/fileadmin/a0135/Publikationen/2007/Moldrzyk_et_al_2007_Wellenfeldsynthese_f_r_einen_ gro_en_H_rsaal.PDF (Zugriff: 01.02.2019).

Nyström, Erik (2011): „Textons and the Propagation of Space in Acousmatic Music.” In: *Organised Sound, 16:1. 14*-26. Cambridge University Press.

Nyström, Erik (2013): *Topology of spatial texture in the acousmatic medium.* Dissertation City University London. http://openaccess.city.ac.uk/2715/ (Zugriff: 01.07.2018)

Nyström, Erik (2015): „Low-Level Topology of Spatial Texture.” Vortrag bei *ICMC 2015, Texas.* https://www.academia.edu/35805360/Low-Level_Topology_of_Spatial_Texture (Zugriff: 01.07.2018).

Rabenstein, R. und Spors S. (2008): „Sound Field Reproduction.” In: Benesty, J. et al. (Ed.): *Springer Handbook of Speech Processing.* Berlin, Springer.

Ramsey, Ben (2016): „Analysis of Foil by Autechre (from Amber (1994).” In: Emmerson, S. und Landy, L. (Ed.): *Expanding the Horizon of Electroacoustic Music Analysis*. Cambridge University Press.

Rumsey, Francis (2011): „Hear, hear! Psychoacoustics and subjective evaluation.” In: *Journal Of The Audio Engineer Society, 59:10. 758-763.*

Sharma, Gerriet K. (2016): *Komponieren mit skulpturalen Klangphänomenen in der Computermusik.* Dissertation Universität für Musik und Darstellende Kunst Graz. https://phaidra.kug.ac.at/detail_object/o:66171 (Zugriff: 01.07.2018).

Sharma, G. und Schultz, F. (2017): „Are Loudspeaker Arrays Musical Instruments?" Vortrag bei *4th International Conference on Spatial Audio (ICSA), Graz*. https://www.researchgate.net/publication/319628484_Are_Loudspeaker_Arrays_Musical_Instruments (Zugriff: 01.07.2018).

Smalley, Denis (1997): „Spectromorphology: explaining sound-shapes." In: *Organised Sound, 2:2. 107–126*. Cambridge University Press.

Smalley, Denis (2007): „Space-form and the acousmatic image." In: *Organised Sound, 12:1. 35-58*. Cambridge University Press.

Truax, Barry (1999): „Composition and diffusion: space in sound in space." In: *Organised Sound, 3:2. 141-146.* Cambridge University Press.

Zotter et al. (2017): „A Beamformer to Play with Wall Reflections: The Icosahedral Loudspeaker." In: *Computer Music Journal, 41:3. 50-68.* Cambridge, MIT Press.

Zvonar, Richard (2005): „A History of Spatial Music." In: *eContact!, 7:4.* Canadian Electroacoustic Community. https://econtact.ca/7_4/zvonar_spatialmusic.html (Zugriff: 01.07.2018).

Anhang

Der dieser Thesis beigelegte USB-Stick enthält die digitale Fassung der Arbeit, die analysierten Stücke, sowie die Analyse-Dateien (zum Öffnen mit der Software EAnalysis).

Ordnerstruktur:

01_Text: Digitale Version dieser Master Thesis im PDF-Format.

02_Bibliographie: Bibliographie im BibTeX-Format mit angehängten Textdateien. Zusätzlich noch ein Ordner mit kommentiertem Quellenverzeichnis und den Volltexten.

03_Audio: Audiodateien der analysierten Stücke (Dateiformat: 44.1 KHz, 16 oder 24 Bit, WAV/AIFF).

04_Analysen: Installationsdatei der Software EAnalysis (nur für macOS Computer verfügbar) und Analyse-Dateien der Stücke.