

Die Auflösung des Klangs

Als meine Tochter drei Jahre alt wurde, kaufte ich ihr auf Ebay einen gebrauchten Grundig C410 portablen Kassettenrecorder. Die Kompaktkassette schien mir für eine Dreijährige praktischer zu sein als ein Plattenspieler mit seinem empfindlichen Nadelarm. Befreundete Eltern, die bei uns im Kinderzimmer das Kassettengerät sahen, schauten erstaunt und fragten, warum es denn kein CD/MP3-Spieler sei, die seien doch viel robuster. Und natürlich habe ich mich gefragt, ob ich den C410 nicht auch ein wenig aus Nostalgie kaufte, weil ich es mir in den Kopf gesetzt hatte, dass meine Tochter das Abenteuer des medialen Hörens mit einem analogen, statt mit einem digitalen Gerät beginnen sollte. Aber vielleicht ist es genau diese vermeintliche Nostalgie nach dem analogen Klang, die tatsächlich ein Indiz ist für unsere veränderte Hörerfahrung im Übergang zur digitalen Audiowiedergabe.

Rewind

Ich gehe dazu kurz und zunächst einmal ganz persönlich an die Wurzel dieser Erfahrung: zu der gut bestückten Plattensammlung meiner Eltern, der Grundlage meiner Musikerziehung. Früh brachte mein Vater mir bei, den Plattenspieler zu bedienen. So fällt bei dem heranwachsenden Kleinkind die Entdeckung der Musik mit dem Glücksgefühl der eigenen Autonomie, also dem erlernten technischen Prozess des Auflegens der Platte und dem anschließenden Anschalten des Abspielgerätes, zusammen. Klangentdeckung auf eigene Faust. – Im analphabetischen Stadium geschah das natürlich über die bunten Abbildungen auf den Plattenhüllen, mit denen die gehörten Klänge magisch assoziiert wurden, später dann gezielter und informierter durch die Lektüre der Begleittexte.

Was diesem Prozess gewissermaßen »eingeschrieben« ist, ist die Transparenz: die Nachvollziehbarkeit der technischen Vorgänge, die zu dieser spezifischen medialen Klangwiedergabe führen: Man kann sehen, wie sich die Platte dreht, wie die Nadel sich mit der Zeit spiralförmig dem ungravierten Teil der Platte nähert, worauf man diese dann schließlich umdrehen muss, um mehr zu hören; das Knistern bei den verstaubten Platten, die gleichzeitig seh- und hörbaren Konsequenzen von Krat-

24 zern, Kakaoflecken und Dellen. Und welches

mit LPs aufgewachsene Kind erinnert sich nicht daran, mindestens einmal den Lautstärkeknopf des Verstärkers weggedreht, und dem reinen wispernden Vibrationsgeräusch entlang des unverstärkten Nadelarms gelauscht zu haben? Oder die Platte mit dem Finger gebremst oder beschleunigt zu haben? The medium is an instrument!

Bei der Kassette gab es dann einen schon etwas mehr abgekapselten, im Innern des Abspielgerätes verborgenen, aber immer noch durch das Fenster im Kassettenfach klar nachvollziehbaren technischen Prozess – spätestens nach Vor- oder Rückspulen oder dem ersten Bandsalat begriff man, dass das Magnetband über eine Spule an einem Tonkopf vorbei geleitet wird. Die Zeit ist gekoppelt an die Länge dieses Bandes. Mit dem Erscheinen des batteriebetriebenen Kassettenrecorders kam dann die prägende Erfahrung dazu, selbst praktisch überall Klänge aufnehmen zu können, was wiederum eine grundsätzliche Kenntnis der technischen Funktionsweise des Gerätes erforderte: Ich muss verstehen, dass, wenn ich jetzt zurückspule, das bisher Aufgenommene überschrieben und damit für immer gelöscht wird.

Als dann in den achtziger Jahren die digitale Audio CD erschien, gab es viel Diskussion um das neue Medium. Vorbei waren die Zeiten einer sichtbaren und intuitiv verständlichen Datenwiedergabe. Ich erinnere mich noch genau an den beeindruckenden Sticker auf meinem ersten Sony CD-Spieler: »Warning! Avoid exposure to laser beam«. Per Laserdiode wurden Sektoren mit soundso vielen Bytes abgelesen, von *Pits* und *Lands* war plötzlich die Rede, von konstanter Abtastrate und vom berühmten *Cross Interleaved Reed-Solomon-Code*, der Fehllesungen ausgleichen konnte. Das war alles zunächst viel schwerer zu verstehen als die Analoggeräte mit ihren exponierten elektromechanischen Komponenten. Die schillernde CD verschwand im Kasten – man wusste höchstens, dass sie rotierte –, man überantwortete sie der unsichtbaren, komplexen Elektronik im Inneren des Gerätes und drückte einen Knopf: Ein neuer Klang, ohne jegliches Fusseln und Rauschen kam aus den Lautsprechern, eigenartig rein und hell und unendlich glatt. Die Auflösung der Klangdarstellung, der Klangwiedergabe, hatte sich mit dem Schritt von analoger zu digitaler Technologie grundsätzlich verändert, mit weitreichenden, sich fortschreitend weiterentwickelnden Konsequenzen, die unser Hören und Machen von Musik und unser Verhältnis zum Klang nachhaltig veränderte und auch weiterhin prägen wird.

Fast Forward

Jahrzehnte später stoße ich bei der Formulierung von Inhalten für den Kompositionsunterricht immer wieder auf die Frage: Wie gehen wir (Komponisten) mit der neuen digitalen Wirklichkeit um. Dabei geht rein intuitiv mein Ansatz in eine Richtung, in der den Studenten die digitale Wende bewusst gemacht werden soll. Soweit es eben noch geht bei den jüngeren Generationen, die nur entfernt oder auch schon gar nicht mehr die »analoge« Welt kennen. Da schwingt natürlich eine latente Kritik mit, um die es mir aber zunächst gar nicht geht. Die Studenten sollen erst einmal wissen, dass es auch anders geht und mal anders war. Gleich im ersten Semester behandle ich *Auflösung des Klangs* (auf Englisch klingt das viel weniger interessant: *sound resolution*): Wir vergleichen analog abgespielte Klänge (unter anderem mit Vintage Synthesizern und mit Kompaktkassetten auf dem alten Grundig C410!), mit Mini-Disc, DAT-Aufnahmen, dann schließlich Aufnahmen mit 22050, 44100, 48000 und 96000 Herz Sampling Raten. Das ist nützlich um die Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung – AD/DA, Quantisierung digitaler Signale, Nyquist Frequenz – zu verstehen. Natürlich schwärze ich dann gleich die gruselige Audiokompressionsrate von allerbestenfalls 192k AAC auf Youtube an – für die meisten Kompositionsstudenten leider *die* Repertoire-Hörquelle schlechthin –, gefolgt von einer Diskussion des Terhardt-Algorithmus und der perceptual masking codecs für Audiokompression nach Schroeder, Krasner etc., wenn wir dann schließlich über das mp3 Format sprechen. Meiner Auffassung nach sollten junge Komponisten in Grundzügen über die heute gängigen Manipulationen in der Auflösung von Klangwiedergabe Bescheid wissen, um sich selbst die Optionen erschließen zu können. Es sind immerhin ihre eigenen Klänge die da codiert werden, ihr *sound*.

»Spitzfindigkeiten« befindet immer wieder der Eine oder Andere, der im Seminar nicht wirklich in die Klangbeispiele hineingehorcht hat. Wogegen die Audiophilen sich dann an den Kopf fassen – auf jeden Fall haben wir somit den Boden für die Einführung in die Psychoakustik bereitet. Denn Zielsetzung aller HiFi und Dolby Bestrebungen im Analog-Audio wie auch immer höherer Samplingraten (bis hin zum Oversampling) beim digitalen Audio war und ist es natürlich immer, das Ohr – dieses feinste unserer Sinnesorgane – zu überzeugen. Perzeptive sowie akustische Kriterien sind spätestens ab der Einführung des Stereo Teil der Aufnahme-, Abmischungs- und Mastering-Strategien, die unseren Ohren

die Illusion der klanglichen Räumlichkeit vermitteln sollen. Mit den Möglichkeiten des digitalen Audio, potenzieren sich die Möglichkeiten den Klang abzumischen und zu gestalten dramatisch, womit es meines Erachtens essenziell wird, die Funktionsweise und die Eigenarten unseres Hörwahrnehmungsapparates zu kennen.

Copy, Paste & Render

Die numerische Enkodierung des Klanges als Anreihung (Array) von binären Datensätzen reduziert dessen Reproduktion zu einer schlichten Frage des Speicherplatzes. Audiodateien am Computer zu kopieren ist in kürzester Zeit so banal und selbstverständlich geworden, dass wir uns höchstens noch beim Digitalisieren von alten Kassetten und LPs an das Kopieren durch ein Überspielen in Echtzeit erinnern. Neben der unlimitierten Proliferation von Dateien, die das geltende System von Copyright und Intellectual Property Rights auf den Kopf stellt (eine ganz andere wichtige Diskussion), birgt die Zerlegung des Klanges in Nummernsequenzen aber noch eine andere Möglichkeit, die ganz entscheidend für unser Verständnis vom Klang überhaupt ist: Die visuelle Darstellung akustischer Information, sei es als Amplitude über Zeit oder Frequenz/ Amplitude über Zeit, öffnet ein zuvor nicht vorhandenes analytisches und kreatives Potenzial, das einen quasi skulpturalen Umgang mit Klang ermöglicht: die direkte Manipulation der Klangarchitektur selbst, also ihrer spektralen Bestandteile, bis hin in feinste Details. Mit Programmen wie *Adobe Audition*, *Sonic Visualizer*, *AudioSculpt* oder auch *Spear* steht nun für die Klang- und Werkanalyse eine akustische Repräsentation des Klangs zur Verfügung (in Denis Smalleys Terminologie: »Spektromorphologie«¹, die der symbolischen Repräsentation – also der Partitur, sollte eine vorhanden sein – komparativ zur Seite gestellt werden kann. Gerade für die Analyse von elektroakustischer Musik ist diese Möglichkeit sehr ergiebig, und Smalley selbst hat hier bereits wesentlich ein analytisches Vokabular vorgeschlagen². Als erste dedizierte Software zur Erstellung von analytischen Partituren sei der *Acousmographie* der INA-GRM angeführt. Hier können grafische Formen, die für die Analyse von Bedeutung sind, direkt in eine spektrografische Darstellung des ganzen Stückes eingezeichnet werden, wodurch eine neue Sprache der Klangbeschreibung/-analyse auf lokaler wie globaler Ebene zur Verfügung steht.

Umgekehrt eröffnet sich für die Parametrisierung von Bild als Klang buchstäblich die Möglichkeit eines grafisch basierten Sound 25

1 Vgl. Denis Smalley, *Spectromorphology: explaining sound-shapes*, 1997.

2 Siehe z.B. Ders., *Space-form and the Acousmatic Image*, 2007.

Designs: Ist innerhalb einer digitalen Auflösung des Klangs eine grafische Repräsentation möglich, so wird es innerhalb dieses Rastersystems auch möglich, umgekehrt eine grafische Repräsentation in Klang umzuwandeln. Programme wie *Metasynth*, *GRM Tools*, *Mammut*, oder *Max/Mitter* ermöglichen ein freies oder auch parametrisches Klangdesign à la Xenakis bis hin zur virtuellen Grenzenlosigkeit beziehungsweise zur Rechenleistungsgrenze des verwendeten Computers. Solche Techniken der Analyse/Re-Synthese, die zum Teil auf einem Zugriff über ein Fast Fourier Transform, also der Aufschlüsselung eines Klangs in seine sinusoidalen Komponenten, oder aber frei einstellbarer grafischer Kopplung von generativen Filter- oder Manipulationsparametern basieren, sind ohne den numerisch kodierten Zugriff auf den Klang und seine Bestandteile innerhalb der digitalen Repräsentation kaum denkbar.

Spread —> 3D

Iannis Xenakis, der digitale Möglichkeiten in ihren Anfängen systematisch nutzte und später auch deren Entwicklung im Bereich der elektronischen Komposition nachhaltig mitprägte, erschloss in seiner Arbeit nicht nur den Raum innerhalb der Organisation von Intervallen und Klängen, sondern auch die Bespielung des konkret architektonischen Raumes, bis hin zur Gestaltung von virtuellen Klangraumarchitekturen, hauptsächlich mit zunächst noch analog aufgeführten Mehrkanalcompositionen, insbesondere zum Beispiel mit der *Polytope-Reihe* (1969-78), mit der Komposition *Nomos Gamma* (1967-68) für 98 im Raum verteilte Musiker oder mit der Tonbandkomposition

Persépolis (1971). Für letztere mussten für die insgesamt sechzehn Kanäle zwei Acht-Kanal-Tonbandgeräte synchron geschaltet werden, eine ähnliche Herausforderung wie bei Cages *Williams Mix* (1952) oder beim Brüsseler Philips-Pavillon-Projekt 1958 von Le Corbusier/Xenakis/Varèse.

Die Synchronisation analoger Geräte zur Abspielung von Audiokanälen stößt schnell an Grenzen, die es beim digitalen Audio nicht mehr gibt. Beispielsweise können heute mit dem hocheffizienten Synchronprotokoll eines *Dante Audio Networks* ohne größeren rechnerischen Aufwand über 150 Audiokanäle gleichzeitig angesteuert werden, wenn eine entsprechende audioteknische Infrastruktur vorhanden ist. Ein Beispiel dafür ist der *CUBE* am Moss Arts Center der Virginia Tech in Blacksburg, VA. Die Matrix der 156 Lautsprecher ist zwar fest eingebaut (in fünfstöckiger Kubus-Form), ermöglicht aber eine, je nach Projekt, variable Bespielung als *point-source*-Modell (ein Klang hat einen festen Raumpunkt = eine Lautsprecher-Zuweisung), als *VBAP*-System (Vector base amplitude panning, ein sehr robuster Ansatz für die Positionierung und Bewegung von multiplen virtuellen Klangquellen, basierend auf Amplitudendifferenzen), oder *Ambisonics* (die Encodierung eines räumlichen Klangfeldes, in dem Quellen positioniert und bewegt werden können, basierend auf dynamischer Filtrierung). 2017 führte ich dort meine fixed-media Komposition *Cyclotron* für 152 Kanäle auf, die alle drei dieser Techniken miteinander verbindet.

Die durch digitales Audio ermöglichte Bündelung und gleichzeitige manuelle, algorithmisch oder »ge-scriptete« Kontrolle mehrerer Kanäle hat inzwischen eine kaum

Die audioteknische Infrastruktur des *CUBE* am Moss Arts Center der Virginia Tech in Blacksburg, VA erlaubt es, ohne größeren rechnerischen Aufwand über 150 Audiokanäle gleichzeitig anzusteuern. (© 2014 Moss Arts Center, Virginia Tech.)



zu überblickende Vielfalt an Ausprägungen individuell-künstlerischer, aber auch institutioneller Art, genannt seien hier nur: der *Espace de projection* des IRCAM in Paris mit der im Haus geschriebenen Software *SPAT*, der *Kubus* des ZKM in Karlsruhe, *INA/GRM* Paris, das *Birmingham Electroacoustic Sound Theatre* (BEAST), das *Huddersfield Immersive Sound System* (HISS), das *Audium* in San Francisco, die *AlloSphere* der USC in Santa Barbara, das *Experimental Media and Performing Art Center* (EMPAC) von Johannes Goebel, die Wellenfeldsynthese-Räume an der TU Berlin und am *Zentrum für mikrotonale Musik und Multimedia* der Musikhochschule Hamburg, die Mehrkanal-Arbeiten von Bernhard Leitner, Janet Cardiff/George Miller, Dennis Smalley, Daniel Buren, David Adamcyk, Heiner Goebbels und vielen anderen.

Compile

Zusammenfassend ließe sich feststellen, dass die eingangs erwähnte Transparenz der analogen Abspieltechnologie (zum Beispiel Plattennadel, Tonbandlesekopf) einem sehr viel komplexeren Modell der digitalen Klangreproduktion weichen musste, die unendlich variabler und theoretisch grenzenlos in ihrer Erweiterbarkeit ist. Dennoch versucht das digitale Modell, zumindest im kommerziellen Marktbereich, verstärkt einen intuitiveren Zugriff auf das Medium zu simulieren, beziehungsweise analoge Kontroll- und Bedienungsabläufe anzubieten, die sich scheinbar »ent-digitalisiert« haben: Zwar kann ich jetzt meine sich auf dem Plattenteller drehende LP nicht mehr unmittelbar mit meinem Finger verlangsamen oder beschleunigen. Dafür

kann ich mir aber mit Leichtigkeit mit externen Mikro-Controllern wie Arduino, Teensy, oder Hummingbird oder auch MIDI-Devices ein Interface selbst bauen, das meinen gestischen Input – mittelbar – in ein digitales Datenverarbeitungsformat, mehr oder minder genau, übersetzt und mir somit immerhin die Illusion einer haptischen – eben »analogen« – Kontrolle verschafft. Ferner ist das digitale System nativ kompatibel (als Beispiel: OSC (Open Sound Control)), da sich mittlerweile ja fast unsere gesamte Realität irgendwie numerisch erfassen lässt und ich an meinen Arduino-Controller ganze Batterien von Sensoren (Temperatur-, Puls-, Geräusch-, Entfernung-, Licht- und Kamerasensoren etc.) anschließen kann, deren Input mein Computer dann in beliebige Output-Signale (Sound-, Video-, Servo-, Stepper-, Hydraulik-, Elektrosignale etc.) umwandeln kann.

Als Beispiel für ein Projekt, das ein Klang-Environment aus solcherart selbst gebauten, interaktiven Modulen schafft, die netzwerkartig miteinander verbunden sind, möchte ich das *Eastman Mobile Acousmonium* (EMA) anführen, das ich 2017 mit meinen Studenten in Rochester, NY baute: Zwölf völlig verschiedene per Arduino kontrollierte, mobile und zum Teil interaktive Klangobjekte (bewegt mit Servos, Steppermotoren, und Elektromagneten) greifen ineinander und projizieren vorkomponierten, ad-hoc aufgenommenen oder elektronisch generierten Klang in wechselnde, zum Teil choreografierte, zum Teil sensorisch bestimmte Richtungen. Obwohl dieses Projekt komplett und auf verschiedenen Ebenen digital kontrolliert wird, ist das vom Publikum erlebte Resultat das eines analog-elektromechanisch animierten »Klanggartens«, der



Das zusammen mit Studenten gebaute *Eastman Mobile Acousmonium* (EMA) an der Eastman School of Music in Rochester, NY (Foto: Xuan Amy Zhang, © 2017 Eastman Audio Research Studio / Eastman School of Music)

3 Siehe dazu die Dokumentation auf youtube.com unter »Eastman Mobile Acousmonium«

zum Teil responsiv, zum Teil autonom seinen eigenen Gesetzmäßigkeiten folgt und den es durchwandern kann³. Ermöglicht wird ein entdeckendes, statt ein nur aufnehmendes Hören.

Die Empfindung der Ermächtigung, die durch die digitale Kompatibilität in der konfigurierbaren Bündelung und Synchronisation durch den Computer ausgelöst werden kann, ist gleichermaßen berauschend und Furcht einflößend: berauschend, weil grenzenlos erweiterbar, und in seiner Kombinatorik unerschöpflich, beängstigend, da wir uns mit unserer digital erarbeiteten und zuweilen inszenierten Kunst in einen Grad der Verstrickung und in eine Abhängigkeit vom Medium, von der Technik, begeben, die in der Geschichte seinesgleichen sucht. Die Illusion eines intuitiven, haptisch-interaktiven Umgangs, den uns das Interface vorspiegelt, gibt uns, wenn alles korrekt funktioniert, ein enormes Glücksgefühl der kreativen Kontrolle. In Wirklichkeit aber wird uns die Technik nicht zum Werkzeug, sondern zur Prothese. (Ich denke hier zum Beispiel auch an mein elektrisches *Ninebot-Einrad*, mit dem ich gleichgewichtstechnisch, also körperlich, scheinbar verschmelzen muss, bevor es dann auf meine kleinsten Körperneigungen reagiert). So faszinierend und ergiebig dieser Prozess der Entgrenzung ist, ohne diese

hoch entwickelte technologische Prothese kann unsere Kunst dann irgendwann nicht mehr funktionieren. Sie ist dann »nur« noch Medienkunst.

Man könnte einwenden, dass es sich doch ähnlich mit dem rein mechanischen Instrument verhält. Auch Paganini war mit seiner Geige oder Liszt mit dem Flügel quasi prothetisch verschmolzen. Aber ich glaube, es ist immer noch eine andere Qualität, wenn man das Gerät in seiner Funktionsweise wirklich durchschauen kann, als wenn es da immer eine Ebene gibt, an welche man nicht wirklich herankommt: etwas Unsichtbares, Künstliches, im Herzen des maschinellen Prozesses, der die Maschine vielleicht noch maschinenhafter anmuten lässt, als ein mechanisches oder elektromechanisches Gerät.

Und so freue ich mich (Rabenvater, der ich bin) sogar insgeheim ein bisschen daran, wenn mein Töchterchen aufhorcht, als plötzlich die Stimme des Hörspiels auf ihrem Kassettenrecorder zu leiern anfängt, zu gluckern, und schließlich jäh erstickt ... Sie lässt dann das Kassettenfach aufspringen und holt ganz konzentriert und interessiert braune Spaghetti heraus – Problem erkannt: Bandsalat. Auch gut. Mit dem mp3-Spieler könnte ihr das nicht passieren. ■

13.–19.
August 2018
Spektrum Berlin

Artist Talks 16:00
Concerts
19:30 – 22:00

ENJUN

FESTIVAL

Contemporary Electro-Acoustic Music From Berlin

Tomomi Adachi, Liz Allbee, Boris Baltschun, Rashad Becker, Burkhard Beins, Andrea Belfi, Sofia Borges, Jim Campbell, Roy Carroll, Mario De Vega, Sabine Ercklentz, Korhan Erel, Andrea Ermke, Evapori, Farahnaz Hatam, Hanna Hartmann, Annette Krebs, Cao Thanh Lan, Joke Lanz, Felicity Mangan, Kaffe Mathews, Andrea Neumann, Rieko Okuda, Andrea Parkins, Ignaz Schick, Richard Scott, Wolfgang Seidel, Eliad Wagner, Marta Zapparoli, ...

A production of zangimusic.wordpress.com
Funded by Berlin Senate Department for Culture & Europe

be  Berlin

Media partner: **ZITTY** **JAIL**
THEATIK