

Virus #3

Masterarbeit

Elisabeth Schimana

Masterstudium Komposition – Computermusik
Institut für Elektronische Musik und Akustik
Universität für Musik und darstellende Kunst Graz

Univ.Prof. Dr.phil Gerhard Eckel

März 2014

Inhaltsverzeichnis

Nährböden	3
Iannis Xenakis	3
Eliane Radigue	4
Maryanne Amacher	5
ORF Kunstradio	5
Virus #3	6
Der Auftrag	6
Das Bild	6
Die Idee	7
Die Ebenen	7
Körper	7
Akustischer Klangkörper	8
Elektronischer Klangkörper	8
Instrument und Elektronik	8
Kommunikation	10
Zwischen der Komponistin und den MusikerInnen	10
Zwischen der Komponistin und der Maschine	10
Hörperspektive	11
Klang im Raum	11
Wahrnehmungsphänomene	12
Individuum und Kollektiv	12
Der Prozess	12
Probenarbeit	13
Das Klangmaterial	13
Instrumentalklänge	13
Elektronische Klänge	14
Die Organisation des Klangmaterials	14
Die einzelnen Stimmen	14
Der zeitliche Verlauf	15
Teil a: Das Spiel mit den Oszillatoren	16
Teil b: Sync	16
Teil c: Glissandi	16
Teil d: Klangmutationen	16
Platzierung im Raum	17
Die Feedbackschleife	17
Quellennachweis	18
Tonhöhen- Rhythmentabelle	19
Gliss Tabelle	20

Nährböden

Da die Dinge nicht vom Himmel fallen werde ich im Folgenden die für diese Arbeit wichtigsten Bezugspunkte erläutern. Es ist mir wichtig, diese meine Nährböden zu beschreiben, denn sie haben mich wie es eben ein Nährboden so an sich hat, wachsen lassen.

Iannis Xenakis

Initialzündung für die Virus #x Serie ist einer jener seltenen Glücksmomente: Ich habe „Terretektorh - für im Publikum verteiltes Orchester von 88 Instrumentalisten“ von Iannis Xenakis (1965/66) bei Wien Modern 2009, vom RSO im großen Saal des Konzerthauses Wien aufgeführt, erlebt und war schlichtweg "high"! Das Stück wurde zweimal gespielt und das Publikum hatte die Möglichkeit, sich entweder in den hinteren Reihen zu platzieren und eine außenstehende, distanzierte Hörperspektive einzunehmen, oder sich im vorderen Teil des Saals mitten ins Orchester zu setzen und dabei eine innere Hörperspektive, also eine Hörperspektive der Nähe einzunehmen. Diese Hörperspektive der Nähe ergab sich aus dem Umstand, einem oder mehreren InstrumentalistInnen körperlich besonders nahe zu sein. Zur klanglichen Nähe mischte sich die optische Nähe – es war möglich den Gesichtsausdruck oder die Fingerbewegungen am Instrument der MusikerInnen zu beobachten und gleichsam mitzufühlen. Ich habe beide Perspektiven eingenommen und war begeistert.

„After the initial impact of his first orchestral scores (Metastaseis and Pithoprakta), which turned the modern music world on its ear in the mid-1950s, Iannis Xenakis turned to other concerns. He worked on developing a theoretical basis for his mathematical approach to composition, worked in the electroacoustic studio at Radio-France, and wrote some chamber and stage works. In 1966, however, his attention was drawn back to the orchestra and he penned a second set of pretty remarkable scores. Terretektorh, the first of these, was commissioned for the new contemporary music festival in Royan, a picturesque French town on the Atlantic just north of Bordeaux. Those were heady days, when festival organizers were not shy of allowing a composer like Xenakis take the orchestra and scatter all the players around and throughout the audience. In his words, he wanted to create a "Sonotron: an accelerator of sonorous particles." Indeed, the opening three minutes of the piece centers on a single note, passing it around the musicians to create a swirling effect that is impossible to achieve electronically (unless you have 88 channels of sound, perhaps!).“¹

Der Eindruck den die Aufführung von Terretektorh bei mir hinterließ erweckte in mir aber auch den Wunsch die Orchesterklänge mit elektronischen Klängen zu kombinieren, da diese sich in einer doch ganz anderen Weise durch den Raum bewegen können und dadurch eine Art Schwebezustand erreicht werden kann.

¹ (Webseite – All Music)

Eliane Radigue

„Das einzige was diese Musik nicht verzeiht, ist nicht zu hören“
(Eliane Radigue)

In meiner Funktion als Jurymitglied des Prix Ars Electronica 2006 in der Kategorie Digital Music verliehen wir Eliane Radigue die Goldene Nica. Bei der Preisverleihung lernte ich sie persönlich kennen und beschloss ein Portrait innerhalb der Serie IMA fiction² über sie zu machen. Im Zuge dieser Arbeit hatte ich die wunderbare Gelegenheit, in ihre Gedankenwelt einzutauchen und vor allen Dingen ihre bedingungslose Hingabe an das Hören zu erfahren. Nach über 30 Jahren Arbeit am ARP 2500 Synthesizer beschloss sie 2003 mit MusikerInnen zu arbeiten und mit ihnen in einem über einen langen und intensiven gemeinsamen Prozess allein über das Hören, ohne dazwischen geschaltetes Medium, wie etwa der Schrift, ihre Kompositionen zu erarbeiten. In einer Seminararbeit bei Marko Ciciliani verfertigte ich eine Analyse von ihrer 84-minütigen 1986 am ARP 2500 entstandenen Komposition „Jetsun Mila“.

Ich kam dabei unter anderem zu folgenden Schlüssen:

In folgenden Punkten stimmt diese Musik mit den von Pierre Schaeffer verfassten Schlüsselbegriffen zur Musique Concrète, beschrieben in seinem Buch *Traité de l'objet musical*, überein:

„Reduziertes Hören

Das reduzierte Hören beschreibt die Konzentration auf den Klang „an sich“, wobei sowohl die Zuordnung der Quelle, als auch der Bedeutung des Klanges außer Acht gelassen werden. Anders gesagt, wird jeder kommunikative Aspekt des Klanges ignoriert zugunsten der Wahrnehmung seiner spezifischen klanglichen Eigenschaften.“³

„Das objet sonore

Das objet sonore beschreibt ein einzelnes kohärentes Klangereignis, so wie es im Zustand des reduzierten Hörens wahrgenommen wird. Es geht also nicht um eine physikalisch eindeutig bestimmbare Abgrenzung sondern um ein Klangereignis, das phänomenologisch als Einheit bzw. als Gestalt wahrgenommen wird. ...Bei kontinuierlichen Klängen liegt es oft im subjektiven Ermessen, was als Klangobjekt gesehen wird, allerdings hat das objet sonore oft eine mittlere Dauer, d.h. es ist weder ein microevent, noch ein langes andauerndes Klangereignis.“⁴

Hier verlässt diese Musik Pierre Schaeffer's Theorie, da Eliane Radigue in einer ganz anderen Zeitlichkeit, als die von Pierre Schaeffer postulierte mittlere Dauer, ihre Klanggestalten entwickelt. Es sind über einen langen Zeitraum sich permanent minimal verändernde objets sonores, deren Gestalt zwar oft als Einheit erkennbar ist, sich aber im zeitlichen Verlauf so weit verändern kann, dass daraus eine andere

² IMA fiction ist die DVD Portraitserie von IMA Institut für Medienarchäologie, siehe auch unter: <http://ima.or.at/imafiction/?lang=de>

³ (Ciciliani, 2011, S 11)

⁴ (Ciciliani, 2011, S 11)

Gestalt hervorgeht. Darüber hinaus ist das Verfolgen einer Gestalt oft auch schwierig, da durch Schichtung der Gestalten neue hervortreten, ein Prozess, der nicht nur die rein physikalischen Gegebenheiten widerspiegelt, sondern meiner Meinung nach in unserem Kopf entsteht.

Dennoch hat diese Musik ihre Wurzeln in der *Musique Concrète*. 1954 entdeckte Eliane Radigue die *Musique Concrète* im Radio. Sie begann kurz darauf im O.R.T.F.⁵ Teststudio zu arbeiten und hielt in den Jahren 1955–57 internationale Vorträge über *Musique Concrète*.

Auch ich sehe in der *Musique Concrète* eine der Wurzeln meiner Arbeit. Im Kontext von *Virus #3* besteht der Bezug vor allen Dingen zum reduzierten Hören.

Maryanne Amacher

Maryanne Amacher begegnete ich 1995 während ihrer Arbeit für ihr Stück "Music For Sound Joined Rooms" in der Minoritenkirche in Stein. Ich nahm an einem von ihr geleiteten Workshop, den sie im Rahmen dieser Arbeit hielt, teil. Leider ist es mir erst nach ihrem Tod gelungen, über sie ein Portrait innerhalb der Serie IMA fiction zu gestalten. In den Interviews, die ich mit unterschiedlichen ExpertInnen zu ihrer Arbeit geführt habe, wird sie von Pauline Oliveros als Klangforscherin bezeichnet, Helga de la Motte-Haber meint sie hätte eine neue Form des Musiktheaters geschaffen und Christian Scheib bezeichnet ihren Umgang mit Schallwellen als phänomenologisch. Mich hat im Besonderen, basierend auf dem Erlebnis ihrer Aufführung in Krems, ihr Umgang mit Klang und Architektur nachhaltig beeindruckt. Um einen Raum akustisch einzurichten, erhörte sie Tage, Wochen lang diesem Raum. Ihre Arbeitsweise in der Serie "Music For Sound Joined Rooms" beschreibt sie folgendermaßen:

„In "MUSIC FOR SOUND JOINED ROOMS" and "MINI-SOUND SERIES" I use the architectural features of a building to customize sound, visual, and spatial elements, creating intense and dramatic sound experiences. I produce these works in location-based installations that are built from "structure borne" sound (sound traveling through walls, floors, rooms, corridors) which acousticians distinguish from the "airborne" sound experienced with conventional loudspeaker placements. An entire building or series of rooms provides a stage for the sonic and visual sets of my installations. Immersive aural architectures are constructed, linking the main audience space sonically with adjoining rooms through specially designed multiple loudspeaker configurations, creating the effect that sounds originate from specific locations and heights rather than from the loudspeakers.“⁶

ORF Kunstradio

1991 begann mit "U-Bote", Beitrag zum Projekt „ARTSAT/Kunstradio“ meine bis heute dauernde Zusammenarbeit mit dem ORF Kunstradio. Geprägt haben mich die

⁵ Office de Radiodiffusion Télévision Française

⁶ (Webseite - radiation.superbendy.com)

frühen Netzwerkprojekte in den 90er Jahren, die intensiven Diskussionen mit Heidi Grundmann⁷ und Robert Adrian X, die Beschäftigung und Hinterfragung der Kommunikationstechnologien und ihrer Verwendung, die vielen künstlerischen Projekte mit anderen KünstlerInnen, in welchen man einfach ein Knotenpunkt eines Netzwerkes ist. Hier kam mir vor allem zu Bewusstsein, dass das wirklich Interessante und deshalb so schwer zu Dokumentierende nicht der einzelne Beitrag ist, sondern das, was dazwischen stattfindet. Die Spannung von künstlerischen Kommunikationsprojekten ergibt sich aus dem Umstand - dabei zu sein, Teil von etwas zu sein, verbunden zu sein. Geblieben ist das Verständnis, immer Teil eines kommunikativen Prozesses zu sein, ob über die elektrischen Leitungen eines Netzwerkes oder die Schallwellen in einem Raum.

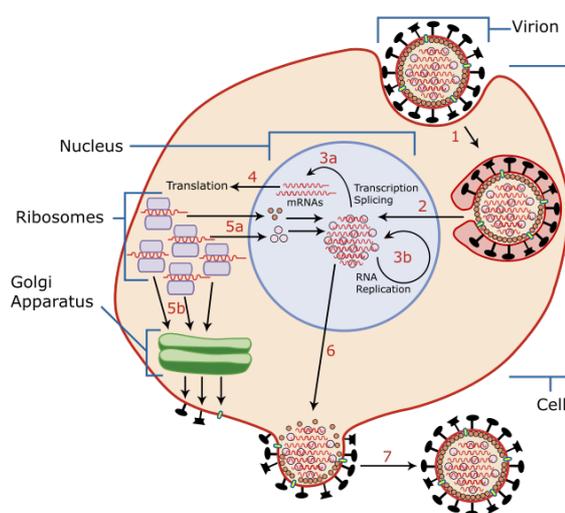
Virus #3

Der Auftrag

Im Dezember 2010 erhielt ich als Folge eines Gesprächs mit Christian Scheib nach der Aufführung von „Terrektorh - für im Publikum verteiltes Orchester von 88 Instrumentalisten“ von Iannis Xenakis (1965/66) bei Wien Modern 2009, den Auftrag vom RSO Wien für ein Orchesterwerk. Uraufgeführt wurde die Komposition beim Musikprotokoll 2013, am 3. Oktober im Dom im Berg in Graz.

Das Bild

„Viren (Singular: *das Virus*, außerhalb der Fachsprache auch *der Virus*; Plural: *Viren*; von lat. *virus*, *-i*, *n.* „Gift, Saft, Schleim“) sind infektiöse Partikel, die sich als Virionen außerhalb von Zellen (extrazellulär) durch Übertragung verbreiten, aber als Viren nur innerhalb einer geeigneten Wirtszelle (intrazellulär) vermehren können. Sie selbst bestehen nicht aus einer Zelle. Alle Viren enthalten das Programm (einige auch weitere Hilfskomponenten) zu ihrer Vermehrung und Ausbreitung, besitzen aber weder eine eigenständige Replikation noch einen



⁷ Auch von Heidi Grundmann gibt es ein Portrait von Roberto Paci Dalò in der IMAfiction Serie

eigenen Stoffwechsel und sind deshalb auf den Stoffwechsel einer Wirtszelle angewiesen. Daher sind sich Virologen weitgehend darüber einig, dass Viren keine Lebewesen sind – wobei die wissenschaftliche Diskussion noch nicht als abgeschlossen anzusehen ist,^{[1] „8}

Dieses Bild eines Virus ist aus mir herausgewachsen.⁹

Die Idee

Der elektronische Klangkörper wird während der Aufführung live generiert und ist die Klangpartitur für die Instrumente. Er entspricht dem Bild der Wirtszelle. Der akustische Klangkörper, das Orchester, entspricht dem Bild eines Virus, da die MusikerInnen sich dem elektronischen Klangkörper angleichen, und als Folge klanglich mit diesem eine Synthese bilden. Da der elektronische Klangkörper Partitur ist, und die MusikerInnen ohne diese zu spielen aufhören, findet das Bild von WirtIn und Virus auch insofern seine Entsprechung, da ja falls der Wirt oder die Wirtin¹⁰ stirbt, die Viren auch nicht überleben.

Die MusikerInnen sitzen oder stehen im Raum verteilt vor einem Lautsprecher und versuchen so präzise wie möglich das Gehörte am jeweiligen Instrument zu spielen. Beide Körper, der elektronische über Lautsprecher, der akustische unverstärkt, sind für das Publikum hörbar. Das Publikum befindet sich in den Klängen, sitzt, liegt oder steht mitten im Orchester.

Die Virusserie ist eine Forschungsreise in die akustische Wahrnehmung, ein Ausloten von Reaktionen unserer Hirne im Millisekundenbereich, ein Plädoyer für den akustischen Augenblick in höchster Präzision. Sie beschäftigt sich mit der Frage: *Und was hören Sie?* Diese Frage richtet sich an das Publikum, die MusikerInnen und mich selbst. Sie impliziert, dass im Detail jedes ICH etwas anderes wahrnimmt.

Die Ebenen

In der Komposition Virus #3 existieren unterschiedliche Ebenen mit denen ich mich beschäftigt habe, und die ich im Folgenden erläutern werde.

1. Körper

Mein Denken in Körpern, hier der menschliche Körper, zieht sich durch viele meiner Arbeiten. Klang per se ist eine sehr intensive körperliche Erfahrung. In Virus #3 wird diese noch durch die körperliche Nähe zu den Agierenden verstärkt. Jeder

⁸ (Wikipedia – Viren)

⁹ Ich habe mich im Zuge einer Viruserkrankung eingehend mit meinen Viren beschäftigt, weshalb dieses Bild tatsächlich meinem Körper entwachsen ist.

¹⁰ Im Kontext von Virus #3 ist mit Wirt, Wirtin die Klangpartitur, aber auch die ausführende Person, welche diese generiert, gemeint.

Gesichtsausdruck, jede Fingerbewegung, die gesamte Körperlichkeit der Klangerzeugung auf den Instrumenten kann mitverfolgt werden. Und eben diese Körperlichkeit der Klangerzeugung, wie das Anblasen, das Greifen, das Zupfen, das Schlagen... generiert die Differenz im Klang, seine immerwährende Beweglichkeit.

Im Gegensatz dazu bleibt die Erzeugung elektronischer Klänge weitgehend im Unsichtbaren, entkörperlich. Ein weiteres Phänomen das ich beobachtet habe ist, dass elektronische Klänge zur Unbeweglichkeit neigen. Ich spreche hier vom elektronisch generierten Klang an sich und nicht von der elektronischen Musik.

Jedenfalls körperlich erfahrbar, ob akustisch oder elektronisch erzeugt, ist der resultierende Klang. Hier stellt sich nun die Frage was im Kontext von Virus #3 unter einem Klangkörper zu verstehen ist.

- Akustischer Klangkörper

Mit Klangkörper wird hier gemein entweder der Kopus eines Instrumentes, oder ein großes Ensemble, wie ein Orchester oder ein Chor gemeint. Das Orchester setzt sich aus unterschiedlichen Instrumenten oder Instrumentengruppen zusammen, welche einen einheitlichen Klangkörper bilden. Dies entspricht auch der Wahrnehmung bei einem Orchesterkonzert. Dabei befinden sich die MusikerInnen des Orchesters auf der Bühne, als ein wahrnehmbarer Klangkörper, und das Publikum im Saal.

Im Falle von Virus #3 wird dieser Klangkörper durch die Verteilung der MusikerInnen im Raum aufgebrochen. Trotzdem bildet dieser aufgebrochene Klangkörper des Orchesters in der Differenz zum elektronischen Klangkörper eine Einheit.

- Elektronischer Klangkörper

Mit Klangkörper kann hier ein Lautsprecherorchester gemeint sein, wie etwa das GRM Akusmonium. Bei einem Orchester verbinden wir mit den einzelnen Instrumentengruppen bereits bestimmte Klangqualitäten, wie den Klang der Streicher, Holzbläser, u.s.w. Beim elektronischen Klangkörper im Kontext von Virus #3 bringe ich hier die Materialien wie Sinusschwingungen oder Rauschen ins Spiel, die ebenfalls bestimmte klangliche Qualitäten besitzen. Im Zusammenklang bilden sie dann mit der Abstrahlung über die im Raum verteilten Lautsprecher einen Klangkörper.

Aus den oben angeführten Definitionen ergibt sich nun die Differenz durch welche der akustische vom elektronischen Klangkörper unterschieden werden kann.

2. Instrument und Elektronik

Der digitale elektronische Klangkörper in Virus #3 hat die Aufgabe, genau das zu tun was er am besten kann: die exakte Ausführung eines Algorithmus.

Der instrumentale Klangkörper hat ebenfalls die Aufgabe, genau das zu tun was er am besten kann: die ungenaue Ausführung eines Algorithmus.

Ich möchte diese Aussage an einem einfachen Beispiel verdeutlichen. Ein digitaler Sinusoszillator schwingt mit einer Frequenz von 440Hz für 2000ms – Pause für 1000ms – Wiederholung – Pause für 500ms – Wiederholung. Das Programm wird diesen Algorithmus genau ausführen.

Für MusikerInnen übersetzt würde der Algorithmus dann folgendermaßen lauten: Spiel einen Geigenton auf a (440Hz) 2sec, mach eine Pause von 1sec – Wiederholung – Pause von 1/2sec – Wiederholung. Die Musikerin wird diesen Algorithmus im Vergleich zur Maschine ungenau ausführen, und diese Ungenauigkeit wird sich mit der Anzahl der Wiederholungen steigern.

Insofern versucht also der instrumentale Klangkörper sich an den elektronischen anzudocken, eben wie Viren, die versuchen in einen anderen Körper einzudringen, ohne den sie selbst nicht existieren können. Dadurch bilden letztendlich die beiden Klangkörper eine Einheit. Wenn der Wirt, der elektronische Klangkörper, die Klangpartitur, stirbt, stirbt der Virus, der instrumentale Klangkörper, mit.

Zu dieser Methode gelangte ich einerseits durch das Bild – WirtIn / Virus – und andererseits aus Unzufriedenheit. Bei den vielen Konzerten mit Instrument und Elektronik machte ich die Erfahrung, dass diese beiden Klangkörper selten eine Einheit bilden.

Sehr wichtig ist mir, die Instrumente nicht zu verstärken. Dadurch bleibt der akustische Klang der Instrumente erhalten und es entstehen keine Mikrophonierungsprobleme wie Feedbacks oder der hohe technischer Aufwand, der mit der Mikrophonierung jedes einzelnen Instrumentes verbunden ist.

Ebenfalls unzufrieden war ich mit den gängigen Praxen des Einsatzes der Elektronik, die ich im Folgenden kurz ausführe.

Instrument und Zuspielband:

hier stört mich in erster Linie die unterschiedliche Zeitlichkeit, die starre Zeit des Bandes (oder eines anderen Speichermediums) und die bewegliche Zeitlichkeit von MusikerInnen.

Das Instrument als Input für die Elektronik:

die Klänge der Instrumente dienen als Ausgangsmaterial für diverse Klangtransformationen, der Instrumentalklang verliert dadurch seine Eigenständigkeit und die MusikerInnen verlieren die Kontrolle über ihre eigenen Klänge.

Die Elektronik als Ornament:

damit meine ich hier mal ein zugespieltes Sempel, dort mal ein Effekt, also nichts Essentielles.

Es war mir also sehr wichtig, dass beide Körper selbständig und in ihren spezifischen Eigenschaften erhalten bleiben und dennoch verschmelzen können. Sie sind ohne Zwischenmedium allein über das Hören unmittelbar miteinander verknüpft.

3. Kommunikation

- Zwischen der Komponistin und den MusikerInnen

Gleich zu Beginn meiner Arbeit an der Virusserie stellten sich mir die Fragen: "Wie kann ich als Komponistin elektronischer Musik mit den MusikerInnen kommunizieren?" Welche Art von Partitur kann ich generieren?

Dazu folgende Überlegungen:

Der Zweck einer Partitur liegt einerseits in dem Bedürfnis die Flüchtigkeit der Zeit, Musik ist vergehende mit Klang gestaltete Zeit, fest zu machen, und andererseits ein die Zeiten überdauerndes Kommunikationsmedium zwischen den Komponierenden und den Ausführenden zu schaffen. Eine Partitur beinhaltet immer den Vorgang des Schreibens, der den KomponistInnen, und den des Lesens, der den InterpretInnen vorbehalten ist.

In der Aufführungspartitur sind von KomponistInnen für andere zu interpretierende musikalische Strukturen festgeschrieben. Dies erfolgt zumeist in Notenschrift oder in grafischen Partituren. Es wird also mit den InterpretInnen über ein anderes, als das Medium Klang, kommuniziert und ein Lesevorgang zwischengeschaltet. Es bedarf also einer Übersetzung von Schrift in Klang.

Wenn Klang per se die Partitur ist, wird der Lesevorgang und die Übersetzung von einem Medium ins andere übersprungen.

In Virus #3 ist der live generierte Klang die Partitur für das Orchester, es ist also eine Klangpartitur. Dieser Zugang hat sicher etwas mit meiner Praxis als live Elektronikerin und Komponistin elektronischer Musik zu tun. Ich arbeite vorwiegend als Hörende und nicht als Schreibende. Die ausführende Maschine, welcher Art auch immer, erlaubt mir das. In Virus #3 bin ich an einer erleb- und hörbaren Unmittelbarkeit in der Kommunikation zwischen dem akustischen und elektronischen Klangkörper, und den dabei entstehenden Reibungen und Verschmelzungen interessiert.

- Zwischen der Komponistin und der Maschine

Die Kommunikation mit der Maschine gestaltet sich in Virus #3 über das Programm MAX/MSP und die Interfaces Maus, Tastatur und einem Midicontroller.

Die programmierten Algorithmen, der Code, sind die Notation für die Maschine. Ungeklärt bleibt dabei die Frage ob das Programm eine Partitur ist.¹¹

¹¹ In einem Booksprint zum Thema Notation, an dem ich teilnahm, kamen wir zu folgenden Überlegungen: Program == Score? Let us take this opportunity to raise another difficult question: Is the code or the patch the score? In much computer music, the composer (who may also be the performer) creates a piece of software as a patch or as code. It can be argued that this code is the score. However it is important, if not vital that the symbols in a score should have the potential to be executed by any, or at least other, software/program with any hardware, and/or any human being able to connect to the context. Chosen symbols for a score should go beyond a specific software or hardware, creating a metalanguage for interpretation. Otherwise it is not, in some sense, a score, rather it is an encoding of a specific piece and performance of music. It is anotation of it, perhaps too specific to be a score. (Booksprint 2012)

Jedenfalls festgestellt werden kann, dass es in der Maschine mindestens einen Schreib- und einen Lesemechanismus gibt, es erfolgt eine Übersetzung von Schrift (Code) in Klang.

4. Hörperspektive

Bezugnehmend auf die Aufführung von „Terrektorh“ interessierten mich die unterschiedlichen Perspektiven sowohl für die Musikerinnen, als auch für das Publikum, die sich aus der Verteilung der MusikerInnen und den ihnen zugeteilten Lautsprechern im Raum ergeben. Das Publikum kann einem einzelnen Instrument und auch der damit verbundenen Gestik hautnah folgen, aber auch den Fokus auf die im Raum entstehenden Klanggebilde legen. Es gibt keine schlechten oder guten Plätze, denn jeder Platz hat sein eigenes Zentrum und seine eigene Perspektive. Die MusikerInnen sind als Folge der Klangpartitur sehr intim mit dem Lautsprecher verbunden, haben ihren Fokus also gezwungenermaßen auf ihrer elektronischen Stimme, dennoch bin ich der Meinung, dass auch sie den Gesamtklang als sie in ihren Reaktionen beeinflussenden Hintergrund wahrnehmen.

5. Klang im Raum

Seit Beginn meiner Arbeit als Komponistin elektronischer Musik beschäftige ich mich mit der Platzierung von Klängen im Raum. Wenn ich hier von Raum spreche inkludiere ich auch Räume wie den Radoraum oder das Internet. Spatialisation ist in der Akusmatik ein großes Thema und als Schülerin von Dieter Kaufmann bin ich damit aufgewachsen. Trotzdem konnte ich den in vielen mir bekannten akusmatischen Kompositionen durch den Raum flitzenden Klängen ästhetisch nichts abgewinnen. Ich platziere die Klänge eher statisch an bestimmten Positionen im Raum, und versuche mehr mit der Materialbeschaffenheit und dem was ein architektonischer oder ein anderer Raum als Eigenheit zu bieten hat, zu arbeiten. Dies lässt sich mathematisch nicht berechnen, es muss gehört werden. Ich stelle immer die Frage an den Raum: Was erzählst du mir, wie können wir gemeinsam klingen? Interessanterweise habe ich im Gegensatz zu meinen männlichen Kollegen sowohl bei Eliane Radigue als auch bei Maryanne Amacher einen sehr ähnlichen Zugang festgestellt.

Während die Klänge der Instrumente eher zu einer punktuellen Wahrnehmung im Raum neigen, bewegen sich die elektronisch erzeugten Klänge, vor allen Dingen die Sinusschwingungen durch den gesamten Raum, sind kaum lokalisierbar und erzeugen so eine Art Schwebezustand im Raum. Selbstverständlich sind diese Phänomene im Detail auch von ihren Frequenzen abhängig.

Ganz nach dem oben genannten Zugang entscheide ich die exakte Platzierung der Instrumente mit ihren Lautsprechern erst, wenn ich den Raum gesehen und gehört habe.

6. Wahrnehmungsphänomene

Wie bereits erwähnt, ist die Viruserie eine Forschungsreise in die akustische Wahrnehmung. Es war mir von Anfang an klar, dass sich hier folgende Fragestellungen ergeben: Wie weit müssen die MusikerInnen voneinander entfernt sein um sich auf ihre Stimme konzentrieren zu können? Wie funktioniert die Fokussierung auf die eigene Stimme und die gleichzeitige Wahrnehmung aller anderen Stimmen? Es ist mir vollkommen bewusst, dass es immer wieder Momente gibt in denen sich der Fokus der MusikerInnen verschiebt, weil auf all das, was sonst noch klanglich wahrgenommen werden kann, reagiert wird.

Die Struktur der Klangpartitur im ersten Teil der Komposition ist so, dass permanente minimale zeitliche Verschiebungen stattfinden und es de facto keinen einzigen Loop gibt. Nun versuchen wir immer ein Muster zu erkennen und neigen dazu Vereinfachungen vorzunehmen. Also ist eine der größten Herausforderungen für die MusikerInnen nicht in einen Loop zu verfallen, sondern immer mit der Aufmerksamkeit zu 100% da zu sein und die andauernden leichten Veränderungen versuchen mitzuspielen. Die Erfahrungen der ersten Proben haben gezeigt, dass dies nur dann möglich ist, wenn immer wieder kleine Spielpausen gemacht werden, um das Wahrnehmungssystem wieder nachzujustieren.

7. Individuum und Kollektiv

Üblicherweise besitzt der Klangkörper eines Orchesters als Kollektiv eine Identität. In Virus #3 ist dieser Zustand aufgehoben. Alle MusikerInnen bilden gemeinsam mit ihrem Lautsprecher eine Identität, sind also SolistInnen. Der Klangkörper des Orchesters wird gesprengt um eine Verschmelzung mit dem elektronischen Klangkörper möglich zu machen. Das Kollektiv besteht nun aus einzelnen Identitäten, die über eine Feedbackschleife¹² mit mir verbunden sind.



Der Prozess

Nachdem die Entscheidung, Klang als Partitur zu verwenden viele Fragen aufwarf und ich zudem keine Instrumentalkomponistin bin, musste ich mich dem Virus #3 für

¹² siehe Feedbackschleife S17

Orchester sehr langsam annähern. Ich wollte mehr über die einzelnen Instrumentengruppen in Erfahrung bringen, und so begann ich in der Serie Virus #1 mit einzelnen Instrumentengruppen zu arbeiten. Dabei entstanden Virus #1.0 für Streichquintett, Virus #1.1 für Oboenquintett und Virus #1.2 für Klavier. In Virus #2 kombinierte ich 2 Instrumentengruppen und so entstand Virus #2 für Blechblasinstrumente und Schlagwerk. Auf den dabei gemachten Erfahrungen aufbauend komponierte ich Virus #3.

- Probenarbeit

Im Prozess der Probenarbeit mit den MusikerInnen konnte ich all die Erfahrungen sammeln, die ich brauchte, um Virus#3 zustande zu bringen. Die erste Frage der MusikerInnen war auch immer "Können wir Kopfhörer haben?" Dies scheint einerseits ihrer gängigen Praxis zu entsprechen und andererseits besteht natürlich der Wunsch, die Klangpartitur möglichst gut und isoliert zu hören. In den ersten Proben für Virus#1 mit MusikerInnen des Ricochet Ensembles in Kiev begann ich mit dem gesamten Streichquintett zu proben. Dies erwies sich als wenig effizient und ich änderte meine Strategie bei Virus#2 mit MusikerInnen des Ensembles Phase, indem ich immer nur mit maximal 2 MusikerInnen der selben Instrumentenkategorie probte. Das war für die MusikerInnen weniger zeitaufwendig und ich hatte ihre ganze Aufmerksamkeit zur Verfügung. Im Kollektiv wurde dann nur noch eine Probe plus Generalprobe abgehalten. Dies erwies sich für die Arbeit mit dem Orchester als sehr wesentlich, bei maximal 3 Proben von 2 1/2 Stunden.

Probenplan RSO

- A 6 Geigen
- B 2 Bratschen | 2 Violoncelli
- C 2 Tuben | 2 Hörner
- D 2 Kontrabässe | 1 Posaune
- E 2 Fagotte | 1 Alt Klarinette | 1 Oboe
- F 2 Schlagwerke

So war es mir auch möglich, auf einzelne Bedürfnisse der MusikerInnen einzugehen und in meinem System, etwa die Frequenzen, nachzjustieren oder zu verstehen warum etwas besser wahrgenommen werden konnte als anderes. Auch haben wir gemeinsam Klänge und Spieltechniken gesucht. Einen sehr intensiven Prozess erlebte ich mit der Pianistin Manon Liu Winter bei der Erarbeitung von Virus #1.2. Hier erforschte ich etwa Limits der Anschlaggeschwindigkeiten oder Grenzen der gleichzeitigen Wahrnehmbarkeit von Frequenzen. Somit wird der Probenprozess Teil des Kompositionsprozesses.

Das Klangmaterial

1. Instrumentalklänge

In Virus #3 arbeite ich mit folgenden Instrumentengruppen, gesamt mit 23 Instrumenten:

Streichinstrumente - 6 Geigen, 2 Bratschen, 2 Violoncelli, 2 Kontrabässe
 Holzblasinstrumente - 2 Fagotte, 1 Oboe, 1 Klarinette

Blechblasinstrumente - 2 Hörner, 2 Basstuben, 1 Posaune
 2 Schlagwerke - je 1 Pauke, 1 kl. Trommel, 1 chinesisches und 1 türkisches Hängbecken, und diverse Klangerzeuger, die von den MusikerInnen selbst gewählt werden.

Die Spieltechniken werden von den Musikerinnen selbst gewählt, sie entscheiden welche Technik am besten geeignet ist die Klangpartitur möglichst präzise zu interpretieren. Auch die Auswahl des Instrumentes etwa bei den Hörnern, Tuben oder Klarinetten entscheiden die Musikerinnen selbst, sie orientieren sich dabei an den Frequenztabellen (siehe Anhang).

2. Elektronische Klänge

Die am Computer digital generierten elektronischen Klänge, gesamt 65 Oszillatoren und 4 Modalysobjekte, gliedern sich in folgende Klanggruppen:

25 Sinusoszillatoren mit ADSR, die das Ausgangsmaterial der Klangpartitur für die Streichinstrumente sind

15 Sinusoszillatoren und Rauschbänder mit ADSR, die das Ausgangsmaterial der Klangpartitur für die Holzblasinstrumente sind

25 gefilterte Sägezahnoszillatoren und Rauschbänder mit ADSR die das Ausgangsmaterial der Klangpartitur für die Blechblasinstrumente sind

4 Modalys Objekte - physikalische Modelle von Membranen, die das Ausgangsmaterial der Klangpartitur für die Schlagwerke sind.

Für die Auswahl der 23 Lautsprecher sind die jeweils tiefsten zu übertragenen Frequenzen relevant. Diese sind:

246Hz für die Oboe, 196Hz für die Geigen, 130Hz für die Bratschen, 98Hz für die Posaune, die Klarinette und die Pauken, 65 Hz für die Violoncelli, 58Hz für die Hörner und Fagotte, 41Hz für die Kontrabässe und 27Hz für die Bastuben.

Die Organisation des Klangmaterials

1. Die einzelnen Stimmen

Hier sind 2 Arten von Stimmen zu unterscheiden:

- a) Die Klangpartiturstimmen für die Instrumente
- b) Die Stimmen der einzelnen Oszillatoren

ad a)

Es gibt 15 Klangpartiturstimmen für die Instrumente.

Streichinstrumente: Kontrabass, Bratsche, Violoncello, Geige1, Geige2

Holzblasinstrumente: Fagott, Oboe, Klarinette

Blechblasinstrumente: Basstuba1, Basstuba2, Horn1, Horn2, Posaune

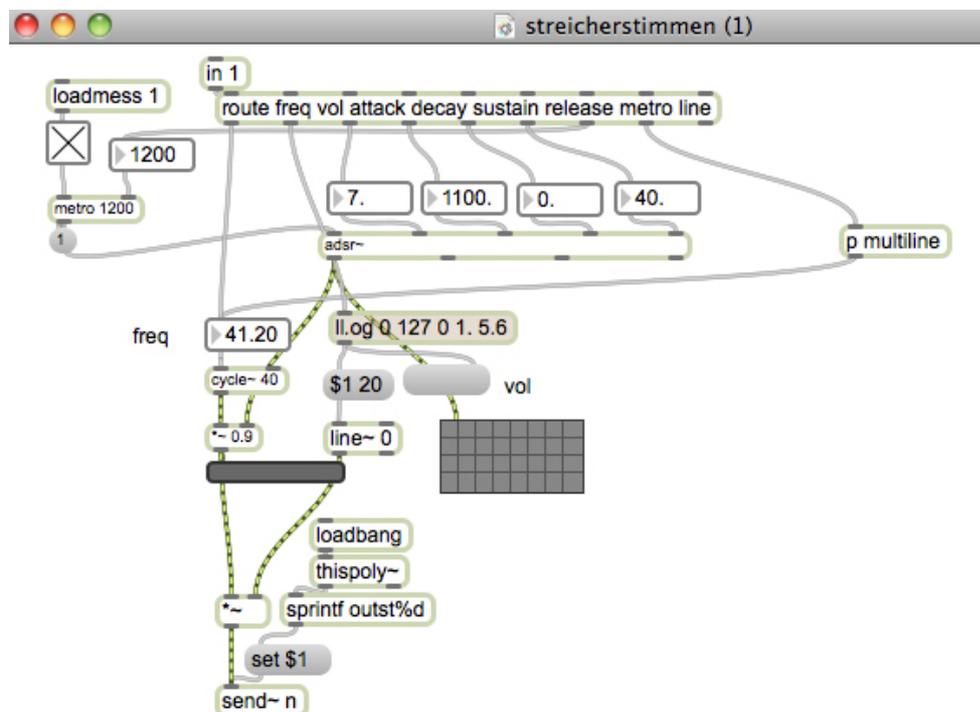
Schlagwerk: Schlagwerk1, Schlagwerk 2

ad b)

Für alle Stimmen der 65 Oszillatoren gilt, dass jeder Oszillator eine fixe Frequenz und ein fixes Metrum besitzt (siehe Tabelle Anhang). Ein- und Ausschwingvorgang

der Oszillatoren wird über einen ADSR pro Oszillator geregelt. Jeder Klangpartiturstimme sind 5 Oszillatoren zugeordnet. Die Frequenzen mit denen ich arbeite bewegen sich an den oberen und unteren Grenzen der Tonumfänge der Instrumente. Die Metren nehmen ihren Ausgang bei der Atemfrequenz eines Neugeborenen, das sind 50/min (1200ms).

Beispiel 1: 1. Streicherstimme = Oszillator1 für die Kontrabassstimme



Wie in der Abbildung ersichtlich handelt es sich hier um eine Sinusschwingung mit einer Frequenz von 41.1Hz, einem Metrum von 1200ms, einer Attack von 7ms, einem Decay von 1100ms und einer Release von 40ms.

Die Modalysobjekte für die Schlagwerkstimmen haben ebenfalls fixe Metren, aber außer für die Pauken keine Tonhöhen. Die Pauken haben als einziges Instrument eine fixierte Tonsequenz: G H A G H A H G A

Anders formuliert:

```
98 0 98 13000 123.48 0 123.48 11666.660156 110 0 110 12333.33 98 0 98 13000
123.48 0 123.48 11666.660156 110 0 110 12333.33 123.48 0 123.48 11666.660156
98 0 98 13000 110 0 110 12333.33
```

2. Der zeitliche Verlauf

Die Komposition gliedert sich in 4 Teile. Das zeitliche Verhältnis der Teile zueinander ist bei einer Gesamtdauer von 20min etwa 45 : 7 : 1 : 7 (a : b : c : d). Zu diesen Proportionen kommt es dadurch, dass Teil c eine Dauer von etwa 20sec hat. Weder die Gesamtdauer, noch die Dauern der Teile a,b,d sind fixiert. Die Gesamtdauer bewegt sich aber in einem zeitlichen Rahmen von 20min bis 30min.

- Teil a: Das Spiel mit den Oszillatoren

In Teil a, dem Hauptteil der Komposition, gestalte ich den zeitlichen und räumlichen Verlauf der Komposition im Wesentlichen durch das Ein- und Ausblenden der einzelnen Oszillatorstimmen. Essentielles Gestaltungsmittel ist die Amplitude. Ich habe sozusagen 65 Oszillatoren in der Hand die ich mit unterschiedlichen Amplituden ein- und ausblenden kann. Hinzu kommen noch die 4 Modalsobjekte. Folgende Parameter zur Klangveränderung stehen ebenfalls zur Verfügung und können, müssen aber nicht verwendet werden:

Streicher: sustain des ADSR

Holz: Rauschbänder, sustain des ADSR

Blech: Rauschbänder, sustain des ADSR

Die Anwendung dieser Parameter führt zu geräuschhaften Strukturen.

Schlagwerk: Anschlag, Dämpfung, virtuelles Mikrofon, Anzahl der Modi,

Frequenzgang (Filter)

Niemand, nicht einmal ich selbst weiß mit welchem Oszillator begonnen wird. Die Abfolge ist nicht fixiert. Es liegt also in meiner Entscheidung mit welcher Oszillatorstimme und in Folge mit welchem Instrument ich beginne und in welcher Kombination die einzelnen Oszillatorstimmen ein- und ausgeblendet werden.

Hier nun ein Beispiel einer Klangpartiturstimme:

Streicherstimme Bratsche:

Oszillatorstimme 5 setzt ein (M 98/ a3), sehr leise, es folgt Oszillatorstimme 2

(M83/cis). Das erste komplexe Muster entsteht. Oszillator 4 (M 93/fis3) setzt ein.

Spätestens ab diesem Zeitpunkt ist eine präzise Interpretation nicht mehr möglich.

Die Musikerin muss sich für das eine oder andere gehörte Muster entscheiden.

Durch die unterschiedlichen Metren und durch leichte Veränderungen der Amplituden kommt es zu andauernden kleinen Verschiebungen und in Folge zu immer neuen Mustern. In dieser Feinstruktur liegt für mich das Potential von Teil a.

In diesem Beispiel kommt es zusätzlich zu einem großen Frequenzsprung, was eine weitere Herausforderung für die Musikerin darstellt.

- Teil b: Sync

In diesem Teil schleift sich das gesamte System auf 2 Frequenzen Dauerton ein: Streich- und Holzblasinstrumente auf 277,18 Hz, Blechblasinstrumente und Schlagwerk auf 98 Hz. Dieser Vorgang findet überlappend statt und dauert bis jede Klangpartiturstimme und in Folge die Instrumente auf einem der beiden Töne erklingt.

- Teil c: Glissandi

Die Glissandi (siehe Tabelle Anhang) sind sowohl in ihrem Frequenzverlauf, wie in ihrer zeitlichen Abfolge fixiert und werden alle gleichzeitig mit großer Lautstärke gestartet.

- Teil d: Klangmutationen

Dieser beginnt mit den Klangpartiturstimmen, welche vor dem Syncvorgang gespielt

wurden, plus den Rauschbändern und maximalem Sustain, wodurch dieser Teil sehr geräuschhaft wird.

3. Platzierung im Raum

Jedem Musiker, jeder Musikerin ist ein Lautsprecher zugeordnet. Die MusikerInnen mit ihrem jeweiligen Lautsprecher sind im Raum verteilt. Erfahrungsgemäß ist ein Abstand von mindestens 3m zwischen den MusikerInnen nötig. Die tieffrequenten Instrumente brauchen zueinander einen weit größeren Abstand. Ich sitze etwas außerhalb der Mitte, sodass die hinter mir agierenden MusikreInnen räumlich näher sind.

Die Feedbackschleife

Ich generiere live die Partitur, bin also auch reagierender Teil des Systems und begeben mich mit den MusikerInnen in eine Feedbackschleife. Ich höre und reagiere auf das Gehörte, ebenso wie die MusikerInnen, und treffe meine Entscheidungen für den weiteren Verlauf der Partiturgenerierung. Damit diese Schleife optimal funktioniert, denke ich, dass es wichtig ist, sich in eine Art Trancezustand zu begeben. Dies ist ein Zustand höchster Konzentration der zwischen Schlaf- und Wachsein angesiedelt ist. Es gibt schlichtweg keine Zeit zum (Nach)denken. Dies gilt sowohl für mich als auch für die MusikerInnen und es hat sich bewahrheitet, dass jene MusikerInnen mit dieser Methode am besten umgehen können, die bereit sind, sich in einen solchen Zustand zu begeben. Selbstverständlich ist das immer eine Entscheidung, die jeder/jedem selbst überlassen ist und auch per se nicht verlangt werden kann. Die schönsten Momente sind jene, in denen die MusikerInnen sich ganz dem Hören hingeben – meist schließen sie dabei die Augen – und im Millisekundenbereich reagieren. Dann sind wir gemeinsam ganz im Klang.

Quellennachweis

(Booksprint, 2012) On Turtles and Dragons and the dangerous quest for a media art notation system, Hrg. Time's Up, Linz, 2012

(Ciciliani, 2011, S 11) Ciciliani Marko, IEM Seminar Wintersemester 2011/12 – Methoden der Analyse elektronischer Musik

Quellen Internet

(Webseite – All Music) James Harley, [lannis Xenakis](http://www.allmusic.com/composition/terretektorh-for-88-musicians-scattered-among-the-audience-mc0002518360) Terretektorh, for 88 musicians scattered among the audience, <http://www.allmusic.com/composition/terretektorh-for-88-musicians-scattered-among-the-audience-mc0002518360>, Zugriff 28.1.2014

(Webseite - radiation.superbendy.com) Maryanne Amacher, <http://radiation.superbendy.com/wp-content/uploads/2011/12/maryanne-amacher.pdf>, Zugriff 28. 1. 2014

(Wikipedia – Viren) <http://de.wikipedia.org/wiki/Viren>, Zugriff 29. 1. 2014

Bildnachweis

Bild S 6
<http://de.wikipedia.org/wiki/Viren>, Zugriff 29. 1. 2014

Bild S 12
© ORF Musikprotokoll

TONHÖHEN- RHYTHMENTABELLE | Virus #3

	Osc1		Osc2		Osc3		Osc4		Osc5	
	Note/Hz	Metrum ms	Note/Hz	Metrum ms	Note Hz	Metrum ms	Note Hz	Metrum ms	Note/Hz	Metrum ms
Streicher										
Kb	E1 41,2	50	A1 55	55	H1 61,74	60	D 73,42	65	Dis 77,78	70
Vc	C 65,41	64	G 98	69	e 164,81	74	a 220	79	h 246,96	84
Va	C 130,81	78	cis 769	83	e3 1318,51	88	fis3 1479,98	93	a3 645	98
Vl1	g 196	92	gis 207,65	97	cis4 2217,46	102	d4 2349,32	107	e4 560	112
Vl2	d1 293,66	106	dis1 311,13	111	fis4 2959,96	116	gis4 3322,44	121	a4 495	126
Holzblasinstrumente										
Fag	B1 58,27	12	Es 77,78	13,6	F 4411	15,2	As 103,83	16,8	A 3571	18
Klar	e 164,81	20	F 174,61	21,6	gis2 2778	31,2	b2 932,23	32,8	cis3 1108,73	34
Ob	d1 293,66	44	dis1 311,13	45,6	cis3 1316	47,2	dis3 1244,51	48,8	e3 1230	50
Blechblasinstrumente										
Tuba1	A2 27,5	10	C1 32,7	14	E1 4286	16	g 196	18	gis 3333	20
Tuba2	Es1 39,89	12	F1 43,65	15	As1 4000	17	d1 293,66	19	dis1 3158	21
Horn1	B1 58,27	22	Es 77,78	24	b1 2500	26	c2 523,25	28	cis2 554,37	31
Horn2	H 61,74	23	D 73,42	25	g1 2400	27	a1 440	29	b1 2069	31
Posaune	G 98	4,62	A 110	4,86	H 12333,33	5,14	b1 466,16	30	c2 2000	32
Schlagwerk										
Pauke1+2	G 98	4,62	A 13000	4,86	H 12333,33	5,14	B 11666,66	30	cis 2000	32

weitere Metren in ms für das Schlagwerk:

400, 375, 352.94, 333.3 200, 272.72, 250, 225, 204.54, 187.5
 1200, 1090, 1000, 1300, 923, 857, 937
 11000, 10333.3, 9666.6
 500, 461.54, 428.57

GLISS | Virus #3

	1				2											
	UP			STAND	DOWN	UP		STAND	DOWN							
	Note/Hz	Hz	ms	ms	Note/Hz	Note/Hz	Hz	ms	ms	Note/Hz						
Streicher																
Kb	E1	41,2 A1	61,74	10800	400	E1	41,2	2800	A1	55 H1	73,42	11000	400	A1	55	2800
Vc	C	65,41 G	98	10800	400	C	65,41	2800	G	98 C	130,81	11000	400	G	98	2800
Va	c	130,81 g	196	10800	400	c	130,81	2800	cis	138,59 gis	207,65	11000	400	cis	138,59	2800
V1	g	196 gis	207,65	10800	400	g	196	2800	gis	207,65 h	246,96	11000	400	gis	207,65	2800
V2	d1	293,66 dis1	311,13	10800	400	d1	293,66	2800	dis1	311,13 a	220	11000	400	dis1	311,13	2800
Holzblasinstrumente																
Fag	B1	58,27 As	103,83	15800	400	B1	58,27	3800	Es	77,78 A	110	16000	400	Es	77,78	3800
Klar	e	164,81 d1	293,66	15800	400	e	164,81	3800	f	174,61 dis1	293,66	16000	400	f	174,61	3800
Ob	d1	293,66 dis1	311,13	15800	400	d1	293,66	3800	dis1	311,13 c2	523,25	16000	400	dis1	311,13	3800
Blechblasinstrumente																
Tuba1	A2	27,5 C1	32,7	15800	400	A2	27,5	3800	C1	32,7 E1	41,2	16000	400	C1	32,7	3800
Tuba2	Es1	39,89 F1	43,65	15800	400	Es1	39,89	3800	F1	43,65 As1	51,91	16000	400	F1	43,65	3800
Horn1	B1	58,27 Es	77,78	15800	400	B1	58,27	3800	Es	77,78 G	98	16000	400	Es	77,78	3800
Horn2	H	61,74 D	73,42	15800	400	H	61,74	3800	D	73,42 Es	77,78	16000	400	D	73,42	3800
Posaune	G	98 A	110	15800	400	G	98	3800	A	110 H	123,48	16000	400	A	110	3800

3

	UP			STAND			DOWN			UP			STAND			DOWN							
Noté	Hz	ms	ms	Noté	Hz	ms	ms	Noté	Hz	ms	ms	Noté	Hz	ms	ms	Noté	Hz	ms					
H1	61,74	D	77.78		61,74	9700	200	H1		61,74	3800	D		73,42	Dis	98	10100	200	D		73,42	4500	
e	164,81	g			164,81	9700	200	e		164,81	3800	a		220	h	246,96	10100	200	a		220	4500	
e3	1318,51	cis4	2217,46		1318,51	9700	200	e3		1318,51	3800	fis3		1479,98	d4	2349,32	10100	200	fis3		1479,98	4500	
cis4	2217,46	a3			1760	9700	200	cis4		2217,46	3800	d4		2349,32	fis3	1479,98	10100	200	d4		2349,32	4500	
fis4	2959,96	e3	1318,51		2959,96	9700	200	fis4		2959,96	3800	gis4		3322,44	fis3	1479,98	10100	200	gis4		3322,44	4500	
F	87,31	e	164,81		87,31	13700	200	F		87,31	4800	As		103,83	f	174,61	15100	200	As		103,83	5500	
gis2	830,61	cis3	1108,73		830,61	13700	200	gis2		830,61	4800	b2		932,23	dis3	1244,51	15100	200	b2		932,23	5500	
cis3	1108,73	dis3	1244,51		1108,73	13700	200	cis3		1108,73	4800	dis3		1244,51	dis2	622,25	15100	200	dis3		1244,51	5500	
E1	41,2	F1	51,91		41,2	13700	200	E1		41,2	4800	g		196	gis	207,7	15100	200	g		196	5500	
As1	51,91	B1	58,27		51,91	13700	200	As1		51,91	4800	d1		293,66	dis1	311,1	15100	200	d1		293,66	5500	
b1	466,16	c2	523,25		466,16	13700	200	b1		466,16	4800	c2		523,25	d1	293,66	15100	200	c2		523,25	5500	
g1	392	a1	440		392	13700	200	g1		392	4800	a1		440	d1	293,66	15100	200	a1		440	5500	
H	123,48	cis	138,59		123,48	13700	200	H		123,48	4800	b1		466,16	g	196	15100	200	b1		466,16	5500	

4

5

	UP				STAND		DOWN	
Note	Hz		Hz	ms	ms	Note	Hz	ms
Dis	77,78	G	130,81	9600	200	Dis	77,78	5300
h	246,96	d1	293,66	9600	200	h	246,96	5300
a3	1760	e4	2637,02	9600	200	a3	1760	5300
e4	2637,02	e3	1318,51	9600	200	e4	2637,02	5300
a4	3520	a3	1760	9600	200	a4	3520	5300
A	110	f	207,7	14600	200	A	110	6300
cis3	1108,73	a3	1760	14600	200	cis3	1108,73	6300
e3	1318,51	cis3	1108,73	14600	200	e3	1318,51	6300
gis	207,7	d1	293,66	14600	200	gis	207,7	6300
dis1	311,1	g1	392	14600	200	dis1	311,1	6300
cis2	554,37	dis1	311,1	14600	200	cis2	554,37	6300
b1	466,16	dis1	311,1	14600	200	b1	466,16	6300
c2	523,25	gis	207,7	14600	200	c2	523,25	6300