
Analyse des räumlichen Denkens in *Gymel II* von Horacio Vaggione

Masterarbeit Studiengang Elektroakustische
Komposition, Zürcher Hochschule der Künste, Mentor:
Germán Toro-Perez

Manolo Müller

14. 8. 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Vaggione als Theoretiker	4
2.1	Zeitskalen	4
2.2	Morphologie	6
2.3	Nonlinearitäten	6
2.4	Repräsentationen	7
2.5	Objekte	7
2.6	Netzwerke von Objekten	8
2.7	Beispiel	9
2.8	Handwerk	10
2.9	Form	11
3	Dekorrelation	11
3.1	Interaurale Merkmale	12
3.1.1	Zeitskalen interauraler Laufzeitunterschiede	13
3.2	Definition der Korrelation	14
3.2.1	Beispiel	14
3.3	Korrelationsmodell des Gehörs	15
3.4	Dekorrelation in der musikalischen Signalverarbeitung	16
4	Dekorrelation in Vaggiones Theorie	17
4.1	Einführung	17
4.2	Strategien der Dekorrelation	17
4.3	Ambiguität und Interaktion	18
4.4	Dekorrelation und Zeitskalen	19
4.5	Beispiele	21
4.6	Kritik	22
5	Übersicht zum Stück	23
5.1	Allgemeines	23
5.2	Titel	24
5.3	Aufbau der Pro Tools-Session	24
6	Analyse des Lautsprecherdispositivs	25
6.1	Aufstellung der Lautsprecher	26

6.2	Routing der Kanäle	27
6.2.1	Kontinuierliche Lautsprechersysteme	27
6.2.2	Diskrete Lautsprechersysteme	28
6.2.3	Lautsprechergeometrie und Stereopaare	29
6.2.4	Nonlinearitäten von Lautsprecherdispositiven	29
6.2.5	Dispositiv und Dekorrelation	30
7	Musikalische Analyse	31
7.1	Material	31
7.2	Form	32
7.3	Das Modell	33
7.4	Anwendungen des syntaktischen Modells	34
7.4.1	Beispiel 1	34
7.4.2	Beispiel 2	35
7.5	Wiederholung in unterschiedlichen Zeitskalen	36
7.6	Musikalische Konsequenzen der Arbeit in Stereopaaren	38
7.6.1	Beispiel 1	38
7.6.2	Beispiel 2	40
7.7	Musikalische Konsequenzen des räumlichen Rasters	42
7.8	Die Eröffnung als “Gegenvorschlag”	44
8	Schlussfolgerungen der Analyse	46
9	Anhang: Analyse der Quellenlage	47
9.1	Überblick des Materials	48
9.2	Digitale Spuren	48
9.3	Vergleich der Sessions	48
9.3.1	Unterordner	50
9.4	Vergleich der Versionen	50
9.4.1	Anzahl Kanäle	51
9.4.2	Datierung	51
9.4.3	Vergleich von Ohr	51
9.4.4	Nulltests	52
9.4.5	Stereoversion	53
9.5	Dokumentationslage des Stücks	54
	Bibliographie	55

1 Einleitung

Horacio Vaggione, geboren 21.1.1943 in Córdoba, Argentinien, ist ein Komponist elektroakustischer Musik. Bekannt für seine *Fixed-Media*-Stücke, die sich dem historisch-ästhetischen Kontext der akusmatischen Musik zuordnen lassen, beschäftigt er sich unter anderem mit der Artikulation der Mikrozeit, sowie mit dem Zusammenhang zwischen Klangmorphologie und Räumlichkeit. Sein musikalisches und theoretisches Denken ist in einer Vielzahl von Stücken und Texten belegt. Aus diesem Fundus habe ich *Gymel II* ausgewählt, ein Stück für acht Lautsprecher, welches 2015 im Rahmen eines Arbeitsaufenthalts im Kompositionsstudio des ICST realisiert wurde.

Die Motivation zur Wahl dieses Stücks als Thema einer längeren analytischen Arbeit kam primär aus meiner persönlichen kompositorischen Auseinandersetzung mit dem Thema der Räumlichkeit und der Arbeit in Mehrkanaldispositiven. Eine Alternative zu Surroundformaten und dem historisch damit verbundenen Denken in Trajektorien präsentierte sich mir in der Musik und Theorie von Horacio Vaggione, dessen Stereostücke mir bereits gut vertraut waren. Auch mit seinen ausführlichen Beiträgen zur Musiktheorie im elektroakustischen Medium und gelegentlichen Kommentaren über sein spezifisches Handwerk setzte ich mich während dem Studium auseinander. Für mich war neben dem klanglichen Ideenreichtum und der Liebe zum Detail vor allem die originelle und charakteristische Behandlung der räumlichen Dimension seiner Stücke beeindruckend. Das Hauptgestaltungsmittel dafür ist die *mikrozeitliche Dekorrelation*, mit der Vaggione Verbindungen zwischen Klangmorphologien und Räumlichkeit schafft. Das Stereomedium ist hierbei die Grundlage dafür, dass die gewünschten räumlichen Hörsituationen in unterschiedlichen Sälen übertragen werden können. Welche Möglichkeiten ergeben sich nun, wenn das Dispositiv auf acht oder mehr Kanäle erweitert wird? Für Vaggione sind unterschiedliche Lautsprecherformate *aktiv*, sie wirken am Kompositionsprozess mit, da sie jeweils andere Strategien erfordern. Daher ist es für die Analyse auch sinnvoll, nach Eingriffen und Spuren von Prozessen zu suchen, die in einem spezifischen Format möglich oder günstig sind.

Das Thema der Dekorrelation und der Mikrozeit öffnet ein grosses Feld, welches sich zwischen Musik, Psychoakustik, Signalverarbeitung und Theorie aufspannt. Es war mir hier wichtig, mein Wissen zu vertiefen, zu konsolidieren und zu belegen. Eine vertiefte schriftliche Auseinandersetzung im Kontext der Analyse mit jedem Einzelnen dieser Felder überschreitet jedoch den Umfang dieser Arbeit. Trotzdem habe ich versucht, meinem Interesse gerecht zu werden, und so viele Aspekte wie möglich einzubeziehen, auch um mir selbst einen Wegführer durch dieses komplexe Territorium zu schaffen.

Zuletzt muss noch erwähnt werden, dass ich das Stück auch darum gewählt habe, weil die 2015 vollendete Mehrkanalversion am ICST vorhanden war. Alle *Fixed-Media*-Stücke, die Vaggione in den letzten zehn Jahre komponiert hat, wurden eigentlich als Mehrkanalversion erarbeitet. Die allgemein zugänglichen, veröffentlichten Versionen sind daher Stereoreduktionen, in denen zwingendermassen Information verloren gehen. Darum wollte ich die Gelegenheit nutzen und die originalen Achtkanalversionen analysieren. Zusätzlich zu denen habe ich die Pro Tools-Sessions erhalten, mit Hilfe derer ich

Einblicke in die Machart des Stücks sammeln konnte. Durch die Ansammlung dieser unterschiedlichen digitalen Artefakte eines Kompositionsprozesses entstand eine unerwartet komplexe Quellenlage, deren Erforschung und Analyse sich nicht nur auf musikalischer Ebene für mich lohnte. Darum gibt es in dieser Arbeit auch eine Erläuterung unterschiedlicher digitaler Artefakte und der Dokumentationslage zum Stück, welche der theoretischen und musikalischen Analyse folgt. Dabei habe ich immer versucht, die Erkenntnisse mit musikalischen und technischen Einsichten zu verknüpfen.

Während dem Prozess dieser Arbeit gab es eine interessante Entwicklung zum Status des Stücks. Ich hatte Horacio Vaggione kontaktiert, um einige Fragen zum Lautsprecherdispositiv, seinem Klangmaterial, sowie der Verwendung von Dekorrelation zu klären. In seiner Antwort bat er mich, ihm die ursprünglichen Sessions und Mehrkanalversionen zu schicken, aus denen er zu meiner Überraschung eine finale Version des Stücks komponierte. Dazu erklärte er mir, dass die Mehrkanalversion, die 2015 im ICST-Studio erstellt wurde, aus gesundheitlichen Gründen nur als Vorstudie realisiert werden konnte. Mit dem Material, welches ich ihm geschickt habe, war es ihm möglich, das Stück so zu vollenden, wie er es sich in seinem Arbeitsaufenthalt vorgestellt hatte (Vaggione 2023). Da ich diese finale Version des Stücks erst relativ kurz vor Abschluss dieser Arbeit erhielt, konnte ich sie in der Analyse leider nur sehr vereinzelt in Betracht ziehen. Das liegt auch daran, dass die neue Version nur in Stereo vorliegt, während diese Arbeit versucht, räumliches Denken in einem Mehrkanalkontext zu zeigen. Ich bin aber sehr froh, dass ich bei diesem Entstehungsprozess auf eine Weise mitwirken konnte, und dass das Stück eine finale Artikulation und Form gefunden hat.

2 Vaggione als Theoretiker

Horacio Vaggiones Musik, Handwerk und räumliches Denken zeichnet sich durch einen hohen Grad theoretischer Reflektion aus, die über dutzende Artikel und Bücher im Verlauf von 40 Jahren ihre Form gefunden hat. Die Theorie hat dabei stets den Anspruch, den Begriff des Komponierbaren zu erweitern und unter der Linse der Computermusik gründlich zu betrachten. Sie hat allerdings nicht als Ziel, das klangliche Handwerk im Sinne einer Anleitung zu erläutern, weshalb die Lektüre anregen kann, Verbindungen und Anwendungen zu finden, sei es in der Analyse oder in der eigenen Arbeit.

2.1 Zeitskalen

Vaggiones Denken der musikalischen Zeit in unterschiedlichen Skalen ist für seine Kompositionsweise und Theorie fundamental. Um die Wichtigkeit besser zu erklären können, müssen wir zuerst zeigen, was mit Zeitskalen gemeint sind. Curtis Roads unterteilt die Zeit in neun unterschiedliche Größenordnungen, welche vom Unendlichen und dem Infinitesimalen begrenzt sind (2001, pp. 3 - 4). Von diesen

sind für uns vor allem vier von besonderer Wichtigkeit, welche jeweils mit einem Bereich musikalischer oder klanglicher Aktivität einhergehen (siehe Tabelle 1).

Zeitbereich	Name	Musikalisches Konzept
100 – 1000s	Makrozeit	Sätze, ganze Stücke
5 – 100s	Mesozeit	Figuren, Phrasen
100 – 5000ms	Einzelnes Ereigniss	Noten, Klangobjekte
200 μ s – 100ms	Mikrozeit	Einzelne Schwingungen, Mikroartikulationen

Tabelle 1: Unterschiedliche Zeitskalen und ihre Korrespondenzen in der Musik

Die ersten drei Skalen sind schon lange als gestaltbare Kategorien in der Musik bekannt, wobei die Note (oder das Klangobjekt, auf welches in Abschnitt 2.5 genauer eingegangen wird) aufgrund der Identitäten instrumentaler und vokaler Klänge bisher das Limit der Artikulierbarkeit war. Das bedeutet, dass man *mit Noten* komponieren konnte, indem man sie aneinanderreicht, wobei sie sich untereinander in ihren Tonhöhen, Dauern und Intensitäten unterscheiden können. Das *Komponieren von Klängen selbst* war allerdings laut Vaggione nicht möglich, bis in den 60er-Jahren digitale Mittel entwickelt wurden, welche das Feld der elektroakustischen Komposition in die *Mikrozeit* erweiterten, in den Bereich “unterhalb” der Note (1996, p. 35). Dieser liegt zwischen der Grenze zur klaren Bestimmbarkeit einzelner Klangereignisse (50 – 100ms) und der Dauer eines Samples (Vaggione 2009, p. 1). Die Schwellenwerte sind dabei material- und kontextabhängig. Ein Klick, der in der Theorie infinitesimal kurz ist und faktisch die kleinste Einheit digital repräsentierbarer Klanginformation darstellt, kann bereits als einzelnes Ereignis mit bestimmbar klanglichen Attributen erkannt werden. Wenn der gleiche Klick jedoch in einer Textur mit anderen erklingt, können wir ihn nicht mehr als einzelnes Ereignis festhalten, das Gehör nimmt den resultierenden Klang ab einer gewissen Klangdichte im Register der Makrozeit wahr.

Vaggione fasst in seinen Texten die Skalen oberhalb der Mikrozeit zu einer *Makrozeit* zusammen, in der sowohl Noten, als auch die Strukturen, die sie bilden zu finden sind (Vaggione 1998, p. 2). Die neu gefundene Zugänglichkeit hatte weitreichende Konsequenzen für das kompositorische Handwerk, da der Raum des Komponierbaren enorm erweitert wurde, in Richtung einer Interaktion mit der Wahrnehmung selbst. Vaggione nennt Jean-Claude Rissets Modellierung von Blechklängen als Beispiel dafür, da die relevanten Qualitäten dieser Klänge alle auf der Mikrozeit manipuliert, synthetisiert oder komponiert werden müssen (Vaggione 2003, p. 92). Das hörende Erkennen der Identität des Instrumentalklangs entsteht jedoch erst in der höhergelegenen Zeitskala des Klangobjekts. Es findet somit eine gegenseitige Beeinflussung statt, unter der es möglich ist, zeitskalenübergreifend zu komponieren.

2.2 Morphologie

Der weiteren Erläuterung diverser Konsequenzen des Denkens in unterschiedlichen Zeitskalen ist hier eine Erklärung des Begriffs der *Morphologie* vorgelegt, ein Ausdruck der in Vaggiones Texten omnipräsent ist. Angetrieben von der Entwicklung des Klangobjekts der *musique concrète*, wird der Morphologiebegriff zur Typologisierung und zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen Form und Bedeutung eines Klangs angewandt (Smalley 1997; Bayle in Desantos, Roads, und Bayle 1997, p. 16). Vaggiones Vorstellung hingegen ist aber auf einer noch grundlegenden Stufe: Morphologie ist das, was am Klangobjekt artikuliert und komponiert werden kann, eine "Verbindung zwischen Material und Form", welche auf "Veränderungen über Zeit verweist" (Görgün 2020, p. 169). Sie ist für Komponierende in der Doppelfunktion als gleichzeitige Handwerker:innen und Zuhörende etwas, was sich sowohl in der Mikro- als auch in der Makrozeit abspielt. Vaggione nennt beispielsweise "spektrale Energie, Amplituden- und Dichtehüllkurven [und] Phasenbeziehungen [als] zeitvariierende morphologische Faktoren" (Budón 2000, p. 18). Diese mikrozeitlichen Faktoren haben ein "morphophorisches", formbringendes Potential, da ihre Konsequenzen auf anderen Zeitskalen nachvollzogen werden können, wo sie massgebend die Gestalt eines Klangs formen (Vaggione 2002, p. 1).

2.3 Nonlinearitäten

Die Pioniere der digitalen Synthese waren natürlich nicht die ersten, die die Möglichkeit der Gestaltung in der Mikrozeit erfassten. Werner Meyer-Epplers und Karlheinz Stockhausens Vorstellung der elektronischen Musik ist ebenfalls vom Schritt in die Gestaltung des Kleinsten geprägt. Stockhausen formuliert dies sogar zu einer kompositorischen Theorie der Zeit und postuliert eine einheitliche Struktur zwischen den Zeitskalen. Diese wurde unter dem serialistischen Gedanken konzipiert, diverse und disparate Parameter musikalischer Artikulation aus *einem* verursachenden Prinzip zu schöpfen, der Reihe. Die technischen Mittel, die diese Einheit erlauben, stammen aus der Arbeit im Analogstudio. Der Wechsel von einer Zeitskala in eine andere wird einfach mit einer linearen Transformation der Zeit realisiert. Beispielsweise beschreibt Stockhausen, wie das sukzessive Erhöhen der Abspielgeschwindigkeit einer Tonbandschleife, die einzelne Impulse festhält, zu einer Tonhöhe mit einem gewissen Spektrum führt. Umgekehrt können periodische Schwingungen zu Rhythmen und Rhythmen in den Bereich musikalischen Formen runtertransponiert werden. Somit wird eine Einheit der Zeit als kompositorischer Faktor erreicht:

[O]ne must proceed from a basic concept of a single, unified musical time; and the different perceptual categories, such as color, harmony and melody, meter and rhythm, dynamics, and "form", must be regarded as corresponding to the different components of this unified time. (Stockhausen und Barkin 1962, p. 42)

Vaggione hingegen lehnt diese Einheit ab. Natürlich sind Zeitskalen miteinander verbunden: wenn die

Operation der Beschleunigung auf einen Rhythmus angewandt wird, so dass ein Timbre resultiert, gibt es ja offensichtlich einen Zusammenhang zwischen dem Eingangsmaterial und dem Klangresultat, in Abhängigkeit des Parameters der Zeit. Vaggione betont aber, dass Verbindungen zwischen Zeitskalen zur Realisierung eines spezifischen musikalischen Anliegens gemacht werden sollen. Somit ist es die Aufgabe der Komponierenden, Artikulationsformen zu finden, Syntaxen, die es ihnen ermöglichen Informationen zwischen den Zeitskalen interagieren zu lassen und sie zu verknüpfen, "ohne zu versuchen, sie zu vereinheitlichen" (Vaggione 1996, p. 33). Dies ist laut Vaggione notwendig, da die gleiche Operation je nach Zeitskala total andere Resultate hervorbringen kann. Bei den Skalen handelt es sich um unterschiedliche Kategorien, in jeder Zeitskala öffnen sich demnach spezifische Interaktionsmöglichkeiten und operative Potentiale. Die Zeitskalen sind somit nicht kontinuierlich verbunden, ihr Zusammenspiel ist vielmehr von Brüchen, Sprüngen und Diskontinuitäten geprägt, die Vaggione *Nonlinearitäten* nennt.

2.4 Repräsentationen

Die Nonlinearität hat als Konsequenz, dass der Ansatz der musikalischen oder klanglichen Repräsentation erweitert werden muss. Es braucht unterschiedliche symbolische Zugänge um die einzelnen Skalen angemessen beschreiben und artikulieren zu können: "[S]ome types of representation that are valid on one level cannot always retain their pertinence when transposed to another level" (Vaggione 2001b, p. 60). Im Fall von Stockhausens Tonbandschleife gibt es für den Rhythmus eine angemessene Repräsentation, sie kann als Dauer in Sekunden oder Länge des Tonbands ausgedrückt. Die aus der Beschleunigung des Rhythmus entstehende Tonhöhe und Klangfarbe erfordert jedoch ihre eigene, domänenspezifische Notation, über eine *FFT*-Analyse oder über eine additive Beschreibung von Teiltönen. Komponieren kann dann als die Anwendung symbolischer Manipulationen auf unterschiedliche Repräsentationsarten gesehen werden, unter Beachtung ihrer nonlinearen Verknüpfungen.

2.5 Objekte

A digital sound object is always a composed one; it is composed music at the microtime level, of samples. (Vaggione 1991, p. 211)

Die gerade beschriebene Situation führt dazu, dass wir ein Konzept brauchen, welches die Arbeit in unterschiedlichen Zeitskalen und Kategorien erlaubt. Vaggione beschreibt dafür einen Prozess, den er *Komponieren mit Objekten in Netzwerken* nennt. Er kam auf die Idee, dass die computerinterne Repräsentation eines Klangs, beispielsweise als *Pulse-Code-Modulation*, als dessen Partitur betrachtet werden kann, da das Klangresultat in Interaktion mit seinen konstitutiven Daten manipuliert werden kann. Dies führt Vaggione dazu, sowohl Klang als auch Repräsentation als ein Objekt zu betrachten,

welches Sample für Sample zusammengestellt, das heisst komponiert ist, und welches in unterschiedlichen Zeitskalen bearbeitet werden kann.

Es ist wichtig klarzustellen, dass das Wort "Objekt" hier nicht verwendet wird, um Perzepte, also Resultate des Wahrnehmungsprozess, zu beschreiben. Auch sind keine *objets sonores* nach Schaeffer gemeint, welche Roads als Erweiterung der musikalischen Note sieht (2001, p. 3) und Vaggione darum in der Makrozeit ansiedelt. Der Schaeffer'sche konkrete Klang präsentiert sich als Fundstück, dessen Beschaffenheit aus dem Aufnahmeprozess entsteht und welches somit eine undurchsichtige *black box* bleibt. Schaeffer selbst bestätigt diese Ansicht in poetischer Weise: "[T]he concrete experiment in music consists in constructing sound objects ... with pieces of time wrested from the cosmos" (2012, p. 66). Die innere "Komposition" des Klangobjekts der *musique concrète* ist im damaligen Analogstudio nicht zugänglich, somit kann es dem kompositorischen Interesse an der Verknüpfung unterschiedlicher Zeitskalen nicht dienen. Vielmehr muss das gesuchte Objekt digital sein, ein transparentes Aggregat von Klängen und Repräsentationen, welches im Unterschied zum analogen Vorgänger jederzeit geöffnet und wieder geschlossen, neukomponiert und -strukturiert werden kann.

Vaggione bedient sich dafür bei den Begriffen der *objektorientierten Programmierung* (Vaggione 1991). Dieses Konzept impliziert unter anderem den Gebrauch von Strukturen (*Klassen*), in denen sowohl Daten als auch die Operationen die auf diese angewandt werden vereint sind. Eine spezifische Instanz einer Klasse wird ein *Objekt* genannt (Kay 1993). Neben der bereits genannten Repräsentation des Klangs als PCM-Audio kann ein Objekt noch weitere beinhalten, beispielsweise Notation, Analysedaten oder Algorithmen, die den Klang hervorgebracht haben. Da es sich bei jeder dieser um unterschiedliche operative Kategorien handelt, die nonlinear verknüpft sind, muss das Objekt disparate Bearbeitungsmöglichkeiten vereinen. Und da für Vaggione jeder vorgegebene Klang bereits strukturelle Elemente besitzt, können auch zeitlich höhergelegene Strukturen und Formen in Objekte eingegliedert werden (Budón 2000, pp. 13-14). Objekte sind somit zeitskalenübergreifende Einheiten, Aggregate unterschiedlicher Kategorien, die aber zueinandergehören und ein komplexes Ganzes bilden.

2.6 Netzwerke von Objekten

Das Objekt verwendet Vaggione um den Kompositionsprozess in mehreren Zeitskalen zu erläutern, den er als Gestaltung eines Netzwerks sieht. Um "einzigartige Morphologien zu formen, die in einer Vielfalt von Zeitskalen verwurzelt sind" (Vaggione 2009, p. 1, Übersetzung d. Verf.), werden unterschiedliche kompositorische Anliegen in einer Hierarchie angegliedert. Dafür müssen Objekte die Fähigkeit haben, untereinander Befehle und Daten auszutauschen, um Informationen zu verarbeiten und ein gewünschtes Verhalten umzusetzen. Vaggione bezeichnet diesen Austausch als *Zirkulation* (Vaggione 2010, p. 50), in der objektorientierten Programmierung wird dies *message passing* genannt. Attribute einer Klasse können pro Instanz gesetzt werden, was sie befähigt, sich *polymorph* zu verhalten, das heisst, pro Instanz auf den gleichen Befehl unterschiedlich reagieren zu können (Vaggione 1991, p. 212).

Es können Schnittstellen definiert werden, die gegenüber anderen Objekten geöffnet sind. Wichtig ist, dass die Hierarchie anhand dieser Schnittstellen eigens für jedes Stück definiert und im Verlauf des Kompositionsprozess stets rekonfiguriert werden kann (Vaggione 2009, p. 9). Dadurch wird der Kompositionsprozess selbst nonlinear, das heisst er kann sich in jeglicher chronologischer Reihenfolge und in mehreren organisatorischen Grössenordnungen gleichzeitig abspielen. So erklärt Vaggione die Genese seiner akusmatischen Komposition *Schall* (1994) folgendermassen:

[T]his is the way I worked on Schall ... making a frame of 7 minutes and 30 seconds and filling it by 'replacing' silence with objects, progressively enriching the texture by adding here and there different instances (copies as well as transformations of diverse order) of the same basic material. (Vaggione in Roads 2005, p. 302)

Der klangmorphologische Aspekt ist im Netzwerkdenken ebenfalls ausgeprägt. Bei der Arbeit mit Klangaufnahmen und Transformationsprozessen können prägnante Eigenschaften eines Klangs identifiziert, verstärkt, isoliert und weitergegeben werden. Diese werden *saillances* genannt, hervorstechende Qualitäten eines Klangs (Budón 2000, p. 13). Durch die Anwendung einer solchen Qualität auf andere Klänge bilden sich Stammbäume, Vererbungen und Subklassen, eine Bewegung von einer einzelnen morphologischen *Singularität* zu lokalen Instanzen und Variationen. Entlang den Pfaden des Netzwerks kann auch wieder zurückgekehrt werden, und die interessantesten Produkte lokaler Entscheidungen wieder in das Globale aufsummiert werden (Vaggione 2009, p 4).

2.7 Beispiel Was soll hier erläutert werden?

Mit dem oben erläuterten Begriff des Polymorphismus kann der operative Aspekt anhand eines Beispiels aufgezeigt werden. Erwägen wir ein Objekt, in dem ein Klangsynthese-Script, eine dazugehörige symbolische Notation in diskreten Tonhöhen, sowie die daraus resultierende Audiodatei vorliegen. Um ein Netzwerk entstehen zu lassen, werden mehrere Versionen des Objekts instanziiert, beispielsweise eine Instanz pro Repräsentation. Der Polymorphismus erlaubt, dass man nun jeder Instanz einen globalen Befehl schicken kann, welcher spezifisch auf der lokalen Repräsentation und Zeitskala wirkt. Ein Beispiel eines solchen ist der *Modulo-Operator* $x \bmod y$, welcher den Rest der Division x/y zurückgibt. Auf die PCM-Repräsentation eines Klangs angewandt bewirkt der Modulo-Operator eine Beschränkung der Amplitude einzelner Samples, welche als Verzerrung hörbar ist (Abbildung 1). Auf der Ebene der symbolischen Notation hingegen bewirkt die Operation eine Beschränkung des Ambitus mit Folge einer Transposition von Tonhöhen über einem Schwellwert (Abbildung 2). Das Beispiel zeigt, dass die gleiche Operation radikal andere Klangresultate hervorbringen kann, da es zwischen den jeweiligen operativen Kategorien Nonlinearitäten und Eigenheiten gibt.

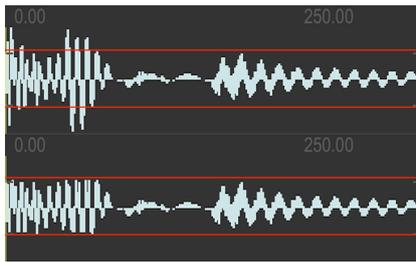


Abbildung 1: Audio-Ebene: $x \bmod 0.5$



Abbildung 2: Symbolische Ebene: $x \bmod 6st$

2.8 Handwerk

Die objektorientierte Kompositionsweise basiert handwerklich auf der Arbeit am Computer. Spezifisch bietet sich der graphische Audioeditor als Werkzeug an, um die oben beschriebenen Ziele zu erreichen, da dieser ermöglicht, jederzeit die Schwellen zwischen den Zeitskalen zu überkreuzen (beispielsweise über die Funktion des Zooming) und zwischen Repräsentationsarten hin- und herzuwechseln. Diese erlaubt es den Komponierenden “den Lift von der Mikro- in die Makrozeit” zu nehmen, um die Konsequenzen einer Operation in einer Skala auf dem Niveau einer anderen zu überprüfen (Vaggione 2001b, p. 60). Vaggione betont bei dieser Vorgehensweise die Wichtigkeit der Balance zwischen algorithmischer Generation und manuellen Eingriffen (*écriture*). Der Unterschied zwischen diesen zwei Ebenen kann anhand granularer Techniken erläutert werden. Dabei können wir zwischen *Granulation* und *Mikromontage* unterscheiden. Erstes beschreibt einen automatischen Prozess, bei dem durch eine handvoll oberflächlicher Parameter komplexe Daten für die Instanziierung einzelner Grains errechnet werden (Roads 2001, p. 26). Diese Form von Kontrolle bezeichnet Vaggione als *global*, da die Veränderung der Syntheseparameter vom Algorithmus abhängige Konsequenzen für jedes einzelne Grain hat. Mikromontage bezeichnet hingegen das manuelle Schneiden und Arrangieren von Klangsnipseln, um komplexere Morphologien zu gestalten, ein *lokaler* Prozess, da jede Artikulation an einer bestimmten Stelle und Kontext vorgenommen wird. Diese zwei Arbeitsweisen schliessen sich nicht aus, sondern ergänzen sich in einer Rückkopplungsschleife, der für die Komposition in Netzwerken charakteristisch ist: jedes Resultat eines algorithmischen Prozess kann auf der Ebene der Klangaufnahme im Editor von Hand wieder lokal bearbeitet werden, während jeder manuelle Eingriff in eine algorithmische Strategie integriert, also formalisiert werden kann, um globale Anwendung zu finden.

Als Beispiel eines typisch digitalen handwerklichen Prozess kann die Operation *Copy-Paste* gesehen werden. Sie ermöglicht es, Verhältnisse innerhalb Strukturen temporär zu fixieren, alles was im Auswahlbereich der Maus liegt, wird durch das Kopieren in ein Objekt enkapsuliert, welches multilokal wieder angebracht werden kann. Durch diese Festigung hat die Operation eine prozedurale Seite, welche durch den Aspekt der manuellen Operation ausgeglichen werden kann, sobald das Objekt wieder eingefügt wird. Copy-Paste ist ein Eingriff, der für alle digitalen Repräsentationen definiert ist, und somit auch auf allen Zeitskalen wirken kann. Konsequenterweise kann die Operation diese

auch vereinen und Klänge genau an der Schwelle zwischen ihnen artikulieren. So beschreibt Curtis Roads Vaggiones Arbeitsprozess mit Klangpartikeln folgendermassen: “By pasting a single particle multiple times in succession [onto a track], the particles fused into a sound object on a higher temporal order” (2005, p. 303). Weiterhin erlaubt sie Wiederholungen auf dem Niveau ganzer Noten, Figuren, sowie Formabschnitten. Die Rolle, die (exakte) Wiederholung in *Gymel II* spielt, wird im Abschnitt 7.5 erläutert.

2.9 Form

“[P]urely global causal formulas are problematic in musical composition, if their automation is not compensated by other levels of articulation” (Vaggione 1989)

Die Idee eines klaren Formplans, den sich der Komponist vor seiner Arbeit zurechtgelegt hat, findet sich in Vaggiones Theorie nicht. Für ihn ist dieser Zugang unzureichend, da darin der operative Aspekt der Interaktion und des Handwerks abhanden kommt (Solomos, Soulez, und Vaggione 2003, p. 230). Darum löst er sich von der Definition globaler Parameter ab, die Kompositionsarbeit verschiebt sich in Richtung “multilokaler” Strategien. Der Begriff der *Emergenz* ist hier angebracht: “[A]n interaction between all possible time scales is at the heart of the process by which a musical form comes into being” (Vaggione 1991, p. 211). Eine Analyse im Nachhinein ist zwingendermassen immer unvollständig, da sie den inhärent nonlinearen Kompositionsprozess nie ganz erklären kann. Somit ist es bei Horacio Vaggiones Musik schwierig, genaue Aussagen über Form zu treffen. An eindeutigen Artikulationen wie Pausen und abrupten Wechseln im Charakter oder der Textur mangelt es nicht, diese gehören zu den Kennzeichen seiner Musik. Allerdings ist es nicht ganz einfach, den Artikulationen klare Funktionen zuzuschreiben, da sie fast immer mehrdeutig sind (Mouritzen und Toro-Pérez 2017). Die Konzepte von Abschluss, Eröffnung, Unterbruch und Fortsetzung verflüssigen sich im zeitlich linearen Ablauf des Erlebnisses, da sie in der Makrozeit stattfinden, die grösstenteils nach dem Hören verarbeitet wird (Roads 2001, p. 11). Vaggione ist sich dessen bewusst, seine Intention ist es, die Zuhörenden “arbeiten zu lassen”, das heisst einen Hörmodus in Interaktion mit dem Stück zu entwickeln (Solomos, Soulez, und Vaggione 2003, p. 229). Seine Seite der Interaktion liegt darin, den Zuhörenden eine Vielzahl solcher Interaktionsschnittstellen klanglich mitzuteilen.

3 Dekorrelation

Wie wir gesehen haben, sind Vaggiones theoretische Gedanken in der Mikrozeit verankert. Die räumliche Wahrnehmung von Schallquellen ist im gleichen Masse von Faktoren in dieser Zeitskala geprägt, weswegen wir an dieser Stelle zu einer Erläuterung einiger relevanten Effekte übergehen.

3.1 Interaurale Merkmale

Neben weiteren Faktoren, wie interauralen Pegeldifferenzen ΔL , sind interaurale Zeitdifferenzen $\Delta \tau$ das wichtigste Merkmal zur räumlichen Wahrnehmung. Die Grundlage dafür ist in der menschlichen Physiologie zu finden: da die Ohren räumlich voneinander getrennt sind, werden Klänge, deren Quellen von der Symmetrieachse des Kopfs (Sagittalachse) ausgelenkt sind, nicht gleichzeitig bei beiden Ohren ankommen (siehe Abbildung 3). Dadurch entstehen interaurale Zeitdifferenzen. Ausserdem sind die Ohren nach vorne gerichtet, was bedeutet, dass das Frequenzspektrum eines eingehenden Signals verzerrt wird, wenn dieses von der Symmetrieachse des Kopfs abgelenkt ist. Die Verzerrungen sind abhängig vom Azimut, sowie der Frequenz (oder Bandbreite) des Signals und betreffen sowohl Amplituden- als auch Phasengang des Spektrums (Blauert und Braasch 2008, p. 90). Bei der Wahrnehmung von interauralen Laufzeitdifferenzen kann weiterhin zwischen *Phasenlaufzeitdifferenzen* $\Delta \tau_{ph}$ und *Gruppenlaufzeitdifferenzen* $\Delta \tau_{gr}$ unterschieden werden. Ersteres meint die "Feinstruktur" des Klangs selbst, so können interaurale Phasenunterschiede in der Wellenform eines Signals ermittelt werden. Zweites hingegen bezeichnet bei Klängen mit zeitlich variierender Form die interauralen Zeitunterschiede zwischen den *Hüllkurven* der Klänge. Somit spielt sich die Analyse der Gruppenlaufzeit auf einer höheren Zeitskala als die der Phasenlage einer einzelnen Schwingung ab.

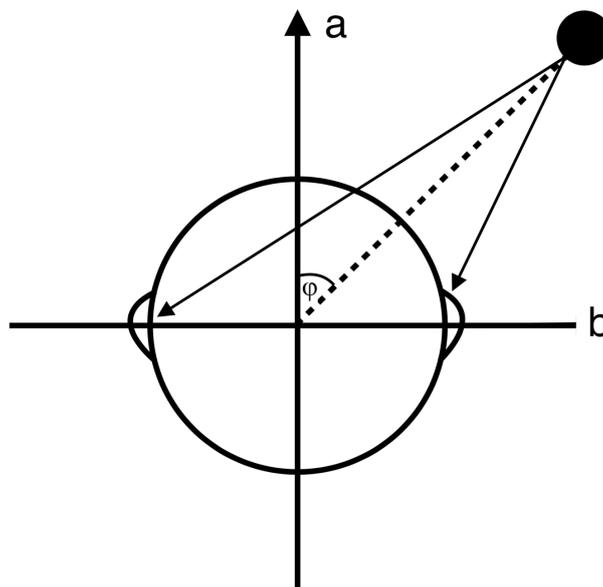


Abbildung 3: Lokalisierung einer Schallquelle mit Winkel ϕ zum Kopf. a: Sagittalachse b: Transversalachse

Die beschriebenen interauralen Unterschiede werden vom Gehör analysiert, um die Position der verursachenden Schallquelle zu ermitteln. Die Erhöhung des interauralen Laufzeitunterschieds korrespondiert im Bereich von 0 – 0.63ms annähernd linear mit einer Auslenkung aus der Sagittalachse, der

Effekt flacht zwischen $0.63 - 1\text{ms}$ ab. Diese Schwellwerte sind materialabhängig, was unter anderem durch die Distanz zwischen den Ohren bedingt ist. So kann aufgrund dieser etwa bei 21cm liegenden Grösse nur für Signale bis etwa 1600kHz die Phasenlage zwischen den Ohren eindeutig bestimmt werden, da darüber der interaurale Phasenwinkel grösser oder gleich 2π , also einer Periode ist (Blauert und Braasch 2008, p. 96). Bei der Wahrnehmung einer zur Sagittalachse ausgelenkten Schallquelle, die sich vor uns befindet, ist das menschliche Gehör sehr fein aufgelöst. Die kleinsten merklichen Laufzeitunterschiede liegen im Bereich weniger Mikrosekunden. Zwischen zwei räumlich verschobenen Klangquellen können in dieser Situation Unterschiede im Winkel von bis zu 1° wahrgenommen werden. Bei Klängen, die uns von hinten erreichen, ist die Auflösung bereits halb so präzise, die Ortung von Quellen die von der Seite eintreffen, ist fünf bis zehn mal weniger präzise (Blauert 1996, p. 38-41).

3.1.1 Zeitskalen interauraler Laufzeitunterschiede

Die räumliche Situation innerhalb der oben beschriebenen Schwellwerte für interaurale Laufzeitunterschiede wird *Summenlokalisierung* genannt. Damit ist gemeint, dass die Überlagerung (Summe) zweier verzögerten Schallquellen zur Wahrnehmung eines einzelnen Höreindrucks führt, wobei die Laufzeitdifferenzen die Auslenkung bestimmen („Spatial Hearing with Multiple Sound Sources and in Enclosed Spaces“ 1996, p. 204). Bei Unterschieden über 1ms verändert sich die Position des Hörereignis jedoch nicht mehr, sie wird nur noch vom Signal, welches zuerst im Gehör ankommt, bestimmt, später eintreffende Kopien des Signals werden nicht als eigene Klänge wahrgenommen (Weinzierl 2008b, p. 103). Dies nennt man den *Präzedenzeffekt*, auch *Gesetz der ersten Wellenfront* genannt. In Hörsituation mit sich überlagernden Schallquellen, beispielsweise Direktschall und Reflektionen, hilft dieser Effekt, die Richtung des Direktschalls und somit der Ursache des Klangs zu bestimmen. Dies passiert beispielsweise in Innerräumen mit reflektierenden Oberflächen, sowie bei der Mehrkanalbeschallung, wenn man nicht direkt in der idealen Hörposition (*Sweet Spot*) sitzt. Wenn innerhalb des zeitlichen Bereichs, in dem der Präzedenzeffekt wirkt, die Verzögerungszeit weiter erhöht wird, bleibt die Position der Quelle konstant, dafür verändert sich ihre wahrgenommene Breite, Lautstärke und Klangfarbe, bis sie sich in zwei klar unterscheidbare Hörereignisse aufteilt, deren Positionen durch die Stereobreite fixiert sind („Spatial Hearing with Multiple Sound Sources and in Enclosed Spaces“ 1996, p. 224). Wir hören zwei diskrete, räumlich unterscheidbare Wiederholungen. Der Laufzeitunterschied ab dem dies merklich wird, nennt man *Echoschwelle* (Litovsky u. a. 1999, p. 1634). Sie ist von höchstem Masse von der Morphologie des Signals geprägt. Für Sprache und Musik, also Signale mit schnell wechselnder Morphologie, werden Werte zwischen $50 - 80\text{ms}$ genannt. Bei lange ausgehaltenen Klängen, oder Klängen mit langer Einschwingzeit kann die Echoschwelle bei einigen Sekunden sein, auf der Skala ganzer Klangobjekte (Weinzierl 2008b, p. 103).

Eine Grundbedingung dafür, dass wir zeitlich verschobene Klangquellen als Einheit hören können, ist, dass diese eine gewisse Ähnlichkeit im Bezug auf ihre Morphologie aufweisen. Aber wie kann der

Hörapparat diese überhaupt ermitteln? Ein Modell, welches versucht, diese Frage zu beantworten, basiert auf der *interauralen Korrelation*. Um es zu verstehen, müssen wir zuerst definieren, was unter Korrelation gemeint ist.

3.2 Definition der Korrelation

Die Korrelation ist eine Methode um Signale zu vergleichen. Die Ähnlichkeit zweier Signale lässt sich mithilfe der *Kreuzkorrelationsfunktion* messen. Im Falle diskreter Signale werden die Produkte jedes einzelnen Wertes der endlichen diskreten Folgen $f[t]$ und $g[t]$ mit Länge N summiert, wobei eines der Signale um $\Delta\tau$ verschoben wird

$$\Omega_{fg}(\Delta\tau) = (f \star g)(\Delta\tau) = \frac{\sum_{t=-N}^{N-1} g[t] \cdot f[t - \Delta\tau]}{\sqrt{E_f E_g}} \quad (1)$$

und

$$E_u = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{n=N} u^2[n] \quad (2)$$

die Energie des Signals bezeichnet. Zu jeder Zeitverschiebung wird somit ermittelt, wie ähnlich sich die Signale sind. Der Index des absoluten Maximums der resultierenden Kurve gibt die Anzahl Samples $\Delta\tau$ an, um die g verschoben werden muss, um die höchstmögliche Ähnlichkeit mit f zu erreichen. Das Mass dieser Ähnlichkeit nennt man den *Korrelationsgrad*, der im Bereich $[-1, 1]$ normalisiert ist. Wenn $\Omega_{fg}(\Delta\tau) = 1$, korrelieren die Signale bei einer Zeitverschiebung von $\Delta\tau$, bei $\Omega_{fg}(\Delta\tau) = -1$ liegt eine vollständige Inversion der Polarität vor. Sobald $\Omega \neq 1$, sprechen wir von *dekorrelierten* Signalen.

3.2.1 Beispiel

Anhand eines simplen Beispiels soll die Kreuzkorrelation und deren Auswertung gezeigt werden. $f[t]$ und $g[t]$ sind zeitdiskrete Sinus- und Kosinusschwingungen mit Frequenz $f = 2$, welche im Intervall $[-\pi, \pi]$ mit einer Abtastrate $f_s = 1000\text{Hz}$ abgetastet wurden (Abbildung 4). Die Phasenverschiebung zwischen $\sin(x)$ und $\cos(x)$ beträgt $\frac{\pi}{4}$ (125 Samples). Durch die Kreuzkorrelation lässt sich zeigen, dass die Kosinusschwingung um genau diese Phase verzögert werden muss, um mit der Sinusschwingung zu korrelieren. Das Minimum der Kreuzkorrelationsfunktion bei $-\frac{\pi}{4}$ entspricht im Falle dieser sinusoider Wellen der Zeitverzögerung, bei der die Signale zueinander in genau umgekehrter Phasenlage stehen.

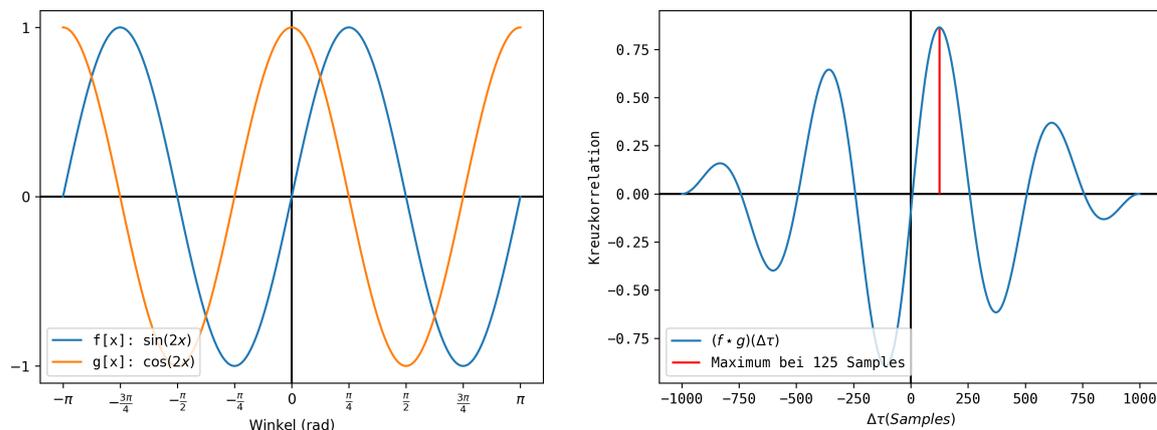


Abbildung 4: Korrelation von Sinus und Kosinus

Die Kreuzkorrelation ist ein robustes Mittel um auch “echte” Signale zu analysieren. Mit Hilfe der *Autokorrelation*, der Kreuzkorrelation eines Signals mit sich selbst, können periodische Strukturen gefunden werden, was bei der Tonhöhenenerkennung in rauschhaften Signalen hilft. Smith beschreibt Korrelation sogar als “optimale Technik um eine bekannte Wellenform in zufälligem Rauschen zu finden” (1999, p. 138). Sie ist darum gut geeignet, Signale mit mehreren Überlagerungen zeitlich verschobener Kopien zu analysieren, wie sie beispielsweise in reflektierenden Räumen oder in der Musik Vaggiones vorkommen. Auf weitere Anwendungen im Bereich der Computermusik und virtuellen Akustik gehe ich im Abschnitt Abschnitt 3.4 ein.

3.3 Korrelationsmodell des Gehörs

Mithilfe der oben definierten Kreuzkorrelation kehren wir zu Wahrnehmung komplexer räumlichen Situationen zurück. Als Eingang für die Kreuzkorrelation können wir die Ohrsignale nehmen und einen interauralen Korrelationsgrad ermitteln. Das Gleiche scheint auch im zentralen Nervensystem zu passieren (Weinzierl 2008b, p. 105). Im Unterschied zur Formulierung in Gleichung 1, die sich auf endliche Folgen bezieht, muss das Gehör allerdings die Analyse in kurzen Zeitfenstern machen. Bei der Auswertung der Kreuzkorrelation bestimmt das zentrale Nervensystem sowohl die Präsenz von Maxima, als auch ihre Größe und die Steilheit der Kurve um die Stelle. Bei steilen Spitzen lässt sich die Verzögerungszeit (und damit die Richtung) direkt aus der Abszisse des Maximums ablesen, bei flacheren Hügeln hingegen ist der Dekorrelationsgrad eher aussagekräftig über die wahrgenommene Breite einer Schallquelle (Weinzierl 2008a, p. 106). Wenn keine Maxima vorhanden sind, kann das Gehör von unzusammenhängenden Höreindrücken am linken und rechten Ohr ausgehen.

3.4 Dekorrelation in der musikalischen Signalverarbeitung

In der musikalischen Signalverarbeitung macht es Sinn, die in Abschnitt 3.2 aufgestellte Definition der Dekorrelation mit einem Bezug zur Wahrnehmung und digitaler Repräsentation zu versehen. So ergänzt Kendall, dass durch Dekorrelation Audiosignale so verändert werden, dass die resultierende Wellenform sich vom Original zwar unterscheidet, das klangliche Resultat jedoch keine oder wenig Verzerrung im Spektrum erleidet und folglich in Isolation wie das Original klingt (1995, p. 71). Das heisst, dass mit Dekorrelationstechniken *Allpass*-Filter konstruiert werden können, welche den Amplitudengang unverändert lassen und nur den Phasengang manipulieren. Eine Möglichkeit dafür ist die Faltung des Signals mit Impulsantworten, deren Amplitudengang den Verstärkungsfaktor 1 hat, während der Phasengang durch Zufallszahlen generiert wurde (Kendall 1995, p. 74). Dies verringert den Korrelationsgrad zwischen Ein- und Ausgangssignal und erhält den Eindruck der Klangfarbe grösstenteils. Mit dieser Technik lässt sich beispielsweise ein simpler Mono-zu-Stereo-Upmixer realisieren, da durch die dekorrelierte Phasenlage interaurale Phasenlaufzeitunterschiede entstehen (siehe Abbildung 5). In den letzten Jahren wurde der Gebrauch von *velvet noise* erforscht, einer spärlichen Zufallssequenz, welche sowohl rechnerisch als auch spektral günstige Eigenschaften zur Manipulation der Phasenlage hat (Järveläinen und Karjalainen 2007; Alary, Politis, und Välimäki 2017). Das zuvor erklärte Kreuzkorrelationsmodell des binauralen Hörens kann mit dieser Technik ausgenutzt werden, um Schallquellen breiter und tiefer wirken lassen, da das Gehör flache Maxima in der interauralen Kreuzkorrelation mit diffusen Schallfeldern in Verbindung setzt (Kurozumi und Ohgushi 1983). Das Erzeugen diffuser Schallfelder kann auch in Konzertsituationen angewandt werden, der Effekt der räumlichen Tiefe ist über einen grossen Publikumsbereich und nicht nur in der optimalen Position in der Mitte des Saals hörbar (Wilson und Harrison 2010, p. 247).

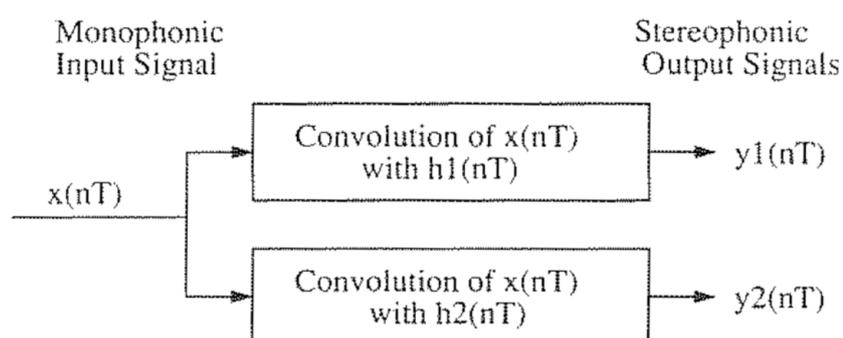


Abbildung 5: Mono-zu-Stereo-Methode aus (Kendall 1995, p. 73). h_1 und h_2 bezeichnen die Impulsantworten der Dekorrelationsfilter

Dekorrelationsfilter können ebenso verwendet werden, um natürliche räumliche Eindrücke zu simulieren. In diesem *Simulations-Ansatz* werden Klänge durch Simulation physischer und psychoakustischer Gesetze verräumlicht (Ramakrishnan 2009, p. 269). Ursprünge dieses Ansatzes lassen sich laut Vaggione bei (Chowning 1971) finden, der eine ästhetische Verbindung zwischen musikalischen Strukturen und der Simulation von sich bewegenden Klangquellen sucht (Vaggione 2001a). Softwaresuiten wie *IRCAM Spat* vereinfachen die Realisation durch eine sorgfältige Simulation von Raumcharakteristika und der Physik bewegter Objekte (Carpentier, Noisternig, und Warusfel 2015).

4 Dekorrelation in Vaggiones Theorie

4.1 Einführung

In Horacio Vaggiones Musik und Theorie ist eine charakteristische und originelle Behandlung der räumlichen Dimension erkennbar. Er lehnt die Verwendung globaler Verräumlichungstechniken wie Hall oder klassisches Panning ab (Budón 2000, p. 18) und lässt stattdessen komplexe räumliche Hörsituationen aus der Interaktion vieler lokaler Eingriffe in das Geflecht einzelner Schichten und Figuren entstehen. Es ist nicht überraschend, dass Vaggione die Skala der Mikrozeit auch als operative Kategorie zur Verräumlichung wählt. Als Hauptmittel dafür verwendet er die *mikrozeitliche Dekorrelation*, vereinfacht gesagt ein Modell, um interaurale Laufzeitunterschiede zu simulieren. Vaggiones Zugang zum Thema unterscheidet sich trotz psychoakustischer Verwandtschaften wesentlich von Simulationstechniken und den damit verbundenen ästhetischen Tendenzen (siehe Abschnitt 6.2.1). Vielmehr öffnet sich für ihn ein komplexes Interaktionsfeld, in dem sich räumliche Formen als Überlagerung einer Vielzahl von Faktoren ergeben. Je nach Klangmaterial, zeitlichen und spektralen Qualitäten, entstehen unterschiedliche Eindrücke von Richtung und Bewegung. Unter diesen Bedingungen schafft Vaggione Verbindungen von morphologischen Eigenschaften eines Klangs mit dessen Räumlichkeit.

Den Weg zur kompositorischen Integration der zeitlichen Dekorrelation als Gestaltungsmittel fand er über die Arbeit mit frühen Computermusiksystemen. Er stieß beim Komponieren mit diesen auf das Phänomen, dass kleine zeitliche Abweichungen zwischen Kopien eines Klangs eine räumliche Wirkung haben, wenn diese auf unterschiedlichen Kanälen abgespielt werden. So entstand *“die Idee, explizit mit Klangdekorrelation in einem Mehrkanalkontext zu spielen, um an den räumlichen Attributen zusammengesetzter Morphologien zu arbeiten”* (Vaggione 2002, p. 2).

4.2 Strategien der Dekorrelation

Zur Realisierung der mikrozeitlichen Dekorrelation gibt Vaggione mehrere Strategien an. Erstere gehören zu den in Abschnitt 3.4 beschriebenen Techniken, welche interaurale Phasenlaufzeitunterschiede

manipulieren, um psychoakustische Phänomene präzise zu simulieren. Obwohl er ihren Gebrauch nicht ablehnt, sind sie für ihn problematisch, da er weniger Interesse hat, Klängen eine simulierte Räumlichkeit zu überstülpen:

“For a long time, I have been considering the spatial dimension of sound as something to be composed, as part of each morphology ... To the extent that we use [global spatializing tools] as pure mechanisms, we forsake the space as a composable dimension.” (Vaggione in Budón 2000, p. 17-18)

Die letztlich gewählte Strategie ist die einer *arbiträren* Dekorrelation, im Unterschied zu den *determinierten* Berechnungen der Simulation (Vaggione 2002, p. 4). Die Arbeitsweise besteht darin, Repliken eines einzelnen Monoklangs auf zwei getrennte Kanäle zu duplizieren und sie an geeigneten Stellen zeitlich zu verzögern, als Operation im Sound-Editor gesehen, sie gegeneinander zu verschieben. Hierbei kann sowohl die Verzögerungsdauer als auch die Richtung variiert werden. Letzteres ist primär davon abhängig, auf welchem Kanal ein dekorrelierter Klang zuerst erklingt.

An dieser Stelle muss klargestellt werden, dass Vaggione in seinen Texten unter dem Begriff der Dekorrelation hauptsächlich diese präferierte Strategie der zeitlichen Verschiebung meint. Dies kann etwas verwirrend sein, da die Technik handwerklich viel simpler ist, als dass es die in Abschnitt 3.4 vorgestellten (und von Vaggione auch referenzierten) Signalverarbeitungsmethoden vermuten lassen. Mit dem Begriff “Verzögerung zwischen Kanälen” wäre die Methode etwas zugänglicher umschrieben. Nichtsdestotrotz ist die Bezeichnung *Dekorrelation* angebracht, da anhand der Definition in Abschnitt 3.2 sowohl “simple” Zeitverschiebungen, als auch komplexere Phasenverschiebungen zwischen Signalen evaluiert werden können. Im Rest des Textes ist unter Dekorrelation diese verzögerungsbasierte Methode gemeint, welche getrennte Kanäle als Basis hat.

4.3 Ambiguität und Interaktion

Durch die Überlagerung dekorrelierter Stereoklänge entfaltet sich ein “komplexes morphologisches Gewebe” (Vaggione 2002, p. 9), aus dem ein bewegter und räumlicher Höreindruck entsteht. Die emergenten räumlichen Situationen sind absichtlich mehrdeutig und nicht im Sinne einer punktbasierten Verräumlichung interpretierbar. Der Anspruch ist vielmehr der der Polyphonie, in der mehrere Linien überlagert werden. Lokale Phasenunterschiede entfalten dabei in ihrem Zusammenspiel Wechselwirkungen, eine “kaleidoskopische Beziehung, die zur Etablierung einer räumlichen Dynamik beiträgt” (Vaggione 2002, p. 6). Diese Dynamik ist von einem hohen Mass an Interaktivität geprägt, welche zwischen der Klangmorphologie und dem Parameter der Zeit stattfindet. Es geht bei dieser Arbeit um ein Ausprobieren und Erfahren lokaler räumlicher Effekte, wobei die Wahrnehmung RichterIn ist: jedes Material verlangt für eine musikalische Artikulation andere Dekorrelationszeiten, die sich nicht von Auge oder nach einem Modell bestimmen lassen. Vaggione betont, dass ein “action/perception

feedback loop” zwischen der handwerklichen Ebene in der Mikrozeit und der Wahrnehmung ganzer Klangobjekte, Figuren und Formen stattfinden muss (2001b, p. 60).

4.4 Dekorrelation und Zeitskalen

In der Erläuterung der Dekorrelation als Gestaltungsparameter sind wir wieder vor die unterschiedlichen Zeitskalen und operativen Kategorien der Musik gestellt. Um dies zu erklären, müssen wir zuerst zeigen, welche Wirkung die Mischung eines Klangs mit einer zeitverschobenen Replik seiner selbst hat. Diese Situation kann mit einer Systemgleichung dargestellt werden (siehe Gleichung 3), wobei die Verzögerungszeit zwischen Klängen k in in diskreten Einheiten (Samples) abzählbar ist.

$$y[n] = x[n] + x[n - k] \quad (3)$$

Was aber in der Wahrnehmung passiert, kann nicht als lineare Funktion in Abhängigkeit dieses Parameters beschrieben werden, da bei seiner Zunahme mehrere Wahrnehmungsschwellen überkreuzt werden (siehe Tabelle 2). Unter der Bedingung von getrennten Audiokanälen entstehen zusätzlich noch räumliche Effekte (Tabelle 3).

Zeitbereich von ΔT	Effekt	Operative Kategorie	Repräsentation
1Sample – 1ms	Veränderung der Klangfarbe	Audiofilter (Hochpass, Tiefpass *etc*.)	Filterparameter (Hz, Q, dB)
1 – 10ms	Wahrnehmung einer Tonhöhe	Kammfilter	Filterparameter (Hz, Q, dB)
100 – 1000ms	Aufspaltung in zwei Repetitionen	Delay	Delayzeit (ms)
1 – 10s	Wiederholung eines ganzen Klangobjekts	Musikalische Wiederholung	Notenwerte, Audioclips

Tabelle 2: Effekte der Dekorrelation in einem Kanal

Das Durchschreiten der Zeitskalen kommt somit einer Bewegung durch einen komplexen Parameterraum gleich, der Klangfarbe, Tonhöhe, Lautheit, räumliche Breite und Tiefe, Azimut und Anzahl wahrgenommener Klangobjekte beinhaltet. Die resultierende “Übertragungsfunktion” in Abhängigkeit der Zeit kann weder global als lineare oder lokal als stückweise lineare Funktion modelliert werden, da es zwischen jeder Schwelle raue Zone gibt, kritische Punkte an denen die Grenzflächen zwischen Materialzuständen verfließen und die die Aufstellung eines vereinten Zeitmodells nach Stockhausen (Abschnitt 2.3) weiter problematisieren. Alle diese Effekte sind von der Länge eines Klangs und seinem Spektrum über die Zeit, sprich von seiner Morphologie abhängig. Wir sind mit Nonlinearitäten des zeitlichen und räumlichen Substrats konfrontiert. Die Phänomene entstehen dabei nicht alleine

Zeitbereich von ΔT	Effekt	Operative Kategorie	Repräsentation
10 – 100 μs	Räumlicher Eindruck (Breite, Tiefe)	Allpassfilter, Simulationstools	Filterparameter (Hz, Q)
100 – 1000 μs	Räumliche Auslenkung	Delaypanner	Azimut (°)
1 – 100ms	Mehrdeutige Position und Bewegungen	Vaggiones mikrozeitliche Dekorrelation	Verschiebung in der Timeline (ms)
100 – 500ms	Aufspaltung in zwei Repetitionen	Ping-Pong-Delay	Delayzeit (ms) oder Notenwerte

Tabelle 3: Effekte der Dekorrelation mit getrennten Kanälen

durch das Verändern der Delayzeit. Der Hörapparat liefert einen komplexen Teil dieser Interaktion, als nonlineares System, welches in unterschiedlichen Zeitskalen operiert (Roads 2001, p. 22). Weiterer Faktor ist das Lautsprecherdispositiv in Form zweier physisch getrennter Kanäle. Die unterschiedlichen Konsequenzen der zeitlichen Verschiebung in einem Kanal (Tabelle 2) und in getrennten Kanälen (Tabelle 3) zeigt explizit die in unterschiedlichen Lautsprechersystemen inhärente Nonlinearität. Gerade in und wegen dieser komplizierten Situation sieht Vaggione die Aufgabe, eine musikalische Syntax zu definieren, die es ermöglicht, auf unterschiedlichen Zeitskalen zu komponieren, und musikalische Informationen zwischen ihnen zirkulieren zu lassen.

Aus Tabelle 2 lassen sich einige solche syntaktische Zusammenhänge zwischen operativen Kategorien feststellen. So sehen wir, dass der technische Unterschied zwischen dem Simulationsansatz und Vaggiones Dekorrelation nur einer der Größenordnung der Verzögerungszeit ist. Effektiv liegt eine Unterscheidung zwischen Phasen- und Gruppenlaufzeitdifferenzen vor (siehe Abschnitt 3.1). Die Arbeit Vaggiones kann sich somit handwerklich an der Form der Hüllkurven orientieren, die er im graphischen Editor leicht erkennen und die Konsequenz der Eingriffe sofort im Hören überprüfen kann. Weiterhin äussert sich Vaggione zum Verhältnis zwischen Delay und Dekorrelation. Vaggione betont, dass “Delay zu Dekorrelation in dem Moment wird, in dem Kontrolle über Verschiebungszeiten zwischen den Kanälen möglich wird” (Vaggione 2001a, p. 5). Als operative Kategorie gesehen handelt es sich beim zweiten um eine diskrete Wiederholung eines ganzen Klangobjektes, also um eine Handlung in der Makrozeit. Das suggeriert, dass der Zeitbereich, in dem die Wahrnehmung genau zwischen einer bewegten Klangmorphologie und zwei einzelnen Ereignissen kippt, kompositorisch besonders spannend ist. In der Tat scheint sich die syntaktische Logik in *Gymel II* besonders auf mehrfache Repetitionen längerer Gesten und Formen aufzudehnen, was in Abschnitt 7.3 genauer betrachtet wird.

4.5 Beispiele

In *Gymel II* finden sich die Spuren des Handwerks der Dekorrelation in fast jeder einzelnen Artikulation. In der einfachsten Anwendung der oben beschriebenen Technik wird ein Klang um einen konstanten Faktor in einem Kanal verzögert (Abbildung 6). Wir hören einen einzelnen Flötenton, welcher aufgrund der Verschiebung von links erscheint.

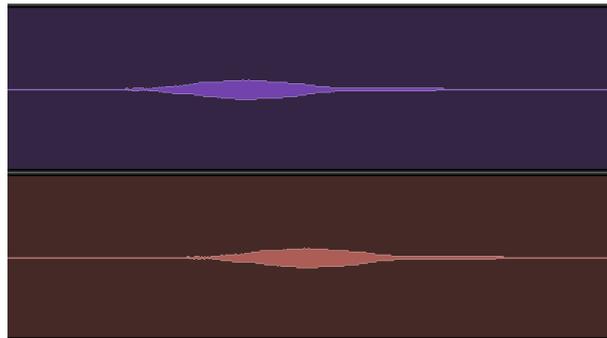


Abbildung 6: Dekorrelation (44ms) zwischen Kanal 3 und 4 (9:41)

Ein komplexeres Beispiel finden wir an der Stelle 12:38 - 12:40. Hier lässt sich zeigen, was Vaggione mit der Aussage meint, dass die Dekorrelation einen Zusammenhang zwischen der Morphologie und der räumlichen Gestalt stiftet. Der Klang, den wir hier hören, besteht aus vielen einzelnen Grains, die alle unter 30ms lang sind und einen fein ausgearbeiteten Mikrorhythmus bilden. Die Figur besteht aus drei Gliedern, die durch knapp bemerkbare Pausen voneinander getrennt sind. Die Stereopaare sind in sich dekorreliert, wobei der rechte Kanal jeweils um etwa 75ms verzögert ist. Aus Abbildung 7 erkennt man ebenfalls, dass die Dekorrelation nicht nur aus einer globalen Zeitverschiebung besteht. Es wurde eine Vielzahl lokaler Differenzen in der Figur ausgearbeitet, so dass man von Mikromontage von Hand ausgehen kann (siehe Abschnitt 2.8). Im Bezug auf die Kanalaufstellung wird die Figur über die drei Stereopaare 1/2, 3/4, 5/6 gestaffelt abgespielt, mit einem Zeitabstand von 200ms zwischen jeder Replik.

In dieser Struktur kann gleich zu Beginn noch hörend eine Bewegung von vorne nach hinten erkannt werden. Doch in der weiteren Entwicklung des Klangs wird es schwieriger, der Figur zu folgen, das Zentrum springt stetig von vorne nach hinten. Durch die mehrfache Überlagerung dieser komplexen rhythmischen Figur entsteht eine mehrdeutige räumliche Hörsituation. Der Grund dafür liegt in der Klangmorphologie, zu der auch die innere Strukturierung und Rhythmik gehören: aus der Dreiteiligkeit des Klangs ergibt sich ein kurzer räumlicher Kanon, sobald das erste Glied der dritten Instanz im Paar auf 5/6 endet, setzt auf 1/2 bereits das zweite Glied ein, und so weiter, was zur räumlichen Maskierung führt. Die Auswirkung der Morphologie auf die räumliche Gestalt lässt sich weiterhin erforschen, wenn

man bei jedem Kanal zuerst nur das erste Glied hört und dann den Clip schneidet. So wird die Bewegung von vorne nach hinten klar erkennbar.

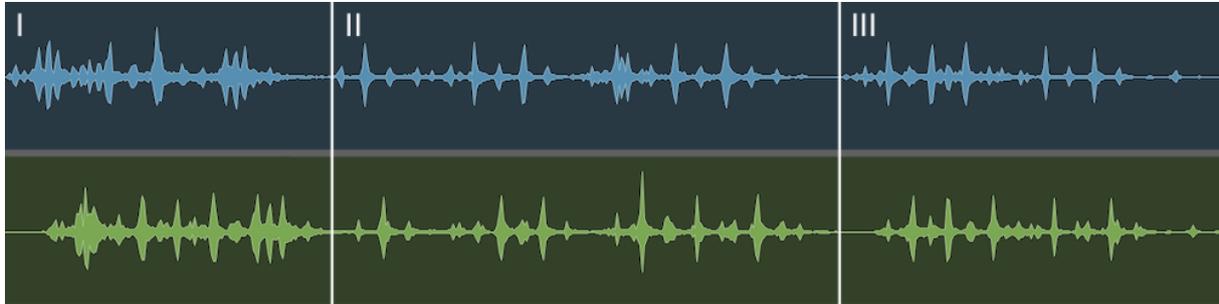


Abbildung 7: Innere Struktur des Klangs

4.6 Kritik

Vaggiones Aussagen über mikrozeitliche Dekorrelation stammen grösstenteils aus einem detaillierten Text, welcher sowohl auf Französisch (Vaggione 2002) als auch auf Englisch (Vaggione 2001a) veröffentlicht wurde. Der Text ist insofern einzigartig, da er handwerkliche Beispiele zur Realisierung der besprochenen Phänomene vorstellt. Allerdings weist der Text Probleme auf. Zuerst muss ich erneut die Verwirrung betonen, die Vaggiones zwar korrekte aber eigentümliche Verwendung des Worts Dekorrelation stiften kann (siehe Abschnitt 4.2). Es wird vor allem kompliziert, wenn man die Texte liest, auf die sich Vaggione bezieht. In fast keinem der Texte ist unter Dekorrelation die mikrozeitliche Verschiebung zwischen Audiokanälen gemeint, der Begriff bezieht sich meistens auf die Manipulation der Phasenlage eines Signals, so auch in (Kendall 1995), auf dessen Definition von Dekorrelation sich Vaggione bezieht. Das Problem der Begrifflichkeiten lässt sich anhand eines Beispiels zeigen. Vaggione betont, dass Dekorrelationen (zeitliche Verzögerung) ohne die Bedingung von mehreren getrennten Lautsprechern Kammfiltereffekte hervorbringen und damit zu vermeiden ist (Vaggione 2002, p. 5). Aber tatsächlich können durch Dekorrelation der Phasenlage Kammfiltereffekte unterdrückt werden, da die zufällige Veränderung der Phasen in der Frequenzdomäne eine Verschmierung in der Zeitdomäne verursacht, aufgrund derer sich konstruktive Interferenzmuster weniger stark aufbauen können (siehe Abbildung 8 und (Kendall 1995, p. 76)).

Ein letzter Punkt betrifft den Aspekt der Morphologie. Vaggiones betont wiederholt ihren Zusammenhang mit der Dekorrelation. Allerdings hat er die Tendenz, diese Verbindung exklusiv für seinen kompositorischen Prozess zu beanspruchen, obschon Erkenntnisse der Psychoakustik auch die Wichtigkeit anderer Faktoren, wie interauralen Pegelunterschieden, bestätigen. Folgendes Zitat charakterisiert diese Spannung: “Die Dekorrelation lässt sich [im Vergleich zum Amplitudenpanning] nicht von der Morphologie einer Klangquelle trennen ... [T]iefe Frequenzen erzeugen eher einen diffusen Raum, hohe eher präzise ortbare Punkte” (Vaggione 2002, p. 8, Übersetzung d. Verf.). Dieser Effekt gilt allerdings



(a) Ursprüngliches Timbre

(b) Verzerrung durch Kammfilter

$$b = a + a_{\text{delayed}}$$

(c) Wiederherstellung durch Dekorrelation

$$c = a + \text{decorr}(a_{\text{delayed}})$$

Abbildung 8: Wiederherstellung der ursprünglichen Klangfarbe durch Dekorrelation

genauso auch für interaurale Pegeldifferenzen („Spatial Hearing with One Sound Source“ 1996, p. 155). Am problematischsten ist diese Haltung, wenn man die Ortung von Schallquellen in der Medianebene betrachtet. Da diese Ebene durch die Symmetrieachse des Kopfs verläuft, gibt es gar keine Laufzeitunterschiede auszuwerten. Die Ortung geschieht stattdessen über frequenzabhängige Pegelunterschiede (*Blauert'sche Bänder*), die in Abhängigkeit der Elevation δ der Klangquellen sind (Weinzierl 2008b, p. 94). Durch die Filterung entstehen keinerlei interaurale Phasenunterschiede, womit diese Dimension in Vaggiones Dekorrelationstechnik gar nicht komponierbar ist.

5 Übersicht zum Stück

5.1 Allgemeines

Nach der Erläuterung dieser Grundlagen kehren wir zum spezifischen Beispiel von *Gymel II* zurück. Es handelt sich in der Version von 2015 ein Stück für acht Lautsprecher, welches 16 Minuten dauert. Das Stück lässt sich klar mit weiteren jüngeren elektroakustischen Werken Vaggiones in Verbindung setzen, sowohl durch Ähnlichkeiten im Material und kompositorischen Stil, sowie dem Mehrkanaldispositiv. Dazu gehört auch die Arbeit mit dem Gestaltungsmittel der Dekorrelation, deren Analyse einen Hauptfokus dieser Arbeit bildet. Das Stück weist eine für Vaggione uncharakteristisch didaktische Qualität auf, die sich auch in der konsequenten Anwendung formaler Modelle zeigt (siehe Abschnitt 7.3). Ebenfalls ist die Ausarbeitung merklich weniger detailliert als in anderen Stücken aus der gleichen Schaffensphase, beispielsweise *Mécanique des fluides* (2015). Dies liegt wahrscheinlich daran, dass Vaggione während der Arbeit krank war und ihm die extremen Temperatur des Hitzesommers 2015 zu schaffen machten. Aus diesen Gründen ist die hier analysierte Version nur eine Vorstudie, kein fertiges Stück (Vaggione 2023), auch wenn es schon mehrfach aufgeführt wurde (*Électroprésence* o. J.). Die jüngst entstandene finale Version (2023) ist formal deutlich klarer artikuliert und detaillierter ausgearbeitet.

Gymel II ist Teil einer Serie von Stücken, die ausserdem *Gymel* (2003), für zwei Lautsprecher, sowie *Gymel 4* (2010), für Soloklavier, beinhaltet. Ein drittes Stück in der Serie scheint es nicht zu geben. Über die Bezüge zwischen den Stücken kann nur spekuliert werden, leider sind von keinem dieser Stücke öffentlich zugängliche Versionen vorhanden, weswegen der musikalische Vergleich mit ihnen für diese Analyse wegfallen musste.

5.2 Titel

Der *Gymel* ist ein Begriff aus der englischen mehrstimmigen Vokalmusik der Renaissance, welcher hauptsächlich die kurzzeitige Verdopplung und Aufspaltung einer oberen Stimme meint. Etymologisch stammt der Begriff aus dem Lateinischen *gemellus* (zwillingshaft, von *geminus*, Zwillings), was sich auf das gekoppelte Zusammenspiel dieser zwei neuen Stimmen bezieht. Der Begriff ist durch die komplizierte Quellenlage und wenig überlieferter Beispiele relativ obskur, sowie mit subtilen Bedeutungsvariationen konnotiert (Sachs 1995). „Zwillinge“ finden sich in *Gymel II* in der Behandlung der unterschiedlichen Stereopaare einige. Das Aufspalten eines Klangs durch die Dekorrelation könnte ein Verweis auf den Titel sein. Interessanterweise bezieht sich auch der Programmtext von *Gymel* (2003) explizit auf die Arbeit mit Dekorrelation als räumliches Gestaltungsmittel (BRAHMS o. J.a). Allerdings muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass alle elektroakustischen Stücke Vaggiones der letzten 30 Jahre dieses Mittel verwenden, wodurch sich der Bezug wieder relativiert.

5.3 Aufbau der Pro Tools-Session

Im Verlauf dieser Arbeit werden wir mehrmals die Pro Tools-Session in der Vaggione gearbeitet hat zu Rate ziehen, um diverse musikalische und technische Fragen zu beantworten. Auch werden mehrere Screen Shots aus der Sitzung abgebildet, beispielsweise um eine gewisse musikalische Struktur detailliert in ihrer Konstruktion visualisieren zu können. Darum lohnt es sich an dieser Stelle, die Struktur der „Leinwand“ Vaggiones kennenzulernen. Nicht zuletzt auch, weil diese sich an mehreren Stellen im Stück musikalisch manifestiert (siehe Abschnitt 7.7). Die Wahl der Kompositionsumgebung bestimmt natürlich bis zu einem gewissen Grad das kompositorisch Mögliche und Naheliegende. Wie die zu analysierende Version der Sessions bestimmt wurde, ist in Abschnitt 9.3 nachzulesen.

In der Pro Tools-Sessions des Stücks finden sich 88 Audiospuren, vier Masterbusse, die auf die Stereoausgänge (MADI 1–2, MADI 3–4 etc) geroutet sind, sowie eine Auxspur, die unbenutzt blieb. Die Anordnung der Audiospuren folgen einem einfachen Prinzip. Jede Spur geht direkt auf einen der vier Masterbusse und ist hart nach links oder rechts gepannt. Die Spuren sind dabei in Achtergruppen gegliedert, Spuren 1-8 gehen auf Ausgänge 1-8, Spuren 9-16 gehen wieder auf Ausgänge 1-8, und so weiter (Abbildung 9). Somit entspricht jede Spur eigentlich einem diskreten Kanal. Ein sich alle 16 Kanäle wiederholendes Farbmuster hilft zur Orientierung in der vertikalen Ansicht der Timeline (Abbildung 10).

Um mehrere gleichzeitige Schichten zu ermöglichen, gibt es insgesamt elf Achtergruppen. Diese muss man sich allerdings nicht als Register vorstellen, sie haben keine fixen "Funktionen", sondern scheinen oft so befüllt zu sein, wie in der Session gerade Platz vorhanden war. Die volle Bandbreite dieses Dispositivs zeigt sich an *Tutti*-Stellen, bei denen auf allen Spuren instrumentale Gesten vervielfacht werden um fast schon gewaltvolle Effekte zu erzielen (beispielsweise 11:15 - 11:51).



Abbildung 9: Mixer-Ansicht der ersten acht Audiospuren



Abbildung 10: Timeline-Ansicht der ersten acht Audiospuren (11:01 - 11:17)

6 Analyse des Lautsprecherdispositivs

Gymel II ist ein Achtkanalstück, ein Dispositiv, welches in der elektroakustischen Musik spätestens seit den Neunzigerjahren einen möglichen Standard für elektroakustische Musik jenseits von Stereo-

und Zweikanalstücken liefert. Dieses konnte sich durch die Verbreitung von ADAT-Aufnahmegeräten und -Interfaces durchsetzen. Die damit einhergehende Möglichkeit, Achtkanalstücke untereinander austauschen zu können, wie auch Weiterentwicklungen der Ästhetik und Technik von Multikanalaudio, hat zu einer weitreichenden Veränderung und Demokratisierung der Landschaft der elektroakustischen Musik beigetragen (Wilson und Harrison 2010, p. 1). Die Erweiterung des Dispositivs auf acht Kanäle birgt für die Analyse und die Aufführungspraxis allerdings auch Probleme, da es im Unterschied zu kommerziellen Surround-Sound-Formaten in der elektroakustischen Musik keine standardisierten Lautsprecheraufstellungen und -routings gibt. Vielmehr existieren mehrere Formate, die sich fundamental unterscheiden. Diese "Standards" sind alle mit ihrer eigenen Aufführungspraxis, geschichtlicher Herkunft und Ästhetik verbunden und sind untereinander weitestgehend nicht austauschbar. Auch Vaggione selbst bestätigt die Wichtigkeit der Unterscheidung zwischen einzelnen Formaten für den Kompositionsprozess:

In general, I would say that each format has its special requirements, which reflects in the building of the internal space of the work as well as in the external sound projection. Material supports are active (Solomos 1998), and call for different strategies of sonic design-including phase correlations and decorrelations, and so on (Kendall 1995). (Vaggione in Budón 2000, p. 17)

Es ist darum sehr relevant für die weitere Analyse, an dieser Stelle einen Überblick der Möglichkeiten zu geben, sowie die Aufstellung, das Format und die Nummerierung der Kanäle zu finden. Aufgrund der schlechten Dokumentationslage von *Gymel II* (siehe Abschnitt 9.5) sind diese Details allerdings nicht überliefert. Darum musste diese Informationen durch Erwägung diverser interner und externer Hinweise erarbeitet werden.

6.1 Aufstellung der Lautsprecher

Die Anordnung und Aufstellung des Lautsprecherdispositivs in einem Studio oder Konzertsaal gibt massgebend vor, welche Art von räumlichen Hörsituationen möglich sind und somit welche Art von Stücken in ihnen überhaupt entstehen können. Um möglichst viele Wünsche abdecken zu können, hat sich als quasi-Standard in elektroakustischen Studios ein kreisförmig angeordnetes Achtkanalsystem durchgesetzt. Dies findet sich auch im ICST-Kompositionsstudio, welches sich als Ort für die Kreation von Musik in Ambisonics- und Surround-Formaten präsentiert (ICST 2023a). Die in Abbildung 11 rot eingezeichneten Lautsprecher befinden sich auf Ohrhöhe und sind als Hauptsystem für die Mehrkanalarbeit gedacht. Da sich der untere Lautsprecherring des Studios seit Vaggiones Aufenthalt im Jahr 2015 nicht verändert hat, können wir davon ausgehen, dass *Gymel II* in dieser Aufstellung komponiert wurde. Obwohl dies bereits gewisse gestalterische Vorgaben macht, liefert es uns noch kein vollständiges Bild.

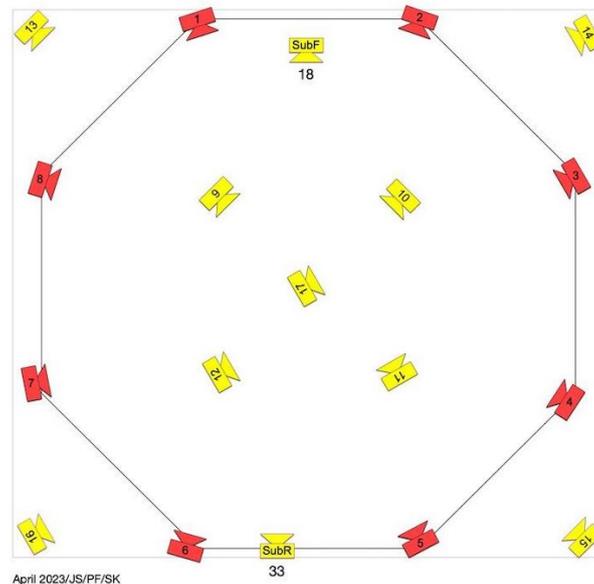


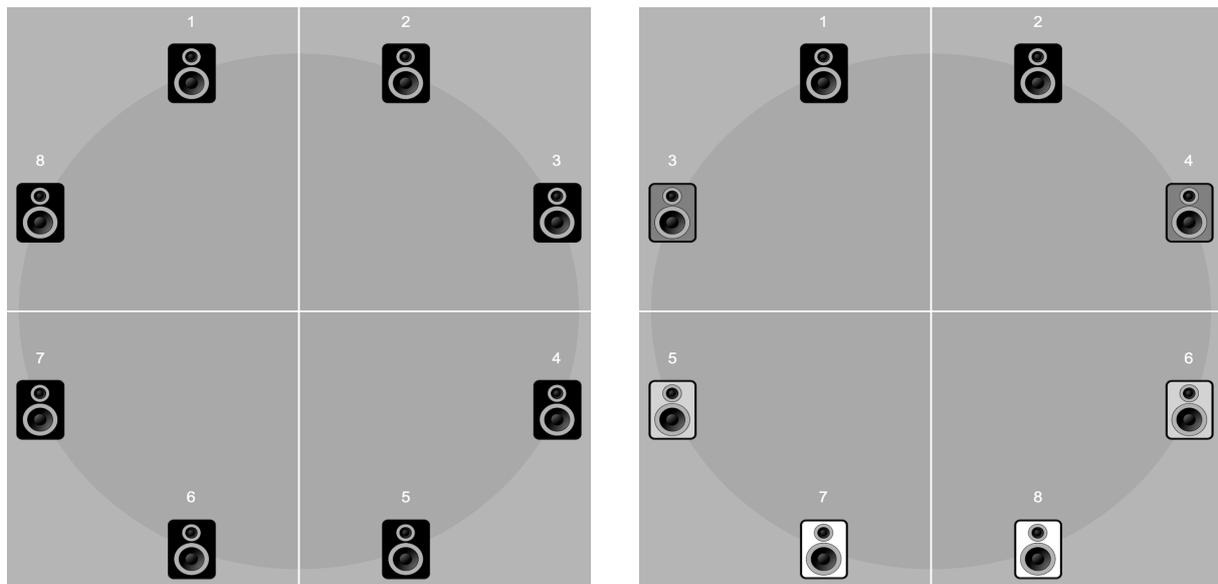
Abbildung 11: Momentanes Ambisonics-Layout des ICST-Kompositionsstudios ICST (2023b)

6.2 Routing der Kanäle

Die nächste Frage ist, welcher Kanal des Stücks auf welchen Lautsprecher kommt. Dafür kommen zwei mögliche Nummerierungen in Frage, einerseits im Kreis (Abbildung 12a), andererseits in Stereopaaren (Abbildung 12b). Aber welche unterschiedlichen Zugänge zur Räumlichkeit ermöglichen diese Dispositive? Bevor wir den ästhetischen Zugang Vaggiones betrachten, müssen wir die zwei möglichen Routings und die mit ihnen verbundenen musikalischen Denkweisen miteinander vergleichen. Lautsprecher routings können in Verbindung mit dem Gebrauch gewisser Formate und Strategien gesetzt werden, die die Komplexität einer höheren Anzahl Lautsprecher oder einer hohen räumlichen Auflösung wegabstrahieren sollen. Bei der Erweiterung des Dispositivs von Mono zu Stereo, von Stereo zu Mehrkanal drängt sich die Frage auf, wie sich die Kanäle aufeinander beziehen. In einer Mehrkanalsituation mit wenigen Kanälen ist eine manuelle Steuerung möglich, wenn aber auch umständlicher als die Arbeit im Stereo-Medium. Bei einer höheren Anzahl ist es allerdings oft erforderlich, sich eine Organisationsstrategie zu suchen.

6.2.1 Kontinuierliche Lautsprechersysteme

Eine mögliche solche Strategie ist der Gebrauch von *kontinuierlichen* Systemen. Wie es der Name bereits sagt, ist ihr Ziel, ein räumliches Kontinuum zu bilden, in dem Schallquellen auch zwischen den Lautsprechern hörbar werden können. Dadurch wird ein navigierbarer virtueller Raum konstruiert, welcher



(a) Nummerierung im Kreis

(b) Nummerierung in Stereopaaren

Abbildung 12: Mögliche Nummerierungen im Achtkanaldispositiv

die hohe Anzahl Lautsprecher, die es zur Darstellung braucht, wegabstrahiert. Die Verräumlichung findet meistens in der Handhabung bewegbarer Punktquellen statt. Neben simplem Amplitudenpanning werden auch mathematisch komplexere Methoden verwendet, die ein sphärisches Klangfeld synthetisieren, wie *Ambisonics* und *Wellenfeldsynthese*. Jeder Punkt auf der Oberfläche einer Sphäre kann als Funktion des Azimuts ϕ und der Elevation δ dargestellt werden, egal mit wie vielen Lautsprechern das Klangfeld synthetisiert wird. Somit wird die Anzahl erforderlicher Daten reduziert, die es braucht, um einen Klang in den Raum zu setzen. Hier ist die erhöhte Anzahl Lautsprecher ein Mittel zum Zweck, um die Präzision der Wiedergabe und eine wahrgenommene Umhüllung und Immersion zu erhöhen. Die Qualität (in ihrer wertenden Bedeutung, vergleiche dazu den Begriff *fidelity*) ist dabei proportional zur Ordnung des Algorithmus, welcher die Spatialisierung übernimmt. Hierbei ist anzumerken, dass eine Erhöhung der Ordnung nicht die "Gattung" eines Stücks verändert: Stücke in *High Order Ambisonics* werden primär in diesem Format produziert, weil eine technische Umsetzung durch kompaktere Lautsprecherinstallationen, höhere Rechnerleistungen und zugängliche Softwaretools dies möglich gemacht hat. Das Ziel ist ein transparentes, artefaktfreies Verräumlichungsmittel (Carpentier u. a. 2016, p. 15).

6.2.2 Diskrete Lautsprechersysteme

Eine Alternative dazu sind *diskrete* Systeme, bei denen die Kanäle voneinander getrennt sind. Dies ist vor allem sinnvoll, wenn Lautsprecheraufstellung verwendet werden, die kein stabiles Klangfeld

beschreiben. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Verwendung einzelner Lautsprecher als Instrumente, wobei das Zuweisen von Klängen zu Kanälen vergleichbar mit einer Orchestrierung ist (Fielder 2016, p. 7). In dieser Herangehensweise bestimmt die Anzahl wie auch die Art und Aufstellung der Lautsprecher viel eher die Form oder das Wesen des Stücks selbst. Es findet zwischen jeder Aufstellung eine Veränderung der Qualität statt, in ihrer neutralen Bedeutung von Beschaffenheit und Eigenschaften. Das Lautsprecherdispositiv hat hier keinen Anspruch darauf, ein transparentes Medium zur Übertragung musikalischer Information zu sein, sondern ist vielmehr selbst bereits komponiert und stellt musikalische Ansprüche. Sie ist aktiver Teil des Kompositions- und Interpretationsprozesses und kann nicht wegabstrahiert werden.

6.2.3 Lautsprechergeometrie und Stereopaare

Zwischen diesen Ansätzen ist ein dritter anzuordnen, welcher Aspekte der vorherigen kombiniert. Wie bei kontinuierlichen Systemen wird der Raum mithilfe einer Lautsprechergeometrie eingeteilt, mit dem Unterschied, dass der entstehende Raum stratifiziert und von Diskontinuitäten geprägt ist. Verbindungen zwischen gewissen Lautsprechern werden bevorzugt, während andere gekappt werden. Eine gängige geometrische Aufstellung teilt den Raum in Stereopaare ein. Diese Aufstellung hat ihren Ursprung in der Diffusion von Stereostücken auf Lautsprecherorchestern, aus der französischen Tradition der akusmatischen Musik. Daher wird die Methode auch als "französisches" Routing bezeichnet (Wilson und Harrison 2010, p. 1). Der Zugang ist ästhetisch klar in einer Orientierung nach vorne begründet, wodurch an westliche musikalische Traditionen in Konzertsälen angeknüpft wird. Diese Ausrichtung ist ebenfalls durch Erkenntnisse der Psychoakustik legitimiert (siehe Abschnitt 3.1), ohne von einem Anspruch an Realismus dominiert zu werden. Dies führt dazu, dass man den Zugang zur Verräumlichung kaum als neutral oder transparent bezeichnen kann. Umhüllung ist auch nicht das Ziel, die Aufmerksamkeit wird klar gebündelt.

6.2.4 Nonlinearitäten von Lautsprecherdispositiven

Um die Unterscheidungen dieser Strategien in Bezug zu Vaggiones Theorie zu setzen, betrachten wir den virtuellen, kompositorischen Raum eines Stücks als ein Objekt (siehe Abschnitt 2.5). Lautsprecherdispositive liefern unterschiedliche Möglichkeiten zur Formalisierung des Raums, welcher anhand der Anzahl Kanäle, der Nummerierung, sowie der Lautsprechergeometrie parametrisiert wird. Der Wechsel zwischen Lautsprecherdispositiven ist operativ gesehen jedoch kein fließender Übergang, sondern eine Nonlinearität. Im Sprung von Mono zu Zweikanal ist dies besonders merkbar: geometrische Bezüge zwischen Lautsprechern werden hier überhaupt erst möglich. Auch die Gestaltung von Bewegungen im Sinne einer Auslenkungen aus der Symmetrieachse kann aufgrund der technischen Bedingung der Summenlokalisierung erst ab zwei Lautsprechern entstehen (siehe Abschnitt 3.1.1). Das einkanalige

Dispositiv hat vereinfacht gesagt nur zwei mögliche räumliche Zustände (kein Klang/Monoklang), während das zweikanalige Dispositiv bereits vier weitere bietet (Tabelle 4). Dadurch entsteht eine enorme Entfaltung des kompositorischen Raums, welche vom Wesen her nicht einfach als Verdopplung der Monosituation beschrieben werden kann.

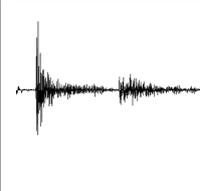
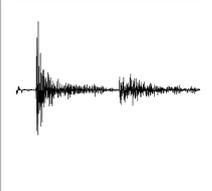
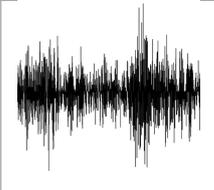
Klangresultat	Nur links	Nur rechts	Stereophonie	Zweikanaligkeit
Kanal 1				
Kanal 2				

Tabelle 4: Zusätzliche mögliche räumliche Zustände im zweikanaligen Dispositiv

Nonlinearitäten entstehen ebenfalls zwischen unterschiedlichen Kanalnummerierungen im selben Lautsprecherdispositiv. Ein Beispiel aus *Gymel II*, welches dies zeigt, ist eine oft verwendete räumliche Struktur, in der ein Klang linear durch alle Kanäle fortschreitet, wobei jede neue Replik des Klangs zur vorherigen zeitlich dekorreliert ist. In einem Kreisrouting resultiert daraus einfach eine Bewegung im Uhrzeiger- oder Gegenuhrzeigersinn. In einem französischen Routing hingegen entsteht eine Bewegung entlang der Symmetrieachse des Kopfs, von vorne nach hinten oder hinten nach vorne. Die Struktur ist somit in Abhängigkeit der Kanalnummerierung mehrdeutig, da es sich bei beiden resultierenden Formen um eine "sinnvolle" räumliche Bewegung handelt, eine polymorphe Situation entsteht. Dies erschwert die qualitative Bewertung der räumlichen Situation über das Hören, da nicht klar ist, welche ästhetischen Faktoren auf eine "richtige" Hörart verweisen, freilich auch weil Vaggione absichtlich mehrdeutige, komplexe räumliche Situationen artikulieren will (siehe Abschnitt 4.3).

6.2.5 Dispositiv und Dekorrelation

Nach dieser Gegenüberstellung kehren wir zu Vaggiones Aussagen zu Räumlichkeit zurück. In einem Text erklärt Vaggione, dass er in seiner Methode der Dekorrelation in Stereopaaren arbeitet, da diese "ein geeignetes Medium zur Übertragung von Phaseninformationen" sind (Vaggione 2002, p. 5). Es handelt sich dabei also um eine handwerklich vereinfachte, aber höchst produktive Annäherung an die psychoakustischen Mechanismen der interauralen Laufzeitunterschiede und des Präzedenzeffekts (siehe Abschnitt 3.1), wobei *interaural* hier mit *interkanal* austauschbar ist. Wir können davon aus-

gehen, dass in *Gymel II* diese Aufteilung in Stereopaaren ebenfalls vorhanden ist, die musikalischen Konsequenzen dieser Herangehensweise werden ausführlich im Abschnitt 7.6 behandelt.

7 Musikalische Analyse

In der folgenden Analyse soll das räumlich-musikalische Denken Vaggiones weiter erläutert werden. Um Vollständigkeit und Kontext willen wird zuerst das Material, sowie eine Übersicht zur Form des Stücks präsentiert. Danach wenden wir uns einigen besonderen Stellen zu.

7.1 Material

Das Klangmaterial in *Gymel II*, wie auch die daraus resultierende Musik, ist stark in eine vordergründig-gestische und eine hintergründig-texturelle Ebene unterteilt. Charakteristisch für Vaggiones Musik der 2010er-Jahre ist der Gebrauch von Klängen klar erkennbaren instrumentalen Ursprungs, welche auch in *Gymel II* eine zentrale Rolle spielen. Eine der Hauptbeschäftigungen des Stücks sind Wiederholungen und Variationen solcher Figuren und Gesten. Die Klänge, die variiert werden, haben in den meisten Fällen eine charakteristische Morphologie, wodurch eine klare Verwandtschaft zwischen ihnen erkennbar ist. So handelt es sich um Gesten, die einen klaren Tonhöhenanteil haben, deren Verlauf komplementär zur Amplitudenhüllkurve ist (siehe Abbildung 13).

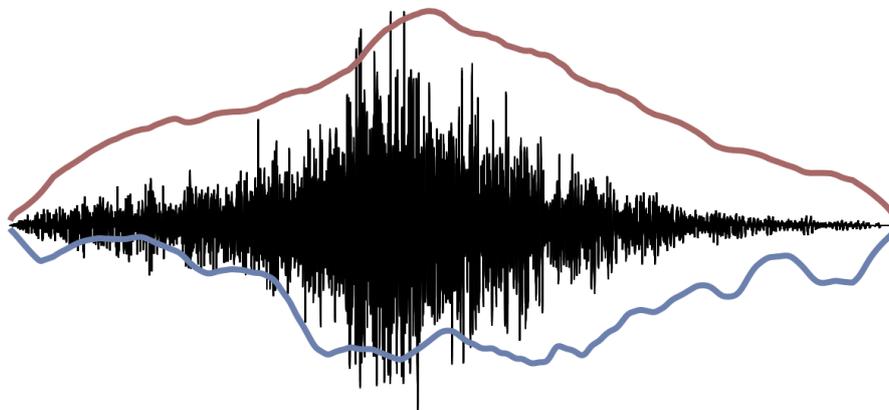


Abbildung 13: Typische Morphologie im Modell. Rot: Hüllkurve Blau: Centroid

Der gestischen Ebene ist die texturelle gegenüberzustellen. Diese besteht aus unterschiedlichen Schichten, die ihrerseits wieder aus tausenden kleiner Klangerschnipsel und Grains zusammengesetzt sind. Ursprungsmaterial sind oft Aufnahmen von Instrumenten, hochtransponiertes Klavier, Klappengeräusche einer Klarinette, Atemgeräusche und anderem geräuschhaftem Material. Die Texturen werden

über lange Zeit gehalten, wobei Wechsel in ihnen durch Überdeckungen anderer Schichten, Einwüfe kurzer fragmentierter Figuren oder ganzer instrumentaler Gesten maskiert werden. Handwerklich ist grösstenteils eine globale Kontrolle über die Schichtungen zu erkennen, die Texturen fliessen gleichmässig dahin, ohne grosse interne Turbulenzen aufzuzeigen. An anderen Stellen sind klar lokale Entscheidungen zu beobachten. Diese fallen meist erst im Kontext einer längeren Sequenz und im Zusammenhang mit vorher oder nachher gehörten Gesten auf. Diese Stellen sind wahrnehmungstechnisch besonders spannend, da man aufgrund winziger zeitlicher Unterschiede sich oft gar nicht sicher sein kann, ob eine Artikulation überhaupt stattgefunden hat.

Diese Gliederung widerspiegelt die Arbeit in unterschiedlichen Zeitskalen, welche über das Handwerk der Dekorrelation miteinander verknüpft sind. Dies findet erkennbar in allen Ebenen statt, es werden sowohl mikrozeitliche Attribute längerer Klangobjekte gestaltet, als auch kleine Figuren als Makro-Objekt behandelt, in dem die Vielzahl Schnitte und Schnipsel zu einem Clip konsolidiert werden, welcher global in der Timeline verschoben werden kann.

7.2 Form

Gymel II weist im Vergleich zu vielen anderen Stücken Vaggiones eine gewisse formale Transparenz auf. Über die Dauer der 16 Minuten des Stücks hören wir eine Vielzahl von Abschnitten, je nach Zählweise zwischen 30 und 40. In den meisten wird ein Modell behandelt, in dem ein gestischer Klang wiederholt und variiert wird. Das Modell wird im Abschnitt 7.3 ausführlich betrachtet. Die Grossform des Stücks ergibt sich aus den lokalen Artikulation dieses Modells, wobei sie durch Übergangszonen verknüpft sind, die sowohl als Eröffnung oder als Abschluss gedeutet werden können. Als Zuspitzung simpler Anwendungen des Modells können zusätzlich Kadenzen genannt werden, in denen sich eine dichte Überlagerung unterschiedlicher Formen erkennen lassen. Weiterhin gibt es eine mehrteilige Einführung, sowie einen Einschub, beides Abschnitte, in denen das Modell weniger Gewicht hat. Aus all dem können wir zehn längere Teile bestimmen (siehe Abbildung 14). Die Einteilung ist ein Vorschlag, da die einzelnen Abschnitte teilweise miteinander verschachtelt und somit nicht eindeutig begrenzbar sind.

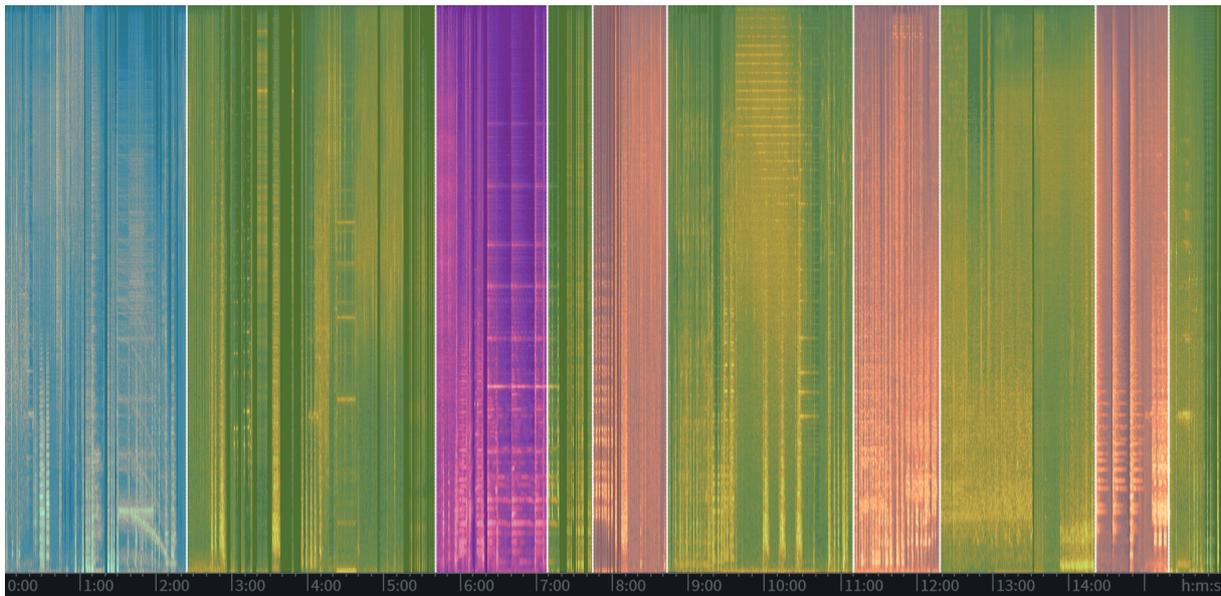


Abbildung 14: Grobe Formeinteilung des Stücks. Blau: Einleitung, Grün: Variationen des Modells, Magenta: Einschub, Orange: Kadenzen

7.3 Das Modell

Das Mittel der Wiederholung findet sich an zahlreichen Stellen in *Gymel II*. Ihr diskursiver Charakter ist hier so konsequent und allgegenwärtig, dass es angebracht ist, die prägnantesten Eigenschaften in ein *Modell* einzukapseln. Das Modell beschreibt die Tendenz, dass Klangobjekte in Gruppen zusammengestellt sind, die mindestens zwei, meistens drei Wiederholungen beinhalten. Damit elaboriert Vaggione eine Form von Syntax, eine Logik der Repetition, deren Artikulationen sich über grosse Teile des Stückes erstrecken. Es finden sich über 20 einzelne Instanzen im Verlauf des Stückes, und wie in der Formeinteilung in Abbildung 14 erkennbar ist, nimmt dies einen Grossteil des Stückes ein. Meistens werden gestische Klänge variiert, deren charakteristische Morphologie in Abbildung 13 bereits gezeigt wurde. Weiterhin auffällig ist ihre räumliche Aufteilung. Die Wiederholungen kommen als grosse Blöcke dar, meistens sind in allen Kanälen eine oder sogar mehrere Kopien des Materials vorhanden. Grösstenteils ist die Bildung von Stereopaaren erkennbar, wobei die Figuren immer dekorreliert sind, sowohl innerhalb als auch zwischen den Paaren. Aufgrund der langsam ein- und ausschwingenden Morphologie entstehen Flutklänge, die aus einer bestimmaren Richtung kommen, den ganzen Raum ausfüllen, um dann in eine andere Richtung zu dissipieren. Der Einfallswinkel, von dem die Klänge kommen, variiert, aufgrund wahrnehmungsphysiologischer Faktoren sind Bewegungen von links nach rechts oder umgekehrt am ehesten hörbar (siehe Abschnitt 3.1). Im Bezug auf die Onset-Zeiten sind klare Verhältnisse zwischen den Wiederholungen zu erkennen, beispielsweise 2 : 3, wobei die ersten,

näher beieinanderliegenden Wiederholungen als exakte Repetition gehört werden, und die letzte Wiederholung herausragt und eine Variation darstellt.

Damit der Begriff des Modells hier überhaupt anwendbar ist, muss dieses genug Flexibilität aufweisen und Transformationen unterliegen können, die nicht zu einer kompletten Aufhebung führen, da in fast jeder Instanz eine gewisse lokale "Undiszipliniertheit" aufzufinden ist. Sowohl die Anzahl Repetitionen, die zeitlichen Verhältnisse, wie auch die Prägnanz der abschliessenden Variation einer Instanz unterliegen immer Schwankungen. Es handelt sich nur um ein Werkzeug zum Verständnis einer musikalischen Syntax, die sich über einen längeren Zeitraum abwickelt. Aufgrund der strukturellen Verknüpfungen lässt sich meiner Meinung nach jedoch der Gebrauch des Modells zur Analyse legitimieren, das heisst, anhand der Interaktionen, Verzahnungen und Überlagerungen seiner Instanzen. Aufgrund seiner breiten Anwendbarkeit und Präsenz im ganzen Stück, wird die beschriebene Zusammenstellung von hieran einfach als das *Modell* bezeichnet.

Die konsequente Art, in der das Modell ausgeführt wird, ist im Bezug auf Vaggiones Kompositionstheorie ziemlich auffällig, da er solche eher mechanistischen Konzeptionsweisen der Musik in seinen Texten ablehnt. In diesem Stück wird das Modell so oft angewandt, dass sich im Bezug auf den Variationsreichtum eine gewisse Redundanz ergibt. Dies lässt sich allerdings daran erklären, dass es sich, wie bereits in Abschnitt 5.1 angeschnitten, in der vorliegenden Version nur um eine Vorstudie handelt, in der gewisse Typen ausprobiert werden sollen. Aus eigener Hörerfahrung kann dieser Status bestätigt werden, sicherlich auch im Kontext anderer Stücke aus der gleichen Zeit, sowie der Endversion vom Juli 2023 (siehe Abschnitt 1).

7.4 Anwendungen des syntaktischen Modells

7.4.1 Beispiel 1

Um das Modell zu erläutern, wenden wir uns einem Beispiel zu, bei 2:42 - 2:54. In diesem typischen Ablauf hebt sich aus einer dichten Hintergrundtextur ein gestisches Klangobjekt ab. Um die Konstellation des resultierenden Modells notieren zu können, bezeichnen wir den Klang mit G . Diese erste Instanz kann als Vorschlag gedeutet werden, etwas neues wird eingeführt. Die prägnante Morphologie führt dazu, dass wir unsere Aufmerksamkeit anpassen, eine Erwartungshaltung was als nächstes kommt entsteht. Die zweite, exakte Repetition bestätigt die Wichtigkeit des Klangobjekts für die momentane Form, wir können davon ausgehen, dass der Klang nicht nur eine singuläre Erscheinung war, sondern dass nun eine Auseinandersetzung mit ihm stattfindet. Eine dritte, verspätete Wiederholung bildet einen Abschluss, das Klangobjekt erscheint in einer erkennbaren, aber variierten Form, in diesem Fall wird der Klang in die Länge gedehnt (G'). Dieses Beispiel kann so notiert werden:

$$G \quad G \quad G' \quad (4)$$

Bei einer genaueren Analyse der Stelle fällt ein Klang gleich nach der ersten Instanz von *G* auf, ein flatterndes Klappengeräusch *F*. Wenn wir ein paar Sekunden zurückspringen, sehen wir, dass mit diesem Klang und einem Doppelschlag-Impuls *H* unmittelbar vorher ebenfalls eine Serie ausgeführt wird:

$$F \ H \ H \ F \tag{5}$$

Damit gibt es eine Verzahnung zwischen den zwei Serien, wo wir eine weitere Repetition von *F* erwarten würden, wird die Serie *G* eingefügt (Abbildung 15).

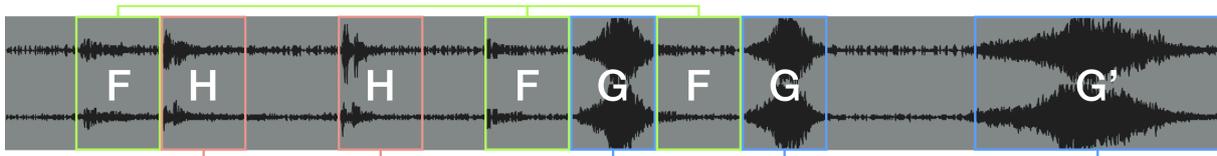


Abbildung 15: Formplan

7.4.2 Beispiel 2

Eine weitere, bereits ausdifferenziertere Anwendung des Modells kann an der Stelle 7:09 - 8:38 beobachtet werden. In einer ersten Serie (7:09 - 7:18) wird das Modell anhand eines Hornakkords ausgeführt, dessen morphologische Prägnanz sich in einem deutlichen Abwertglissando bemerkbar macht. Um diesen Aspekt zu betonen, wird der Klang in den folgenden Schemata mit dem Zeichen $>$ markiert. Der Klang besteht aus zwei unterschiedlichen Tonhöhenkonstellationen, im linken Kanal startet das Glissando auf D, E, H, im dem rechten auf D, E, F, G. In den ersten zwei Instanzen (7:09, 7:12) wird der Klang gestaffelt auf Kanäle 1 – 6 verteilt. Die Variation $>'$ (7:16) ist eine in sich wiederholte Kombination zweier Instanzen von $>$, eine auf den Kanälen 1 – 6, eine auf 7 – 4. Dadurch liegen zwei mal sechs Kopien des gleichen Klangmaterials vor, Kanäle 1 – 4 sind doppelt belegt. Da so viele zeitlich verschobene Figuren aneinandergereiht werden, überschreiten die letzten Kopien die Echoschwelle, wir hören eine klare Wiederholung der Verdopplung. Der Effekt ist ebenfalls von der Morphologie abhängig: das Glissando innerhalb des Akkords ist nur ganz kurz, vor- und nachher hören wir zwei stabile Akkorde. Wenn die Echoschwelle nun genau die Länge der Glissandokurve überschreitet, wird die Wiederholung klar hörbar. Es entsteht folgende Serie:

$$> \ > \ >' \tag{6}$$

Danach wird eine weitere Serie eines geräuschhaften Streichens eingefügt, die wir nicht weiter betrachten. Interessanter sind jedoch weitere Wiederholungen des vorherigen Klangs, bei 7:28, sowie bei 7:36, nun allerdings in invertierter Form $<$. Was darauf folgt ist eine Kadenz, in der unterschiedlich zusammengehängte Kombinationen von $<$ und $>$ artikuliert werden, eine Zuspitzung und Verdichtung der

Modellinstanz, welche die herkömmliche Anzahl Wiederholungen und Zeitabstände überschreitet:

$$[\langle\langle\rangle] [\langle\langle] [\rangle\langle] [\rangle\langle]' [\langle] [\langle\rangle]' [\langle\rangle]' [\langle\rangle]' [\langle\rangle]'$$

Der letzten Wiederholung von $[\langle\rangle]'$ wird nun unmittelbar danach, wo wir vielleicht eine weitere Wiederholung erwartet hätten, eine Variationsreihe des Klangs G , welcher eigentlich immer schon die hier behandelte Tonhöhenkontur ($\langle\rangle$) hatte. Es entsteht eine klare Imitation der vorherigen Sequenz und Variation:

$$G_{\langle\rangle} \quad G_{\langle\rangle} \quad G_{\langle\rangle} \quad G_{\langle\rangle\langle}$$

7.5 Wiederholung in unterschiedlichen Zeitskalen

Die Wiederholung zeigt in diesem Stück ihre Produktivität als Gestaltungsmittel auf allen Zeitebenen. Über die Verbindung zur Dekorrelation reicht die Wirkung der Repetition bis in die Mikrozeit, wo sie vor allem verwendet wird, um Klangobjekten eine Räumlichkeit zu geben. Auf der höhergestellten Zeitskala manifestiert sie sich einfach im herkömmlichen musikalischen Sinn: ein Klangereignis wird zwei- oder mehrmals hintereinander abgespielt. In diesem Stück können wir eine zusätzliche Differenzierung der Makrozeit in Meso- und Makrozeit beobachten. Damit soll gemeint sein, dass sich sowohl lange Klänge oder Aggregate mehrerer Schichten, ganze Konstellationen sich wiederholen, als auch das, was wir im klassischen Sinne als Note bezeichnen können. Es fällt auf, dass viele Makroobjekte selbst bereits zweigliedrig oder intern repetitiv sind. So gibt es viele verschachtelten Wiederholungen, Repetitionen von Repetitionen.

Ein im Bezug auf Wiederholung beispielhafter Abschnitt findet sich bei 9:36 - 9:55. Eine Reihe von vier Impulsen beendet eine Instanz des Modells, welches sich bereits seit 9:18 entfaltet. Der dritte Impuls (9:41) ist für die Analyse anhand dem Kriterium der Dekorrelation und der Wiederholung besonders spannend, da er sich genau am Schnittpunkt zwischen den Zeitskalen abspielt. Er besteht aus drei Teilen, die sich Schlag auf Schlag folgen und in Stereopaaren aufgeteilt sind. Durch die klare Tonhöhe hat er die Funktion, das Ende des Abschnitts einzuläuten, was durch den vierten Impuls bestätigt wird, der die gleiche zeitliche Konstellation hat.

- (1) Klavierton mit Tonhöhe A6, 1/2
- (2) Flötenton mit Tonhöhe G#6, 3/4
- (3) Flötenton mit Tonhöhe G#5, 5/6

Aufgrund der kurzen Verzögerungszeit zwischen 1 und 2 verschmelzen sie zu einem einzelnen Klang. Ihre zeitliche Nähe ist dabei ein so überwiegender Faktor, dass man nicht hört, dass 1 einen Halbton höher als 2 ist, der Einschwingvorgang des zweiten verdeckt den des ersten. 2 und 3 sind exakte Repetitionen des gleichen Flötenklangs, welcher innerhalb des Stereopaars um 43ms verschoben ist und somit als ein Klangereignis hörbar wird, welches sich von links nach rechts bewegt. Durch

die Dekorrelationszeit zwischen den Wiederholungen hören wir 3 auch klar als solche. Somit wird innerhalb dieses komplexen Impulses die Dekorrelation zeitskalenübergreifend auf das gleiche Material angewandt. Versuchsweise wurde die ganze Figur so verschoben, dass die in Abbildung 16 pink eingezeichnete Verzögerung zwischen den Kanälen 4 und 5 ebenfalls 43ms beträgt. Trotz der gleichen resultierenden Verhältnisse verschmelzen die Klänge nicht zu einem längeren Objekt. Wir können daraus schliessen, dass die Morphologie des Klangs und die unterschiedlichen räumlichen Positionen zusätzlich zur Dekorrelationszeit die Verschmelzung verhindern.

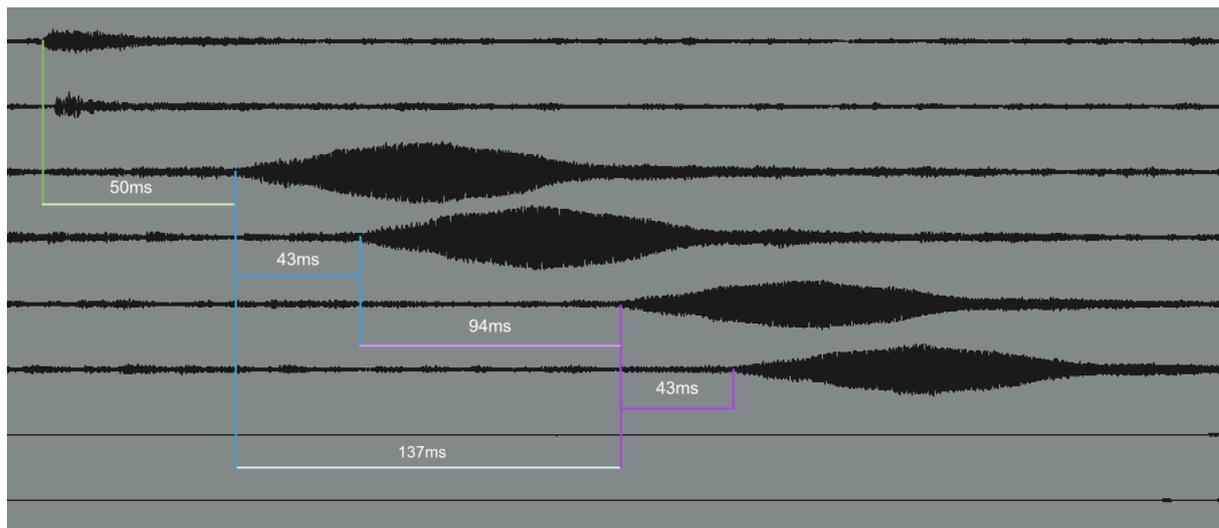


Abbildung 16: Zeitliche Verhältnisse innerhalb der Struktur (9:41)

Der vierte Impuls dieser Serie (9:43) zeigt ebenfalls einen enormen Verschachtelungsgrad. Er besteht aus einer Geste, die in der exakt selben zeitlichen und räumlichen Aufstellung wie der dritte Impuls instanziiert wird. Die Geste besteht in sich bereits aus drei Schlägen, der zweite wird jedoch vom ersten zeitlich maskiert und ist in Isolation gar nicht hörbar. Im Kontext eines Stereopaars hingegen hören wir einen räumlichen Eindruck, gleichzeitig macht sich der vorher unhörbare zweite Schlag bemerkbar, in dem er zu einer rhythmischen Rauheit (*Flam*) führt. Als Konsequenz seiner perkussiven Morphologie schwankt der Klang im Vergleich zum dritten Impuls zwischen zeitlich verschmolzenem Stereoklang und einzelnen Wiederholungen. Durch die zusätzliche Dekorrelation von 130ms zwischen den Stereopaaren ergibt sich jedoch definitiv der rhythmische Eindruck eines Doppelschlags.

Nach dieser Abfolge verschiebt sich die Aufmerksamkeit wieder komplett auf den Strom granularer Texturen, welcher die ganze Sequenz umgibt und durchdringt. Diese hören wir eigentlich als makroskopische Objekte, die gleichmässig oder mit langsamen internen Veränderungen dahinfließen. Das bedeutet, dass wir die einzelnen Teile nicht hören können, sondern nur das aus der statistischen Masse emergente Resultat. Wenn wir nun in dieser Situation meinen, eine singuläre Artikulation gehört zu haben, können wir uns nie ganz sicher sein, ob dies nur eine kleine Amplitudenschwankung war, oder

ob es die Artikulation wirklich “gab”. Genau hier zeigt sich besonders stark die festigende Kraft der Repetition. Wird die kleinste Figur merklich wiederholt, können wir sofort davon ausgehen, dass es sie tatsächlich “gibt”, ihre Existenz als kompositorische Intention wird bestätigt. Nach dem vorher beschriebenen Sequenz passiert genau das. Zwischen 9:45 - 9:55 hören wir drei kurze, kaum erkennbare Doppelschläge auf den Stereopaaren $3/4$ und $5/6$. Ihr singulärer Charakter und die Zusammengehörigkeit ergeben sich aus mehreren Faktoren. Erstens haben sie im Vergleich zum restlichen Klangmaterial dieser Passage klar erkennbare Tonhöhen, F (9:45), Eb (9:49) und C (9:55). Dieser stufenweise Abstieg lässt den Eindruck einer simplen Sequenz erwecken. Zweitens ist ihre Setzung im Raum sehr spezifisch, sie erscheinen, wie die meisten prominenten Klangtypen, in mehreren Stereopaaren, in diesem Beispiel klar in die Mitte des virtuellen Raums gesetzt. Drittens ist die Klangmorphologie mit ihrer in sich wiederholten Gestalt klar ein Bezug zur ganzen Passage (9:36 - 9:55), die sich erkennbar um interne und externe Wiederholungen dreht. In diesem Kontext geschieht eine Konditionierung, die uns erlaubt, diese kleinsten Doppelschläge als ausdrückliche musikalische Artikulationen zu hören. Zuletzt lassen sie sich durch die Anzahl Wiederholungen und einem zeitlichen Verhältnis von 2 : 3 mit dem Modell in Verbindung setzen (siehe Abschnitt 7.3), wodurch sie im grösseren Kontext des Stücks als intentionale Setzung wirken. Wir wissen nicht, ob diese Stelle “top-down” strukturiert wurde, als Anwendung einer globalen Morphologie auf alle Zeitskalen, oder “bottom-up”, also durch Extraktion einer kleinsten morphologischen Eigenheit, welche anschliessend in allen höheren Zeitskalen sich vervielfacht hat. Faktisch lässt Vaggiones Denken in Netzwerken beide Möglichkeiten offen, da die Repetition eine in allen Zeitskalen definierte und produktive Operation ist. Die Analyse kann in diesem Fall nur die Verhältnisse aufzeigen, sie ist nicht imstande, Genealogien nachzuweisen.

7.6 Musikalische Konsequenzen der Arbeit in Stereopaaren

Die Arbeit in Stereopaaren hinterlässt sichtliche Spuren, die sich anhand detaillierterer Betrachtungen lokaler Konstellationen und Konstruktionen analysieren lassen. Dafür kehren wir zur räumlichen Struktur zurück, welche in Abschnitt 6.2.4 vorgestellt wurde.

7.6.1 Beispiel 1

Betrachten wir eine Serie von Shaker-Impulsen, bei 0:37 - 0:51. Sie besteht aus zwölf Repetitionen des exakt gleichen Klangs, angefangen im Kanal 7. Der Kanalindex der aufeinanderfolgenden Klanginstanzen schreitet linear voran:

$$7 - 8 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 1 - 2$$

Die zeitliche Konstellation zwischen den einzelnen Repetitionen verweist auf das Denken in Paaren, erkennbar daran, dass *innerhalb* der Kanäle eines möglichen Paares eine kürzere Dekorrelationszeit

vorliegt, als *zwischen* den Stereopaaren (siehe Abbildung 17).

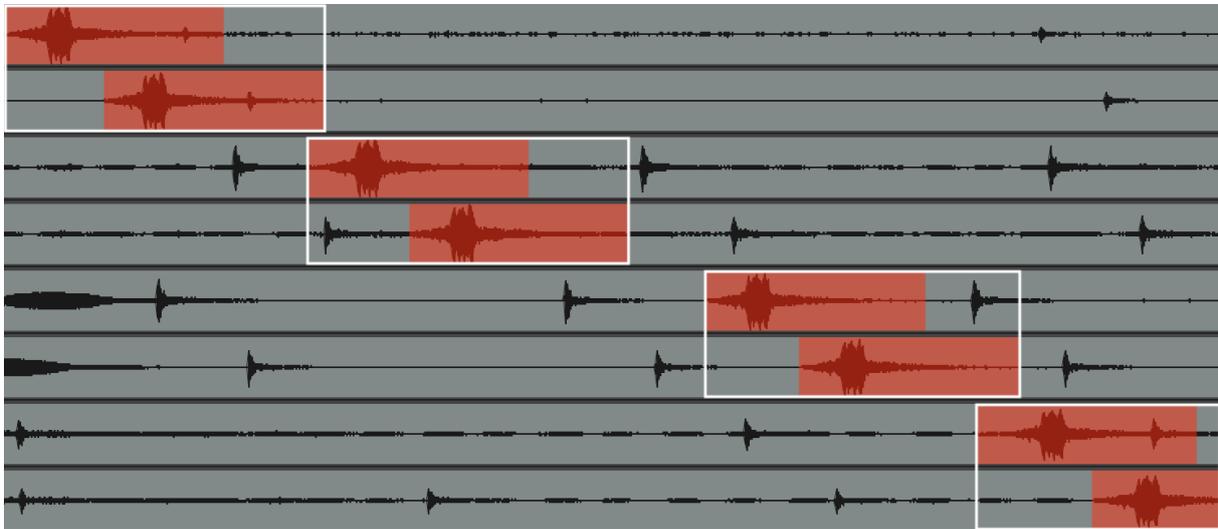


Abbildung 17: Lineares Muster mit eingezeichneten Paaren (0:37 - 0:38)

Die Ermittlung der Dekorrelationszeiten zwischen den Kanälen bestätigt diesen Eindruck. Wie wir in Tabelle 5 sehen, ist die Dekorrelationszeit von den geraden zu den ungeraden Kanälen immer die gleiche (83ms), während die von den ungeraden zu den geraden variiert und länger ist. Das suggeriert eine Gruppierung nach ersterem (1/2, 3/4, 5/6, 7/8). Der Kontrast zwischen der konstanten Verzögerung innerhalb und den variierenden Zeiten des zweiten lässt sich anhand der handwerklichen Delimitation zwischen prozeduralen (globalen) und manuellen (lokalen) Eingriffen charakterisieren (siehe Abschnitt 2.8).

Paar	Δt	Paar	Δt
1/2	83ms	2/3	109ms
3/4	83ms	4/5	187ms
5/6	83ms	6/7	258ms
7/8	83ms	8/9	175ms

Tabelle 5: Dekorrelationszeiten zwischen den Kanälen

Wir betrachten also eigentlich ein bereits räumliches Klangobjekt, welches mit einer Bewegung von links nach rechts versehen wurde. Die Dekorrelation innerhalb der Kanäle wirkt als vereinfachte Modellierung von interauralen Zeitdifferenzen mit $\Delta t = 83\text{ms}$, die Impulse verschmelzen zu einem bewegten Hörereignis (siehe Abschnitt 4.4). Der Klang wird an mehreren räumlichen und zeitlichen Stellen instanziiert, wodurch zusätzlich eine Bewegung von hinten nach vorne entsteht. Das Handwerk der

Dekorrelation überschreitet hier die Mikrozeit, manifestiert sich auf der Zeitskala der Note, mit dem Resultat einer rhythmischen Figur (siehe Abbildung 18). Die Stelle zeigt somit die inhärente Nonlinearität der Dekorrelation als musikalische Operation und ihre verknüpfende oder trennende Kraft im Kompositionsprozess.

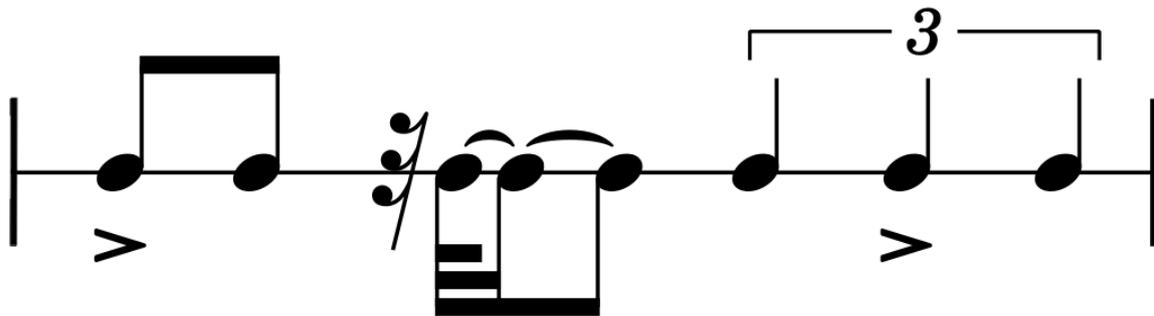


Abbildung 18: Rhythmus, der aus der Dekorrelation entsteht

Die musikalische Mehrdeutigkeit dieser Stelle hat mich dazu verleitet, sie genauer zu untersuchen. Die Figur wurde versuchsweise in der Pro Tools-Session isoliert, wobei zuerst nur zwei aufeinanderfolgende Impulse (auf Kanälen 1/2) gehört wurden. Unter diesen Hörumständen ist die interaurale Zeitdifferenz eigentlich zu gross um den Klang verschmelzen zu lassen: ein Doppelschlag entsteht, welcher sich von links nach rechts bewegt, aber trotzdem aus zwei klar unterscheidbaren Events besteht. Das gleiche passiert auch, wenn man sich zwei benachbarte Impulse anhört, die nicht ein Stereopaar bilden (beispielsweise 2/3). Als nächster Schritt wurden weitere Kanäle dazugeschaltet. Ab sechs aufeinanderfolgenden Instanzen des Klangs verliert sich plötzlich der Eindruck von diskreten Ereignissen, man hört in diesem Fall plötzlich nur noch drei Noten, da die Doppelschläge wieder zu einem räumlichen Klangobjekt verschmelzen. Bei der vollen Sequenz von zwölf Impulsen hört man wieder den in Abbildung 18 notierten Rhythmus mit sechs Noten. Das zeigt, dass die Zeitschwelle, die für die Verschmelzung oder Trennung zweier Klänge "gilt", komplett kontextabhängig ist (siehe Abschnitt 3.1.1).

7.6.2 Beispiel 2

Nur ein Beispiel wurde gefunden, in dem die sonst sehr konsequente Aufteilung in Stereopaaren dieser Struktur aufgebrochen wurde, bei 13:00 - 13:42. In diesem Abschnitt wird ein hölzerner, perkussiver Klang sequenziert. Auffällig ist dabei die harmonische Ebene, es bildet sich ein Akkord, der aus gestapelten reinen Quartan besteht. Der Akkord besteht somit aus den Tönen C#3, F#3, B3, E4, A4 und C#5. Diese Form von Harmonie ist in Vaggiones Musik oft anzutreffen. Meine Annahme zur Prävalenz dieses Umgangs mit Tonhöhen ist die rekursive Anwendung einer Klangtransformation -

Paar	Δt	Tonhöhe
1/2	0ms	E4
3/4	0ms	C#3, A4
5/6	0ms	F#3
7/8	0ms	B3

Tabelle 6: Stelle: 13:00, 13:03,
13:09

Kanal	Δt	Tonhöhe
3	0ms	C#3
4	166ms	F#3
5	107ms	B3
6	130ms	E4
7	95ms	A4
8	119ms	C#5

Tabelle 7: Stelle: 13:09

Kanal	Δt	Tonhöhe
1	0ms	C#3
2	20ms	F#3
3	23ms	B3
4	48ms	E4
5	54ms	A4
6	55ms	C#5

Tabelle 8: Stelle: 13:15

in diesem Falle Transposition - auf das Resultat der vorherigen Transformation, als Entfaltung eines objekt- und netzwerkorientierten Kompositionsprozesses.

Vaggione führt mit diesem Material zwei Serien aus, in der die Verteilung der Töne auf die einzelnen Kanäle, sowie ihre Onsets variiert werden. Die erste Serie zeigt sich als klare Instanz des oben erläuterten Modells. Die Verteilung der Tonhöhen geschieht dabei in Stereopaaren, wobei jedes Paar eine oder zwei Tonhöhen teilt und synchron mit den anderen einsetzt (siehe Tabelle 6).

In der zweiten Serie wird der Akkord zu einem Arpeggio gebrochen, jede Tonhöhe wird nun einem Kanal zugeteilt (siehe Tabelle 7). Handwerklich gesehen passiert hier wieder die Verlagerung der Technik der Dekorrelation in die Zeitskala der Note oder des Klangevents: durch zeitliche Verschiebung Δt der Onsets wird aus einem impulsartigen Akkord eine Art simpler Figur. Δt ist dabei auf allen Kanälen in einer ähnlichen Größenordnung und viel zu hoch um die Figur als ein Hörevent wahrzunehmen. Dies führt in Kombination mit den diskreten Tonhöhen dazu, dass wir auch keine Stereogruppen mehr bilden oder wahrnehmen können. Bei der zweiten Instanz des Arpeggios sind die Verschiebungen nochmals kürzer (siehe Tabelle 8). Aufgrund der morphologischen Charakteristik des perkussiven Materials hören wir trotzdem klar einzelne Events, die räumlich und zeitlich nicht zu einem einzelnen Klang zusammenschweissen. Wir hören hier nicht nur eine Bewegung von vorne nach hinten, sondern ein Zickzack-Muster (siehe Abbildung 19). Somit können wir die Aussage präzisieren, dass Zeitschwellen nicht nur kontext-, sondern auch material- oder morphologieabhängig sind.

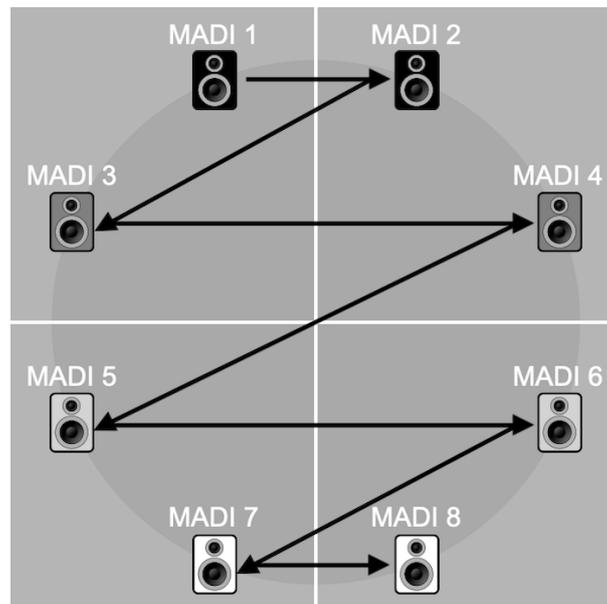


Abbildung 19: Räumliches Zickzackmuster

7.7 Musikalische Konsequenzen des räumlichen Rasters

Die in Abschnitt 5.3 beschriebene Kanaleinteilung in Pro Tools bildet durch ihre vertikale Wiederholung in Achtergruppen eine Form von Raster, anhand dessen der kompositorische Raum stratifiziert ist. Die Einteilung kann somit als Repräsentation des Raums betrachtet werden kann, auf die gewisse Operationen angewandt werden können. Dies hat Konsequenzen für die räumlichen Gestalten, welche aus der Arbeit als (multi-)lokalen Beschäftigung mit dem Klangmaterial in dieser Umgebung stammt. Ein Beispiel dafür soll exemplarisch an der Stelle 9:58 - 10:42 gezeigt werden. Die Stelle verläuft nach dem Modell, mit drei Wiederholungen (10:12, 10:14, 10:26), wobei die dritte variiert wird. Es lassen sich eine Überlagerung dreier Serien beobachten, in denen das Modell jeweils anders variiert wird. Fokus ist die erneute Sequenzierung einer zeitgedehnten Version des Klangs *spectr gliss*, hier als G bezeichnet wird. Innerhalb des Klangobjekts ist die gleiche Struktur im Bezug auf Transpositionen und Kanalverteilungen wie in Abschnitt 7.4.1 zu finden. Im Vergleich zur vorherigen Instanz sind die Zeiten zwischen den Wiederholungen jedoch gleichmässig. Die letzte Wiederholung wird mit einem lange nachresonierenden Fanfarenklang mit Tonhöhe C#5 ausgeschmückt, welche dem Abschluss einen markanten Charakter verleiht (G'). Darüber werden zwei weitere Serien gelegt, einerseits ein Klavierimpuls K auf den Kanälen 8/1. K selbst wird in jedem Glied bereits zweimal wiederholt, wobei die erste Wiederholung vor und die zweite auf der Spitze von G liegen. Bei der charakteristisch variierten dritten Instanz wird der Klavierimpuls vervierfacht und erklingt im räumlichen Zickzack gestaffelt auf den Kanälen 4, 3, 2, 1 (K'). Die zweite Serie, die überlagert wird, besteht aus acht gestaffelten Kopien eines Impulses I , deren genaue Anordnung wir im nächsten Abschnitt betrachten. Die dritte

Wiederholung fällt nicht mit den anderen zusammen, sondern wird später variiert nachgeholt (I'). Somit kann die ganze Sequenz aus der Verzahnung dieser drei Serien angesehen werden:

$$IK GK \quad IK GK \quad K' G' K' \quad I \quad (7)$$

Wenden wir uns nun der räumlichen Aufstellung der Impulse zu. Wie wir in der Pro Tools-Session sehen können, sind die gestaffelten Kopien jeweils in Stereopaaren angeordnet, wobei die Dekorrelationszeit innerhalb von ihnen immer 80ms beträgt (siehe Abbildung 20). Allerdings ist die ganze Figur im vertikalen Raster der Session um eine Spur versetzt, so dass sie auf einem Kanal mit geradem Index beginnt und sich die "Stereo"-Paare nun in der Diagonale bilden (siehe Abbildung 21a).



Abbildung 20: Impulscluster (10:10 - 10:12). Kanalreihenfolge 2/3, 4/5, 6/7, 8/1

Was daraus erkennbar entsteht, ist eine relativ komplexe Form mit sich überlagernden, rekonfigurierten Stereopaaren. Was hören wir aber genau? Die Dekorrelationszeit innerhalb eines Paares ist in Hinsicht auf das perkussive Material schon beträchtlich gross, so dass sich auch bei wiederholtem Hören nicht herauskristallisiert, welche Kanäle wir als einzelne Events und welche wir als zusammengehörende Einheiten wahrnehmen können. Die emergente rhythmische Geste kann man als Dreifach-Schlag hören, der bei klar bei Kanal 4 anfängt und im Kanal 1 endet. Der mittlere Impuls entzieht sich jedoch einer genauen Ortbarkeit, da hier sehr viele zeitnahe Überlagerungen geschehen, die eine genauere Analyse per Ohr äusserst schwierig machen.

Die Hintergrundtextur dieser Passage präsentiert sich in für Vaggione typischer Art. Sie besteht aus mehreren überlappenden Schichten granularer Ströme, welche bereits seit 9:16 präsent sind. Beim ersten Hören entsteht der Eindruck einer einzelnen, dichten und räumlich omnipräsenten Textur. Bei wiederholtem Hören merkt man jedoch, dass sie mit den Wiederholungen der Geste interagieren. Bei jeder dieser löst sich der Strom weiter auf, bis er, nach der dritten Instanz zu einem spärlichen Plätschern reduziert, vom letzten Impuls der oben erläuterten Serie bei 10:38 zum Erstellen gebracht

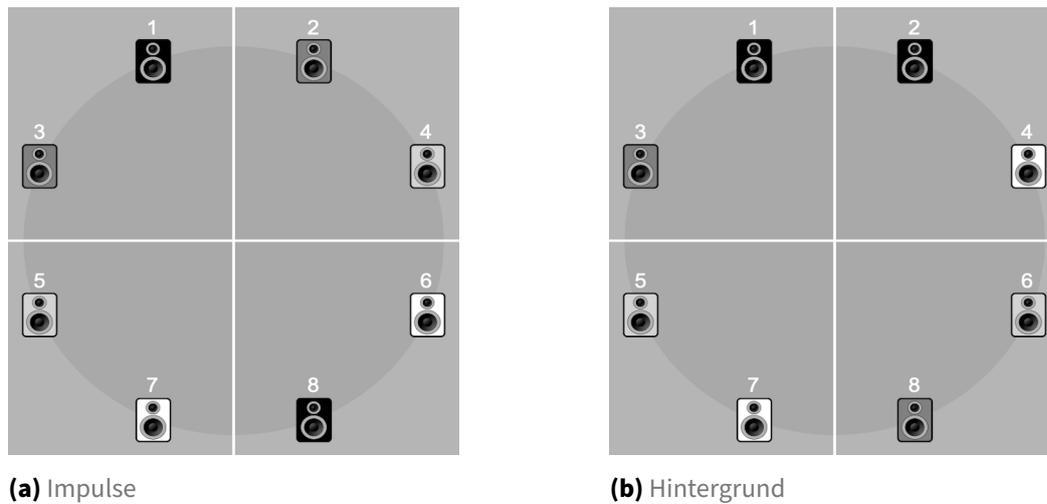


Abbildung 21: Lautsprecherbeziehungen im Abschnitt 9:58 - 10:42, gleiche Farbe zeigt Stereoverwandtschaft

wird. Erst wenn dies passiert ist und somit die erste Pause in der Textur seit 9:16 erscheint, realisiert man den Ablauf, der sich gerade vollzogen hat.

Die einzelnen Schichten sind hier wiederum in aufgeweichten Paarbildungen angeordnet. Klare Verwandtschaften sind innerhalb der Paare 1/2 und 5/6 erkennbar. Kanäle 4 und 7 tragen keine Texturschicht, während 3 und 8 das gleiche Material wie 1/2 haben. Diese Rekonfiguration der Stereogruppen sieht man auch in der Pro Tools-Session bestätigt. Somit ist in dieser hintergründigen Ebene eine eigenwillige Aufstellung aufzufinden, mit zwei konventionellen Stereopaaren und zwei, die die anderen Paare überkreuzen (siehe Abbildung 21b). Das rekonfigurierte Stereopaar 3/8 ist 44ms zu 1/2 verzögert. Dies hat aufgrund der hohen Dichte der Texturen allerdings kaum einen räumlichen Eindruck mehr. Vielmehr entsteht eine sehr geräuschhafte Überlagerung, die während den ersten zwei Instanzen das Klangmaterial im Paar 5/6 komplett überdeckt.

7.8 Die Eröffnung als “Gegenvorschlag”

Zwei Teile dieses Stücks unterscheiden sich fundamental in ihrem musikalischen Charakter, sowie dem Umgang mit der Räumlichkeit im Vergleich zum Rest, nämlich die Einleitung (0:00 - 2:26) und der Abschnitt, den ich “Einschub” genannt habe (5:40 - 7:09). Durch ihre Losgelöstheit bieten sie quasi einen Gegenvorschlag zum Paradigma des Modells, weswegen hier die Eröffnung als Beispiel behandelt werden wird. Sie ist in einem Stil ausgeführt, welcher in späteren Abschnitten nicht wieder verfolgt wird. Der Abschnitt kann weiter unterteilt werden: das Stück eröffnet mit einer energetischen Explosion, die in eine sehr dichte, rhythmisch und räumlich überlagerte Polyphonie übergeht. Ein Einschnitt von drei sperrigen, chromatischen Fagottakkorden führt zu einer langsamen Ausdünnung

der rhythmischen Schichtung, bis die Sequenz mit einem Impulsgemisch endet (1:09). Nach einem verknüpfenden Abschnitt (1:21 - 1:29), in dem bereits gehörtes Material rekapituliert wird, folgt eine Sequenz, die von einem sich über die gesamte Dauer erstreckendes Glissando geprägt ist, eine für den Rest des Stücks sehr unübliche, zielgerichtete Bewegung (1:29 - 2:26). Darüber spielt sich eine Variation viel kürzerer, gestischer Aufwärtsglissandi ab, gefolgt von rhythmischen Akzenten. Durch das Ende des langen Glissandos bei 2:08, inklusive klarer rhythmischer Artikulation, ergibt sich ein Trugschluss, welcher bei 2:12 durch einen letzten dicht gestaffelten, dreigliedrigen Impuls aufgelöst wird.

Der Gegenvorschlag zum Modell besteht hauptsächlich in der zeitlichen und räumlichen Organisation der Inhalte. Die Organisation in Stereopaaren wird in diesem Abschnitt so erweitert, dass den einzelnen Paare eine Registerfunktion zugeschrieben werden kann. Besonders konsequent ist dies in der Aufteilung der unterschiedlichen Texturströme zu sehen und hören. Natürlich gibt es auch hier eine Ausnahme der strikten Ordnung, das Stereopaar 7/8 existiert im Hinblick auf die Texturen nicht, da 7 keine beinhaltet:

- 1/2: Castagnetten, chromatische Geigen
- 3/4: Puls, Rauschen
- 5/6: Puls, Klappengeräusche
- 7: *Tacet*
- 8 Castagnetten

Die Polyphonie von 0:00 - 0:28 weist einen hohen Grad rhythmischer Stratifizierung auf, die sich durch einen regelmässigen Puls bemerkbar macht, der in den Stereopaaren 3/4 und 5/6 gerade durchgezählt wird, wobei die Paaren zueinander leicht dekorreliert sind, was zu Doppelschlägen führt. Alle anderen rhythmischen Artikulationen orientieren sich am Puls, wobei ihre räumlichen Positionen ständig wechseln. Die diskreten Positionen der Ereignisse führen zu einer ständigen Verschiebung des rhythmischen Zentrums, welche durch die zeitlich und räumliche Beständigkeit des Pulses einen Gegenpol erhält. Das Material ist in kurze Phrasen organisiert, die immer länger und komplexer werden (Abbildung 22). Diese beginnen jeweils mit einem Shaker auf den Kanälen 1/2 (hellgrün) und bewegen sich dann durch die Kanäle fort. Rhythmisch gesehen folgen sie einem Muster, in dem die Wiederholung des ersten Glieds (dunkelgrün) ein zeitliches Verhältnis zum Puls aufbaut. Der darauf folgende Schlag (türkis) wird somit als vorgezogene Synkope gehört, die an gewissen Stellen mit einem weiteren Schlag versehen wird (blau). Die Phrasen werden meistens mit einem markanten Klang abgeschlossen (magenta). Ein modellhafter Charakter ist auch hier zu erkennen, obwohl die Phrasen über eine sehr kurze Zeit und nur lokal organisiert sind, so dass diese Struktur keine weiteren grossformalen Konsequenzen hat. Der räumliche Ansatz dieser Passage ist im Vergleich zum Rest des Stücks erfrischend, wie auch überfordernd, allen Linien gleichzeitig versuch zu folgen. Es ist nachvollziehbar, dass diese Form von ausdifferenzierter Schichtung nur als Singularität zu Beginn des Stücks in Erscheinung treten kann. Entstehungsgeschichtlich ist dieser Teil bis in die erste Pro Tools-Session des Stücks nachweisbar (siehe Abschnitt 9.3), was bedeutet, dass es sich um einen abgebrochenen Versuch handeln könnte.

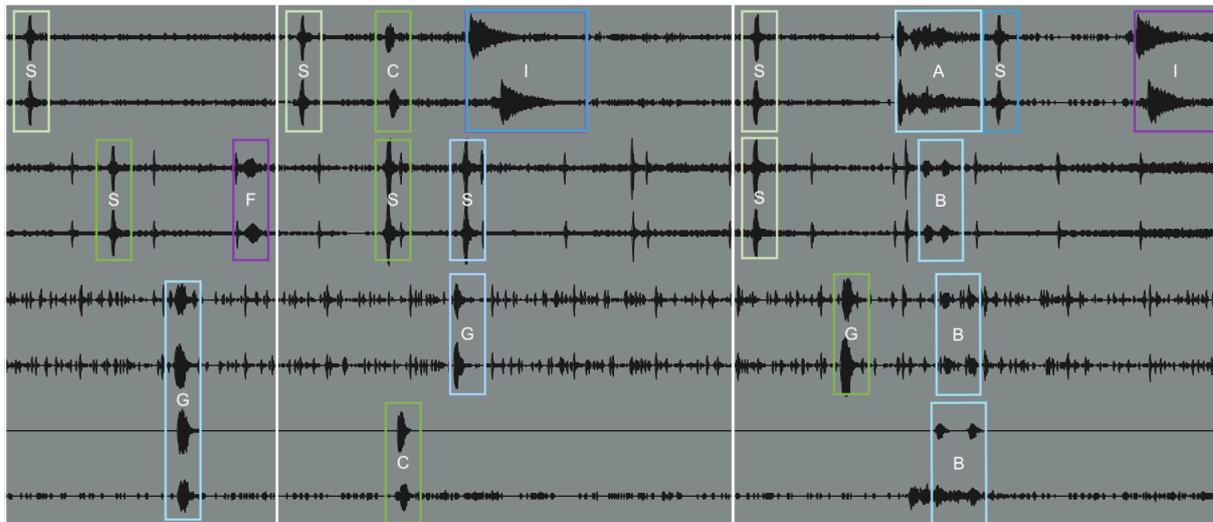


Abbildung 22: Erste drei Phrasen des Stücks. S: Shaker, G: Guiro, F: Flöte, C: Clap, I: Impuls, A: Aufsteigender Klang, B: Blip

8 Schlussfolgerungen der Analyse

Die Analyse von *Gymel II* hat sich für mich aus mehreren Gründen als problematisch herausgestellt. Während der Arbeit hatte sich schnell der Verdacht eingeschlichen, dass etwas mit diesem Stück nicht stimmen konnte, da es wie bereits erläutert, im starken Kontrast zu den restlichen Werken Vaggiones der letzten zehn Jahre steht. Die Auflösung dadurch, dass es sich um keine vollendete Version handelt, war ein wichtiger und interessanter Schritt in der Entwicklung, gleichzeitig jedoch verbunden mit dem Gefühl, dass die bereits geleistete Analyse meiner Meinung nach nicht sehr beispielhaft oder erläuternd in einem grösseren Kontext von Vaggiones Opus sein konnte. Die Vorbehalte, die ich zur Qualität des Stücks und der Rolle der Räumlichkeit hatte, wurden gewissermassen bestätigt. Damit will ich nicht sagen, dass die Achtkanalversion von *Gymel II* es nicht verdient hätte, analysiert zu werden. Sie ist in mehreren Hinsichten trotzdem interessant, aber allein musikalisch weniger aussagekräftig. Schlüsse über das räumliche Denken können anhand dieser Lage darum nur vorsichtig gezogen werden. Es ist unbestritten, dass die Dekorrelation als Technik in Verbindung mit dem Achtkanaldispositiv klare Möglichkeiten liefert, die ausgenutzt werden können und die ihm eigen sind. Dies hinterlässt nachvollziehbare und interessante Spuren in der Machart des Stücks, welche mit Vaggiones Kompositionstheorie in Verbindung gebracht werden können, um dieser eine konkretere Ebene *per exemplum* zu geben. Der Gebrauch der Psychoakustik als Werkzeug, um komplexe Höreffekte verstehen zu können, hat sich im Bezug zur Anwendung der Dekorrelation in diesem Stück jedoch nur teilweise gelohnt. Das Stück bestätigt natürlich die theoretischen Annahmen zu den unterschiedlichen Zeitskalen: jede Verschiebung, egal welcher Grössenordnung, führt zu einer Veränderung der räumlichen oder mu-

sikalischen Situation. Allerdings fehlt es meiner Ansicht nach an morphologischen Singularitäten, deren Gestalt sich gut für eine ausdifferenzierte, räumlich wirkungsvolle Arbeit anbieten würden. Die Wahl des Modells ist syntaktisch und formal gesehen eine nachvollziehbare Entscheidung, um zeitskalenübergreifende Eingriffe zu formalisieren und variieren. Ein Grossteil der Instanzen sind jedoch redundant und musikalisch ermüdend. Die Art der räumlichen Hörsituationen, die aus dem Modell entstehen, sind meiner Ansicht nach selten so gestaltet, dass die unzähligen Differenzen dieser in kleinteiligster Arbeit ausgearbeiteten Musik tatsächlich sich im Bereich der Wahrnehmung bemerkbar machen. Somit ist der Schluss, den ich nach dieser längeren Auseinandersetzung mit dem Stück ziehe, dass die Dekorrelation grösstenteils als globale Operation angewandt wurde. Da annähernd jeder Klang dekorreliert und in Stereopaaren organisiert ist, hat annähernd jeder Klang die selbe resultierende "Achtkanaligkeit". Als qualitativer Schritt von Stereo zu Achtkanal konnte sich die Nonlinearität im Sprung nur teilweise zeigen, vielerorts bleibt das Dispositiv handwerklich einfach eine Vervielfachung einer Stereosituation.

Nichtdestotrotz war die Auseinandersetzung mit dem Stück als Artefakt eines mehrkanaligen Kompositionsprozesses spannend. Vor allem im Bezug auf die Fragen unterschiedlicher Versionen und möglicher Dispositive hat sich die Anwendung Vaggiones Theorieansätze für mich bewährt. Diese liefern ein mächtiges und breit anwendbares Werkzeug, um über Computermusik, ihre mediale Beschaffenheit und Repräsentation nachzudenken. Es bleibt nur noch zu überprüfen, wie dieses Denken sich in meiner zukünftigen kompositorischen Arbeit bemerkbar macht.

9 Anhang: Analyse der Quellenlage

Die Arbeit mit digitalen Mitteln ermöglicht eine eindeutige Reproduzierbarkeit der Schritte, die zu einem künstlerischen Resultat führen. Organisationsmittel wie Benennung, Tags, Zeitstempel, sowie komplexere Mittel wie *git*¹ können Strukturen und Verbindungen zwischen Dateien aufzeigen. Die systematische Dokumentation eines Prozess könnte die Forschung erleichtern und gleichzeitig auch helfen, Kompositionsprozesse nachzuvollziehen und musikalisches Denken zu erklären. Allerdings erzwingen die wenigsten Computersysteme eine strikte Ordnung von ihren Nutzenden. Neben der Einschränkung, dass Dateien im gleichen Ordner nicht denselben Namen haben dürfen, werden kaum weitere Regeln durchgesetzt, die dabei helfen, Dateien zu organisieren oder sogar zu dokumentieren. Zudem ist es oft so, dass die Arbeit am Computer eine gewisse Trägheit mit sich bringt, da einst etablierte Konventionen, auch wenn sie nur der Unachtsamkeit, dem Zufall oder dem Fehlen einer Systematik entspringen, sich dem Wandel und Strukturierungsversuchen im Nachhinein widersetzen.

Die Analyse von *Gymel II* als Betrachtung einer Anzahl digitaler Artefakte, die aus einem zeitlich zurückliegenden Prozess entsprungen sind, ist im Kontext dieser Problematik zu betrachten. Als Voranalyse

¹<https://git-scm.com/>

wollte ich mir darum eine gewisse Ordnung innerhalb der Quellenlage zu etablieren. Hier ist anzumerken, dass das primäre Ziel dieser Teils nicht unbedingt der qualitative Vergleich zwischen einzelnen Versionen ist, sondern eher das Bestimmen der zu analysierenden Version.

9.1 Überblick des Materials

Von Germán Toro-Perez erhielt ich den Ordner *Horacio-test*, den Vaggione nach seinem Aufenthalt im Juli 2015 zurückliess. Darin finden sich Unterordner mit Vaggiones Klangmaterial, unterschiedlich gerenderte Versionen des Stücks, sowie eine Ansammlung von Pro Tools-Sessions, inklusive Unterordner mit weiteren Kopien dieser Sessions. In diesem Teil der Analyse gehe ich ausschliesslich auf die unterschiedlichen Sessions und die fertigen Versionen des Stücks ein. Eine Analyse einzelner Klänge wäre im Kontext einer opusumfassenden Analyse aller elektroakustischen Stücke Vaggiones sicherlich interessant, um die vielen intertextuellen Bezüge in seiner Musik zu erläutern, dies sprengt den Rahmen dieser Arbeit allerdings eindeutig.

9.2 Digitale Spuren

Im Unterschied zu anderen Disziplinen sind wir glücklicherweise in der Situation, dass Betriebssysteme bereitwillig Metadaten zur Verfügung stellen, die wir analysieren können. Neben dem Datum, welches automatisch bei der Erstellung und Bearbeitung einer Datei aktualisiert wird, sind *Tags* eine vorsätzliche Form der Ordnung von der Seite der User aus. Diese dienen zur vereinfachten visuellen Verwaltung von Dateien durch Ettiketierung mit Farben. Die Interpretation der Tags ist dadurch erschwert, dass es keine Möglichkeit oder Zwang gibt, die semantische Codierung der Farben im Finder zu dokumentieren. Schlussendlich ist es eher die Präsenz eines Tags überhaupt, welche die Aufmerksamkeit auf eine gewisse Datei oder Ordner lenkt. Von diesem Effekt habe ich mich in der Analyse auch leiten lassen.

9.3 Vergleich der Sessions

Im Ordner *Horacio-test*, der auf dem Server des ICSTs gespeichert wurde, finden sich eine Vielzahl unterschiedlicher Pro Tools-Sessions. Verweise auf den Namen des Stücks (*Gymel II*) gibt es nicht, stattdessen wurde der Platzhalter *Horacio-test* konsequent zur Benennung verwendet. Die Namen der einzelnen Sessions folgen einem einfachen Organisationsschema: die Dateien wurden einfach durchnummeriert (*Horacio-test 1.ptx* - *Horacio-test 11.ptx*). Diese Praxis wirft sofort die Frage auf, welche Funktion die einzelnen Versionen haben und wie sie sich aufeinander beziehen. Handelt es sich um tägliche Backups? Oder eher Inkremente, Anzeichen, dass im Kompositionsprozess ein gewisses Stadium erreicht war? Überlappen sich die Versionen? Wurde zwischen ihnen gesprungen?

Um mir einen ersten groben Überblick über die Situation zu verschaffen, habe ich visualisiert, wann und wie lange an jeder Session gearbeitet wurde (Abbildung 23). Daraus erkennbar ist ein annähernd linearer Zeitstrahl. Da die Erstellungszeiten nicht mit einzelnen Arbeitstagen korrespondieren, gehe ich davon aus, dass die unterschiedlichen Sessions gewisse Meilensteine oder radikalere Veränderungen in der Komposition markieren. Nur an einer Stelle, zwischen *Horacio-test 8 .ptx* und *Horacio-test 9 .ptx* gibt es eine Überlappung. Möglicherweise wurde in der neunten Fassung etwas ausprobiert, was sich nicht als fruchtbar erwies und daher verworfen wurde.

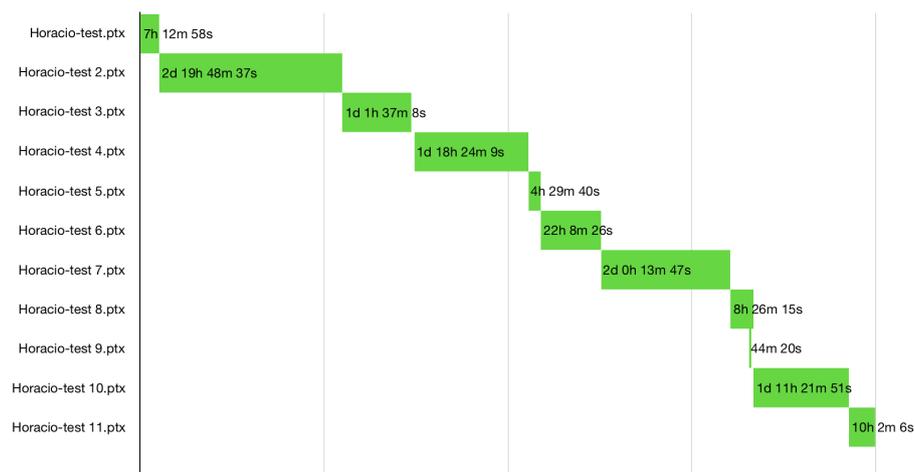


Abbildung 23: Visualisierung der Arbeitszeiten der unterschiedlichen Sessions

Da Pro Tools keinerlei Funktionen zum Vergleich von Dateien zulässt, und es auch nicht möglich ist, mehrere Sitzungen gleichzeitig offen zu haben, habe ich die *Session Info* der Sitzungen exportiert, eine Auflistung der Position jedes einzelnen Audioclips. In ihnen ist erkennbar, dass multilokal gearbeitet wurde, in jeder Version finden sich Veränderungen an mehreren Stellen des Stücks.

```
TRACK NAME:      Audio 1
CHANNEL EVENT CLIP NAME          START END  DURATION
1           1    castagn birds 16-11    0:00  0:19  0:19
1           2    808 Shaker-GAIN_20-01.L 0:34  0:36  0:01
1           3    808 Shaker-GAIN_19-01.L 0:36  0:37  0:00
(...)
```

Die Frage des Gebrauchs der Tags hat sich bei der Analyse der Sessions nicht vollständig geklärt. Die Verwendung von grau und rot (*Horacio-test 7.ptx* und *Horacio-test 10.ptx*) könnte als Artikulation eines gewissen Fortschrittes interpretiert werden, da an diesen Versionen auch lange gearbeitet wurde (siehe Abbildung 23). Der rote Tag mit dem die Version *Horacio-test 11.ptx* interpretiere ich im Zusammenhang mit dem Namen als Markierung einer Endversion.

9.3.1 Unterordner

Abgesehen von den Pro Tools-Dateien finden sich hier die Unterordner `H.vaggione session 11`, `Copy of Horacio-test 11js-pt11`. Diese wurden am 13.7.2015 erstellt und stellen eine erste Endfassung dar, da sie nach ihrer Erstellung nicht mehr modifiziert wurden. Das Kürzel `js` verweist auf Johannes Schütt, welcher für die Zusammenarbeit mit Vaggione am ICST verantwortlich war und der die Ordner erstellt hat. Zuletzt betrachten wir den Ordner `Copy of Horacio-test 11_31.07.15`, welcher zusätzlich mit einem grünen Tag versehen ist. Bereits im Name ist ersichtlich, dass dieser Ordner lange nachdem Vaggiones Residency bereits zu Ende war erstellt wurde. Darum gehe ich davon aus, dass er der Archivierung dient. Ein Vergleich der jeweiligen *Session Info*-Datei konnte etablieren, dass die mutmasslich endgültige Arbeitsversion `Horacio-test 11.ptx` identisch mit der Archivkopie `Horacio-test 11js.ptx` ist, weshalb diese Versionen zur Analyse verwendet wurde.

9.4 Vergleich der Versionen

Im Ordner *Bounced Files* sind mehrere Unterordner auffindbar, die dem Namen nach das Stück in unterschiedlichen Formaten aufbewahren.

Tabelle 9: Auflistung der Unterordner in *Bounced Files*

Version	Ordner	Inhalt	Datum
<i>A</i>	LAST_8 _TRACKS _MONO	8x Mono	Sa, 11.7.2015, 20:59
<i>B</i>	LAST 4 tracks	4x Stereo	Sa, 11.7.2015, 21:02
<i>C</i>	BOUNCE_STEREO	1x Stereo	Sa, 11.7.2015, 21:05
<i>D</i>	H.Vaggione Zurich Bounce Session 11 (Stereo)	4x Stereo	Mo, 13.7.2015, 12:04
<i>E</i>	H.Vaggione Zurich Bounce Session 11 (Mono)	8x Mono	Mo, 13.7.2015, 12:04

Bevor ich mit der Analyse des eigentlichen Stücks anfangen konnte, musste eine dieser Version bestimmt werden. Die Vielzahl der Versionen wirft wiederum Fragen auf: Welche Version dient welchem

Zweck? Und sind sie identisch, abgesehen von ihrer Benennung und Anzahl Kanäle pro Datei? Um diese Fragen zu beantworten, werde ich vor allem die unterschiedlichen Achtkanalversionen untereinander vergleichen. Auf die Stereoversion gehe ich in Abschnitt 9.4.5

9.4.1 Anzahl Kanäle

Die Ordner unterscheiden sich darin, welche Art von Datei sie beinhalten. Versionen *A* und *E* sind Versionen in acht Monodateien, *B* und *D* hingegen in vier Stereodateien. Ein Hinterlegen in Monospuren erhöht die Flexibilität, da längst nicht alle Audioprogramme arbiträr grosse Multikaldateien lesen und abspielen können. Die Version in vier Stereodateien hingegen reflektieren den Aufbau der Pro Tools-Session (Abschnitt 5.3) und somit ein Denken in Stereopaaren. Die explizite Verlinkung zweier Dateien zu einer Einheit bestätigt aus medialer Sicht die Kontinuität des zwischen ihnen beschriebenen Raums und ihre gegenseitige Zugehörigkeit. Auch aus der Sicht der Aufführungspraxis macht es eher Sinn, die relativen Pegel *zwischen* den vier Stereoschichten im Verlauf des Stücks anpassen zu können, während die Verhältnisse *innerhalb* jedes Paares stabil bleiben. Dies auch, weil die Effekte der zeitlichen Dekorrelation, auf die an so vielen Stellen gesetzt wird, durch zu grosse Änderungen der interauralen Pegelverhältnisse pro Paar ausgehebelt werden können und die geplante räumliche Wirkung verfallen würde.

9.4.2 Datierung

Aufgrund der Datierung ergibt sich ein ähnliches Bild wie in der Analyse der einzelnen Sessions (siehe Abschnitt 9.3.1). Versionen *A*, *B* und *C* wurden am Samstag, 11.7.2015 erstellt, wahrscheinlich noch von Vaggione selbst, während *D* und *E* am Montag, 13.7.2015 wahrscheinlich von Johannes Schütt als finale Version für das Archiv erstellt wurden. Mithilfe dieser Datierung kann auch geklärt werden, dass alle Versionen aus `Horacio-test_11.ptx` gerendert wurden, da die Archivkopien noch nicht existierten.

9.4.3 Vergleich von Ohr

Ein erster, oberflächlicher Vergleich von Ohr wurde im Kompositionsstudio durchgeführt, welcher keinerlei merkliche strukturellen Unterschiede ans Licht führte. Es war mir allerdings von Anfang an klar, dass diese Vergleichsmethode unvollständig sein würde. Dies ist nur schon durch die Länge des Stücks und der Anzahl Information, Kanäle und Versionen gegeben. Die einzelnen Dateien der Kanäle könnten sich auf Arten unterscheiden, die von Ohr schwierig nachzuprüfen sind. Im Falle der Dekorrelation ist diese Unmerklichkeit des Prozesses sogar gewissermassen Teil der Definition (siehe Abschnitt 3.4). Darum wollte ich einen genaueren Vergleich mithilfe digitaler Mittel versuchen.

9.4.4 Nulltests

Prinzipiell handelt es sich beim Nulltest um nichts anderes als den Vergleich einzelner Abtastwerte, wir subtrahieren zwei Audiodateien Punkt für Punkt voneinander. Was übrig bleibt ist alles Material, welches sich zwischen den Dateien unterscheidet. Es ergeben sich aus den vier unterschiedlichen Versionen sechs Vergleiche. Natürlich wäre es auch möglich gewesen, den Vergleich über eine Kreuzkorrelation durchzuführen. Dagegen habe ich mich jedoch entschieden, da die Nulltests wesentlich einfacher zu interpretieren sind, aus dem Zeitstrahl eines Plots ist sofort zu erkennen, wo die Unterschiede sind.

Auffällig ist, dass keine Version genau gleich ist, obwohl die Pro Tools-Sessions ausschliesslich aus Audiodateien bestehen, ohne den Gebrauch von Plug-Ins oder Automation. Die Unterschiede könnten Schuld der Rendering-Engine in Pro Tools sein, wobei eigentlich schwer davon auszugehen ist, dass diese deterministisch rechnet. Somit kann nur eine annähernde Gleichsetzung der unterschiedlichen Versionen gemacht werden. Als primitives Mass der Ähnlichkeit wurde nun der Durchschnitt des maximalen Unterschieds zwischen zwei Versionen über alle Kanäle gemittelt (Abbildung 24). Die farbliche Codierung zeigt den Ähnlichkeitsgrad, wobei ein Muster entsteht, welches die annähernden Identitäten einzelner Versionen zeigt.

Ordner A	Ordner B	Durchschnitt
LAST_8_TRACKS_MONO	Zurich_Bounce_Session_Stereo	0.004206
LAST_8_TRACKS_MONO	LAST_4_TRACKS	0.665431
LAST_8_TRACKS_MONO	Zurich_Bounce_Session_Mono	0.000004
Zurich_Bounce_Session_Stereo	LAST_4_TRACKS	0.665431
Zurich_Bounce_Session_Stereo	Zurich_Bounce_Session_Mono	0.004203
LAST_4_TRACKS	Zurich_Bounce_Session_Mono	0.665431

Abbildung 24: Vergleich aller Versionen

Somit wären die Versionen *A* und *E* am nächsten verwandt. *A* und *D*, sowie *D* und *E* zeigen untereinander einen fast identischen Ähnlichkeitsgrad. Der Ausreisser hier ist die Version *B*, welche gleich drei grössere Diskrepanzen im Bezug auf ganze Klangobjekte aufweist. Die erste findet sich bei 0:21, wo in der Version *B* eine Instanz eines Impuls (*fig tres graveb*) auf den Stereopaaren $3/4$ und $7/8$ fehlt. Dies lässt sich eigentlich nur dadurch erklären, dass die Clips zwischen dem Export von Version *A* und *B* stummgeschaltet wurden. Die Diskrepanz wurde in den unterschiedlichen Versionen der Sessions überprüft, in jeder Version der Session *Horacio-Test_11.ptx* war der Impuls vorhanden. Dieser Fehler hat sich zudem auch in die Stereoversion *C* eingeschlichen, welche unmittelbar nach *B* exportiert wurde. Weiterhin gibt es zwei Stellen (0:36 und 0:41), bei denen zwar die Figur (*808 Shaker*)

in allen Versionen vorhanden, dafür aber das Routing in der Version *B* falsch ist. Bei 0:36 sollte die Kanalverteilung 1, 4, 6 und 8 sein, wir sehen aber die Zuordnung 2, 4, 5 und 8 (Abbildung 25). Und bei 0:41 müsste die Figur auf Kanälen 1 und 4 sein, sie liegt aber auf 1 und 6. Für diese Diskrepanzen sehe ich mich zuzugeben gezwungen, dass keine Antwort vorliegt. Aufgrund dieser Anomalien und des höchsten Verwandtschaftsgrad mit den anderen Versionen wurde schliesslich zur Analyse die Version *E* (Zurich_Bounce_Session_Mono) ausgewählt.

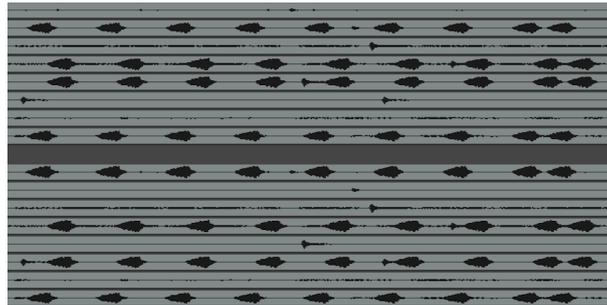


Abbildung 25: Diskrepanzen im Routing. Oben: *B* Unten: *E*

9.4.5 Stereoverision

Die Produktion von Stereoverionen mehrkanaliger Stücke ist seit den Anfängen der elektroakustischen Musik eine Notwendigkeit, als die Konventionen zur Lautsprecheranordnung noch Gegenstand fortlaufender künstlerischer und aufführungspraxisbezogener Forschung waren. Ein Beispiel findet sich in *Gesang der Jünglinge* (1956) von Karlheinz Stockhausen, welches als Fünfkkanalkomposition konzipiert wurde, bevor die Stereophonie überhaupt als Standard für Schallplatten vorlag. Stereo- und Monoreduktionen wurden vorgenommen, um Musik auf den damals konventionell verfügbaren Vertriebs- und Wiedergabemethoden, wie Schallplatten und Radiosendungen zu vertreiben können. Diese Praxis hat viele klassische Stücke zugänglich gemacht, stellt jedoch in gewisser Weise eine kompromittierte Version eines Werkes dar, da die Dimension des Raums möglicherweise darunter leiden könnte. Vaggione scheint das Problem eher pragmatisch anzugehen. Anstatt zu versuchen, durch Simulation einen präzisen räumlichen Eindruck zu konservieren, wurde die Stereoverision *S* wahrscheinlich als *Downmix* realisiert, wobei jeweils ein Halbkreis der Mehrkanalversion *M* entlang der Symmetriachse des Kopfes in einen Kanal gemischt wurde. Unter der Annahme einer französischen Kanalnummerierung ergibt sich folgende Matrizierung:

$$S_L = M_1 + M_3 + M_5 + M_7$$

$$S_R = M_2 + M_4 + M_6 + M_8$$

Um diese Annahme zu belegen, kehren wir zur bereits in Abschnitt 7.6.2 erläuterten Stelle bei 13:15

zurück. Da wir an dieser Stelle Klangmaterial hören, welches eindeutig anhand der Tonhöhen und Onsets dem linken oder rechten Kanal zugeordnet werden kann, können wir von Auge und von Ohr Kanal für Kanal bestimmen, dass es eine Korrespondenz zwischen den ungeraden Kanälen der Mehrkanalversion und dem linken Kanal der Stereoverversion, sowie den geraden und dem rechten Kanal gibt (siehe Abbildung 26).

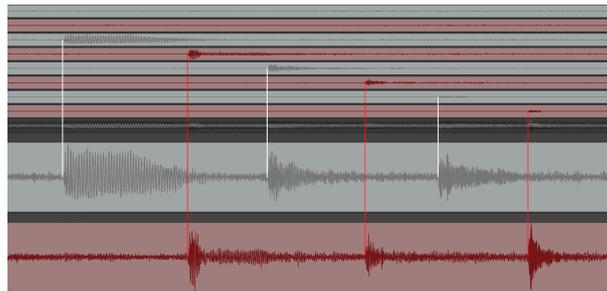


Abbildung 26: Korrespondenzen zwischen Achtkanal- und Stereoverversion (13:41 - 13:43)

Dies scheint eine ausreichende Version zu sein, da Immersion und Auflösung in der Medianebene von geringer Bedeutung im Stück sind. Diese Methode bewahrt sowohl das überaus wichtige Stereobild (siehe Abschnitt 6.2), als auch den originalen Klangcharakter, vorausgesetzt, dass die ursprünglichen Kanäle ausreichend zeitlich oder spektral dekorreliert sind, da sonst starke Phasing-Artefakte entstehen können. Dies ist ja tatsächlich bei Vaggiones Musik der Fall, da die zeitliche Dekorrelation zwischen den Kanälen sein Hauptwerkzeug zur Gestaltung eines musikalischen Raums über mehrere Lautsprecher hinweg ist.

9.5 Dokumentationslage des Stücks

Zuletzt wird die öffentliche Dokumentation des Stücks in Betracht gezogen. Das Stück ist spärlich dokumentiert und wurde bisher auch nicht veröffentlicht. Es existieren im Internet und in der Fachliteratur nur wenige Informationen darüber, darunter einen Eintrag in der *BRAHMS*-Datenbank des *IRCAM* (*BRAHMS* o. J.b). Die Angaben in diesem Artikel widersprechen aber den von mir bereits etablierten Eckdaten zum Stück (siehe Abschnitt 5), so werden zum Beispiel als Dauer 12 anstatt 16 Minuten angegeben. Ebenfalls wird eine 24-Kanal-Datei genannt, von der die uns bekannte Achtkanalversion eine Reduktion sein soll, während das Stück im Untertitel verwirrenderweise als *electronic music for sixteen-track medium* bezeichnet wird. Diese Fassungen existieren im ICST-Archiv nicht. Auch der Artikel zu *24 Variations* (2001, Zweikanal) erwähnt eine Achtkanalversion, die im Archiv des *IMEB*², in deren Studio das Stück komponiert wurde, nicht aufzufinden war (Bennett 2023). Somit steht die Frage offen, wie verlässlich *BRAHMS* ist. Dass sich Fehler einschleichen ist allerdings in Betracht der

²Institut international de musique électroacoustique de Bourges, welches 1970 - 2011 existierte

47'000 Werkeinträge („Info / Methodology“ o. J.), die das Archiv führt, nachvollziehbar. Weitere Quellen wie *électroprésence*, sowie der Forschungsbericht der ZHdK aus dem Jahr 2015 dokumentieren die Kreation des Stücks, jedoch nur mit Verweis auf eine Stereoversion (*Électroprésence* o. J.; „Forschungsbericht“ 2015, p. 33, Indikator 1). Der Komponist liess diese Frage unbeantwortet. Seine Haltung, sich lieber mit dem aktuellen kompositorischen Thema auseinandersetzen, führt dazu, dass viele Details zu seinen Stücken nicht mehr abschliessend beantwortet werden können (Hilberg 2023, 42:40 - 43:00). Dies ist jedoch aufgrund seines mehr als 90 Werke und 60 Jahre umfassendes Lebenswerk mehr als verständlich.

Bibliographie

- Alary, Benoit, Archontis Politis, und Vesa Välimäki. 2017. „Velvet-Noise Decorrelator“. In *Proceedings of the 20th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-17)*, 405–11. Edinburgh, UK.
- Bennett, Lucas. E-mail. 2023. „Archiv von Bourges“, 13. Mai 2023.
- Blauert, Jens. 1996. *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*. 2. Aufl. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6391.001.0001>.
- Blauert, Jens, und Jonas Braasch. 2008. „Räumliches Hören“. In *Handbuch der Audiotechnik*, herausgegeben von Stefan Weinzierl, 87–121. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-34301-1_3.
- BRAHMS. o. J.a. „Gymel, Horacio Vaggione“. BRAHMS. Zugegriffen 25. Juli 2023. <https://brahms.ircam.fr/en/works/work/52525/>.
- . o. J.b. „Gymel II, Horacio Vaggione“. BRAHMS. Zugegriffen 7. Juni 2023. <https://brahms.ircam.fr/en/works/work/52510/>.
- Budón, Osvaldo. 2000. „Composing with Objects, Networks, and Time Scales: An Interview with Horacio Vaggione“. *Computer Music Journal* 24 (3): 9–22. <https://doi.org/10.1162/014892600559399>.
- Carpentier, Thibaut, Natasha Barrett, Rama Gottfried, und Markus Noisternig. 2016. „Holophonic Sound in IRCAM's Concert Hall: Technological and Aesthetic Practices“. *Computer Music Journal* 40 (4): 14–34. https://doi.org/10.1162/COMJ_a_00383.
- Carpentier, Thibaut, Markus Noisternig, und Olivier Warusfel. 2015. „Twenty Years of Ircam Spat: Looking Back, Looking Forward“. In *41st International Computer Music Conference (ICMC)*, 270–77. Denton, TX, United States. <https://hal.science/hal-01247594>.
- Chowning, John M. 1971. „The Simulation of Moving Sound Sources“. *J. Audio Eng. Soc* 19 (1): 2–6. <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=2220>.
- Desantos, Sandra, Curtis Roads, und Francois Bayle. 1997. „Acousmatic Morphology: An Interview with Francois Bayle“. *Computer Music Journal* 21 (3): 11. <https://doi.org/10.2307/3681010>.
- Électroprésence. o. J. „Gymel II — Électroprésence“. Électroprésence. Zugegriffen 12. Juni 2023. <https://www.electropresence.com/fr/oeuvre/43624/horacio-vaggione/gymel-ii>.

- Fielder, Jonathan. 2016. „A History of the Development of Multichannel Speaker Arrays for the Presentation and Diffusion Acousmatic Music“. https://www.jonfielder.com/uploads/1/2/3/0/12308331/fielder_pennycookcomp_multichannelarrays.pdf.
- „Forschungsbericht“. 2015. Zürcher Hochschule der Künste. https://www.zhdk.ch/file/live/71/711b16d179bc5b16055cc131683efe0d63e5845e/forschungsbericht_zhdk_2015.pdf.
- Görgün, İpek. 2020. „Exploring Temporality in Horacio Vaggione’s Compositional Thought“. *Organised Sound* 25 (2): 168–78. <https://doi.org/10.1017/S1355771820000072>.
- Hilberg, Frank. 2023. *Horacio Vaggione. Studio Elektronische Musik: Profil*. WDR3. <https://www1.wdr.de/radio/wdr3/programm/sendungen/wdr3-studio-elektronische-musik/horacio-vaggione-profil-100.html>.
- ICST. 2023a. „Kompositionsstudio“. ICST Kompositionsstudio. 23. April 2023. <https://icst-kompositionsstudio.ch/post/icst-kompositionsstudio>.
- . 2023b. „Speaker Settings“. ICST Kompositionsstudio. 23. April 2023. <http://icst-kompositionsstudio.ch/post/speaker-settings>.
- „Info / Methodology“. o. J. BRAHMS. Zugegriffen 23. Juli 2023. <https://brahms.ircam.fr/en/info/>.
- Järveläinen, Hanna, und Matti Karjalainen. 2007. „Reverberation Modeling Using Velvet Noise“. In *Proceedings of the Audio Engineering Society Conference: 30th International Conference: Intelligent Audio Environments*. Saariselkä, Finland. <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=13941>.
- Kay, Alan C. 1993. „The Early History of Smalltalk“. *ACM SIGPLAN Notices* 28 (3): 69–95. <https://doi.org/10.1145/155360.155364>.
- Kendall, Gary S. 1995. „The Decorrelation of Audio Signals and Its Impact on Spatial Imagery“. *Computer Music Journal* 19 (4): 71. <https://doi.org/10.2307/3680992>.
- Kurozumi, Kohichi, und Kengo Ohgushi. 1983. „The Relationship Between the Cross-correlation Coefficient of Two-channel Acoustic Signals and Sound Image Quality“. *The Journal of the Acoustical Society of America* 74 (6): 1726–33. <https://doi.org/10.1121/1.390281>.
- Litovsky, Ruth, H. Steven Colburn, William Yost, und Sandra Guzman. 1999. „The Precedence Effect“. *The Journal of the Acoustical Society of America* 106 (November): 1633–54. <https://doi.org/10.1121/1.427914>.
- Mouritzen, Kenn, und Germán Toro-Pérez. 2017. „ÜBER DIE MANNIGFALTIGKEIT DER RINDE“. In *Lost in Contemporary Music? Neue Musik Analysieren*, herausgegeben von Benjamin Lang. Regensburg: ConBrio.
- Ramakrishnan, Chandrasekhar. 2009. „Zirkonium: Non-Invasive Software for Sound Spatialisation“. *Organised Sound* 14 (3): 268–76. <https://doi.org/10.1017/S1355771809990082>.
- Roads, Curtis. 2001. *Microsound*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- . 2005. „The Art of Articulation: The Electroacoustic Music of Horacio Vaggione“. *Contemporary Music Review* 24 (4-5): 295–309. <https://doi.org/10.1080/07494460500172121>.
- Sachs, Klaus-Jürgen. 1995. „Gymel“. Herausgegeben von Laurenz Lütteken. New York and Kassel and Stuttgart: Online; RILM and Bärenreiter and Metzler. <https://www.mgg-online.com/mgg/stable/49>

9552.

- Schaeffer, Pierre, Christine North, und John Dack. 2012. *In Search of a Concrete Music*. California Studies in 20th-Century Music 15. Berkeley: University of California Press.
- Smalley, Denis. 1997. „Spectromorphology: Explaining Sound-Shapes“. *Organised Sound* 2 (2): 107–26. <https://doi.org/10.1017/S1355771897009059>.
- Smith, Steven W. 1999. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. 2. ed. San Diego, Calif: California Technical Pub.
- Solomos, Makis. 1998. „Música y soporte, entrevista con Horacio Vaggione“. *Doce notas preliminares* 2: 23–35. https://www.docenotas.com/pdf/DOCENOTAS_Preliminares_02.pdf.
- Solomos, Makis, Antonia Soulez, und Horacio Vaggione. 2003. *Formel/Informel : Musique-Philosophie*. <https://hal.science/hal-02055239>.
- „Spatial Hearing with Multiple Sound Sources and in Enclosed Spaces“. 1996. In *Spatial Hearing*, von Jens Blauert, 2. Aufl., 215–301. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6391.003.0007>.
- „Spatial Hearing with One Sound Source“. 1996. In *Spatial Hearing*, von Jens Blauert, 2. Aufl., 50–214. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6391.003.0006>.
- Stockhausen, Karlheinz, und Elaine Barkin. 1962. „The Concept of Unity in Electronic Music“. *Perspectives of New Music* 1 (1): 39. <https://doi.org/10.2307/832178>.
- Vaggione, Horacio. 1989. „Dimensions Fractionnaires En Composition Musicale“. In *Modelle Der Unvollkommenheit in Der Computer Musik*. Graz.
- . 1991. „A Note on Object-based Composition“. *Interface* 20 (3-4): 209–16. <https://doi.org/10.1080/09298219108570591>.
- . 1996. „Articulating Microtime“. *Computer Music Journal* 20 (2): 33. <https://doi.org/10.2307/3681329>.
- . 1998. „Son, Temps, Objet, Syntaxe“. In *Musique, Rationalité, Langage: L'harmonie, Du Monde Au Matériau*, herausgegeben von Antonia Soulez, François Schmitz, und Jan Sebestik, 169–202. Cahiers de Philosophie Du Langage, no 3. Paris: L'Harmattan.
- . 2001a. „Composing Musical Spaces By Means of Decorrelation of Audio Signals“. In *Addendum of the COST G-6 Conference on Digital Audio Effects (DAFX-01)*. Limerick, Ireland.
- . 2001b. „Some Ontological Remarks about Music Composition Processes“. *Computer Music Journal* 25 (1): 54–61. <http://www.jstor.org/stable/3681635>.
- . 2002. „Décorrélation Microtemporelle, Morphologies et Figurations Spatiales“. In *Journées d'Informatique Musicale*. Marseille, France. <https://hal.science/hal-02992872>.
- . 2003. „Composition musicale et moyens informatiques: questions d'approche“. In *Formel/Informel : musique-philosophie*, von Makis Solomos und Antonia Soulez, 91–117. <https://hal.science/hal-02055239>.
- . 2009. „Composing Electroacoustic Music with Networks of Objects“. Köln.
- . 2010. „Représentations musicales numériques : temporalités, objets, contextes“. In *Manières de faire des sons: musique-philosophie*, von Antonia Soulez und Horacio Vaggione, 46–82. Collection

Musique-philosophie. Paris: l'Harmattan.

———. E-mail. 2023. „Gymel II Finish“, 8. Juli 2023.

Weinzierl, Stefan. 2008a. „Aufnahmeverfahren“. In *Handbuch der Audiotechnik*, herausgegeben von Stefan Weinzierl, 551–607. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-34301-1_10.

———, Hrsg. 2008b. *Handbuch der Audiotechnik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-34301-1>.

Wilson, Scott, und Jonty Harrison. 2010. „Rethinking the BEAST: Recent Developments in Multichannel Composition at Birmingham ElectroAcoustic Sound Theatre“. *Organised Sound* 15 (03): 239–50. <https://doi.org/10.1017/S1355771810000312>.