

["ZUR MEDIENARCHÄOLOGIE DES AKUSTISCHEN"]

EPISTEMOLOGIE DES SONISCHEN

Wiederaufruf: *acoustic space* (McLuhan)

Zum Begriff des Sonischen

Zeitweisen des Sonischen im Analogen

Musik *a/s* Mathematik: Sonische Erkenntnis

Zeitweisen des Sonischen im Digitalen

MEDIENARCHÄOLOGIE DES AKUSTISCHEN

Musik, Archäologie, mathematische Serialität

Das kalte Gehör: Naturwissenschaftliche Musikforschung

Der Vorschlag für ein "Institute of Musical Science" (1947)

Initiative zur Gründung eines Max-Planck-Instituts für Musik

Die Stauchung historischer Distanz durch latente Präsenzerzeugungsmedien

Nanophonographische Abtastung atomarer Oberflächen

Medien als Archäologen sonischer Zeit

Resonanzräume: Die ahistorischen Zeitweisen des Sonischen (Monochord, Lyra)

"Remediation"? Medienarchäologie des Analogsynthesizers und seine

Wieder(ein)kehr im Digitalen

AURALISATION UND RAUMAKUSTISCHE SIMULATION ALS HISTORISCHE METHODE

Signalprozessierung und die tatsächliche Spur

Fallstudie: Virtuelle Rekonstruktion vergangener Hörräume (Gewandhaus Leipzig)

Akustische Wiederauferstehung? Invarianz von Sonosphären (Beispiel Pompeji)

Die Simulation als "historische Quelle"?

Quelle *versus* Überrest (Droysen, Bernheim)

Zur Diskussion um virtuelle Rekonstruktionen in der Archäologie

Eine Analogie: die Rekonstruktion nach den Gesetzen der physikalischen Optik

Historische Aufführungspraxis

Klangarchäologische *fidelity*

Physical modelling

Simulation *versus* Emulation

Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation

Fallstudie: Medienkunst im kulturellen Gedächtnis: Das *Virtual Electronic Poem* im Medienkunsthhaus TESLA Berlin

Für eine historisch informierte Medienarchäologie des Akustischen

DIVERSES ZU TECHNISCHER AKUSTIK / GENERIERUNG VON MUSIK

Schwingungsdeutung durch Verschiebung ins Akustische

Verklanglichung von Licht / Visualisierung von Klängen

Verzeitlichung der Stimme: ihre Frequenzen

Musik und Speicher: Notenrollen

Different Trains: Steve Reichs serielle Musik als archäologische Ästhetik

Musikalische Invarianz

Niemals in der Gegenwart: die vokale Stimme

Mathematische Modellierung über Klang

Historische elektro-akustische Instrumente wieder zum Erklingen bringen?

"Sonic Effects" (Augoyard / Torgue)
Akustische Zeitdehnung und -verknappung

SYNTHESIZER, SUBHARCHORD, "Terpsiton"
Vorspiel(e): Der Helmholtz-Klangsynthesizer (u. a.)
Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument
Musik, synthetisiert
Medienarchäologie des Synthesizers
"Höllmaschine": Der Max Brand Synthesizer
Der Synthesizer (analog)
Der Vorläufer: das Trautonium
Projekt "TERPSITON"
Diagrammatisches Hören: Der tatsächlich erklingende Ton als eine Lesart der Schaltung

SONIFIKATION (Material)
Definitionen der "Sonifikation"
Sonifikation des Unhörbaren: Gewalt der akustischen Hermeneutik
Unerhörte Sonifikation
Mikrophonie
Computersonifikation analog / digital
Künstlerische Sonifikation
Akustische Überwachung: "Panaudismus"
Sonifikation im Zeitbereich
Hirnrhythmen (Alvin Lucier)
Ultraschall-Nutzerortung
Audiosignale aus der (tiefen) Vergangenheit

OPTOPHONIE (Material)
Tonräder
Tonbilder

EPISTEMOLOGIE DES SONISCHEN

Wiederaufruf: *acoustic space* (McLuhan)

- "kaltes Gehör" in seiner Nähe zu Naturwissenschaft und Mathematik
- Zeitweisen und Zeitwesen des Sonischen; Resonanzräume bilden Alternativen zum Begriff historischer Zeit
- im Anschluß an McLuhans Begriff des "acoustic space" die Vermutung einer privilegierten Nähe klanglicher, im weitesten Sinne "musikalischer" Ereignisse und hochtechnischer Medienprozesse im gemeinsamen Nenner komplexer Zeitfiguren
- privilegierte Nähe zwischen Akustik als konkreter Manifestation komplexer Schwingungsereignisse und hochtechnischen Medienprozessen

- Aristoteles, der für sonische Vorgänge ein feines, eher meßtechnisches (also medienarchäologisches) denn musikästhetisches Gehör entwickelt hat; an der Laufzeit raumakustischer Impulse identifizierte er das irreduzible Wirken eines „Dazwischen“ als Zeitweise.¹ Seine Substantivierung des Adverbs *to metaxy* fand dann durch die Scholastiker im Mittelalter die lateinische Übersetzung als *medium*.

- "I have never ceased to meditate on the relevance of this acoustic space to an understanding of the simultaneous electric world"² = Marshall McLuhan; führt den Begriff des "acoustic space" in Zusammenhang mit seiner Kritik der den Sehsinn einseitig privilegierenden euklidischen Geometrie ein: „Die wahre Natur - und so sollten wir sie verstehen <sic!> - ist akustisch. Der akustische Raum hat kein Zentrum“ <McLuhan 1995: 172>.

McLuhans Begriff des *acoustic space* ist in seinen Eigenschaften ein Produkt der Epistemologie des elektromagnetischen Feldes: „Der akustische Raum hat den Grundcharakter einer Sphäre, deren Brennpunkt oder 'Zentrum' überall gleichzeitig ist“ <McLuhan 1995: 174>.

- Anfang und Ende eines Schallereignisses werden vom Gehörsinn zu einer gleichzeitigen Schallsituation verdichtet" = Manfred Spitzer, Musik im Kopf, xxx, 121; zeitliche Auflösung im Gehörsinn feiner entwickelt als im Sehsinn: „Beim Hören sind Gruppierungsprozesse zeitkritisch“ <Stummer xxx: 42>

- McLuhan denkt eine „Kultur ohne Schrift“³ und meint mit „Acoustic Space“ nicht Sound und Musik, sondern eine implizite Form elektronischer Umwelt - der Raum der Resonanzen. Damit ist zugleich eine andere Zeitlichkeit eingeführt. *Medientheater*: Räume von der akustischen Dimension her zu denken öffnet den Zugang zu zeitbasierten Prozessen - "die Signatur des neuen Medienzeitalters."⁴

- "Der akustische Raum besteht aus unbegrenzten Resonanzen, die in zufälligen Folgen aufscheinen; die euklidische Mathematik aber ist dafür wenig sensibel.

- 1 Siehe Emmanuel Alloa, Metaxu. Figures de la médialité chez Aristote, in: Revue de Métaphysique et de Morale, Bd. 106, Heft 2 (2009), 247-262. Das elektronische Gegenstück zu dieser Erfahrung machte Alvin Lucier 1969 mit seinem tonbandbasierten Stück *I am sitting in a room*. Siehe ders., Reflections. Interviews, scores, writings 1965-1994, Köln (MusikTexte) 1995.
- 2 Marshall McLuhan, The end of the work ethic, in: M. A. Moos (Hg.), Media research. Technology, art, communication, Amsterdam (G&B Arts International) 1997 [*1973], 92-109 (101). Siehe auch Marshall McLuhan (gemeinsam mit Edmund Carpenter), Acoustic Space, in: dies. (Hg.), Explorations in Communication. An Anthology, Boston (Bacon Press) 1960, 65-70.
- 3 Herbert Marshall McLuhan, Kultur ohne Schrift, in: Martin Baltes / Fritz Böhler / Rainer Höltzschl / Jürgen Reuß (Hg.), Medien verstehen. Der McLuhan-Reader, Mannheim 1997
- 4 Frank Hartmann, Instant awareness. Eine medientheoretische Exploration mit McLuhan, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg.v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 34-51 (35)

Vielmehr haben ausgerechnet die „Boolschen“ Konzepte der Algebra einen privilegierten Zugang zum Akustischen.⁵ - und umgekehrt. Noch einmal ist es McLuhan, der daraus die medienarchäologische Konsequenz zieht. „Das euklidische Denken betont das Mechanische und ist auf die Herstellung von Hardware konzentriert“ <McLuhan 1995: 175>. Die Elektrizität besitzt demgegenüber „die gleichen Eigenschaften wie die akustische Welt: sie ist simultan und überall gleichzeitig“ <McLuhan 1995: 178>.

Zum Begriff des Sonischen

- Begriff, der zumindest für deutsche Ohren einen Neologismus darstellt: das *Sonische*; benennt den durch elektrotechnische und technomathematische Medien operationalisierten Klang, der im Rahmen einer "Sonik" (analog zum Begriff der "Elektronik") aus den Dynamiken des elektromagnetischen Feldes resultiert und insofern erstens nicht mehr an herkömmliche Klangkörper gebunden ist und sich zweitens eventuell auch dies- und jenseits der Hörsamkeit befindet. "Die musikalische Vorstellung verlangt heute nach Klängen, die noch niemand gehört hat", äußert Karlheinz Stockhausen 1959.⁶ ["Ein halbes Jahrhundert später fragt der kroatische Komponist Marko Cicilani: Braucht Musik überhaupt noch den Klang?"⁷

- Sonik überschreitet einerseits das rein Akustische, insofern sie nicht auf eine historisch unspezifische, pure Physikalität des Schalls reduzierbar ist, und widersteht gleichzeitig der Versuchung, ganz und gar vom Diskurs einer an philosophischer Ästhetik ausgerichteten symbolischen Form namens Musik vereinnahmt zu werden⁸ - "toward a non-cochlear sonic art" = lautet der Untertitel von: Seth Kim-Cohen, *In the Blink of an Ear*, New York (Continuum) 2009, bes. 157: "So <...> can a non-cochlear sonic art present itself in any medium."

- medienarchäologisches Ohr erhört und vernimmt auch Klangweisen, die sich den klassischen musikwissenschaftlichen Kategorien nicht fügen; es erkennt menschenseitig wie von Seiten technischer Sensoren die Rolle der Technologie bei der kulturellen Definition von Klang an. Dieses Gehör verhilft Klangweisen auf der klangarchäologischen Mikroebene zum Bewußtsein: "Beneath the level of note lies the realm of microsound, of sound particles. Microsonic particles

5 Marshall McLuhan im Gespräch mit Bruce Powers, im Kapitel 9 „Von Engeln und Robotern. Vom euklidischen Raum zum einsteinschen Raum, in: dies., *The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert*, 1995, 169-184 (172)

6 Antwort auf die Umfrage "Was ist Musik?" der Zeitschrift *Melos* für die Märznummer 1959. Zitiert hier nach dem Editorial des Themenhefts "Musik?" von: positionen. Texte zur aktuellen Musik, Heft 90 (Februar 2012)

7 Gisela Nauck (Editorial, a.a.O.)

8 Siehe Heinz Hiebler, *Der Sound zwischen technischen Möglichkeiten und kulturellen Ansprüchen. Eine Medienkulturgeschichte der Tonträger*, in: Harro Segeberg / Frank Schätzlein (Hg.), *Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien*, Marburg 2005, xxx-xxx

remained invisible for centuries."⁹

- Musik meint einerseits Harmonien und Melodik; andererseits aber auch Rhythmus und Takt. Ins Medientechnische übertragen heißt dies: zeitkontinuierliche und zeitdiskrete akustische Signalwelten des Sonischen.

- Begriff des Sonischen sucht die Befreiung von der tradierten musikalischen Semantik, in der unser ästhetisches Vokabular gefangen ist - und er erinnert zugleich daran, daß nicht von Ungefähr gerade im technischen Bereich immer wieder quasi-musikalische Begriffe von Ingenieuren geborgt werden, wenn es um die Benennung dynamischer, also zeitbasierter und zeitgebender Prozesse geht. "Klang" soll mit seiner neologistischen Umdeutung ins "Sonische" nicht auf den akustischen Sinn verengt, sondern auf sein Erkenntnispotential hin entdeckt und befreit werden. Von daher mein Neologismus des "Sonischen", der Schwingungen als epistemische Form versteht.

Zeitweisen des Sonischen im Analogen

- nicht zufällig, sondern notwendig in Konsequenz dessen, daß Musik und Elektronik zusammentrafen, entstand "Sonik" im engeren Sinne (und angelehnt an Wortbildungen wie "Elektronik"). Denn hiermit wurde ein für die abendländische Musiktheorie neuer Denkraum eröffnet. Dies betrifft einerseits den Klanggegenstand, denn "alles, was begrenzt war, wird unbegrenzt" <Boulez 1961: 81>; andererseits gilt dies ebenso in Hinsicht auf die Archäologen dieses Wissens, die nicht mehr nur Menschen, sondern vor allem technische Apparaturen war. Denn diesen erst eröffnete sich, daß dies- und jenseits des von Menschen Hörbaren viel grundsätzlichere "Klang"weisen, nämlich Schwingungswelten und Rhythmen, sich ereignen - womit Klang zum epistemischen Objekt, zum Subjekt und Objekt einer Erkenntnisweise, wird (das Sonische). Deren Latenz zu entbergen verdankt sich Meßmedien. "Die elektroakustischen Verfahren insgesamt geben uns die Möglichkeit, auf einfache Weise Ungehörtes zu schaffen" <Boulez 1961: 82>. Und entsprechende Apparaturen erzeugen diese techno-ideosynkratischen Schallereignisse selbst dann, wenn kein Mensch sie erhört

- verhalten die Begriffe der (Elektro-)Akustik in ihrer sonischen, also epistemologischen Dimension, bislang Ungewußtes überhaupt erst zu entdecken: etwa den Wellencharakter des Lichts und den Schwingungscharakter der Materie, der Henri Bergson so sehr verblüffte.¹⁰

- menschliches Auge nimmt einen bestimmten Ausschnitt des Spektrums elektromagnetischer Wellen als Licht wahr. "This is directly analogous to the audible spectrum of sound waves. Like the ear, the eye has sensory cells (rods and cones) that detect light in different but overlapping frequency bands" = "Monty", a.a.O.; betont Videokünstler Bill Viola ausdrücklich "den Klang der

⁹ Curtis Roads, *Mircosound*, Cambridge, Mass. 2004, vii

¹⁰ Maurizio Lazzarato, *Videophilosophie*, Berlin (b_books) 2002, xxx

Einzeilen-Abtastung", den das elektronische Video- und Fernsehbild darstellt¹¹

- Momentaufnahme eines elektronischen Bildes macht es sinnfällig: Offensichtlich handelt es sich um eine Überlagerung von Frequenzen (sofern diese Momentaufnahme nicht wirklich zeitkritisch auf die Spitze getrieben wird; würde nur die jeweilige Ort/Zeit-Unschärfe des Elektronenstrahls zu sehen geben, einen flüchtigen Bild"punkt"; Bill Viola, Information (1973)

- Pierre Boulez über die "verwirrende Situation", welchen einen Komponisten um die Mitte des 20. Jahrhunderts bei seiner ersten Begegnung mit den "elektronischen Mitteln" ereilte, die ja in der Tat meist nachrichtentechnische Meßmedien, nicht Instrumente (als Klangkörper) im herkömmlichen kulturtechnischen Sinne waren: "Seine ganzen traditionellen Klangvorstellungen geraten in Unordnung"¹² - eine Öffnung des "Archivs" als Gesetz des Sagbaren (i. S. von Kants Apriori und i. S. Foucaults): "Bedient man sich der natürlichen Klangkörper, so achtet man vor allem auf die Möglichkeiten, die durch sie gegeben sind" <Boulez 1961: 81>; dem steht im Bereich der elektronischen Musik eine "relative Unbegrenztheit der Möglichkeiten" <82> gegenüber - die Wiedereinkehr des altgriechischen *apeiron*. In diesem Fall: "die Erschaffung des Klanges selbst" <82>

- was sich später mit der universalen Maschine Computer gegenüber den klassischen Einzelmedien ereignete, hier vorweggenommen

- Boulez verliert sich an dieser Stelle nicht in metaphysischen Spekulationen, sondern beschreibt die konkrete Apparatur, die das ermöglicht: das Magnetophon mit seinen Optionen der Zeitachsenmanipulation im auditiven Bereich (der dann später vom Videoband ins Optische eingeholt wird)

- Samuel Beckett, Krapp's Last Tape; Tonband erlaubte in der Tat, erstmals - und im Unterschied zur Schellack- oder Vinylschallplatte - "beliebige Zeitdauern durch das Mitteln des Bandschnitts herzustellen" <Boulez 1961: 88> - millimeterfeine Mikro-Cut-Ups <92> nicht mehr schlicht im Sinne von Burroughs mit Literaturschnipseln, sondern als technische *samples*. Tatsächlich liefert die Bandmontage den Komponisten "dem Prinzip der ungestalteten Zeit" <91> aus - keine Utopie, sondern eine Heterochronie. Kittler bekennt: "Musik war immer die Schnittstelle zwischen meinen technischen und historischen Interessen. Vielleicht aus dem simplen Grund, weil Musik ideell genommen eine einzige Variable der Zeit ist und deshalb schon in den frühen Siebzigern elektrifizierbar war. Ich habe damals begonnen, Musikelektronik zu bauen."¹³

Mit Stromspannung läßt sich einerseits rechnen und lassen sich andererseits

11 Bill Viola, The Sound of One Line Scanning, in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), Sound by Artists, Toronto / Banff (Art Metropole & Walter Phillips Gallery), 1990, S. 39-54.

12 Pierre Boulez, An der Grenze des Fruchlandes [in Übernahme eines Bildtitels von Paul Klee], in: Kommentare zur neuen Musik, Heft 1 / 1961, 81-97 (81)

13 Weil das Sein eine Geschichte hat. Ein Gespräch mit Friedrich Kittler (Interview: Alessandro Barberi), in: Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaft Bd. 11 (2000), Heft 4, 109-123 (117)

Tonfrequenzen erzeugen. Die Verschwisterung von Analogrechner und elektronischem Synthesizer entbirgt eine andere Allianz von Musik & Mathematik = Beitrag von Hans Kulk zum Workshop *Think Analogue!* (April 2012) am Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, *online* <http://think-analogue.hu-berlin.de>; die technisch kommentierte Öffnung von Kittlers nachgelassenem Synthesizer

Musik *als* Mathematik: Sonische Erkenntnis

- das Sonische als epistemische Form "musikalisch" im alteuropäischen Sinne, insofern damit Klang *nicht* auf die physikalische Realität der erklingenden Tonfolgen reduziert wird, sondern damit eine sinnliche Form mathematischer Einsicht gemeint

- Musik zählte im europäischen Mittelalter nicht primär als ästhetische Kunstform, sondern als Wissenschaft und war innerhalb der sieben freien Künste Teil des Quadriviums zahlenbezogener Disziplinen (neben Arithmetik, Geometrie und Astronomie). *Musica* war gerade "nicht auf das reale Erklingen, auf das Herstellen, Ausführen und Hören von Musik gerichtet. <...> Der wahre *musicus* ist nur derjenige, der die *musica* als *theoria* betreibt" = Reinhold Hammerstein, Musik als Komposition und Interpretation, in Deutsche Vierteljahresschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte Bd. 40, Heft 1 (1966), 1-23 (7); das *quasi* metahistorische Ordnungsprinzip vom "Materielle<n> der Klangerscheinung" abgehoben = Reinicke 1962/1975: 223 f., das der historischen Kontingenz unterliegt

- symbolische Musiknotation wie auch die konkrete akustische Implementierung von Signalwelten im Lichte eines platonisch-"anamnestischen" Musikbegriffs bloße technische Operationen

- zwangen Klangwelten zu neuen Mathematiken, weil sie im Unterschied zu Bildern und Schriften kaum sicht-, faß- und speicherbar sind¹⁴ - und damit zum Gegenstand der Differentialrechnung werden mußten, die nicht nur das Wesen der Bewegung, sondern - auch an un stetigen Stellen (Euler) - Beschleunigung oder Retardierung darin zu fassen vermag. "Andererseits gibt es dann <...> Situationen, in denen Durchbrüche in der Mathematik plötzlich zu Veränderungen in der Musik führen" = Kittler ebd.

- numerischen Ordnungen und Proportionen, welche den Makro- und Mikrokosmos quasi musikalisch "durchwalten" <Hammerstein a.a.O.>, nicht allesamt auf harmonische, also ganzzahlige Verhältnisse reduzierbar; Zahlen, welche die Welt musikalische durchwalten, sind eine Zeitgewalt. Joseph Fourier analysierte zwar auch komplexe Klänge noch als zusammengesetzte harmonische Schwingungen und machte sie damit in Frequenzen, also Zahlen mathematisch ausdrückbar. Ihnen eignet jedoch darüber hinaus ein zeitlicher,

14 Weil das Sein eine Geschichte hat. Ein Gespräch mit Friedrich Kittler (Interview: Alessandro Barberi), in: Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaft Bd. 11 (2000), Heft 4, 109-123 (117)

gar zeitkritischer Horizont. Die Klangfarbe eines spezifische Instruments ist nie stationär; ihre Wahrnehmung hängt vielmehr von den zeitlichen Veränderungen und Übergängen im Spektrum während des Einschwingvorganges ab.¹⁵ Dies führte Denis Gábors zur Entwicklung von Begriff und Praxis der "akustischen Quanten" und späthin zur Wavelet-Analyse, die den Zeitfaktor durch zeitdiskrete Erfassung mit einkalkuliert. Das An- und Abklingen von Tönen in ihrer schieren materiellen Implementierung ist der Musikelektronik vertraut als "attack" und "decay".

- geht es im sonischen Zusammenhang damit um eine spezifisch operative Form der mathematischen Einsicht, die erst im Vollzug aufscheint und daher in die Welt, nämlich in die Zeit, kommen muß. In Ermangelung zeitkritischer Medientechnik war das Erkenntnismilieu dafür in der griechischen Antike die Musik; hier wurde das aristoxenische Argument exerziert (instrumental) und theoretisiert. Heute heißt dies (frei nach Heinrich Barkhausen) *Schwingungslehre*. Damit wird die pythagoräische Harmonielehre medienarchäologisch geerdet, im tatsächlich erklingenden Ton als Ereignis und materieller Seite von Musik gleich der elektronischen Implementierung eines symbolischen Algorithmus

- Beitrag Anthony Moore, in: Zielinski (Hg.), *Variantology* 4, xxx

- diente instrumentale Musikin Altgriechenland - in Stellvertretung hochtechnischer echtzeitfähiger Rechenmedien - nicht allein der musikalischen Darbietung, sondern unter umgekehrten Vorzeichen auch als Schau- bzw. Hörplatz der operativen Einsicht in zeitkritische Mathematik

- antike Lyra aus dieser Perspektive nicht schlicht ein Objekt aus dem Museum historischer Musikinstrumente, sondern erweist sich als epistemisches Ding, das die dynamisch vibrierende Physis (als Kehrwert der Zahl respektive Frequenz) einfängt. In Ermangelung eines echtzeitfähigen Rechners fungierte hier das musikalische Gerät als Erkenntnisinstrument; meint einerseits im "historischen" Sinn: nach Altgriechenland zurückzuspringen, die Lyra nachzubauen, die archäologische Evidenz darüber zu kennen; andererseits meint dies im gleichursprünglichen Sinn: sich darauf einzulassen, wie die schwingende Saite immerfort auf's Neue (und ursächlich verschränkt) dieses medienarchaischen Wissen und diese altgriechischen Gedanken nahelegt

- medienarchäologische Einsicht in die Welt des Sonischen ist mathematisch im Sinne der antiken Musiktheorie, unterscheidet sich von ihr aber darin, daß an die Stelle geometrischer Verhältnisse dynamische treten. Die zu unterlegende Mathematik ist die Differenzialrechnung, und die räumlichen Proportionen werden durch den physikalischen Schwingungsbegriff ersetzt - eher Feld (im

15 Siehe Boris Yankovski, *Akustische Synthese der Klangfarbe*, in: Evgeny Sholpo, *Theorie und Praxis des gezeichneten Klangs*, Manuskript im Theremin Center Archiv Moskau (1932-1940), zitiert in: Andrei Smirnov, Boris Yankowski: *Leben im Klangspektrum. Gezeichneter Klang und Klangsynthese in der Sowjetunion der 30er Jahre*, in: Daniel Gethmann (Hg.), *Klangmaschinen. Zwischen Experiment und Medientechnik*, Bielefeld (transcript) 2010, 97-120 (104)

Sinne Faradays) denn Figur.

Zeitweisen des Sonischen im Digitalen

- Aristoxenos: „chronoi“ als Zeitquanten nach Maßgabe der Prosodie; Unschärfen der tanzenden *mousiké* = *arhythmía*
- dem Zeitwesen digitaler Medien mit medienarchäologischen Methoden auf den Grund gehen
- Veit Erlmann hat in *Reason and Resonance* einen dialektischen Zusammenhang (oder Widerstreit) in der Epistemologie der Moderne rekonstruiert - den zwischen Zahl und Affekt. Medienarchäologisch läßt sich der Titel auch als "Frequenz (*ratio*) und Schwingung" ausdrücken - wobei beide Begriffe ihren gegenseitigen Kehrwert bilden; ist Musik im *Feld* (hier im Sinne Faradays) zwischen Zeit und Mathematik zugleich
- erst in zeitlicher Implementierung werden mathematische Zahlenverhältnisse zu Agenten der Medienkultur, und diese Zeitlichkeit manifestiert sich nicht schlicht taktbasiert, sondern in spezifisch gestalteten und ausdifferenzierten Formen, in chrono-dramaturgischen Ordnungen. Für deren (kognitives wie ästhetisches) Verständnis hält die abendländische Tradition Begriffe bereit, die bezeichnenderweise vorrangig in der Musiktheorie entwickelt wurden, hier aber unerwartet zum analytischen Einsatz im technomathematischen Feld kommen. Shintaro Miyazaki hat den Mut, mit einem entschiedenen Begriffsspiel, dem "Algorhythmischen" als Symbiose aus Algorithmus (mathematisch im strengen Sinne) und Rhythmus (musikalisch im weitesten Sinne), einen wesentlichen Zug dessen aufzudecken, was heute unter digitaler Medienkultur verstanden wird = ders., Algorhythmisiert. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte [Zugl.: Berlin, Humboldt-Univ., Diss., 2012], Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013. Mit dem vollelektronischen Computer wurde die operative Mathematik binärer Rechnung radikal "dependent on timing" (Stibitz, zitiert ebd.)
- Medienarchäologie von *mousiké* bedeutet "tiefenzeitlicher" (Zielinski) Nachweis der Emergenz einer Struktur: das Aufkommen musikalischer Mensuralnotation und der maschinellen Automaten zur Diskretisierung des Zeitflusses (hemmwerkbaasierte Räderuhr) und der epistemologischen Entdeckung der Schwingung resp. Oszillation eum 1300 und um 1800. Beide Epistemologien konvergieren in den digitalen Klangkulturen um 2000
- eine keineswegs theoretisch-abstrakte, sondern materialbezogene Medienarchäologie des Computers richtet - angeregt von Matthew Kirschenbaums informationstechnischer Forensik¹⁶ - ihren besonderen Augenmerk auf die Physik der Speicher. Frühe Formen der Verzögerungsspeicher und der Magnetkernspeicher stellten die Bedingung des nach wie aktuellen von-Neumann-Prinzips der Speicherprogrammierbarkeit dar,

16 Matthew Kirschenbaum, Mechanism. xxx, xxx 2010

und auch sogenannte Festplatten sind erst in Bewegung als Bitfolgen in Rhythmen datenaktiv. Nicht schon im Symbolischen der Codes, sondern erst in ihrer tatsächlichen Implementierung artikuliert sich die Mikrorhythmik" der Programmierung = Miyazaki 2013. Ebenso überraschend wie plausibel ist ein heute zumeist vergessenes Verfahren früher Computistik, nämlich die auditive Diagnose als Ingenieurspraxis. Lange waren die einprogrammierten Algorhythmen, der Taktfrequenz von Relaiscomputern im NF-Bereich geschuldet, noch im sonischen Horizont

- Louis D. Wilson (1917–2009), einer der Ingenieure des BINAC und Projektleiter der Ein- und Ausgabegeräte des UNIVAC I, erinnert sich 1990, daß er im Jahr 1949 zum ersten Mal auf die Idee kam, Datenströme abzuhören: "When we were testing BINAC out, we were working two shifts and we worked all night long, and we had a radio going. After a while we noticed that you could recognize the pattern of what was happening at the moment by listening to the static on the radio. So I installed a detector in the console and an amplifier and a speaker so that you could deliberately listen to these things" = UNIVAC Conference, OH 200. Oral history on 17-18 May 1990. Smithsonian Institution Washington, D.C., University of Minnesota, Minneapolis (Charles Babbage Institute) 1990, 72. Hier zitiert nach: Shintaro Miyazaki, "1800|1878|1949|1977|2012. Medienarchäologische Da capo-Variationen zum Musikbegriff", in: Zeitschrift positionen. Texte zur aktuellen Musik, Heft 90 Thema „Musik?“, Februar 2012, 11-13 (12); frühe Elektronenrechner wie der ENIAC manifest von rhythmischen Impulsfolgen geprägt

Wenn Elektronenröhren einmal als Flipflops verschaltet werden, bringt ihr Hin- und Herschalten als Sender nahestehende Radioempfänger zum Ertönen; gerade weil sie oszillieren; diese Form der mathematische Synchronisation von Datentakten stellt eine technologische Form musikalischer *harmonía* dar - was für frühe Röhrencomputer vom Typ ENIAC nichts anderes als "computing as audio" meint (Martin Carlé), sobald wir solche Taktraten künstl(er)i(s)ch sonifizieren: Hörbarkeit von Aufgaben wie der Primzahlenzerlegung im PASCAL-Computer ist lupenrein algorithmisches

- sonische Begrifflichkeit zum Verständnis und zur Beschreibung hochtechnischer Kommunikationswelten angemessen, sobald damit medienarchäologisch das Element der rhythmischen Zeitlichkeit ent-deckt wird. Ein Beleg für solch techno-mathematische Prosodie (als Variante von *mousiké*) ist die Bezeichnung sogenannter "Daktylen" im Frequenz- und Zeitmultiplexing der GSM-Mobiltelefonie; dazu Diss. Miyazaki 2013

Demgegenüber führt die Leistungssteigerung der Computer dann zu einer "Algorhythmik zweiter Ordnung" (etwa das System der Interrupt-Befehle), die im auditiven Sinne unhörbar, aber geradezu musikalisch implizit am Werk sind - und damit gerade im Sinne einer „sonischen“ Definition von Klang als Erkenntnisgegenstand und -form. Kritischer formuliert: scheinbar "transsonischen Operativitäten" (Miyazaki) das eigentlich Sonische

- Seitdem Algorithmen im Hochfrequenzbereich von Computern für Menschen unhörbar wurde, auch die Vorstellung des Computers fortan wieder primär auf die rein numerische, algorithmische Maschine reduziert und das sonische Wissen um Medienkultur zum Verschweigen gebracht

- Yun-Chul Kims Installation *Hello World!* auf der Ars Electronica in Linz 2000xxx
- ein „sonischer“ Kurzzeitspeicher, der schon in Turings Entwurf des vollelektronischen Rechners ACE realisiert war - nicht aber zum Zweck medienkünstlerischer Erkenntnis, sondern als Instanziierung einer nicht auf menschliche Hörbarkeit ausgerichteten Klanglichkeit. Diese akustische Horizonsweiterung sucht der Neologismus des Sonischen zu umfassen. Konkret kommt im akustischen Verzögerungsspeicher (der *mercury delay line*) ein Kernelement sonischer Technologien zum Einsatz, ein *transducer*, wie er von jedem elektromechanischen Plattenspieler als Tonabnehmer vertraut ist; Jonathan Sterne definiert den *transducer* als das zentrale Element von Klangwiedergabetechnologien, in: ders., *The Audible Past. Cultural Origins of Sound Reproduction*, Durham / London 2003 (bes. 31ff.); elektrische Impulse – der Stoff des Digitalen – durch einen piezoelektrischen Wandler in akustische Impulse transformiert; ein *transducer* wandelt nicht-akustische, aber schallförmige Signale in tatsächlichen Schall um – und umgekehrt (insofern das Sonische gerade nicht wortwörtlich zu verstehen)

MEDIENARCHÄOLOGIE DES AKUSTISCHEN

Musik, Archäologie, mathematische Serialität

- gehörten die Vorgeschichtsforschung und die Klassische Archäologie zu den frühesten Fächern an der Philosophischen Fakultät, die sich dem datenverarbeitenden Paradigma und damit auch dem Einsatz des Computers zur Kalkulierung ihrer Datensätze stellten - und dies in Absäzung zu einer vom Primat antiker Texte geleiteten Philologie. Jegliche Archäologie von Wissen steht letztendlich nicht auf Seiten der Analyse von Diskursen, sondern vielmehr auf Seiten der Mathematik - wie die verborgene Botschaft von Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* selbst, die eine Methode der Aussagenlogik darstellt; Martin Kusch, xxx. Kittlers Lektüre zufolge "waren die tragenden Begriffe des Ereignisses und der Serie Theorieimporte aus einer Musik, deren mathematischen Kalkül der junge Foucault an Boulez und mehr noch Barraqué geliebt hatte"¹⁷

- das, was zunächst die mathematische Analyse von Klangwelten darstellte, längst in technologische Synthese umgeschlagen (Sampling, Fast Fourier Analysis et al.)

- keine epistemologisch emphatische pythagoräische Harmonielehre, sondern "unscheinbaren mathematischen Gleichungen, mit denen unter

17 Friedrich Kittler, *Zum Geleit*, in: Michel Foucault, *Botschaften der Macht. Der Foucault-Reader. Diskurs und Medien*, hg. u. mit e. Nachw. versehen von Jan Engelmann, Stuttgart (DVA) 1999, 7-9 (8)

Medienbedingungen alle Parameter aller Musik anschreibbar gemacht worden sind" = Friedrich Kittler, Musik als Medium, in: Bernhard J. Dotzler / Ernst Müller (Hg.), Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur Aisthesis materialis, Berlin (Akademie-Verlag) 1995, 83-99 (84)

Das kalte Gehör: Naturwissenschaftliche Musikforschung

- Tagung *Auditive Medienkulturen. Methoden einer interdisziplinären Klangwissenschaft* (11.-13. Februar 2010, Universität Siegen), veranstaltet bezeichnenderweise unter dem Dach der Medienwissenschaft (FB 3), Professur für Theorie und Praxis multimedialer Systeme (Jens Schröter)

- "kaltes Ohr" erhört Klang in seiner signalästhetischen, nicht semantischen Qualität - ein medienarchäologisches Hinhören, un-hermeneutisches Verstehen des nachrichtentechnischen Anteils am Klangvorgang (Signal-Rauschen-Verhältnis, Kanalkapazitäten, Übertragungswahrscheinlichkeiten, Kodierungen). "An der Technischen Universität Berlin <...> befasst sich die Kommunikationswissenschaft mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen von Sprache und Musik."¹⁸ Der emphatische Begriff "Musik" wird in diesem Zusammenhang zunehmend durch "*sound*" ersetzt - auf dem Weg zu einer Klangwissenschaft nach eigenem Recht

- Analyse von Kulturen des Akustischen aus medienarchäologischer Sicht anders als aus musikwissenschaftlicher Sicht. Musikwissenschaft - wie Kunstgeschichte etwa auch - hängt in hohem Maße an der kulturellen Semantik ihres Gegenstandes und deutet ihn vor allem in seiner Erscheinung als kultureller Kunstform. Demgegenüber steigt Medienarchäologie (im Sinne Foucaults) auf die Ereignisebene des Archivs hinab. Dazu aber befreit erst der unvoreingenommene Blick bzw. das kalte Ohr, das keinem Menschen, sondern nur technischen Mikrofonen und Meß- und Berechnungsinstrumentarien eignet; Digital Signal Processing im Computer etwas Anderes als Signalverarbeitung im Gehirn

- Initiativen, Musikforschung von Seiten der Naturwissenschaft zu betreiben; am IRCAM am Pariser Centre Pompidou unter dem für das visionierte MPI zunächst als Direktor ausersehenen Pierre Boulez 1975 tatsächlich realisiert wurde. Boulez hatte ein frühes Papier verfaßt, für ein "Centre de Recherches Acoustiques"

Der Vorschlag für ein "Institute of Musical Science" (1947)

- Harvey Fletcher, Mitarbeiters an jenen Bell Laboratories in den USA, an dem nicht von ungefähr auch Claude Shannon seine für die heutigen Nachrichtentechniken entscheidende mathematische "mathematische Theorie der Kommunikation" entwickelte, der 1947 also kurz nach dem Zweiten Weltkrieg nahezu als Befreiungsakt von den bisherigen musikologischen

18 <http://www.tu-berlin.de/zuv/asb/faecher/komm/komm.html>

Konventionen, ein "Institute of Musical Science" vorschlug.¹⁹ *Science* meint in der amerikanischen Wissenschaftslandschaft gerade nicht jene Humanities, denen die Musikwissenschaft sonst in den Fakultäten zugeordnet ist - ein Verweis auf eine andere, eher naturwissenschaftliche Perspektive.

- Im österreichischen Ossiach 1973 unter der Leitung von J. G. Roederer, University of Denver, Dept. of Physics, die Tagung *Physical and Neurological Foundations of Music*

- früheste Übersetzungen von Vitruv in der italienischen Renaissance hatten ein Gespür (oder eben eine retrospektive Neuinterpretation) für die Andeutungen Vitruvs, daß in antiken Theatern die Tonkrüge nicht allein der Verstärkung dienten, sondern derart angeordnet waren, daß sie eine Frequenzanalyse leisteten; archäologische Kollegen sind skeptisch, weil die materiellen Spuren dies nicht offensichtlich nachzuweisen vermögen. Aber möglicherweise hatten die antiken Theater ein *implizites* klangarchäologisches Wissen als ihre Nachwelten; unklar, ob dies eine Retro-Fiktion oder eine medienarchäologische Wahrheit ist. Harmonische Analyse und Helmholtz-Resonatoren in antiken Theatern

- In einem wahren Medientheater ("Experimental Auditorium") sollten Fletchers Entwurf zufolge neue Klang- und Hörweisen (raumakustisch: Lautsprechermusik) erprobt werden <Kap. II, 528>. Realisiert wurde diese Vision jedoch ausgerechnet von Seiten der ersten Generation von Medienkunst (und in der Tat unter Mitwirkungen von Ingenieuren der Bell Laboratories!), nämlich den von Billy Kluver legendären *9 Evenings* (Theater and Technology) in New York <1966?>

- das von Fletcher erträumte "Synthetic Orchestra" fand seine Verwirklichung unter dem Namen Synthesizer

- In Deutschland griff "Dr. Etzold" in der Zeitschrift *Funk und Ton* (Nr. 5/1948, 266f) sogleich diesen Vorschlag auf, unter Betonung der erstaunlichen Lage, daß die schnelle Entwicklung der Technik im Feld des Akustischen (technische Physik, Elektroakustik) der musikalischen Ästhetik (auf dem Stand der Vorkriegszeit) zu enteilen, also zur wahren Avantgarde zu werden drohte. Auch Etzold ermuntert, "die Zusammenhänge zwischen den ästhetischen Forderungen in der Akustik und den physikalischen Möglichkeiten *systematisch*" zu erforschen" <267>

Initiative zur Gründung eines Max-Planck-Instituts für Musik

- in Entwürfen einer anderen Erforschung des Sonischen zählt - im zweifachen Sinne der *arché* (Derrida) - die Be/gründung: nicht der historisch datierbare Akt

19 Harvey Fletcher, An Institute of Musical Science. A Suggestion, in: The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 19. No. 4 (Part 1). July 1947, 527-531. Siehe auch ders., Speech and Hearing in Communication, Princeton, N. J. et al. (Van Nostrand Company) 1953

der institutionellen Gründung allein (zu dem es tatsächlich nie kam), sondern das epistemologische Argument

- Komponist früher Computermusik, M. V. Mathews, diskutiert in seinem Typoskript "New Music - John's Problem, Claude's Question and Gerald's Lament" die Optionen dieser neuen technomusikalischen Form. Shannon fragt darin, ob bei Kindern die Empfindung tonaler Harmonien angeboren oder durch kulturelles Lernen erworben sei; Cage plädiert dafür, daß auch Geräusche musikfähig werden können. Vor allem Mathews selbst verweist auf neue Sonosphären, die bei Jugendlichen weit jenseits der klassischen Harmonien Gehör finden: "New music demands new listeners. Tomorrow's audience will be today's youth who are now building a foundation from transistor radios <...> and jet planes."

- Entdeckung von Musik als technologischer Form machte - befreit durch die Erkenntnisse der Nachrichtentheorie (Shannon) - auch Rauschen ästhetisch musikfähig

- Archiv der Max-Planck-Gesellschaft: (gescheiterter) Plan, um 1970 herum ein MPI für Musikforschung zu gründen; dazu Michael Custodis, Schwer von Begriff. Pläne zu einem nicht realisierten Max-Planck-Institut für Musik (1965-1972), in: Die Tonkunst. Magazin für klassische Musik und Musikwissenschaft, Jg. 6, Nr. 2 (April 2012), 201-211. Initiative ging damals gerade nicht von Kultur- oder Musikwissenschaftlern, sondern von den Naturwissenschaften aus, deren physikalische und physiologische Akustikforschung sich mit der damaligen Emergenz elektronisch erzeugter Klänge traf. Daß solche Pläne in den Räumen eines Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft wohlklingend resonieren, liegt auf der Hand.

[Eine treibende Kraft in jener Kommission, die sich (bemerkenswerterweise vornehmlich von Naturwissenschaftlern besetzt) damit befaßte, war Otto Westphal vom MPI für Immunbiologie.]

- 17. September 1971 schreibt PD M. Kahlweit aus Göttingen an die Mitglieder der Kommission "Gründung eines MPI für Musik", daß ausdrücklich kein Bedarf nach einem Institut mit kulturhistorischem und kulturphilosophischem Arbeitsgebiete herrsche, sondern vielmehr eine Verbindung der Musikforschung zur Naturwissenschaft und Informationstheorie vonnöten sei²⁰

- nannte Léon-Scott seine kymographische Fixierung flüchtigen Klangs treffend Phonautographie

- diverse Versionen des "Memorandum zur Errichtung eines Institutes für Musik" betonen den Zweck, "neue Klangvorstellungen zu erproben" <ebd.>. So schwankt auch der vorläufige Name der geplanten MPG-Einrichtung - etwa "MPI für Klangforschung und Musik" <Brief Erich Thienhaus an Konrad Zweigert vom 20. Februar 1966>.

20 Archiv der Max-Planck-Gesellschaft (AMPG), III. Abteilung, Rep. ZA 130, Kasten 38 "1965-1972 MUSIKINSTITUT"

- Betonung liegt immer wieder auf der Nachbarschaft von Musikforschung zu den mathematischen, Technik- und Naturwissenschaften, *nicht* auf Kunstmusik - eine Anamnese des alten Quadriviums. Den neuen Arten der Klangerzeugung soll Rechnung getragen werden ebenso wie den neue Erkenntnissen der Akustik.

Die Stauchung historischer Distanz durch latente Präsenzerzeugungsmedien

- Eisenbahn: nicht Übertragungs*medium* im nachrichtentechnischen Sinne, vielmehr Transport*vehikel* (das sich selbst bewegt, im Unterschied zum "Medium" im Sinne Fritz Heiders, das Bewegung vielmehr fremdbestimmt durchläßt). Aus Anlaß der Eröffnung neuer Eisenbahnlinien bemerkte Heine 1843 in Paris, die Zeit werde durch Enträumlichung (Ent/fernung im Sinne Heideggers) "getötet".²¹ Ähnliches geschieht tatsächlich mit dem Phonographen, seitdem die Stimmen von Toten den Gegenwartssinn im vernehmenden Ohr unwillkürlich zu erregen vermögen. Die Vergangenheit wird ent-fernt; die zeitliche Distanz schrumpft zum Gegenwartsmoment.

- Hegel definiert anhand des Tons die Zeitlichkeit des Daseins; Heidegger nennt das Sein zum Tode ein Verklingen; bereits Augustin hat in diesem Sinne die unfaßbare Gegenwartswahrnehmung definiert. Jede phonetische Artikulation ist flüchtig; demgegenüber ein Choque, daß mit Edisons Phonograph 1877 der vergängliche Ton technisch aufhebbar und reproduzierbar wurde

- "Mit den mechanischen Verfahren lassen sich nur Aussagen über speziellere Fragestellungen, so z. B. über die phonetisch interessante Frage des Tonhöhenverlaufes des Stimmtones in einem gesprochenen oder gesungene Text, über die zeitliche Dauer von lauten und Silben <Prosodie> u. ähnl. durchführen" = Ferdinand Trendelenburg, Klänge und Geräusche. Methoden und Ergebnisse der Klangforschung, Schallwahrnehmung, grundlegende Fragen der Klangübertragung, Berlin (Julius Springer) 1935, 51

- hinsichtlich auf die Reproduktion von Audio-Visualität als "analog" zu bezeichnende Medien von Präsenzerzeugung (Phonograph, Kinematograph) leisten auf der Ebene des Realen, was im Symbolischen (etwa in Notenschriften und literarischen Romanen) zwar eintrainiert, aber nur als imaginärer Effekt von Buchstabenlektüren realisierbar wurde: die Vergegenwärtigung vergangener Zeit

- erste technische, nicht schlicht symbolische Stimmaufzeichnung (das Kinderlied "Mary had a little lamb") erfolgte als bewußtes Experiment durch Thomas Alva Edisons Zinnfolien-Phonographen 1877. Nicht als historische Quelle (im Sinne historischer Kritik), sondern in einem Nachvollzug durch Edison höchstselbst dieser Moment wi(e)der/gegeben, als er in hohem Alter in

²¹ Heinrich Heine, Lutetia. Berichte über Politik, Kunst und Volksleben (Berichte für die Augsburger *Allgemeine Zeitung*), in: Heines Werke in 10 Bänden, hrsg. v. Oskar Walzel, Leipzig 1910, Bd. 6, 291ff

einem frühen Tonfilm jenes Lied noch einmal in einen Phonographen sang = *online* abrufbar unter URL xxx. Nach Maßgabe individueller, weitgehend invariant gegenüber Transformation in der Zeit, steht diese Artikulation als *Phonautograph* in einem gleichursprünglichen Verhältnis zur primären Aufnahme; cp. Beckett, *Krapp's Last Tape* (1958)

- analog Lacans "Spiegelstadium" in der frühkindlichen Ich-Erkennung, auch eine entsprechende phono-zentristische Urszene (Silverman); die Artikulation der eigenen Stimme aber wird - weil vom Ohr, auch durch spezifischen Körperschall (mit-)erfahren - prozessual empfunden, anders als deren Filterung / Reduktion auf ein Signal von einer klangspeichernden Apparatur

- *arché* (ein Kernelement im Begriff der Medienarchäologie) meint keinen (technik-)historischen Beginn, sondern ein Prinzip. Die tatsächlich früheste Tonaufzeichnung aber ist uns als "Überrest"²², nämlich als Akt un-absichtlicher Überlieferung durch Léon-Scotts "Phonautographen" auf einem sich drehenden Zylinder (Kymographen) - zu phonetischen Analysezwecken gegeben.²³ Erinnern wir daran, daß die ersten Formen technischer Klangaufzeichnung nicht der zeitversetzten Wiedergabe diente (wie es etwa der Zweck der ersten Anrufbeantworter war), sondern der wissenschaftlichen Untersuchung des physikalischen Wesens akustischer Artikulation. Fast sämtliche späteren Massenmedien sind Meßmedien entsprungen.

- eine der ersten Aufnahmen Scotts (1859) dementsprechend ein Stimmgabelton mit der Frequenz von 435 Hz

- *medienaktive* Archäologie (wo technische Medien selbst als Archäologen handeln) entbarg nachträglich wieder jenen Ton, der seinerzeit allein als Visualisierung und damit Analysierbarkeit dieses akustischen Ereignisses gedacht

- Als der Medienkünstler Paul de Marinis auf der Linzer Ars Electronica eine Maschine zur Verklanglichung, also Sonifikationen materieller Oberflächen ausstellte, aktualisierte er damit nur das, was von Léon-Scotts Phonautograph in einfachster Form schon antizipiert worden war.²⁴ Ist das implizite Wissen medienarchäologischer Artefakte der aktuellen Medienkunst immer schon einen Schritt voraus?

Patrick Feaster und David Giovannoni gelang die (Re-)Sonifizierung weiterer phonautographischen Schallbilder Scotts von ca. 1860. Anderthalb

22 Siehe Johann Gustav Droysen, Historik. Historisch-kritische Ausgabe, ed. P. Leyh, vol. 1: Die Vorlesungen von 1857, Rekonstruktion der ersten vollständigen Fassung aus den Handschriften, Stuttgart-Bad Cannstatt (Frommann / Holboog) 1977

23 Siehe Scott, *Le problème de la parole s'écrivant elle-même*, 1878. Ferner Hankins / Silverman, xxx, 1995: 136, Fig. 6.15 „Schneebeli's phonautograph vowel traces“

24 Paul de Marinis, *Buried in Noise*, hg. v. Ingrid Beirer et al., Berlin (Kehrer) 2010

Jahrhunderte später also dämmerte der Forschung, daß mit optischer Einlesung akustischen Signallinien wieder in Klang re-synthetisiert werden können. Erst die Möglichkeiten digitaler Signalverarbeitung memorieren damit Klänge der Vergangenheit, die *so* nie Gegenwart waren: das Lied *Au clair de la lune, Pierrot répondit*, Aufnahme Léon-Scotts vom 8. April 1860, Paris; *online* unter: <http://www.firstsounds.org/sounds/1860-Scott-Au-Claire-de-la-Lune-09-08.mp3>

- phonographische Signalaufzeichnung, "wie sie auch mit noch so elaborierten schriftlichen Methoden nicht annähernd möglich ist"²⁵

- die Abtastung der Schallbilder mit einer "virtuellen, digitalen Grammophonadel"²⁶ ist eine täuschende Metapher zum Zweck der Versöhnung mit dem mechanistischen Tonbegriff; neben die phonographische Technik tritt tatsächlich eine Abtastung der mathematischen Art. Wo Langspielplatten wie etwa die 1935 direkt von einem Edison-Zylinder geschnittene 1889er Einspielung eigener Werke durch Brahms phänomenal kaum noch als Klavieraufzeichnungen identifizierbar sind, reicht die Abtastung der Schwingungskurven in ihrer Entropieanfälligkeit zur Rekonstruktion des Originalklangs nicht mehr hin, sondern deren negentropische Verarbeitung als Information: digitales Sampling und die folgende Anwendung von Wavelet-Verfahren. Jonathan Berger sowie Charles Nichols von der Yale School of Music entbergen somit "genug sinnvolle musikalische Daten" gegen die Verrauschung ihrer Quelle, einer ihrerseits von der LP in der British Library bespielte Cassette = Hubbard 1997: 112

- aktive Medienarchäologie sucht selbst unwillkürliche Klangüberlieferung, also die *mémoire involontaire* (Marcel Proust) des Akustischen zu entbergen; antike Tonscherben-Rillen nanotechnisch abfahren gleich der Phonographie: "The question is, whether perhaps processes similar to <...> modern engraving in shellac may have occurred inadvertently during the past and may have preserved sonic artifacts of that time. To decode such information we devised a historical sound player (HSP) which is based on the principle of an atomic force microscope (AFM) where the three-dimensional topography of an object is scanned via a small stylus consisting of a cantilever spring and a cantilever deflection sensor. Electronics are used to amplify the difference signal and preliminary filtering together with a spectral analyser are meant to pick up meaningful signals out of the background noise."²⁷

25 Dietrich Schüller, Von der Bewahrung des Trägers zur Bewahrung des Inhalts, in: *Medium* Nr. 4 (1994), Themenheft: *Archive - Medien als Gedächtnis*, 28-32 (28)

26 Harald Haack, Die erste Klangaufzeichnung. Eine Audiografie, *online* <http://newsbattery.blogspot.de/2008/05/07/die-erste-klangaufzeichnung-eine-audiografie>

27 Wolfgang M. Heckl, Fossil Voices, in: *The Soundscape Newsletter*, Number 05, March 1993, *abstract*. Siehe auch ders., Fossil voices, in: Krumbein, W. E., Brimblecombe, P., Cosgrove, D. E. and Staniforth, S. (Hg.), *Durability and change: the science, responsibility, and cost of sustaining cultural heritage*. Chichester and New York (John Wiley & Sons) 1994, Appendix 3, 292-298

Nanophonographische Abtastung atomarer Oberflächen

- "atomarer Schallplattenspieler", der mit einer Nadel, deren Spitze selbst nur Atomgröße hat, Oberflächen zeilenförmig abtastet und somit zur Evidenz bringt = Vortrag Wolfgang Heckl, Nanophysiker (Universität München), HZK HU, 7. Juli 2003; spielerisch Beispiel nanophysikalische Untersuchung einer antiken Keramik: lassen sich die Schallwellen abtasten, die gesungen wurden, während die Töpferscheibe sich drehte. Hier kommt Walter Benjamin ins Spiel; Erzählung als Datensenke: "Die Erzählung, wie sie im Kreis des Handwerks <...> lange gedeiht, ist selbst eine gleichsam handwerkliche Form der Mitteilung. [...] Sie senkt die Sache in das Leben des Berichtenden ein, um sie wieder auf ihm hervorzuholen. So haftet an der Erzählung die Spur des Erzählenden wie die Spur der Töpferhand an der Tonschale" = in: Walter Benjamin, Illuminationen, hg. v. Siegfried Unseld, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1961, 418. Diese „Spur“ - im Wortspiel mit dem Speichermedium der Keramik - läßt sich als reversibel auch wieder nanotechnisch auslesbare „Ton-Spur“ weiterdenken (phonographisch)

- epistemischer Wert des Klanges bei der Wissensproduktion in der Nanowissenschaft; Nano-Scanner arbeitet nicht für alle Abtastgeschwindigkeiten bzw. Zeilenumbruchfrequenzen mit gleicher Effizienz; um dem Rauschen atomarer psi-Funktionen entgehen zu können, auf einen bestimmbaren Bereich von 'Resonanzfrequenzen', bzw. auf stabile Relationen von Scanfrequenzen und der zu messenden Distribution von psi-Funktionen angewiesen; gelingender Fall, kristalline Strukturen abzubilden; am entstehenden Puls beim Abtasten über Gitterperioden eingängig zu Gehör gebracht. Periodizitäten: a) einmal gegenüber Atomgitter- oder Molekülstrukturen in Bezug auf Musik, b) ein andermal gegenüber dem Quantenrauschen in Bezug auf den Klang; signifikante Differenz von Klang und Ton, die an Bildern überhaupt in schattierender Farbigkeit und strukturbildendem Kontrast zusammenfällt; ob sich der hörbare Puls als obere oder untere Grenzfrequenz in Analogie zu Shannons Sampling-Theorem verstehen ließe (Carlé); wählten Heckls Überlegungen zum Nano-Phonographen den Gitterpuls als obere Grenzfrequenz, denn alle Strukturvarianz, in welche sich Druckverläufe von Schallwellen hätten einschreiben können, wären notwendig als wesentlich tieferfrequenter anzunehmen. Nach seinem hypothetischen Töpferbeispiel etwa hätten sich Klänge bzw. Musik oder Sprache als 'Störung' materieller Nanostrukturen aufmoduliert; hinkt Referenz auf das Samplingtheorem hier, da die Messung mit ihrem Halbraum in die Fläche gehen muß, Auslenkungen damit orthogonal zur Scanrichtung stehen und die Rekonstruktion von Schallwellen nicht aus der direkten Abtastung, sondern doch wieder nur auf dem Umweg über die flächige Struktur des Bildes möglich wird. Aufmerksamkeit auf die 'mathematischen Elemente des Klanges' richten; Heckls Scanverfahren zerlegt im Puls ein Meer von psi-Funktionen in ganzzahlige Fourierkoeffizienten, welche wiederum charakteristisch für die gemessene Gitterststrukturen sind, wenn sie nicht gleichsam diese mathematisch selber sind. Dies führt zu Heckls "musikalischem" Ansatz, bereits gegebene Messwerte, ebenfalls ähnlich dem Bilde, ins Sonische zu projizieren. Indem die jeweiligen Intensitäten von Messintegralen im Verlauf zwischen den Gitterpositionen als symbolische Daten aus der zeitlichen Gebundenheit des

Messverlaufs herausgelöst werden und sich über Midi-Daten zu Tönen eigenständiger und nachträglicher Frequenz umrechnen lassen, "verliert sich die Signifikanz der Daten in einer Art 'rezeptivem Rauschen' - im Rauschen inkompatibler musikkultureller Konventionen und Kulturtechniken." Was solchermaßen sonifizierten Daten "auf den Wäscheleinen mittelalterlicher Musiknotation, für manche Ohren unerträglich, für andere zum hippen Quanten-Rap macht, ist eben nichts als ein fragwürdiger kulturtechnischer Filter, der offenbar nur etwas sensitiver (und deshalb sensibler) als Adobes Plastik-Wrap für Hochglanzartikel getrimmt (worden) ist" (Carlé)

- statt symbolisch vermittelter Übersetzung die zeitkritische Nähe der Meßsignale mit dem Klang verbinden; dann nicht mehr von Sonifizierung sprechen, weil hier die Analogie zum Bild als sekundärer Visualisierungstechnik zerbricht. "Gerade darin aber vermute ich einen empistemischen Mehrwert des Klanges"; "ob sich nicht über den Gitterpuls hinaus eine Korrelation von Scanparametern (etwa der Messfrequenz) mit charakteristischen Rauschanteilen des Quantensounds über einer so homogenen Distribution theoretisch gleicher psi-Funktionen feststellen lässt, - so dass die Signifikanz eines solchen 'Klages' statistische Aussagen über die psi-Funktion des Atoms/Moleküls selbst und nicht mehr nur seiner Gitterposition zuliesse, besonders wenn es gelänge, Ihr Verfahren auch auf verschränkte Quantenzustände auszuweiten. Folglich handelte es sich darin um relativ hochfrequente Strukturen (oder orbitale Gebilde), welche wohl nicht mehr auf ganzzahlige Fourierkoeffizienten zu bringen wären, obwohl die Rede vom Gitterpuls als unterer Grenzfrequenz von dort her motiviert war. Es ginge also um eine korrelierte (man könnte vielleicht auch sagen - rückgekoppelte) Spektralanalyse der Messsignale mit dem Messverfahren IN DER ZEIT, ob mit Fourier, Wavelets oder anderer statistischer Methoden zur Implementierung sogenannter optimaler Filter. "Geschehen müsste dies allerdings in Echtzeit, weil die Messapparatur ja an das zu Messende rückgekoppelt werden soll" (Carlé)

- Begriff "Signalmusik" nicht ausschließlich kulturtechnisch im Sinne eines strategischen Austausches akustisch verkörperter Nachrichten

Medien als Archäologen sonischer Zeit

- vermittelt eines Elektronenmikroskops erstellter Film fokussiert die tatsächliche technische Wiedergabe von Schallplattenrillen durch die abtastende Nadel.²⁸ Diese konkreteste aller medienarchäologischen Ebenen erinnert an die Urszene aller Schallspeicherung, eher *ge-* denn *erfunden*: nicht aus kultureller Überlieferungsabsicht, sondern als epistemologisches Motiv der Erforschung kleinster Zeitmomente in Schwingungen zwischen flüchtiger Aufschrift und dauernder Inschrift, zwischen "sound-graphs - i. e. drawn on some material" und der Ermöglichung von "glyphic reproduction i. e. incised

²⁸<https://www.youtube.com/watch?v=GuCdsyCWmt8>; freundlicher Hinweis Stefan Höltgen, 7. Dezember 2016

into some material"²⁹. Hiermit entbirgt Oszillographie die implizite Tempor(e)alität allen Klangs. Zwischen nahezu jetztzeitiger, zeiträumlicher Übertragung und dauerhafter materieller Speicherung transformiert das Delta-*t* des akustischen Signals. Die Gewalt akustischen Schalldrucks trifft hier auf den Widerstand (R) des Kanals; aus *to metaxy* wird ein *medium*. Gewandelt in elektromagnetische Wellen, geht dieser Widerstand gegen Null; als magnetophones Speichermedium existiert er in Latenz. Bewußte Speicherung nimmt R_{\max} in Anspruch.

- Wiederentdeckung und Wiederhörbarmachung vergangener Klangaufzeichnungen ist das Eine. Das medienarchäologische Gehör aber vernimmt Musik auch dort, wo sie gar nicht erklingt. In einer Welt, in der sich Schwingungen nicht mehr in Form akustischen Schalls kundtun, werden elektronische Meßmedien zu aktiven Archäologen von Klang im epistemologischen Sinn; solche Instrumente waren zumeist „simply the curious byproducts of other research into electrical phenomena“ (David Dunn); vermögen dann elektronische Synthesizer wiederum solche Phänomene in Hörbarkeit für menschliche Ohren zu(rück zu) verwandeln - was Werner Meyer-Eppler zur Begriffsprägung der „elektronischen Musik“ verleitet

- 1954 zeichnete Techniker Fritz Enkel ein Diagramm, das „Prinzipschema“ des Kölner Studios; Abb. in: Humpert 1987: 31. Von vollelektronischen Klangquellen wie dem Rauschgenerator oder dem Schwebungssummer werden Signale - die ganz medienarchäologisch so genannten „Urklänge“ - erzeugt, die dann im Übertragungskanal technopoietisch gestaltet werden (Modulation, Frequenzbandspreizung und -beschneidung, Dynamik, Rhythmus); die diversen Manipulationen werden dann auf einem Vierspur-Magnetophon zusammengeführt und auf dem Einspur-Magnetophon endlich bewahrt.

- unterscheidet sich das diskursstiftende Kölner Studio für elektronische Musik des (heutigen) WDR im Sinne einer medienarchäologischen Diskontinuität radikal von Pierre Schaeffers Pariser Experimenten. So heißt es von Seiten der Beteiligten (Herbert Eimert, Robert Beyer, Werner Meyer-Eppler) 1953 programmatisch: "Im Gegensatz zur 'musique concrète', die mit Mikrophonaufnahmen arbeitet, verwendet die elektronische Musik ausschließlich Klänge elektro-akustischer Herkunft. Der Klang wird auf einem Klangerzeuger hergestelt und auf dem Tonband festgehalten; erst dann erfolgt seine Verarbeitung mit Hilfe differenzierter Bandmanipulation. Die so erzeugte Musik hat nichts mit der elektronischen Musik der Musikinstrumentenindustrie zu tun"³⁰, denn nicht länger werden herkömmliche Instrumente elektronisch imitiert (wie es noch das Theremin versuchte). Auch der weitgehende Verzicht auf das klassische Input - die Klaviatur - zeigt den Bruch mit dem handwerklichen Musikinstrument und der musikhistorischen Tradition.

29 G. Panconcelli-Calzia, Wilhelm Weber - als gedanklicher Urheber der glyphischen Fixierung von Schallvorgängen, in: Archiv für die gesamte Phonetik Bd. II, 1. Abteilung, Heft 1 (1938), 1-11 ("Summary"). Zu Thomas Youngs zeitsignalregistrierendem "Timekeeper" von 1807 ebd., 2 ff.

30 Zitiert nach: Hans Ulrich Humpert, Elektronische Musik. Geschichte, Technik, Kompositionen, Mainz (Schott) 1987, 30

Elektronische Musik ist autonom.

- radikale Klanganalyse - bis in den submusikalischen Raum - ergibt ein neuartiges dynamisches Alphabet, resultierend in einem neuen Modus klanglicher Temporalität <siehe Humpert 1987: 34>. Nicht mehr der Ton ist das eigentliche Material der Musik (woran Adorno im Zusammenspiel von *physis* und *logos* - das Material der Musik im eigentlichen Sinne sind also die Töne und ihre Beziehungen untereinander - noch festhielt³¹), sondern die in der Natur gar nicht vorkommende Sinusschwingung. Voraussetzung (also das *apriori*) für diese analytische Ästhetik ist die Speicherung des zu analysierenden Klangs - erst phonographisch (als graphische Spur dem harmonischen Analysator zugänglich), später magnetophon. Die Fourieranalyse (1811) erlaubte, jeden periodischen Schwingungsverlauf als Klang (darunter am Wenigsten: die „musikalischen“, sondern vielmehr auch Hitze) auf seine Zusammensetzung aus sinusförmigen Schwingungen zurückzuführen; darauf baut konsequent ein ganz anderer Begriff des Sonischen.

- Medienarchäologie des Akustischen benennt die technische Erkundung physikalischer Schallwelten, die Erforschung des Akustischen *von Seiten* entbergender Meßmedien; eigentliche Archäologen hier die Apparaturen selbst

Resonanzräume: Die ahistorischen Zeitweisen des Sonischen (Monochord, Lyra)

- Resonanzen lassen eine andere Zeitlichkeit des Akustischen ent-decken, welche die Kulturhistorien unterläuft. In welche Zeitverhältnisse setzen uns sonische Ereignisse? "Europa ist ein Spiel der Rekursionen, das uns als Seinsgeschichte immer schon durchstimmt" <Friedrich Kittler, Musik und Mathematik, Bd. I: Hellas, Teil 2: Eros, München (Fink) 2009, 246>

- schwingende Saite in diesem Fragezusammenhang von prototypischer Relevanz. Zum Erkenntnismedium wird sie erstmals, als Pythagoras sie messend hinsichtlich der Intervalle am Monochord vernimmt.

- Erich Frank zufolge (1. Auflage 1923, 2. 1962) gab es ein faßbares Individuum Pythagoras gar nicht, vielmehr eine kultische Gruppierung; Archytas habe im Nachhinein seine eigenen Erkenntnisse als die der Pythagoreer hingestellt, um Wirkmacht für seine musikmathematischen Wahrheiten zu erwirken. Eine Autorität wird nachträglich erfunden, weil Geschichtsphilosophie (Vico) es nicht erträgt, daß bestimmte Natur- und Klangverhältnisse nicht menschengemacht. "Über die Ansichten der mehr mathematisch orientierten „sog. Pythagoreer“ des Aristoteles erfährt man auf diesem Wege nur wenig. Um diese zu erfassen, muß man <...> von den exakten Wissenschaften ausgehen, von denen die sog. Pythagoreer nach Aristoteles ja selbst ausgegangen sind" = B. L. van der Waerden, Die Harmonielehre der Pythagoreer, in: Hermes Bd. 78, Heft 2 (1943),

31 Siehe Tobias Gerber, Hörbare Dynamiken. Von der Verfransung der Künste zu den Dispositiven des Auditiven, in: positionen. Texte zur aktuellen Musik, Heft 90 (Thema: „Musik?“), Februar 2012, 6-10 (9)

- im Unterschied zu schlicht historiographisch überliefertem Wissen die Eigenschaft eines technischen Mediums, daß es sich gleichursprünglich zu verhalten mag - wie zeitversetzt auch immer es in Vollzug gesetzt wird. Das Monochord setzt den heutigen Musiktheoretiker in ein gleich unmittelbares Verhältnis zum Klangereignis wie den sogenannten Pytharaoas. Es zählt aus medienarchäologischer Perspektive weniger die Frage nach der Individualität des Pythagoras denn nach der mit diesem Eigennamen verbundenen Erkenntnis - deren Medium der jeweils Vernehmende ist

- jeder *Medienvollzug* geerdet in der physikalischen Welt: heißt Erdung in der Zeit; so ist folgende Aussage möglichkeitsbedingt: "Man muß an Hand der antiken Fachliteratur ihre Arithmetik und Geometrie, ihre Musiktheorie und Astronomie wieder aufleben lassen. Die innere logische Gliederung dieser Wissenschaften und ihr Zusammenhang mit den unverrückbaren Tatsachen der Erfahrung erlauben es hier in viel höherem Grade als sonst in der Geschichte der Philosophie, Fehler in der Überlieferung auszuschneiden, Lücken zuverlässig zu ergänzen und verschiedene historische Schichten voneinander zu scheiden. Hat man die exakten Wissenschaften einmal in dieser Weise rekonstruiert, so kann man vielleicht auch die Metaphysik dieser Pythagoreer besser verstehen" = van der Waerden ebd.

- 16. Jahrhundert: Marin Mersenne vernimmt diegleiche schwingende Seite (das Monochord) dann anders, hinsichtlich ihrer Schwingungsfrequenz. Heute gezupft, erfahren wir sie gleichursprünglich zu Pythagoras und Mersenne; als gemeinsames Drittes setzt sie historisch grundverschiedene Zeiten in unmittelbaren Kurzschluß (wie die Simulation eines physikalischen Vorgangs durch den Analogcomputer hinsichtlich der mathematischen Analyse ihre Inbezugsetzung findet).

- Nachvollzug des pythagoreischen Schlüsselexperiments, nämlich das theoriegeleitete Zupfen einer gespannten Saite nach Maßgabe ihrer geometrischen Intervalle, bringt es an den Tag und läßt es medientheoretisch sinnfällig werden - als akustisches Wissen. Die damit nachvollziehbare mathematische Modellbildung durch ein Klangereignis ist historische Forschung im Sinne eines zeitlichen Kurzschlusses, der die Nachvollziehbarkeit der altgriechischen Theoriebildung erlaubt. Zugleich aber ist es die Einfachheit des Experiments, seine Archaik im nicht-zeitlichen Sinne, die Zugang zu Zeitweisen von Medien erlaubt. Von daher ist der aktuelle Vollzug dieses Experiments nicht allein eine wissenschaftshistorische Methode³², sondern zugleich eine strukturelle Analyse von Medienprozessen, für welche die schwingende Saite paradigmatisch steht.³³

32 Siehe Falk Rieß, Erkenntnis durch Wiederholung - eine Methode zur Geschichtsschreibung des Experiments, in: Michael Heidelberger / Friedrich Steinle (Hg.), *Experimental essays. Versuche zum Experiment*, Baden-Baden (Nomos) 1998, 157-172

33 Siehe Heinrich Barkhausen, *Schwingungslehre*, xxx

- Spaltung zwischen kognitiver („historischer“) und affektiver Klangwahrnehmung („inneres Zeitbewußtsein“, Husserl) aushalten: Einerseits befindet sich das gegenwärtige Gehör gegenüber vergangenen Tonwelten in einem anderen wissenshistorischen Raum, und dennoch befindet es sich immediat zum Mediumvorgang als erneute Chance, ihm sein komplexes Eigenwesen, seine implizite Aussage, als bewußtes Wissen zu entlocken. Der Begriff "gleichursprünglich" (*arché*) verkehrt den historisch-temporalen Sinn von "ursprünglich" in das, was noch gilt. Gemeint ist damit ein Intervall, das invariant gegenüber Transformation auf der Zeitachse (der Zeitpfeil im Sinne von Geschichte) aufgehoben ist, zeitverschoben.

- Klang als *Medienvollzug* physischen Gesetzen und Beschränkungen unterliegend; steht technomathematische Medienzeit eher auf Seiten der Ahistorizität von Logik denn auf Seiten von Kultur- als Ideengeschichte; daher heißt der durch van der Waerden gewiesene Weg nicht allein altphilologische Fachlektüre, sondern auch medienarchäologischer Nachvollzug; dagegen: "Epistemogene Klänge sind stets historische Wissensobjekte, weil sowohl die Verfahren der Klangerzeugung als auch der Hörvorgang selbst immer schon durch ein vorgängiges Wissen strukturiert und an spezifische materielle Konfigurationen gebunden sind" = Axel Volmar, xxx; Jonathan Sterne weist mit Nachdruck auf die Historizität von akustischen Wissensobjekten, Technologien und Sinneswahrnehmungen: erst diese formen die jeweils charakteristische *mousike episteme* einer Epoche = Jonathan Sterne, *The audible past. Cultural origins of sound reproduction*, Durham, NC u. a. (Duke University Press) 2003. Medienarchäologie als Methode hingegen operiert mit Gleichursprünglichkeiten, etwa der von musikalischer und datenprozessierender Zeitformung

- der vorauseilenden Historisierung von Wissenslagen widerstehen; Anliegen der Medienarchäologie vielmehr operative Reaktivierung als "Mitvollzug" = TS Stern 1930 einer vergangenen Lage

- Wissen über altgriechische Musik zwar aus Sicht der philologischen Forschung defekt: "So vollständig auch unsere Kenntnis über die äußerlichen Formen sind, so wenig wissen wir über das Wesen der Sache, weil die Beispiele aufbewahrter Melodien zu gering an der Zahl und zu zweifelhaft in ihrem Ursprung sind", schreibt Hermann von Helmholtz³⁴. Archäologische Funde im klassischen Sinne haben diese Lage zwischenzeitlich verbessert; qualitativer Sprung in neuartigen Zugangsweisen zu antikem Wissen von *mousiké* liegt in einer anderen Archäologie von Gnaden der Medien selbst: Sie machen bislang unspielbare theoretische Annahmen über altgriechische Musikstimmung, gerade weil sie im Kern auf der Gleichstellung von Musik und Mathematik beruhen, im rechnenden Raum nachvollziehbar und an der Schnittstelle Maschine-Mensch phänomenologisch wiederum als Musik erscheinen

- Methoden der Medienarchäologie erlauben es, wenn schon nicht tatsächlich, so doch in Form von Simulation in diese musikalische Zeit zurückzuspringen:

³⁴ Hermann von Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, Vieweg 1913, 444

"<...> seit Helmholtz' Tagen und Medien tritt neben die „Experimentalisierung des Lebens“ in Laboren eine Art "Experimentalisierung der Geschichte" in Simulationen. Sofern im Rahmen von Medienarchäologie und Simulationstechnologie heute ganze Theorien simulierbar sind, beginnen wir beständig tunnelartige Verbindungen durch die Historie zu graben, wodurch selbst unwägbar scheinende Zusammenhänge erkennbar werden und erforschbar sind. Indem wir aber Zeitobjekte vergangener Zeiten als solche reinstanzieren, läuft das „Wissen von der Musik“ immer mehr <...> von selbst in Musiktechnologie. Sie verleiht dem Hören eine Tiefe, die den alten Streit zwischen akustischen Daten und musikalischen Phänomen aufzuheben beginnt.³⁵

"Remediation"? Medienarchäologie des Anlogsynthesizers und seine Wieder(ein)kehr im Digitalen

- Nostalgie analoger Elektronik? widerfährt dem musikelektronischen Synthesizer die Einholung in die kultur- und medienhistorische Zeit; zu vordergründig, das medienarchäologische Anliegen nostalgisch zu deuten. Frage nach der vergangenen Zukunft antiquierter Medien ist radikaler als die Versammlung von "dead media" (Bruce Sterling); Jay David Bolter / Richard Grusin, Remediation. Understanding New Media (Cambridge, MA: The MIT Press, 1999)

- ruft die Einleitung zu Foucaults *Archäologie des Wissens* ausdrücklich zur Schärfung des Blicks auf Diskontinuitäten statt der im Namen von Geschichte privilegierten Kontinuität von Entwicklungen auf. Die gegenwärtige Medienkultur, gemeinhin als Epoche des Digitalen charakterisiert, ist tatsächlich durch eine radikale Diskontinuität mit der Epoche analogtechnischer Medien geprägt. Aber dabei bleibt es nicht; vielmehr kommt es rekursiv zu medienzeitlichen Figuren des *re-entry*.

- auf Medienkunstfestival Ars Electronica September 2009 in Linz bringt Elisabeth Schima, Initiatorin der Ausstellung *Zauberhafte Klangmaschinen* am Institut für Medienarchäologie (IMA) in Hainburg, ihre Komposition *Höllmaschine* auf dem reaktivierten Max-Brand-Synthesizer zur Aufführung. Eine solche Reaktivierung erfordert zunächst harte Arbeit am elektrotechnischen Material - also Medienarchäologie im manifesten Sinne. Während jedoch historische Instrumente herkömmlicher Art, etwa ein Klavierflügel der Beethoven-Zeit, zumeist instand gesetzt werden, um eine entsprechend historische Komposition klangnah darin zur heutigen Aufführung zu bringen, gibt sich die Natur eines elektrotechnischen Artefakts der Vergangenheit im Modus des Primats der Gegenwartigkeit, der Gleichursprünglichkeit in der Klangerzeugung. So entlockt Schimana in ihrer Komposition für den antiken Synthesizer das an der Maschine, was so noch nie

35 Martin Carlé, Geschenke der Musen im Streit ihrer Gehörigkeit. Die antike Musiknotation als Medium und Scheideweg der abendländischen Wissenschaft, in: MusikTheorie. Zeitschrift für Musikwissenschaft, Themenheft 4 (2007): „Zur Aktualität des antiken griechischen Wissens von der Musik“, hrsg. v. Sebastian Klotz, Laaber 2007, S. 293-314, hier: S. 313f.

daran erklingen ist.³⁶ Elektronische Apparaturen der Vergangenheit sind nicht im historischen Zustand, sondern im Modus der vergangenen Zukunft. Medienarchäologie heißt damit auch die Sonifikation einer Potentialität: die Unvergangenheit medientechnischer Artefakte auf dem Niveau ihrer Existenz.

- seit Anfang 1990er Jahre operieren erste Synthesizer mit Synthesemethode des Physical Modelling. "Bei der PM-Synthese wird versucht anhand von mathematischen Beschreibungen eine 'natürliche' physikalische Klangerzeugung digital zu simulieren; man berechnet wie sich etwa Luftschwingungen in einem Saxophon verhalten oder eine Saite einer Gitarre schwingt." Für eine Echtzeitberechnung waren leistungsfähige digitale Signalprozessoren vonnöten; DSP steht seit Ende der 80er Jahre zur Verfügung.

- über technologischen Ansatz kommen ausgemusterte analoge Synthesizer gerade in ihren klanglichen Unzulänglichkeiten als virtuelle Zweitverkörperungen digital zur Wiederauferstehung - Synthesizerklänge der anderen Art. Das Verhältnis des Analogem zum Digitalen ist scheinbar das einer Inkommensurabilität; das Abtasttheorem von Shannon/Nyquist aber hebt diese ontologische Dichotomie auf; an Klängen können humane Ohren diesen Unterschied nicht mehr erhören; wissen aber können Menschen es, im Namen des Sonischen

AURALISATION UND RAUMAKUSTISCHE SIMULATION ALS HISTORISCHE METHODE. Eine Form aktiver Medienarchäologie

Signalprozessierung und die tatsächliche Spur

- Signalprozessierung im technischen Selbstverständnis des Begriffs verlangt (im Unterschied zur Kodierungstheorie), daß die infragekommenden Signale als Objekt der Analyse und Verarbeitung aus der realen physikalischen Welt entstammen. Im Sinne von Roland Barthes' Deutung der analogen Photographie ("ca a été") gilt für die indexikalische Spur, daß das Signal als Ereignis tatsächlich stattgefunden hat; jede phonographische Aufzeichnung bewahrt dies.

- Signale definiert als "time-varying or spatial-varying physical quantities": "In the context of signal processing, arbitrary binary data streams and on-off-signals are not considered as signals, but only analog and digital signals that are representations of analog physical quantities" = Eintrag "Signal Processing", online <http://en.wikipedia>, Zugriff 25. November 2010; insofern immer schon *embodied* in der Welt (Heideggers "Bestellung")

- vermag eine computerbasierte Simulation, also ein operatives Diagramm als die mediendramatische Form eines Modells, eine im weitesten Sinne (kultur-)historische Quelle bereitzustellen? Zunächst ist sie indexikalisch

36 In Anlehnung an Gilles Deleuzes Begriff der "Wunschmaschine" dazu: Ute Holl / Elisabeth Schimana, Höllenmaschine, in: Daniel Gethmann (Hg.), Klangmaschinen. Zwischen Experiment und Medientechnik, Bielefeld (transcript) 2010, 185-196

verortet: Tatsächliche Raumpunkte bilden die Voraussetzung für einen Graphen, eine Verknüpfung auf der Basis von Knoten und Kanten. Auf diese Weise leisten Diagramme (als visuelle Anschauungsform) oder algebraische Ausdrücke (analytische Geometrie) eine Enthüllung von Strukturen - der archäologische Akt im mathematisch strengen Sinn

Fallstudie: Virtuelle Rekonstruktion vergangener Hörräume (Gewandhaus Leipzig)

- elektromathematische Ausmessung der Akustik antiker Theater; technische Medien nicht nur Gegenstand von medienarchäologischer Forschung, sondern zuweilen auch ihrerseits aktive Archäologen akustischen und visuellen Wissens

- Berliner Tagung *Hearing modern History* (Juni 2010) widmete sich Möglichkeiten, Klangkulturen der Vergangenheit zu erforschen. Während die Historiker (von denen die Tagungsinitiative ausging) dazu neigen, akustische Evidenz rasch im geschichtlichen Feld zu kontextualisieren, d. h. im Ensemble der schriftlich (oder auch bildlich) überlieferten Quellen aufzulösen, tendiert der medienarchäologische Ansatz dazu, zunächst einmal die akustische Aussage als solche zu ermitteln und nicht vorschnell zu historisieren (unter "Historisierung" soll hier das Primat der Schriftquellen verstanden werden). Im Fall hard- und softwaregestützten Rekonstruktion vergangener Konzerträume

- S. Weinzierl et al., Die Akustik der Konzertsäle im Leipziger Gewandhaus. Geschichte, Rekonstruktion und Auralisation, in: DAGA 2010 Berlin, 1045-1046

sind die Meßmedien selbst die Archäologen des akustischen Wissens, und meine medientheoretische Ambition geht dahin, aus solchen Ermöglichkeiten der Rekonstruktion und der Simulation vergangener Klangräume Konsequenzen für alternative Mediengeschichtsschreibung zu ziehen.

- Arbeit des Archäologen der Akustik bedient sich Verfahren, die den historischen Wissenschaften mehr oder weniger vertraut sind: Einmal die akustische Vermessung eines noch existenten, also fortbestehenden historischen Raumes, also dessen *schall-archäologische Rekonstruktion* aufgrund tatsächlich vorhandener Materialitäten der Architektur

- Weinzierls Vermessung des Palladio-Theaters in Vincenza; solche Maß-Nahmen kommen in solch linearen, zeitinvarianten Systemen zum Einsatz, wie sie akustische Räume der Architektur darstellen. Impulsantworten sind das Ausgangssignal eines solchen Systems, dessen Eingang ein Dirac-Impuls zugeführt wird

- Faltungshall basiert auf Sample eines *tatsächlich vorhandenen* Raums (im Unterschied zum synthetischen Hall, der durch künstlich erzeugte Reflexionen bestimmte Raumtypen nachbildet). "Durch Erzeugen eines Geräusches (Idealer Impuls bzw. Dirac-Stoß oder Sinussweep) kann der individuelle Nachhall jedes beliebigen Raumes als Impulsantwort mit einem Stereomikrofon aufgenommen

werden. <...> Mit diesem individuellen Raumklang kann jedes Audiosignal versehen werden. Dieses trockene Audiosignal soll theoretisch dann so klingen, als wäre das Ereignis in dem entsprechenden Raum passiert" = <http://de.wikipedia.org>, Eintrag "Faltungshall", Abruf: Dezember 2010

- im Begriff des "Individuellen" der historische Index angelegt, anders als das archäologisch-strukturelle Verhältnis. Historiker individualisieren; Archäologen und Statistiker aber quantifizieren

- eine Epoche der Vergangenheit nicht notwendig (und noch weniger ausschließlich) "Geschichte"; läßt sich vielmehr auch ahistorisch (im Sinne ihrer Speicher) lesen, als Gegebenheiten, in denen die Diskurse parataktisch gelagert sind und nicht in geschichtlicher, sondern vektorieller, signaltechnisch beschreibbaren Weise miteinander verbunden sind, eher Feld (im Sinne von Michael Faradays Beschreibung des Elektromagnetismus) denn Archiv

- Signal als technisches Ereignis kann nie historisch sein. Selbst aus dem Rundfunkarchiv vom Tonband eingespielt und dann als Radio übertragen, ist an einem Hörspiel aus der Vergangenheit nur der Kontext historisch (und die semantische, tonale und verrauschte Fremdheit eine Anmutung von Distanz). Auch raumakustische Erkundung durch Meßsignale ("akustische Archäologie") ist radikal präsent. Die einzige "Geschichtlichkeit" liegt hier in der Nachhallzeit

Vermessung der Raumakustik von Beethovens Wiener Konzersälen (Diss. Weinzierl): Selbst wenn um 1800 nur ansatzweise eine Theorie der Raumakustik existierte (etwa Chladni, *Die Akustik*, 1802; ferner Rhode: *Schall / Baumeister*), hat sie sich dennoch implizit ereignet. Sie kommt zwar als expliziter Forschungsgegenstand erst mit Sabine um 1900 zustande, ereignet sich jedoch *avant la lettre* - ist also Gegenstand nicht historischer, sondern medienarchäologischer Forschung

- ereignet sich raumakustisches Signal nicht in erster Linie in einem historisch einmaligen Moment, sondern in einem Raumverhältnis, das tendentiell invariant gegenüber verfließender Zeit ist; eignet einem solchen Signal eine mikrotemporale Eigenzeit; gerade hier liegt seine akustische Einmaligkeit: "Ein Klang bzw. ein Audio-Gesamtsignal ergibt sich nicht aus einer periodischen Funktion. Er weist für jeden Zeitpunkt eine andere mathematische Funktion auf." = Wikipedia ebd.

- Für einen nicht mehr existenten Raum - etwa die beiden ersten Gewandhaussäle in Leipzig - kommt keine akustische Spurensicherung, sondern allein die *Simulation* des Höreindrucks auf Grundlage von Architekturplänen und Abbildungen infrage; R. Skoda, *Das Gewandhaus Leipzig. Geschichte und Gegenwart*, xxx (Ernst & Sohn Verlag) 1985. Hierfür existierten Computermodelle mit akustischer Simulationssoftware (etwa EASE 4.3). Die Rede ist hier von "akustischer Rekonstruktion" = Weinzierl et al. 2010: 1046>.

- Begriff der "archäologischen Rekonstruktion" / Wiederaufbau der Frauenkirche in Dresden

- heißt es im Begleitheft zur CD-Veröffentlichung (ausdrücklich einem "Digital Remastering" unterworfen) des Deutschen Rundfunkarchivs einer historischen Aufnahme der Aufführung von Anton Bruckners Sinfonie Nr. 9 durch die Münchner Philharmoniker durch den damaligen Reichssender München vom 7. Juni 1943: "Die Originaltonträger sind nicht mehr erhalten. Es existiert nur noch eine Kopie auf einem modernen Viertelzoll-Tonband. Die klanglichen Eigenschaften der Einspielung legen den Schluss nahe, dass es sich auch beim Originaltonträger um ein Tonband gehandelt haben muß"³⁷ - was eine tatsächliche *Medienarchäologie* des vergangenen Klangereignisses ermöglicht.

- für Leipziger Fall vom 12. Oktober 1940 eine Aufnahme auf Schellackplatte (Produktion: Reichssender Leipzig) des Finales (Fragment) von Bruckners Sinfonie Nr. 9 mit dem Großen Orchester des Reichssenders Leipzig erhalten <siehe Wyrchow 2010>. Inwieweit läßt sich aus diesem Tonträger Information über die damalige Raumakustik (wieder-)gewinnen? Und was, wenn diese historische Aufnahme ihrerseits als Anregungssignal für die Auralisation des damaligen Gewandhauses verwendet wird?

- läßt sich in medienarchäologischer Autopoiesis nur eingeschränkt aus technischen Klangaufnahmen aus vergangenen Räumen deren Raumakustik rekonstruieren - an der Nachhallzeit. Ansonsten aber hat die einkanalige Aufzeichnung an der Mikrofonmembran alle mehrdimensionalen Informationen vereinheitlicht, linearisiert, eindimensional geglättet, irreversibel

- Medienarchäologie des (Raum-)Akustischen autopoietisch von dem Moment an, wo es sich um Räume handelt, die ihrerseits nach raumakustischen Kriterien der Moderne (mit W. C. Sabine um 1900) entworfen wurden. Lehnten sich die Konzertsäle des 19. Jahrhunderts oft noch an architektonische Vorbilder an, wurde das Neue Gewandhaus in Leipzig mit Hilfe akustischer Modellmesstechnik optimiert. Was heute hier medientechnisch vermessen wird, ist also selbst schon das Produkt von mediengestützter Meßtechnik.

- Gegenstück zur Überlieferung früherer Klangereignisse durch Tonträger (Speichermedien) bildet Auralisation: "In den Computermodellen für das erste und zweite Gewandhaus wurden mit dem Ray Tracing Algorithmus AURA der raumakustischen Modellierungssoftware EASE und einem vollständigen Datensatz von Außenohrübertragungsfunktionen <...> binaurale Raumimpulsantworten für vier typische Spiele eines Streichquartetts auf der Bühne berechnet. Im Neuen Gewandhaus wurden binaurale Raumimpulsantworten mit dem Messroboter FABIAN vermessen. Beide Datensätze erlauben eine Nachführung der Simulation auf horizontale Kopfbewegungen" <Weinzierl et al. 2010>, und zwar im optimierten Fall verzögerungsfrei, mithin in Echtzeit. Damit wird der erhebliche Rechenaufwand,

37 Jörg Wyrchow, Begleittext zur Compact Disc: Anton Bruckner, Sinfonie Nr. 9 d-Moll mit Teilen des Finalefragments und Frühfassungen des Scherzos. Historische Rundfunkaufnahmen aus den Jahren 1940 und 1943, herausgegeben von der Stiftung Deutsches Rundfunkarchiv (DRA), Frankfurt/M. (DRA) 2010

der dabei jeweils entsteht (die Erkenntbarkeit des digitalen Mediums) dissimuliert. Gerade dies aber führt zu einer Irritation des menschlichen Ohrs, das nicht mehr Herr im eigenen Haus ist - der Blanchotsche Sirenen-Effekt.

- erinnern die Sirenen, die das Schönste an der menschlichen Stimme zu singen scheinen, an das Unheimliche in der Erfahrung mit technisch eskalierten Medien: dass nämlich unsere eigenen Stimmen ebenso Produkte einer maschinenähnlichen Schallerzeugung sind. Maurice Blanchot nahm in seinem Text „Der Gesang der Sirenen“ <frz. Original 1955> diese Frage auf; ein medienakustischer Turing-Test: "Es war ein nichtmenschlicher Gesang, - ein natürliches Geräusch (gibt es denn andere?), aber am Rande des Natürlichen, dem Menschen in jeder Hinsicht fremd" = Blanchot 1962: 11; das Unmenschliche des Gesanges stellt sich auch dann ein, wenn aufgrund realer Gegebenheiten des Ortes sich der Klang der Stimme derart verändert, dass man getrost ein überirdisches Wesen hinein phantasieren kann: Wellenschlag, Echo und der Wiederhall des Gesungenen lassen das Bekannte der Menschenstimme in einem Rauschen fremd erscheinen

- als sogenanntes Anregungssignal für die Leipziger Auralisation W. A. Mozarts Quartett in G KV 80 mit Musikern des Gewandhausorchesters im reflexionsarmen Vollraum der TU Berlin produziert; klassische Musik wird damit zu einem Fall für Meßmedien, die darunter Transienten und Transferfunktionen verstehen. "Die Simulation einer jeweils identischen musikalischen Aufführung in der unterschiedlichen Akustik der drei Gewandhausstäle kann dann, noch lebendiger als eine Dokumentation durch akustische Parameter, die mit dem Zuwachs an Raumvolumen und Nachhallzeit verbundene Veränderung des musikalischen Klangeindrucks über 200 Jahre hörbar machen" = Weinzierl et al. 2010; vertiable sono-nautische Zeitreise

- Verwendung des Begriffs der "Lebendigkeit" im obigen Zitat deutet es an: Im Begriff der "Auralisation" birgt sich noch ein zweiter Sinn, denn er ruft Walter Benjamins Definition der "Aura" des Kunstwerks wach. Hängst diese Aura von "Liveness" an der fehlerbehafteten menschlichen Präsenz?

- Feld der akustischen Kommunikation zeichnet sich durch die Macht der Präsenzerzeugung aus, dem der menschliche Zeitsinn (den es neurophysiologisch überhaupt nicht nachweisbar gibt) affektiv sogleich preisgegeben ist, auch wenn auf kognitiver Ebene das Bewußtsein einer historischen Distanz herrscht - eine bemerkenswerte affektiv-kognitive Dissonanz, die ich zum Anlaß nehme, anderes über Zeitwe(i)sen von Medien zu schreiben

- Akt aktiver Medienarchäologie des Akustischen ermöglicht, mit Hilfe von Meßmikrofonen und -lautsprechern Übertragungsfunktionen historischer Architektur zu vermessen, aus denen sich *a posteriori* Parameter wie Nachhallzeit und andere raumakustische Eigenschaften ermitteln lassen. Bedingung für solche Meßreihen ist zunächst die Leere des Raums, um Störgeräusche im Übertragungskanal zu vermeiden; die Absenz menscheninduzierter Kontingenz ist die Bedingung medienarchäologischer

Analyse in ihrer strengen Form. Wird die Akustik eines vollbesetzten Raums rekonstruiert, wird dem Publikum ein Absorptionswert zugeschrieben; der Faktor Mensch gerinnt in solchen Simulationen - in Verkehrung des historischen Diskurses - zur mathematischen Funktion

- Erfahrungen in der raumakustischen Vermessung historischer Architektur, konkret: des Olimpia-Theaters (Palladio) in Vincenza; im realen Raum berührt die historische Anmutung. Im Moment der raumakustischen Simulation diese historische Aura nicht empfunden; Sphäre ist eine funktionale, medienarchäologische; igitale, algorithmisierte Forschungswerkzeuge sind radikal unhistoristisch. Gerade diese technomathematische Preisgabe erlaubt es gegenwärtigen Menschenohren, in Form sogenannter Auralisation heute den Klangeindruck vergangener Räume zu erfahren

Akustische Wiederauferstehung? Invarianz von Sonosphären (Beispiel Pompeji)

- in Form einer multimedial induzierten audiovisuellen Antike(n)halluzination für zahlende Besucher im ehemaligen Haus des Julius Polybius in Pompeji die letzten Stunden der Vesuvstadt nachvollziehbar; der Hausherr etwa artikuliert sich als Hologramm. Vor allem als Soundscape wird die Wahrnehmung des Besuchers auf den antiken Moment getrimmt. "Plötzlich beginnt der Wind zu heulen, <...>. Mit einem 'Rrrumms' schließt sich die nicht mehr vorhandene Tür des fensterlosen Raumes"; das Gehör als präsenzaffektives Organ wird primär adressiert inmitten der visuellen Invarianz des architektonischen Raums. "Stimmen dringen aufgeregt durch die Dunkelheit, sie werden immer hohler und verzerrter. <...> Die schwangere Tochter des Hausherrn scheint stumm und entsetzt als Holgramm, kurz darauf hört man ihren Herzschlag und den ihres Fötus, bis auch diese verstummen und es totenstill wird. Eine Stille, welche die zwölf Bewohner bis ins 20. Jahrhundert unter einem riesigen Berg von Asche und Gestein einschloss. Erst zwischen 1913 und 1978 wurde der Komplex ausgegraben."³⁸ Im Untertitel des Zeitungsberichts der RP heißt es: "In einer neuen Multimedia-Ausstellung können Besucher nun die dramatischen letzten Minuten miterleben." Bedingung dafür sind zwei höchstverschiedene Zeitweisen der Überlieferung, nämlich eine kulturell symboltechnische (Buchstaben) und eine gleichursprünglich (medien)physikalische, wie Claudio Salerno aus Neapel das Konzept erklärt: "Das alte Latein kennen wir von den antiken Schreibern, während sich das Geräusch von Mahlsteinen über die Jahrhunderte ja nicht verändert hat" = zitiert ebd.

- ereignet sich hier eine zeitinvariante, gleichursprünglich reproduzierbare akustische Artikulation. Etwas, das nicht im Sinne einer historischen Aufzeichnung überliefert ist, läßt sich dennoch gleichursprünglich (wieder-)herstellen. Und die RP weiter: "Gesicht und Gestalt des Polybius und seiner Tochter haben Experten anhand von Gipsabdrücken rekonstruiert, welche die Leichen nach ihrer Verwesung in der erstarrten Asche hinterließen" -

38 Karin Willen, Pompejis Untergang erleben, in: Rheinische Post vom 27. Oktober 2010, Sparte "Reisewelt"

Negativphotographie aus der Antike, inmitten der materiellen Momentaufnahme, wie der Raum im Moment seiner Schließung durch die Vulkanasche eingerichtet war. Es handelt sich hier um eine ebenso wissensarchäologische wie archäologiewissenschaftlich kontrollierte Form der Rekonstruktion - nicht aber der Forschung.

Die Simulation als "historische Quelle"?

- traditionellen Historikern dient als Quelle potentiell alles, was aus der Vergangenheit überliefert wurde - als unwillkürlicher Überrest oder als bewußt Tradiertes. Durch Simulation wird demgegenüber eine Sachlage erst *nachträglich oder* - wie etwa unter Kriegsbedingungen - *in Echtzeit* konfiguriert. Damit aber ist sie keine *historische* Quelle mehr im klassischen Sinne.

- Claus Pias, Synthetic History, in: Archiv für Mediengeschichte, Bd. 1: Mediale Historiographien, Weimar (VDG) 2001, xxx-xxx

- Simulation vergangener Situationen (ob nun Räume oder sonische Prozesse) ist "Quelle" in Hinsicht auf andere, medienarchäologische Verhältnisse, also im Rahmen einer anderen Epistemologie

- gilt sowohl für die geschichtswissenschaftliche wie für die computersimulative (medienarchäologische) Quellenforschung; sie muß sich so weit als möglich an Vorgefundenes halten. "Streng genommen kann uns eine Quelle nie sagen, was wir sagen sollen. Wohl aber hindert sie uns, Aussagen zu machen, die wir nicht machen dürfen. Die Quellen haben ein Vetorecht" = Reinhart Koselleck, Standortbindung und Zeitlichkeit. Ein Beitrag zur historiographischen Erschließung der geschichtlichen Welt, in: ders. / Wolfgang J. Mommsen / Jörn Rüsen, Objektivität und Parteilichkeit in der Geschichtswissenschaft. Theorie der Geschichte [= Beiträge zur Historik 1], München 1977, 17-46, hier: 44 f.

- physikalische "Daten" Ergebnisse eines technischen Meß- oder Beobachtungsprozesses; Wandlung stetiger Signale (Qualitäten) in numerische Quantitäten, damit rechenbar; das stetige Vergehen komplexer Signalwelten (*vulgo* Realität) wird - etwa in Form der Zeitreihenanalyse - in diskrete Symbole anverwandelt, mit denen sich dann schreiben respektive rechnen läßt

- schriftliche "Überreste" im Sinne Johann Gustav Droysens, etwa Verwaltungsakten, demgegenüber von vornherein, also originär unmittelbarer Teil der gestrigen (und "geistigen") Welt - die ganze Differenz von Konstruktivismus und Hermeneutik = Christian Fleck / Albert Müller, „Daten“ und „Quellen“, in: Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften 8, Heft 1 (1997), 101-126 (111), in Anspielung auf Johann Gustav Droysens Historik

- "historische" Quellen im engeren Sinne mit Blick auf die Tradition verfaßt, also immer schon metonymisch in den Begriff der Geschichte verstrickt. Demgegenüber "Überreste" als potentiell das, was sich (im

medienarchäologischen Sinne) der Vormacht des historischen Diskurses entzieht

- sogenannte Historischen Hilfswissenschaften erschließen der Geschichtswissenschaft Quellen, die in hohem Maße spezialwissensintensiv sind. Prinzipiell kommen für die Geschichtswissenschaft damit alle Wissenschaften infrage - "sei das nun Elektrotechnik oder Meeresbiologie, Anthropologie oder Mathematik"³⁹. Dem gegenüber stehen Wissenschaften, "die nicht gelegentlich <...>, sondern grundstätzlich und dauernd für den Historiker zur Verfügung stehen und von ihm angewendet werden müssen" <ebd.>; erst sie bilden das eigentliche Werkzeug des Historikers (etwa Chronologie, Aktenkunde, Heraldik). Klassische Archäologie hat Sachzuständigkeit für materielle Reste aus der Antike. Diese Definition aber läßt Spielraum, auch Methoden der Medienarchäologie einzubeziehen, wie sie in der computergestützten Audifikation historischer Klangräume zur Anwendung kommen. Dadurch wird ein solcher Raum überhaupt erst zur Quelle (musikalischer Verhältnisse in der Vergangenheit) transformiert.

- das Archiv nicht der Grund, sondern der Abgrund von Historie. Historiker Winfried Schulze verlangt von den Archiven - in Abkehr von der romantischen Metaphorik des nur an der Quelle ursprünglich reinen Wassers - „die Quellen und damit den `Urgrund allen Zweifels´ nicht nur dauerhaft, sondern auch in unveränderbarer Gestalt zu bewahren" = Alexander Kissler, Wo sind die Virtuosen der Virtualität? Rauschen und Flimmern im Urgrund allen Zweifels: Ein Marburger Kolloquium über digitale Archive, in: FAZ v. 26. Juni 1999, 45

- *unprocessed data* (Hayden White) stellen das archäologische Material der Historie dar. Dymond faßt sie unter dem Begriff *records* zusammen; „as historical evidence, records are largely unconscious, and not slanted for the consumption of posterity. In this they are therefore akin to the vast majority of archaeological artifacts“.⁴⁰

Quelle versus Überrest (Droysen, Bernheim)

- "proxy data"

- J. G. Droysen, Historik (1857). Historisch-kritische Ausgabe, hg. v. P. Leyh, Stuttgart-Bad Cannstatt 1977

- im weitesten Sinne Quellen "alle Texte, Gegenstände oder Tatsachen aus denen Kenntnis der Vergangenheit gewonnen werden kann"⁴¹. Quellen dienen demnach von vornherein dem historischen Diskurs - eine autopoietische Welt. Demgegenüber differenziert Johann Gustav Droysen (und in seinem Gefolge E.

39 Ahasver von Brandt, Werkzeug des Historikers. Eine Einführung in die Historischen Hilfswissenschaften, Stuttgart (Kohlhammer) 1958, 15

40 D. P. Dymond, Archaeology and History. A plea for reconciliation, London (Thames & Hudson) 1974, 67

41 P. Kirn, zitiert hier nach: von Brandt 1958: 58

Bernheim) genauer zwischen genuin zur Tradition bestimmten und rein gegenwartsaktualen Zeugnissen

- Überreste Bernheim zufolge "alles, was unmittelbar von den Begebenheiten übrig geblieben ist" <von Brandt 1958: 62>; ihr Charakteristikum ist die Unabsichtlichkeit der Überlieferung. Überreste bilden also jenes Quellenmaterial, "das von den Geschehnissen unmittelbar - also ohne das Medium eines zum Zweck historischer Kenntnis berichtenden Vermittlers - übrig geblieben ist" = von Brandt 1958: 66. Es handelt sich also nicht um einen (Zeit-)Kanal im Sinne der Nachrichtentheorie; dies die Lage akustischer Räume oder ihrer Dokumentation

- was zuhanden ist, kann Monument oder Dokument sein: "Was die Rückschau früherer Zeiten in i h r e Vergangenheit, die aufgezeichnete Vorstellung oder Erinnerung über dieselbe bietet, nennen wir Q u e l l e n . Daß diese Quellen zugleich Ü b e r r e s t e der Gegenwart sind, in der sie entstanden, ist für uns zunächst nebensächlich; wesentlich ist uns an ihnen, daß die, von denen sie stammen, die Absicht hatten, Nachricht von früheren Vorgängen oder Zuständen zu geben. Von ganz anderer Art ist es, wenn aus der Vergangenheit selbst allerlei Dinge noch erhalten und entweder mannigfaltig umgestaltet oder trümmerhaft und um so unkenntlicher noch in unserer Gegenwart da sind. So ein altes Gebäude, eine alte Zunfteinrichtung; unsere Sprache selbst ist noch ein gut Stück Vergangenheit, wenn auch noch lebendig und in vollem Gebrauch. Nur von dem Forschenden werden sie als Material für seine Forschung erkannt und benutzt."⁴²

- eigentlich war ein "historischer" Konzertsaal nie als Geschichtsquelle für die Nachwelt gedacht; vielmehr erschöpft sich seine Funktion in der Gegenwart des Klangkonzerts. So trennt Droysen *Quellen* und *Überreste*; letztere „werden nur durch die Art unserer Benutzung dazu, sie sind an sich und nach ihrer Bestimmung nicht Quellen" = Droysen 1857/1977: 70. "In den Denkmälern fanden wir neben der Eigenschaft, Überrest der Vergangenheit zu sein, noch die andere, daß sie zur Erinnerung bestimmt waren, daß sie eine gewisse Auffassung von dem gaben, wovon sie die Erinnerung festhalten wollten" = Droysen 1857/1977 (???): 61 (§ 24) - mithin Tradition

- B. A. Rusinek / V. Ackermann / J. Engelbrecht (Hg.), Einführung in die Interpretation historischer Quellen, Paderborn / München / Wien / Zürich (Schöningh) 1992

- 20. Jahrhundert das erste, das sein Gedächtnis nicht mehr primär schrift- und aktenbasiert, sondern audiovisuell überlieferte. Die Quellenkritik der Historie kam mit dieser neuer Archivlage lange nicht wirklich zurecht. "Während in den Sprach- und Literaturwissenschaften ebenso wie in der historischen Quellenforschung eine Betrachtungsweise, die die Problematik verschiedener Fassungen eines 'Textes' berücksichtigt, Grundlage einer ernstzunehmenden Beschäftigung mit dem 'Text' ist, geht dieses Problembewußtsein im

42 Johann Gustav Droysen, Historik, hg. v. Rudolf Hübner, München / Berlin (Oldenbourg) 1937, 37 (Kapitel "Die Heuristik", § 20

alltäglichen Bemühen um die Beschaffung audiovisuellen Materials allzu leicht unter."⁴³

- Boleslas Matuszewski verfaßt 1898 *Une nouvelle source de l'Histoire (Création d'un dépôt de cinématographie historique)*, das Plädoyer für Film als Hilfsquelle für den Geschichtsunterricht und als Möglichkeit, als Supplement des nationalen Gedächtnisses, dem neben Schrift-Archiven, Buch-Bibliotheken Objekt-Museen ein eigener Ort gegeben werden soll. Matuszewski betont vor allem den unmittelbaren Zeugnischarakter dieser neuen Quellengattung von Historie: „Sie ist der wahrhaftige und unfehlbare Augenzeuge *par excellence*.“⁴⁴ Jacques Perriault schreibt 1981 seine *Mémoires de l'ombre et du son* denn auch nicht als Geschichte, sondern ausdrücklich im Untertitel als *Une archéologie de l'audiovisuel*.

- Quellenkritik von Philologie und Historie, welche die Problematik verschiedener Fassungen eines "Textes" berücksichtigen, kommt mit dieser um technische Medien erweiterten Archivlage immer noch kaum zurecht. Doch in der digitalen Epoche geraten Quellen endgültig zum multimedialen Datenstrom

- Geschichte in ihrer traditionellen Form unternahm es, „die *Monumente* der Vergangenheit zu `memorisieren´, sie in *Dokumente* zu transformieren und diese Spuren sprechen zu lassen, die an sich oft nicht sprachlicher Natur sind“ - das klassische Feld der Archäologie -, „oder insgeheim etwas anderes sagen, als sie sagen“ - eine Funktion der Lehre vom verborgenen Schriftsinn, von allegorischer Lektüre der Bibel. „Heutzutage ist die Geschichte das, was die *Dokumente* in *Monumente* transformiert“ (das gilt auch für die Textebene selbst: historiographische Erzählungen wieder aus der narrativen Umklammerung befreien und die Zitate und Quellenbezüge wieder freischaufeln, einer anderen Gruppierung zugänglich machen) „und was dort, wo man von den Menschen hinterlassene Spuren entzifferte, dort, wo man in Aushöhlungen“ (gleich Pompejis Körpernegative in der Aschenschicht und die Hohlform des antiken Zirkus als Piazza Navona heute in Rom) „das wieder zu erkennen versuchte, was sie gewesen war, eine Masse von Elementen entfaltet, die es zu isolieren, zu gruppieren, passend werden zu lassen, in Beziehung zu setzen und als Gesamtheiten zu konstituieren gilt.“ Keine Geschichtserzählungen also; archäologische Beschreibungen nehmen vielmehr ihren Ausgang in Monumenten. Dieser Diskurs betreibt dann das, was auch die Praxis seines Gegenstands ist: Administration von Realitäten.

Zur Diskussion um virtuelle Rekonstruktionen in der Archäologie

- Simulation der Akustik verschwundener Räume erinnert an Verfahren der

43 Ursula von Keitz, Vorwort, in: dies. (Hg.), *Früher Film und späte Folgen. Restaurierung, Rekonstruktion und Neupräsentation historischer Kinematographie*, Marburg (Schüren) 1998, 7f (8)

44 Boleslas Matuszewski, *Eine neue Quelle für die Geschichte. Die Einrichtung einer Aufbewahrungsstätte für die historische Kinematographie* (Paris 1898), aus d. Frz. v. Frank Kessler, in: *montage av* 7, Heft 2 / 1998, 6-12 (9)

Simulation in der disziplinären Archäologie; virtuelle Rekonstruktion ist auf Seiten der Archäologie längst Praxis, seitdem die Datenströme, die durch archäologische Ausgrabungen zustande kommen, ihrerseits originär digital aufgezeichnet werden – wie die Ausgrabung von Catalhüyük –, kann alternativ die tatsächliche Datenbasis und die daraus resultierende Rekonstruktion exponiert werden

- im / als Cyberspace zerstörte Kulturdenkmäler rekonstruiert; IBM sponsert die buchstäblich *medienarchäologische* Rekonstruktion der *Frauenkirche* in Dresden, die virtuell begehbar war, bevor der Computer nicht als Helfer, sondern Generator die noch existierenden Steine wieder zu einer realen Architektur zusammensetzt. Nicht nur Zerstörtes, sondern auch nie Gesehenes wird so sichtbar: als Fiktion. Virtuelle, fotorealistische Simulationen archäologischer Stätten (Forum Romanum Rom, Archäologischer Park Xanten) überschwemmen den touristischen Markt. Archäologen haben bislang nur rekonstruiert, was sie wissenschaftlich belegen konnten, und im sprachlichen Kommentar auf jene Unsicherheiten hingewiesen; demgegenüber beleben jetzt virtuelle Welten auch die Lücken und das Leere archäologischer Lagen. So daß inzwischen – anhand der virtuellen Rekonstruktion der Kaiserpfalz von Magdeburg – bereits wieder mit bewußt unscharfen, skizzenhaften Alternativen zur photorealistischen Ästhetik gearbeitet wird, die ein Effekt kommerzieller *3D-rendering tools* ist – „visualizing uncertainty in virtual reconstructions“⁴⁵. Nicht erst seit *Jurassic Parc* werden aus paläontologischen Knochenresten ganze Dinosaurier hochgerechnet, denn nicht erst im Cyberspace, schon im klassischen Naturkundemuseum sind die zusammengesetzten Saurierskelette weitgehend Spekulation.⁴⁶

- betont die Begleitinformation zur thematischen "Zeitreise" im Computer-Visualistik-Raum der Ausstellung *Otto der Große. Magdeburg und Europa* von August bis Dezember 2001 im Kulturhistorischen Museum Magdeburg ganz auf die Lücke, die zwischen archäologischer Evidenz und dem virtuellen Bild der Kaiserpfalz klafft. Zunächst wandert der Besucher entlang "Fragmenten der Zeit" zurück ins 10. Jahrhundert. Dann werden per Diaprojektion die aktuellen archäologischen Entdeckungen gezeigt, die jüngst das bisher existierende Bild einer Pfalz Ottos des Großen auf dem Magdeburger Domplatz erschüttert haben. "Deshalb wechseln wir das Medium", heißt es im *off*-Kommentar der entsprechenden 3D-Projektion in der geodätischen Kuppel des Kinos; nach einer Reihe virtuell animierter Projektionen ist dort die vermutete Kaiserpfalz nur als Umrißzeichnung schemenhaft zu sehen. Der Historiker- und Archäologenstreit wird also nicht übergangen, sondern die "Visualisierung eben dieser Rekonstruktionsunsicherheiten" <Begleitblatt> computergraphisch geradezu medienarchäologisch zur Evidenz gebracht. Visualisiert wird somit der wissenschaftliche Prozeß selbst: "Neue Entdeckungen lösen alte Theorien ab, ein endgültiges Bild ist nie mit Sicherheit zu zeichnen, besonders dann, wenn das Original lange durch den Lauf der Geschichte ausgelöscht wurde" <ebd.>.

45 So der Titel des Papers von T. Strothotte u. a. im Rahmen der Konferenz EVA '99 in Berlin (Electronic Imaging & the Visual Arts), 9.-12. November 1999

46 Philip Bethge, Seifenoper der Urzeit <über eine TV-Serie der BBC>, in: Der Spiegel 43 (1999), 286ff

Um damit wird an eine andere Virtualität jenseits der multimedialen Illusion erinnert: "Der Besucher sieht ein Magdeburg, wie es gewesen sein könnte, wie es aber keinesfalls ausgesehen haben muss" <ebd.>.⁴⁷

- bei virtueller Rekonstruktion von realen Denkmälern zunächst nicht Wireframe, sondern ein dreidimensionaler Punkthaufen: Punktwolken aus Pixeln (Geister)

- wo eine CAD-Rekonstruktion ihre Autorität aus Electronic Distance Measuring zieht, tritt - analog zu neuen topologischen Orientierungsformen wie das Global Positioning System jenseits von klassischer Geographie - die virtuelle Visualisierung von Datenmengen an die Stelle der buchstäblichen Photorealistik des klassische Abbilds; bereits Albrecht Meydenbauer, Ein deutsches Denkmäler-Archiv. Ein Abschlusswort zum zwanzigjährigen Bestehen der königlichen Messbild-Anstalt in Berlin, Berlin 1905, und ders., Handbuch der Messbildkunst. In Anwendung auf Baudenkmäler- und Reise-Aufnahmen, Halle/Saale 1912

- meint der im Kontext der Computerwissenschaft der 60er Jahre gebildete Begriff des Virtuellen als Bezeichnung für Objekte, die überhaupt nur in dieser elektronischen Form existieren. Der Unterschied zur sogenannten "virtuellen Archäologie" (und insofern ist der Begriff nicht ganz glücklich gewählt) liegt nun gerade darin, daß auch sie noch von Vorhandenem, Gegebenem ausgeht, also von *Daten*, die im Realen wurzeln. Die archäologischen Daten im Sinne der Realien und der vor Ort erfolgenden Aufzeichnung von Bezügen wären dann Monumente, im Unterschied zu ihren Repräsentationen als Dokumenten, die alle möglichen phantasmatischen Formen der Rekonstruktion annehmen können. Die Anschauungsqualität der real anwesenden Objekte liegt nicht in der Frage ihrer Aura, sondern des Informationswerts von physikalischer Materie; das Unerwartete liegt in der Widerspenstigkeit, d. h. Auskunftsfähigkeit des Materials, in seinem Informationswert. „What are the qualities of material culture which cannot be migrated into digital forms?“ = Kathryn Bird, Diskussionsbeitrag zur Konferenz *Excavating the archive: new technologies of memory*, Parsons School of Design, 3. Juni 2000, New York; macht Reproduzierbarkeit überhaupt erst Differenz zur Unverwechselbarkeit des Originals denkbar⁴⁸

- ab November 2001 die Ausstellung *Troja - Traum und Wirklichkeit* für drei Monate in der Bonner Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland. Im Unterschied zum vorherigen Ausstellungsort Braunschweig dort von einer Computeranimation ergänzt: das aus Bundesmitteln geförderte Projekt *Virtuelle Archäologie* der Universität Tübingen, des Deutschen Archäologischen Instituts und der Berliner Firma *art + com* (Medientechnologie und Gestaltung AG). Buchstäblich Schicht für Schicht wird so Troja ablesbar und navigierbar. Kernstück der virtuellen Rekonstruktion = *Troja VR*, Visualisierungs-

47 Siehe auch die Web-Präsentation unter http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/projects/pfalz/f_modell.html

48 Unvermeidlich Walter Benjamin, Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit [*1935/36], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1977

Technologie. "Das Besondere an der Virtual-Reality-Umgebung ist, dass jedes Bild aus den Daten des Computers errechnet wird, und zwar in Echtzeit = Kurt Sagatz, So nah, als wär´ man dort, in: Der Tagesspiegel Nr. 17574 v. 31. Oktober 2001, 30; so daß die Animation nicht mehr auf vorab ausgewählten Kamerafahrten angewiesen ist und dem User die völlig individuelle Navigation durch die Datenbilder - "in nahezu fotorealistischer Auflösung" <ebd.> ermöglicht. Genau hier aber liegt das Imaginäre der virtuellen Archäologie, deren referentielle Hardware gerade solche ganzheitlichen Bilder dementiert

Eine Analogie: die Rekonstruktion nach den Gesetzen der physikalischen Optik

- zeitkritische Akustik: Klangstrahlenmethode

- unterscheiden sich akustische und optische Simulationstechnologien; Malweise einer hochmittelalterlichen Christusdarstellung läßt sich gegenwärtig nicht gleichursprünglich nachvollziehen, sondern nur historisierend annähern; zu undurchschaubar und lückenhaft ist die Kenntnis des Geflechts an ästhetischer und theologischer Motivation. Es geht also nicht nur der ästhetische Geist darin ein, sondern ebenso das reale Weltverhältnis, die - im Sinne Walter Benjamins - Einmaligkeit von Ort und Zeit als Definition der Aura des Werks, sein "historischer Index". Anders sieht es aus, seitdem in der Renaissance zunächst der konkave Spiegel, dann die Camera obscura und deren Optimierung durch die geschliffene Linse zum Einsatz kommen; fortan verlieren etwa die Gemälde eines Van Eyck, eines Vermeer oder auch eines Caravaggio ihre historische Distanz und lesen sich in erster Linie als Funktionen der jeweiligen Optik. Bei hinreichender Drapierung des Motivs lassen sich die Sujets damit gleichursprünglich wiederholen. In dem Moment, wo Malerei in erster Linie zur ästhetischen Funktion einer medientechnischen Anordnung wird, wird die kulturelle historische Distanz medienarchäologisch abgekürzt; Sendung *The Secrets of David Hockney*, BBC

Historische Aufführungspraxis

- Aufführungspraxis ein Terminus der musikwissenschaftlichen Literatur und insbesondere mit der Erforschung und Darstellung Alter Musik erfunden, dem "historisch-rekonstruktiven Modus der Interpretation" (Danuser). Er umfaßt nicht nur die sozialhistorischen Komponenten der Aufführungskonventionen, sondern erschließt umfassend auch die physikalischen Klangverhältnisse zum Zeitpunkt der Uraufführung eines Werkes = Stefan Weinzierl, Beethovens Konzerträume. Raumaustik und symphonische Aufführungspraxis an der Schwelle zum modernen Konzertwesen, Frankfurt/M. (Bochinsky) 2002, 17

- Begriff Aufführungspraxis umfaßt "alle Aspekte der Umsetzung notierter Musik in Klang" = D. Gutknecht, Art. Aufführungspraxis, Sp. 954, zitiert hier nach: Weinzierl 2002:17; meint das *embodiment* einer symbolischen Ordnung (Notation) in den realphysikalischen Vollzug - im Unterschied zu einem Begriff

von Aufführung, der die symbolische Ordnung und den Vollzug ursprünglich verschränkt

- aristoxenische Kritik an der Notation, und die zeitkritische Modulation des Instruments beim Spiel; ferner "Jazz" respektive "Poesiemaschine" (Parrys *formulae*) der Guslari: Transposition in Echtzeit

- musikalische *Verkörperung* findet in konkreten Räumen statt und geschieht durch konkrete Klangkörper wie die menschliche Stimme und Instrumente. Sowohl den Räumen wie den Klangkörpern eignet eine unhintergehbare Historizität, während die Notation als solche ein zeitinvariantes Regime darstellt. Aus diesem physikalisch-negentropischen *double-bind* speist sich der Balanceakt der sogenannten *historischen Aufführungspraxis*.

Dem zur Seite steht eine *medienarchäologische Aufführungspraxis*, welche mit technomathematischen Mitteln eher auf Seiten der Naturwissenschaft denn der schönen Künste die Klangeigenschaften historischer Räume und Instrumente nicht nur analysiert, sondern auch re-synthetisiert, sprich: simuliert.

Klangarchäologische *fidelity*

- Musikkomposition auf Wiederholbarkeit, auf Wiederaufführbarkeit in ganz anderen Räumen und Zeiten immer schon angelegt; ihr Geschick ist insofern ahistorisch verfaßt. Die Erstaufführung eines solchen Werks aber stellt ein genuin geschichtliches Ereignis dar. Die Rekonstruktion des diskursiven Kontextes meint das Performative; die Rekonstruktion der akustischen Raumverhältnisse aber das Operative, wie ihn eine Medienarchäologie des Akustischen apparativ realisiert

- lange Zeit der raumakustische Nachvollzug historischer Klangaufführungsräume am Kriterium der Nachhallzeit orientiert und widmete sich der Impulsantwort eines Raums, faßbar im Energiereflektogramm <Weinzierl 2002: 18, 135, 137>. Dies ist die zeitkritische Ebene einer Archäologie des Akustischen; in der Tat eignet dem Ohr die vornehmlich eindimensionale Zeitdimension, während der Sensorik des Auges vielmehr das Feld entspricht. Auf neuronaler Ebene aber werden Ton- wie Bildsignale unterschiedslos als Pulsketten verarbeitet.

- auf emphatischer Ebene von Historie steht jede Wiederaufführung in hypothetischer Resonanz mit dem ursprünglichen Werk; Geschichte als Zeitverschiebung ist hier "Nachhall" im historisch-semanticen Sinn, der auf der Zeitauffekzebene ins Psychoakustische der Zuhörerempfindung übergeht

- akustische Raumsimulation durch Modellmeßtechnik in verkleinertem Maßstab <Weinzierl 2002: 141> oder durch technomathematische Algorithmen (beispielsweise die Software EASE) auf der Basis von Wellengleichungen macht Klangeignisse in virtuell rekonstruierten Räume beliebig hörbar; *Auralisierung* bezeichnet in diesem Einsatz "die Hörbarmachung beliebiger akustischer

Signale in einer durch ein Computermodell vordefinierten räumlichen Umgebung" <Weinzierl 2002: 20>. Über den Entwurf neuer, also *noch nicht* existierender Konzertsäle sowie die Restaurierung *bestehender* Säle hinaus ergibt sich damit auch die Möglichkeit, die Akustik in *nicht mehr* existierenden, nur noch virtueller (d. h. in computergerechneter Simulation existierender) Räume (re-)konstruieren zu können - eine neuartige Form historischer Forschung, die sich der Medienarchäologie des Akustischen als Hilfswissenschaft bedient.

- rechnender Raum ("Cyberspace") hat keinen Zeitsinn, und vermag von daher nicht zu unterscheiden zwischen *nicht, noch nicht* oder *nicht mehr* existierenden Räumen; Kittler, "Museen an der digitalen Grenze", über das IBM-Projekt einer virtuellen Begehrbarkeit der rekonstruierten Ruine der Abteiler von Cluny; in welchem Verhältnis diese mathematische Klangwelt zum akustischen Ereignis in der physikalischen Welt? bleibt eine irreduzible Differenz nicht nur im Höreindruck, sondern auch im epistemologischen Sinne: mathematische Zeit ist eine nonhistorische Zeit

- Kriterien für klanghistorische *fidelity*; walten zwei Welten: einmal die physikalisch objektive, deren Gesetze invariant gegenüber Transformation in historischer Zeit und im medienarchäologischen Sinne Meßmedien zugänglich sind. Die Impulsantworten eines Raumes aus dem 18. Jahrhundert, der bis ins 21. Jahrhundert überdauert hat, werden im Wesentlichen identisch sein. Daneben aber eröffnet sich die phänomenologische, psychoakustische Ebene; verlangt wird hier "die Erzeugung eines perzeptiv authentischen Hörereignisses" = Weinzierl 2002: 145

Physical modelling

- im Verbund mit der raumakustischen Rekonstruktion auf Seiten der Klangerzeugung das Prinzip des *physical modeling*: "Statt den Klang von Instrumenten aufzuzeichnen, sucht man sie selbst so gut wie möglich mathematisch zu erfassen und berechnet die Töne, die diese Modelle erzeugen."⁴⁹ Zunächst zielte dieses Verfahren auf klassische Musikinstrumente als Klangkörper; "mittlerweise simuliert man aber auch die Schaltkreise analoger und digitaler Klangerzeuger und spricht auch hier von PM beziehungsweise virtueller Akustik" <ebd.>.

- "Physical-Modelling-Synthesizer: Anfang der 1990er Jahre die ersten Synthesizer mit einer neuartigen Synthesemethode, dem Physical Modelling. Bei der PM-Synthese wird versucht anhand von mathematischen Beschreibungen eine „natürliche“ physikalische Klangerzeugung digital zu simulieren; man berechnet wie sich etwa Luftschwingungen in einem Saxophon verhalten oder eine Saite einer Gitarre schwingt."

49 Thoralf Abgarjan / Klaus-Dieter Linsmeier, Digitale Klangerzeugung, in: Spektrum der Wissenschaft 11 (1997), <ca. Seite 74>

Simulation versus Emulation

- In McLeans Legende zu einem Amplituden-Zeit-Diagramm von Signalen aus John Logie Bairds Fernsehentwicklung ein Wesenszug des sogenannten Digitalen faßbar: "A simulated square wave built from the first four harmonics" = ebd.
- ist von Simulation die Rede, wird im Unterschied zum logischen und funktionalen Nachvollzug auch das Kriterium des tatsächlichen Zeitverhaltens mit einbezogen; für Klangereignisse ist dies (in Wesensverwandtschaft mit dem Vollzugscharakter operativer Medien) grundlegend
- Christopher Burton programmierte eine Simulation des Pegasus-Computers Marke Ferranti Ltd. (Manchester) aus den späten 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Am Zeitverhalten scheiden sich Repliken, Simulationen und Emulationen eines historischen Computers: "Although no particular attempt was made to simulate correct timing, the similarity of the logic module to the actual hardware means that the various instruction times bear a reasonably correct ratio to each other."⁵⁰

Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation

- DSP, Wellenfeldsynthese und andere virtuelle, d. h. errechnete Dispositive erlauben Rekonstruktion historischer Raumakustik im rechnenden Raum; Projekt Stefan Weinzierl, TU, Rekonstruktion des Pavillons mit dem *Poème Électronique* von Edgar Varèse, Weltausstellung Brüssel 19xx; was sich nicht geändert hat in der Rekonstruktion ist (etwa) der Klang von Fabriksirenen in Berlin um 1900. Doch unser Gehör ist seitdem anderswertig *gestimmt*. Zwei Zeitverhältnisse - einmal symbolisch-kulturell kodiert ("historisch"), einmal akustisch invariant - reiben sich hier

Fallstudie: Medienkunst im kulturellen Gedächtnis: Das *Virtual Electronic Poem* im Medienkunsthhaus TESLA Berlin

- Ausstellung *virtual electronic poem*, Medienkunsthhaus TESLA, Berlin-Mitte, Januar 2006, Veranstaltung mit dem Elektronischen Studio der TU Berlin im Rahmen von *ultraschall - festival für neue musik*
- Problematik von Medienkunst (frühe Videokunst) im kulturellen Gedächtnis: ihre technische Flüchtigkeit, die indes konzeptuell (Fluxus) schon angelegt war. Diese Eigenschaft teilt sie mit akustischer Artikulation.
- virtuelle Rekonstruktion (mit head-mounted display) des *Poème Electronique*

⁵⁰ Christopher P. Burton, Pegasus Personified - Simulation of an Historic Computer (Typoskript), online auf der Website der Computer Conservation Society <ftp://ftp.cs.man.ac.uk/pub/CCS-Archive/Simulators> (Zugriff 15. März 2008)

im TESLA Berlin: ein Glücksfall für das sogenannte kulturelle Gedächtnis, daß nun nach 48 Jahren ein Ausstellungsraum besuchbar / sinnlich nachvollziehbar wird - selbst für mich, der zur Weltausstellung in Brüssel 1958 noch gar nicht geboren (aber gerade schon im Werden) war; Text "The Virtual Electronic Poem" beschreibt es: "the immersive environment developed in VEP can make the remarkable aspects of the Poème experience accessible again after almost 50 years." Die historische Differenz ist - ähnlich der Wiederausstrahlung eines historischen Films im Fernsehen - aufgehoben, und die geschichtszeitliche Distanz zumindest zusammengestaucht. Eine andere zeitliche Ökonomie der kulturellen Erinnerung ist auf Basis der elektromagnetischen Speicherung möglich, die es erlaubt, nicht nur im Symbolischen (Schrift, Dokumentation auf symbolischer Ebene), sondern die Ton- oder Bildereignisse auf der Ebene des Realen der Nervenwahrnehmung als Signale selbst aufzuheben, (fast) identisch zu reproduzieren und damit wieder direkt unsere Sinne zu ergreifen.

- Konzept "Medientheater" der Medienwissenschaft HU; spezifische Kombination aus "Szene" plus Signallabor zu analytischen Zwecken

- wird in der Doppel-Rekonstruktion im TESLA die Differenz zwischen analog-elektrotechnischem und digital-gerechneter Rekonstruktion (intuitiv) erfahrbar, als Differenz zwischen gerechnetem Raum (Konrad Zuse) und körperlich erfahrbarem Raum - analog zur Konzeption des Medientheaters (in seiner Kombination aus Szene und Signallabor)

- digitale Rekonstruktion wiederum operiert erneut im Symbolischen - aber im Verborgenen des alphanumerischen Codes (wie Kino, wo uns nicht Menschen, sondern 24 Bilder/Sek. zum Lachen oder Weinen bringen - also auch schon mechanisch-diskrete-symbolische Standbildverarbeitung).

- gilt es begriffliche Differenzen zwischen Reproduktion, Simulation, Emulation herauszuarbeiten. Im rechnenden Raum handelt es sich vielmehr um eine Wiederhervorbringung (*mimesis* im Sinne Heideggers); fraktale Algorithmen werden (verlustfrei) archiviert, nicht aber das Werk als ausformuliertes; vgl. Albertis Karte von Rom, in Koordinatenwerten überliefert

- Klangkunst, Raumkunst. Architektur von Meydenbauer photogrammetrisch vermessen und auch nach Kriegsverlust wiederherstellbar; Klangräume hingegen sind meist nicht als Meßdaten überliefert.

- medienarchäologische Ästhetik bewahrt sich die Freude am Wunder (oder Enigma, hier in einer Doppelbedeutung als Rätsel und logischer Kombinatorik durchschaubar) des Zustandekommens akustischer und optischer Ereignisse auf elektrotechnischem oder elektronischen Weg.

- Thomas Alva Edison empfand es als ein Wunder, am Phonographen im Dezember 1877 plötzlich nicht nur die mechanische Produktion stimmlicher Artikulation, sondern seine eigene Stimme zu hören - auch wenn aus heutiger Sicht die Qualität dieser Aufzeichnung gerade das Timbre der Stimme nicht wiedergibt. Gleich der ersten Wahrnehmung von reproduzierten Bewegungen in

der Kinematographie wird die neue mediale Operation zunächst mit einem epistemologischen Vorschub versehen wahrgenommen, den technischen Defekten zum Trotz

- Aufsatz David Trippett, "No media mix", über Simulcast-Übertragung von *live*-Opern

- anstelle des historischen ("kollektiven") Gedächtnisses ein "Gedächtnis ohne Erinnerung" (im Sinne Heinz von Foersterns), das digitale (symbolische) Zwischenarchiv - eine andere Ökonomie der Zeit

- Rekonstruktion zeitbasierter Medien: schwieriger Archivierbarkeit, weil das Archiv sie gerade der Zeit entzieht; klassische zeitbasierte Kunstform, das Theater, wurde erst durch das Vokalalphabet speicherbar / wiederaufführbar

- Emulation ENIAC: computeraktive Form der Archivierung / Wiederaufführung

- Formen akustischer Archäologie / Archäologie des Akustischen; neben Sirenen-Expedition Li Galli spricht auch der Text *The virtual Electronic Poem (VEP) Project* von "experimental archaeology"

- virtuelle Archäologie, aber unter umgekehrten Vorzeichen; "archäologische Rekonstruktion" der Frauenkirche Dresden war nur unter Rechnung der Originalsteine mit IBM-Computern möglich

- Computer hat hier das bessere Gedächtnis, gerade weil sein Gedächtnis nicht kulturell (kontextgebunden) operiert; der Computer als aktiver Medienarchäologe

- Akustik ist besonders anfällig gegen Vergessenwerden, weil ihre Überlieferungschancen (anders als malbare Objekte, mithin Bilder) flüchtig sind.

- Carsten Nicolai, Subharchord-Wiederherstellung Akademie der Künste, Berlin: aktive Medienarchäologie

- siehe auch Aufsatz Susanne Holl über Akustik im Theater des 18. Jahrhunderts, in: Kaleidoskopien

- 17.-28. Januar 2006: virtual electronic poem. poème électronique (1958) von edgard varèse / iannis xenakis / le corbusier - eine virtuelle rekonstruktion: "Auf der weltausstellung 1958 in brüssel präsentierte die firma philips ihre audiovisuellen technologien im direkten künstlerischen einsatz: ihr pavillon kann als multimediales gesamtwerk gelten. die von le corbusier entworfene konzeption wurde von iannis xenakis architektonisch realisiert und war schauplatz einer raumfüllenden vorführung mit film- und diaprojektionen, lichtregie und einer in den philips-studios hergestellten elektronischen musik von edgard varèse."

- fertigte kees tazelaar auf grundlage der original-tonbänder aus dem institut für sonologie den haag eine neue mehrkanalfassung

- TV-Dokumentation des Philips-Pavillon auf der Weltausstellung 1958 in Brüssel; *poème électronique* (1958) von edgard varèse / iannis xenakis ; Rekonstruktion: 6-kanal-Fassung von Kees Tazelaar mit Doppelvideoprojektion des Originalfilmmaterials; audiovisuelle 3d-Projektion; Technologien zur Rekonstruktion des *poème électronique*

Für eine historische informierte Medienarchäologie des Akustischen

- für eine historisch informierte Medienarchäologie; virtuelle, d. h. computergerechnete Auralisation vermag im medienarchäologischen Sinn Hörsituationen der Vergangenheit zu simulieren. Historische Forschung setzt dies in Bezug zum damaligen Wissenskontext: akustische Theorie in historischen Quellen, archivalische Information zu den entsprechenden Bauten; Deborah Howard / Laura Moretti, *Sound and Space in Renaissance Venice. Architecture, Music, Acoustics*, New Haven / London (Yale University Press) 2009

DIVERSES ZU TECHNISCHER AKUSTIK / GENERIERUNG VON MUSIK

Schwingungsdeutung durch Verschiebung ins Akustische

- Koenigs Kalibrierung von Stimmgabeln als Frequenzgeber für akustische Standards ihrerseits durch zeitkritischen Chronometer 1877-79; David Pantalony, *Altered Sensations. Rudolph Koenig's Acoustical Workshop in Nineteenth-Century Paris*, Dordrecht 2009, 99-105

- "Klänge" im Sinne des Sonischen nicht auf akustisch hörbaren Schall reduziert; vermeinen Neurowissenschaftler Einfluß von bislang als unhörbar gehaltenen Frequenzen auf das Gehirn nachweisen zu können - den "hypersonic effect" = Oohashi et al. 2000; Sheldrakes Begriff der "morphischen Resonanz"

- *Unsound*-Konzept von Steve Goodman: Infra- und Ultraschall; sucht Goodmann "phenomenology of sonic perception" durch eine "ecology of vibrational effects" ersetzen = Goodman 2010: 46. "An ontology of vibrational force" - oder besser eine operative, prozessuale Daseinsanalyse - "delves below a philosophy of sound and the physics of acoustics toward the basic processes of entities affecting other entities. Sound is merely a thin slice, the vibrations audible to humans and animals. Such an orientation therefore should be differentiated from a phenomenology of sonic effects centered on the perceptions of a human subject, as a ready-made, interiorized human center of being and feeling" = Steve Goodman 2010: 81

- diskursiviert Jonathan Sterne (Elektro-)Physik des Klanges - eine buchstäblich Verwässerung der medienarchäologischen Analyse des Sonischen:
"Vorstellungen zur Erzeugung und Steuerung elektronischer Klangwellen durch Synthesizertechniken entstanden um 1900 in einem euro-amerikanischen kulturellen Kontext, in dem Wellenmetaphern und die Faszination des Meeres weit verbreitet waren. <...> In Heinrich Hertz's Forschungen zu elektromagnetischen Wellen in den 1880er Jahren findet sich diese metaphorischen Assoziationen ebenfalls. Sein Werk formte die Analogien, die nachfolgende Generation von Klangforschern zwischen Kängen und elektrischen Signalen zogen. In den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts herrschte landläufig die Auffassung, dass sämtliche Erscheinungen im Universum aus Wellen und Partikeln in Wellenbewegungen bestünden" = Jonathan Sterne / Tara Rodgers, Poetik der Signalverarbeitung, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft vol. 5, no. 2/2011, 122-137 (134)

- Modular-Synthesizer von Robert A. Moog mit Klaviatur; Tastendruck erzeugt lediglich Steuerspannung für Klangerzeugungseinheit, also *in*transitiv; kann durch jedes andere Instrument ersetzt werden / Prinzip MIDI; Schreibmaschinentastatur Diskretisierung der Bewegung / invariable Amplitude; MIDI: vollkommene Trennung von Tonerzeugung und Eingabe (Befehlssteuerung)

- Digitalpiano: i. U. zu Synthesizer Anspruch, klaviergetreuen Ton zu erzeugen. Tastendruck ruft vorab aufgenommene Datei auf (Sample); Mellotron; Abtast-Theorem: Diskretisierung des kontinuierlichen Tons; Synthesizer "Attack" und "Decay"; entwickelt Moog alternativ Ribbon Controller; Trautonium: Bandmanual; Begriff der "Transienten" in der Signalverarbeitung; im sonischen Feld: Anklang

- beruht Musikelektronik "eigentlich komplett auf dem Prinzip, dass elektrischer Strom fließt" = Florian Anwander, Synthesizer, Bergkirchen 2000, 26; Wesensverwandtschaft zwischen Stromnetzen und klanggenerierenden Maschinen liegt im gleichursprünglichen Schwingungsereignis begründet; Schall wie Wechselstrom basieren auf Frequenzen; implizite Sonik (elektronisch generierte Schwingungen im Medium, etwa durch Schwingkreise) wird als Klang für menschliche Ohren explizit, wenn die nach wie vor elektrischen Signale über elektroakustische Wandler an Lautsprechern ausgegeben werden (und für Augen am Oszilloskop⁵¹; recht eigentlich ist der Lautsprecher ein aurales Meßmedium, ein Oszilloakusma). Das Verhältnis von elektronischen Oszillationen und Schallübertragung durch Luft ist (im niederfrequenten Bereich) ein transitives, wesensgleiches, wenngleich einmal elektronisch, einmal mechanisch

- erweist ein Signal sich schon sendeseitig als oszillierend, ist die Wahrnehmung in schwingende Welt verbracht; leuchtet an das

⁵¹Axel Volmar, Signalwege. Physikalische und metaphorische Netze in der Geschichte der elektronischen Musik, in: Musik - Netz - Werke. Konturen der neuen Musikkultur, hg. v. Lydia Grün / Frank Wiegand u. a., Bielefeld (Transcript) 2002, 55-70 (56)

Wechselstromnetz angeschlossene Glühbirne nur für die Trägheit menschlicher Sinne scheinbar kontinuierlich; tatsächlich folgt sie in schnellen Perioden den 50 Hz des Stroms. "Allerdings kann stark flimmerndes Kunstlicht dazu führen, dass durch schnelles Umschalten scheinbar Zwischenzustände / eingenommen werden, die aber tatsächlich durch schnelles Ein- und Ausschalten entstehen. In diesem Fall wird ein zusätzlich am Ausgang angeschlossener Piezo-Schallwandler ein schnarrendes Geräusch abgeben" = ebd., 75 f.; wird der "state of non-reality" (Wiener) hörbar

- Oszillatoren "Schaltungen, die selbständig Schwingungen erzeugen. Für langsame Umschaltvorgänge werden meist Kippschaltungen eingesetzt. Höhere Frequenzen werden für Tongeneratoren benötigt" = ebd., 77; geht das Prinzip des Digitalen in Klang selbst über

- gilt auch für astabile Kippschaltungen vom Typus Wechselblinker, daß ein parallel zum Ausgang angeschlossener Piezo-Schallwandler Knackgeräusche für jedes Umschalten ergibt. "Mit kleineren Kondensatoren geht das Geräusch in ein Knattern über. Der Multivibrator kann also zugleich als Tongenerator eingesetzt werden" <ebd., 78>

- weist Aristoteles ausdrücklich darauf hin, daß eine Handvoll Hirsekörner in diskreten "Fällen" nur ein leises Knacken ergibt, und erst als dichte Kopplung im Fall ein wirkliches Geräusch; CD im Anhang zur Lizentiatsarbeit Shintaro Miyazaki, *Das Algorhythmische*, 2006

- psychoakustisch sogenannte Hörschwelle: zunächst Folge kleinster Pulse, die dann durch Potentiometer hochgeschaltet werden können, bis daß sie ein Brummen, also einen Ton ergeben; der dann höher bis zum reinen Sinuston sich erhebt, violinartig - der Kipp-Punkt zwischen hörbarer diskreter Abtastung (Sampling sozusagen) und Ton

- sonisches Wissen durch Audifikation; wird durch "Verschiebung ins Akustische" = Wolfgang Hagen, *Das Radio. Zur Geschichte und Theorie des Hörfunks - Deutschland/USA*, München (Fink) 2005, ca. 30. Wirksamkeit des an sich undarstellbaren elektromagnetischen Feldes faßbar. Zum hochempfindlichen Indikator wird hier (neben der dürftigen Sichtbarkeit überspringender Funken in der Radioübertragung) der Lautsprecher, dessen Membran im Takt des die Spule durchfließenden Wechselstroms schwingt, wodurch die elektrischen Spannungsschwingungen in hörbare Tonschwingungen umgewandelt

Verklanglichung von Licht / Visualisierung von Klängen

- "No one has ever seen an oscillograph of a ray of visible light. The evidence that this light is of a wave character is and can be only such evidence as is applicable to a statistical assemblage of vibrations" = Norbert Wiener, *The historical background of harmonic analysis*, in: *American Mathematical Society Semicentennial Publications Bd. II, Semicentennial Adresses*, Amer. Math. Soc., Providence, R. I., 1938, 513-522; zitiert hier nach: idem, *Collected Works with*

Commentaries, vol. II, ed. P. Masani, Cambridge, Mass. / London (M. I. T. Press) 1979, 56-68 (62); zwischenzeitlich Messung der Schwingungen des sichtbaren Lichts mit Hilfe eines "Attosekunden-Oszilloskops" gelungen - die Meßmedien konkurrieren zeitkritisch mit den ultraschnellen Schwingungen ihrer Objekte = Pressemitteilung der Max Planck-Gesellschaft vom 27. August 2004; siehe <http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/pressemitteilungn/2004/pressemitteilung2004082>(Zugriff: 9. Februar 2007)

- "Oszilloskop": Schwingungen hier nicht allein Objekt, sondern auch Subjekt der Messung, im Grunde eine Makroversion der pulsierenden (Licht-)Uhr/Pendel, also Zeitmessung

- Gegenstück zur "sonischen" Analyse von Licht(schwingungen) die Visualisierung von Klang. 1807 präsentiert Thomas Young in *A course of lectures on natural philosophy and mechanical arts* eine Vorform des Kymographen: befestigte Stimmgabel wird mit einem Geigenbogen angestrichen; am Ende zeichnet die Stimmgabel auf einen handgedrehten rußgeschwärzten Zylinder die Schwingungsform, das operative Diagramm des Klangs

- macht Chladni akustische Schwingungen sichtbar, indem er mit Sand bestreute Glasplatten mit einem Geigenbogen zum Schwingen bringt und damit Klangfiguren zeitigt. Während Youngs Kymograph das tatsächliche Zeitsignal aufzeichnet, analysieren (und visualisieren) die Chladnischen Klangfiguren seinen Kehrwert: die Frequenz.

Verzeitlichung der Stimme: ihre Frequenzen

- läßt sich menschliche Stimme technisch in ihre Frequenzen zerlegen, quantisiert abtasten und wieder analog ausgeben - in einer Treue, welche die Auflösungskapazität des menschlichen Gehörs bereits unterläuft (also überlistet); phonographisch aufgezeichnete Stimme ist damit nicht schlicht deren Abbildung, sondern sie selbst, gleichursprünglich reproduziert bei jedem Abspielen; wird "Leben" damit potentiell als Funktion einer Technomathematik deutbar

- "Wir werden uns nicht fragen, ob Archytas Drehgeschwindigkeit, also Frequenz, <...> mit Schallgeschwindigkeit verwechselt oder nicht. [Burkert, 1962, 357-361] Das hat noch bis Mersenne Zeit. Schön und wichtig ist uns nur, dass unter den Geräuschen, die Archytas macht, doch auch schöne Klänge sind: hohe oder <325> tiefe Menschenstimmen, hohe oder tiefe Aulostöne. Es gibt also im Meer des Rauschens eine Insel der Musik" = Kittler 2006; bleibt fraglich, ob es überhaupt Archytas' Absicht war, eine Theorie des Schalls zu entwickeln: "Möglicherweise wollte er nurmehr nachweisen, daß dem musikalisch Schönsten, der Stimme, dieselben 'schönen' mathematischen *lógoi* zugrunde liegen, die auch den Kosmos zusammenhalten"⁵²; gerät die

52 Sandrina Khaled, Pséphos und Phoné. Die mathematische Formaölisierung des Hörbaren in Archytas von Tarents Harmoníkos, in: W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie,

altgriechische Klangwahrnehmung an ihre ordnungsästhetische Grenze und verfehlt das Zeitkritische daran: die Frequenzen

- einmal als physikalisch-mechanisches Schwingungsereignis erkannt und damit gegenüber der reinen Vokalität als Zeitform, läßt die Stimme sich (im Sinne McLuhans) prothetisch weiterdenken und -entwickeln, augmentieren in Hinsicht auf Fernübertragung (Telephonie), auf Speicherung (Phonographie), oder schlicht als Verstärkung in ihrer Realgegenwart (Mikrofon); alle drei Ausdifferenzierungen und medientechnischen Prothesen der Stimme absatzweise schon im Moment der Artikulation enthalten - eine Dekonstruktion als Entfaltung der Metaphysik phonozentristischen Präsenz

Musik und Speicher: Notenrollen

Klavier mit (Papier-)Notenrollen

Firma Welte; konnten Klavierinterpreten ihr Spiel selbst konservieren / hören (etwa Mahler, Grieg); nun auf Teldec-DC erneut diskretisiert (zweiter Ordnung)

- Walzen-Musikkompositionsmaschinen; Traktat Diderot

- Walzenstifte bedeuten zugleich eine Visualisierung / Verbildlichung der Musik als materielle Notation

***Different Trains*: Steve Reichs serielle Musik als archäologische Ästhetik**

- fragt sich, "whether current trends in archaeology are departing so far from the kinds of questions historians have traditionally put to archaeologists that the gap between the two will soon be widened rather than narrowed. <...> there is a close kinship with the problems created by the trend toward 'serial history'" = Moses I. Finley, *Archaeology and History*, in: F. Gilbert / S. R. Graubard (Hg.), *Historical Studies Today* New York, 1972), 281-299 (282); betreibt *The Garbage Project* die serielle Datenanalyse von Abfall als Archäologie der Gegenwart; Titel eines entsprechenden Beitrags liest sich wie eine Anlehnung an die *minimal music*: W. L. Rathje u. M. McCarthy, "Regularity and Variability in Contemporary Garbage", in S. South (Hg.), *Research Strategies in Historical Archaeology* (New York, San Francisco u. London, 1977), Kapitel 10

- *serial history*: Steve Reich hat sie als *Different Trains* komponiert.⁵³ Keine Erzählung des 20. Jahrhunderts, sondern eine Matrix aus Jahreszahlen und Ortsnamen. Keine Sprache, sondern die sich wandelnden Rhythmen der Maschinen, die das Europa und Amerika vor Vor-, Kriegs- und Nachkriegszeit vorantrieben. Reich hat mit seinem Sony Walkmann *oral history* betrieben: Stimmen als Erinnerung an vergangene Zugreisen; O-Töne der Eisenbahnen

München (Fink) 2006, 153-170 (170)

53 Komposition für Streichquartett und Tonband, aufgeführt vom Kronos Quartet, Elektra/Nonesuch 1989

(*train sounds*) als Kommentar anderer Zeiten, konkurrierend mit den Stimme von Zeitzeugen (*voices of train porters*); machen Differenzen im Zuggeräusch den Unterschied für historische Epochen, etwa für die Zeit 1939-42; mischt Reich Augenzeugen- und Tonaufnahmen; versammelt Aufnahmen von amerikanischen Zügen aus den dreißiger und vierziger Jahren, auch solche aus Europa: „Dort klingen sie ganz anders, sie haben eine andere Pfeife, wirklich *schrecklich*“ (im Original deutsch); schickt Reich dieses Material durch ein Sampling Keyboard, ein Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert - unmenschliches Gedächtnis auf Digitalbasis; Sampling eine genuin medientechnische Operation, im Unterschied zu klassischen Formen des Zitats. "Für den zweiten Satz, der Europa während des Krieges schildert, bin ich zur Yale University gegangen, wo sie ein Archiv von Überlebenden des Holocaust auf Videoband haben. <...> Und dann habe ich dieses Material genommen und durch ein 'sampling keyboard' geschickt <...> (ein Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert). Ich habe auch einen MacIntosh-Computer benutzt um alles zu organisieren" = "Vorwärts und zurück. Steve Reich im Gespräch" mit Gisela Gronemeyer, in MusikTexte 26 (Köln, Oktober 1988), 11-15 (11 f.)

- *pattern music* das, was der seriellen Geschichtsschreibung am nächsten kommt; keine narrativen Allegorien mehr, sondern ein Diagramm, das die Zeit/Räume durchmißt. "Die wirklichen Stimmen, die wirklichen Zuggeräusche, das ist alles" - eine Aussage, die kein Text, sondern allein das elektronische Medium zu machen vermag; im *immediaten* Rauschen wird das Tonband selbst zum Archäologen. "Es ist wie ein Gemälde von Rauschenberg, man sieht eine Fotografie, und die Farben sind auf der Fotografie."

- „Ich bekam Aufnahmen von amerikanischen Zügen aus den dreißiger und vierziger Jahren, und ich bekam auch welche aus Europa. Dort klingen sie ganz anders, sie haben eine andere Pfeife, wirklich *schrecklich* [im Original deutsch] in Europa <...>. Also habe ich diese Klangeffekte gesammelt" - ein anderer Index der Vergangenheit, der sich der Diskontinuität des Realen stellt, indem er sie schreibt. Der Kollektivsingular Geschichte löst sich nicht einmal mehr in Geschichten auf, sondern Fraktale der Narration: "Im ersten Satz sind es sogar nur Fetzen."

- Nicht Transformation (ein narrativer Effekt), sondern Diskontinuitäten verschiedener Art markieren Reichs technomusikalische Variationen der Erinnerung = Paul Epstein, Pattern Structure and Process in Steve Reich's Piano Phase, in: The Musical Quarterly 72, No. 4 (New York, 1986), 494-502, bes. 501 f.; graduelle Musik geradezu als Exerzitien zur Befreiung von subjektzentrierter Narration: "Musikalische Prozesse bringen einen in direkten Kontakt mit dem Unpersönlichen. <...> Bei der Ausführung und beim Zuhören gradueller musikalischer Prozesse kann man an einem ganz speziellen, befreienden und unpersönlichen Ritual teilhaben. Die Hingabe an den musikalischen Prozeß ermöglicht eine Lenkung der Aufmerksamkeit weg vom Er, Sie, Du und Ich hinaus zum Es."⁵⁴

54 Steve Reich, Musik als gradueller Prozeß, in: H. Danuser, D. Kämper u. P. Terse (Hg.), Amerikanische Musik seit Charles Ives. Interpretationen, Quellentexte, Komponistenmonographien (Laaber, 1987), 288-290 (= "Music as a Gradual Process", in ders., Writings about Musik, Halifax u. New York, 1974), und die Komponistenbiographie 373f, *ibid.*

- Meßmedien erheben Signale / geben Daten: "Die Uhr zeigt uns die Zeit an. Was die Zeit ist, ist damit noch nicht entschieden."⁵⁵

- Dresden, "archäologischer" Wiederaufbau Frauenkirche; Begegnung mit Steve Reich dort: Aufführung von *Different Trains*; eben zu dieser Zeit Lager-Regale für die *archäologische Rekonstruktion* der *Frauenkirche* Dresden, serielle Reihung der Bausteine

- M. J. Grant, *Serial Music, Serial Aesthetics: Compositional Theory in Postwar Europe*, Cambridge University Press 2002

Musikalische Invarianz

- TS Stern 1930: 59, Anm. 1: "Gerade da die Musik immer realisiert werden kann, muss ihr wohl eine ideelle unhörbare Existenz jenseits aller Zeit zukommen. Die Ahistorizität wird zur idealen Zeitjenseitigkeit; jede einzelne Realisierung zur Reproduktion (im strengsten Sinne), zur <...> 'Transponierung'"

- „Notierte Musik bedarf in höherem Maße der Realisierung“ = Reinhold Hammerstein, *Musik als Komposition und Interpretation*, in *Deutsche Vierteljahresschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte* Bd. 40, Heft 1 (1966), 1-23 (2)

- *Transposer* in Musikelektronik ein „Tonartenwähler“, eine „Steuereinrichtung zum Verschieben der Tonlage bzw. Stimmung der von einer Tastatur bestimmten Tonhöhen in andere Tonarten“; Transposition⁵⁶; Effektgerät zumeist ein (halb-)digitales, insofern es über einen A/D-Wandler verfügen muß, der in Echtzeit „die Transposition beliebiger Klangsignale auf rein elektronischem Wege erlaubt“ = Enders ebd.; *time stretching*. „Während beim ähnlich einsetzbaren älteren Laufzeitregler ein vorbeigeführtes Tonband mit einem rotierenden Tonkopf abgetastet wird“ - deutsches Wehrmacht-Tonband AEG 4 "Schnellschreiber" -, "so daß je nach Bandgeschwindigkeit, Rotationsrichtung und -geschwindigkeit ein Teil der gespeicherten Klangsignale mehrfache wiedergegeben oder ausgelassen wird, beruht die Arbeitsweise eines Tr. Auf der digitalen Speicherung (vgl. PCM, Sound Sampling, A/D-Wandler) eines Klangs, wobei die digitalen Daten des signals je nach Einstellung schneller (Tonerhöhung) oder langsamer (Tonerniedrigung wieder ausgelesen werden“ <Enders ebd.>. Die Tonhöhenverschiebung - als spezifische Form „logozentrischer“ *différance* - ist nicht nur zur Transposition nutzbar: „Normales Sprechen kann z. B. Zur 'Mickey-Mouse'-Stimme verändert werden, ohne daß der Sprachrhythmus schneller wird, wie es bei der Veränderung der Bandgeschwindigkeit eines Tonbandgeräts der Fall wäre“ = Enders 1997: 335

55 L. Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen* (Frankfurt/M., 1971, 144). Dazu Clytus Gottwald, "Signale zwischen Exotik und Industrie. Steve Reich auf der Suche nach einer neuen Identität von Klang und Struktur", in: *Melos* (NZ) 1 (1975), 3-6, bes. 5

56 Bernd Enders, *Lexikon Musikelektronik*, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 334

- TS Stern 1930: 59, Anm. 1: "Gerade d a die Musik immer realisiert werden kann, muss ihr wohl eine ideelle unhörbare Existenz jenseits aller Zeit zukommen. Die Ahistorizität wird zur idealen Zeitjenseitigkeit; jede einzelne Realisierung zur Reproduktion (im strengsten Sinne), zur <...> 'Transponierung'."
- "Ein Medium ist eine existenzbildende Kraft, die ihre eigene Zeitlichkeit induziert" (Rainer Bayreuther)
- "Sofern Erinnerung das Gewesene durch Abbildung rettet und konserviert, ist Abbild historische Kategorie: D e n k m a l . Was aber nicht erinnert, sondern nur immer wieder neu realisiert werden kann, ist unhistorisch" <TS Stern 1930: 58> - das Mo(nu)mentum des Gleichursprünglichen, ganz im Sinne Lacans, aber auch der phonographischen Reproduktion sonischer Signale; bedarf solche Wiederrealisierung der technischen Lesart; entsprechende Apparaturen vermögen durch ihre Eigenbewegung den Toneindruck erneut zu erzeugen
- klangtechnisches *re-play* keine Reproduktion, sondern eine veritable Wiederholung und unterläuft die bislang kulturell vertraute sowie anthropologisch beruhigende Unterscheidbarkeit von tonaler Realpräsenz und seiner abbildenden Repräsentation
- „kann ein altes Musikstück als ein mediales Existenzial aufgefasst werden. Es generiert Gleichzeitigkeiten zwischen allen Aktualisierungen des Stücks unabhängig von deren jeweiligem chronologischen Zeitpunkt“ (Rainer Bayreuther)
- „Keine Grammophonplatte gibt das Bild der Mondscheinsonate, sondern diese selbst; kein Radio gibt vervielfältigte Bilder des Gespielten, sondern dieses selbst.“⁵⁷
- technologisches "re-presencing" (Vivian Sobchack) Replikation von Hardware und deren Emulation als Software im Retro Computing

Niemals in der Gegenwart: die vokale Stimme

Entzug kennzeichnet die operative Ontologie der menschlichen Stimme: Sie verklingt im Moment des Aussprechens, Sein zum Tode im Sinne Heideggers, entropisch. Stimme und Klang "verstoßen gegen die Konventionen der Diachronie"⁵⁸. Jean Paul, ein erklärter Gegner der Sprechmaschine Wolfgang von Kempelens, schreibt:

"Wenn die Töne sprechen können wir nicht unterscheiden, ob sie unsere

⁵⁷ Günther Stern [später: Anders], Philosophische Untersuchungen zu musikalischen Situationen, unveröffentlichte Habilitationsschrift (um 1930), Typoskript Seite 58 (Österreichisches Literaturarchiv der Österreichischen Nationalbibliothek Wien, Nachlass Günther Anders, ÖLA 237/04). Hier zitiert nach: Reinhard Ellensohn, Der andere Anders. Günther Anders als Musikphilosoph, Frankfurt/M. (Peter Lang) 2008, 68

⁵⁸ Daniel Gethmann, Die Übertragung der Stimme. Vor- und Frühgeschichte des Sprechens im Radio, Zürich / Berlin (diaphanes) 2006: 23

Vergangenheit oder unsere Zukunft aussprechen. Wir hören ferne Tage, weggegangene und herkommende <...>. Denn kein Ton hat Gegenwart und stehet und ist; sein Stehen ist nur ein bloßes Umrinnen im Kreise, nur das Wogen einer Woge."⁵⁹

"Eine Geschichte der Stimme gibt es nicht", folgert Gethmann von daher <a. a. O.> - bzw. die apparative Stimme ist nicht im Diskurs der Historie schreibbar, sondern unterliegt als akustische Signalaufzeichnung einem anderen (realphysikalischen) Gesetz als die symbolische Ordnung der alphabetischen Schrift respektive der musikalischen Notation. Demgegenüber ist die vokale oder instrumentale Stimme als elektromagnetische Aufzeichnung technisch "aufgehoben", ein nahezu dialektisches Drittes gegenüber ursprünglicher Artikulation und symbolischer Notation, *zeitversetzt*, reproduzierbar, und gleichzeitig nicht mehr erst von menschlichen Ohren hörbar, sondern ausschließlich stattfindend in der elektrischen Apparatur, zeitenthoben, negentropisch (und noch Reste von Entropie: die Abnutzung des Drahtes, Bandes, Edison-Walze etc.)

- die privilegierte Allianz von Musik und Medien im gemeinsamen Nenner des Zeitvollzugs

- *epoché*: enthoben / suspendiert von der "historischen" Zeit

- Augustins Definition der Musik als *ars bene movendi*, paraphrasiert von Veit Erlmann als "the auditory *Mitvollzug*" <328>

Mathematische Modellierung über Klang

- Mathematik als Modellbildung von Welt prekär gerade in Hinsicht auf einen Medienbegriff, der sich aller Digitalität zum Trotz nicht nur mathematisch, sondern technomathematisch versteht. In der *techné* jedoch, so sehr sie von der Antike bis zu Heidegger gegenüber der Poiesis oder der Episteme herabgesetzt wurde und von daher auch im Mittelalter eher dem Quadrivium zugeordnet wurde, liegt der mediale Vollzug, die Medienphysik (Aristoteles, Walter Seitter), die Zeithaftigkeit von Klang als in-der-Welt-sein; entdeckt Pythagoras der Legende nach an der Analogie von wohlklingenden Intervallen in der Musik und ganzzahligen mathematischen Verhältnissen, "daß Zahlen geeignet sind, Beschreibungssysteme für die Wirklichkeit zu entwerfen"⁶⁰, doch führt gerade diese Modellierung von Musik als Mathematik nicht zur Erkenntnis, sondern zum Verkennen, zum Verhören der zeitkritischen Natur des Klangs

- Was Faraday empirisch fand (das Phänomen der elektromagnetischen Induktion), konnte nicht mehr in sprachlichen Begriffen allein (sein Neologismus "Feld"), sondern nur noch in mathematischer Modellierung als

⁵⁹ Jean Paul, Nachtflor und Spätlinge des Taschenbuchs, in: Jean Paul´s Werke, Bd. 48, Berlin 1820/1901, 185-194 (193)

⁶⁰ So paraphrasiert es Jakob Ullmann, *Lógos ágraphos*. Die Entdeckung des Tones in der Musik, Berlin (Kontext) 2006, 71

Medientheorie durchdrungen werden; Maxwell'schen Gleichungen werden dann mit den Radiowellenexperimenten von Heinrich Hertz aus dem Reich mathematischer Phänomene in die technische Manipulierbarkeit überführt - eine Praxis zweiter Ordnung, eine Funktion von Mathematik in der Physik, was nicht schon der pythagoreische Beweis für die Mathematizität der Natur selbst ist, sondern ein wirksames Modell

- was "die fundamentale Bedeutung der Entdeckung des Pythagoras hat fremd werden lassen", ist die zwischenzeitliche Erkenntnis, daß "die uneingeschränkte Akzeptanz der Anwendbarkeit mathematischer Modelle und Strukturen auf Strukturen des Umgebungsraums menschlicher Existenz" - hier also der Sonosphäre - "das Bewußtsein für etwas eher verdeckt als bewahrt oder gefördert" hat <Ullmann 2006: 72>. Wird musikalische Erkenntnis selbstredend als *harmoniké epistémé* verstanden, verdeckt sie die medienarchäologische Erkenntnis von Klang, der Materialität von Musik in Physik und Zeit. Ullmann beschreibt das epistemologische Dilemma: "Wenn 'Klang' die hörbare Struktur der Wirklichkeit selbst <...> ist, kann es <...> allenfalls eine *rein formale* Beschreibung von Klangstrukturen geben. Es liegt auf der Hand, daß die Struktur dieser Beschreibung mathematisch sein muß - Zahlen also die Mittelstellung zwischen hörbarer Struktur der Wirklichkeit und ihrer Beschreibung einerseits wie der Wirklichkeit selbst einnehmen werden. In einer abgeschwächten Variante wären Zahlen also das "Medium" der Erkenntnis der Wirklichkeit, in einer starken Variante werden Zahl, Klang und Wirklichkeit eins" = Ullmann 2006: 80

- delikater Unterschied zwischen Modell und Medium, zwischen loser (medialer) und fester Kopplung (Form); der auf den ersten Blick bestechende, meßmediennahe experimentelle Zugriff des Pythagoras (schlagende Schmiedehämmer, das Monochord) verdeckt die Tatsache, daß die gleiche Tradition schon dann nicht mehr genau hinhört, wenn sich die Klänge am Instrument nicht mehr (und nicht einmal mehr gegenstrebig) dem harmonischen Kosmos-Modell fügen; experimentelle Empirie wird einer *theoría* unterworfen, die gerade deshalb keine Medientheorie ist; Wille zum Kosmos, der auf die eher geometrische denn arithmetische Praxis altgriechischer *mathesis* verweist, so daß man "eher in Längen als in Frequenzen gedacht hat" <Ullmann 2006: 92>, verhindert gerade die Einsicht in die operative Zahl, die Schwingungsfrequenz <siehe Ullmann 2006: 75>. Obgleich sich diese auch unter den Augen des Pythagoras abspielt, wird Klang nicht erhört und kommt erst unter den Bedingungen einer durch Räderuhren und andere Zeittaktungen sensibilisierten Epoche als Superposition von Schwingungen zu Gehör. Hier liegt der Unterschied von Ästhetik als Ideologie und von wahrer Medienwissenschaft; mathematische Modellierung der Welt durch die Pythagoräer führte folgenreich zur Verkennung dessen, was Mathematik als Modell von operativer Mathematik als Medienpraxis trennt: So daß für die pythagoräische Schule mit ihren Folgen bis in die frühe europäische Neuzeit "die Details der Auffindung dieser einheitlichen Struktur in wirklichem Metall, an wirklichen Saiten und wirklichen Gefäßen soweit in den Hintergrund treten, daß selbst grobe Fehler tolerierbar werden" <ebd., 78> - also geradezu eine Blockade von Medientheorie durch das altgriechische Erbe. Am Klang als mediales Ereignis ist diese Schule nicht

interessiert. Insofern versteht Medienarchäologie auch unter Episteme etwas anderes als die Antike, wo Episteme (als Wissen) auf Seiten der Harmonia von der Techne (als Kunstfertigkeit) auf Seiten von "ta mousika", dem Begriff für praktische Ausübung, getrennt ist. Insofern *ist* Klang erst als Medienmusik, in der das Zeitkritische vernehmbar wird; dieses Sein ist kein statisch-ontologisches (wie es der Kosmosbegriff mathematischer Relationen nahelegt), sondern Manifestation "einer Ordnung, die nicht geschaffen, sondern *vollzogen* wird" = Ullmann 2006: 94; ist erst Mathematik im Vollzug operativ, das teilt sie mit dem technologischen Medienbegriff; die Dynamisierung als Differential von mathematischem Modell und Zeitachse erst setzt diese Erkenntnis in Gang. Diskrete Symbolik und Werden, der ahistorische Raum mathematischer Relationen und Zeitprozesse, finden erst im medialen Vollzug zum Integral; war es ein wahres Werkzeug, ein prämediales *organon*, nämlich die Orgel, die solch sonisches Wissen durch den tondiskretisierenden Mechanismus der Klaviatur im frühchristlichen Abendland erst induzierte, mit allen Konsequenzen für die symbolische Notation von Musik = Ullmann 2006: 293

Historische elektro-akustische Instrumente wieder zum Erklängen bringen?

- museumsdiaktische, mediendramaturgische Herausforderung
- Kredo der "historisch informierten Aufführungspraxis" in der Musik
- frühes elektro-mechanisches Instrument, der Neo-Bechstein-Flügel, im Technischen Museum Wien: "Was den Klang anbetrifft, ist er im Technischen Museum Wien wieder nachvollziehbar geworden."⁶¹ Denn solche Artefakte sind erst Medien (und nicht nur Möbelstücke) im Vollzug; ihre Medienerfahrung liegt also im Nach-Vollzug. "Der Flügel im Besitz des Museums ist komplett, der Verstärker wurde sorgfältig schaltungstechnisch untersucht und konnte nach Abwägen des zu erwartenden Informationsgewinns im Vergleich zu den Risiken wieder in Betrieb genommen werden" <ebd.>. Verwendet wurde hier auch der originale Lautsprecher, der kaum die Abstrahlung hoher Obertöne zulässt. Entscheidend aber ist die Wahl der originalen Verstärkerröhren - Mythos (Einbildung) oder objektive Klangqualität? "Der <sic> Klangbild ist gegenüber der Verwendung eines modernen Halbleiterverstärkers (mit dem das Instrument schon mehrfach mit großem Erfolg gespielt wurde) deutlich anders <...>. Es ist signifikant weicher, vergleichbar etwas mit dem Unterschied zwischen Mittelwellen- und UKW-Radios. Der Frequenzgang des Verstärkers weist teils starke Schwankungen auf" <ebd.>
- ebenso im Medium begründete Möglichkeit der nachvollziehenden Erfahrung: "Abgesehen von den noch spielbaren Instrumenten kann man sich auf einigen Schallplatten über den Klang des Instruments informieren" <ebd.> und solchermaßen mit Mitteln der akustischen Archäologie Anteil an dem haben, was technische Tonträger tatsächlich mit der Tonquelle teilen: das Gespür das

⁶¹ Peter Donhauser, Elektrische Klangmaschinen. Die Pionierzeit in Deutschland und Österreich, Wien - Köln - Weimar (Böhlau) 2007, 93

Ton- als Frequenzereignis

- Musikinstrumenten-Abteilung des Deutschen Museums, München; Saal elektroakustische Instrumente: Wiederaufbau des Siemens-Studios; darin speziell Vocoder. Einzelne Module im Studios, etwa elektro-akustische Laufzeitverzögerung

"Sonic Effects" (Augoyard / Torgue)

- "Reflexionsarmen Raum" der Akustik-Prüfstelle der Berliner TU, ebenso Nachhall-Raum; kritische Übergangszone von "Hall" zu "Echo": W. Fasold / E. Veres, Schallschutz + Raumakustik in der Praxis, Berlin 1998

- thematische Liste der "sonic effects" in: Sonic experience. A guide to everyday sounds, edited by Jean-François Augoyard and Henry Torgue, McGill-Queen's University Press | Montreal & Kingston | London | Ithaca, 2005, originally published in French in 1995 under the title À l'écoute de l'environnement. Répertoire des effets sonores by Editions Parenthèses; u. a. Delay, Distortion, Echo, Filtration, Flutter Echo, Haas, Resonance Reverberation; Crossfade, Cut Out, Decrescendo, Doppler, Drone, Emergence, Mask, Mixing, Release, Reprise, Telephone, Wave

- Doppler-Effekt: von Oresme entdeckte Beschleunigung innerhalb von Geschwindigkeit, also die Verzeitlichung der Bewegung selbst, wird hier sonisch erfahrbar im Glissando der Tonhöhe des vorbeifahrenden ton(oder farb-)gebenden Vehikels, so daß "sowohl die Tonhöhe beim Schalle, als auch die Farbe beim Lichte von der Anzahl der innerhalb einer Zeitsekunde beim Beobachter ankommenden Wellen oder Undulationen abhängt"⁶²; Wellen eines sich vorbeibewegenden Objekts verhalten sich je nach Bewegungsrichtung lang- oder kurzwelliger und werden somit hinsichtlich ihrer Tonhöhe unterschiedlich wahrgenommen - in akustischer Relativität von Raum/Zeit; Echolot

Akustische Zeitdehnung und -verknappung

- erlaubt das Sampling im Akustischen (von Techno-Musik) die digitale Bearbeitung, und das heißt: Verräumlichung (oder besser: Intervallierung) der zeitbasierten Kunst selbst, durch *timestretching* und *timecompression*. Der Sampler kalkuliert die Welle des Samples so um, daß es länger oder kürzer wird, ohne daß sich dabei die Tonhöhe ändert. „Mit dieser Technik ist es möglich einen gezupften Ton auf mehrere Sekunden auszudehnen, wobei die ganze Entwicklung des Tones hörbar wird“⁶³; so wird das singuläre Ereignis

62 Christian Doppler, Über das farbige Licht der Doppelsterne etc. [Abh. d. Böhmischen Ges. d. Wiss., V. Folge, Bd. 2 (1842)], in: ders., Abhandlungen, hg. v. H. A. Lorentz, Leipzig 1907, 27

63 Honke Rambow, Rhythmus, Zeit, Stille, in: Kunstforum International Bd. 151 <Jahr???, 179-184 (184)

selbst durch Zählung erzählbar, mini-narrativ, zur Entwicklungsmikrogeschichte: eine genuin medienarchäologische Ausbremsung des zeitbasierten Prozesses der Musik, die plötzlich nicht mehr schlicht als singuläres akustisches Ereignis im Erklingen immer schon verklingt

SYNTHESIZER, SUBHARCHORD, "Terpsiton"

Vorspiel(e): Der Helmholtz Klangsynthesizer (u. a.)

- elektroakustischer Synthesizer als Analogcomputer; werden die "errechneten" Ströme an den gegebenen Messmaßstäben abgelesen, "im Falle des Synthesizers als Ströme an den Lautsprecher kanalisiert und hörbar gemacht" (Formulierung Alan Fabian) - Sonifikation von Analogcomputersignalen

- erfindet Benjamin Franklin Glasharmonica, experimentiert ebenso mit Glasscheibe als Elektrisiermaschine; stellt Verbindung zwischen Glaston und elektrischem Effekt her? wäre ein erster elektrischer Synthesizer; Franklin an Gianbatista Beccaria, 13. Juli 1762: Ton wird "continued to any length" (weil Erzeugung durch Pedal betrieben); "being once well tuned, never again wants tuning" = in: Labee (Hg.), Works of Benjamin Frankling, vol. 10, xxx; "historische" Distanz, vs. gleichursprünglich im heutigen Wiederspiel

- Synthesizer theoretisch begründet; vermag Hermann von Helmholtz um 1860 mit seinen akustisch-mechanischen Resonatoren Klangphänomene zu analysieren und zu resynthetisieren; somit ein Ur-Synthesizer konstruiert; wäre Helmholtz-Synthesizer ein Juwel im Medienarchäologischen Fundus der Berliner Medienwissenschaft; anders als technikhistorische Sammlungen den Apparat schamlos in Funktion setzen, erst dann im Medienzustand ("sonisch") und kann seine eigentliche Botschaft verkünden; epistemologische Kontext: Helmholtz-Synthesizer als eine Art akustischer Analogcomputer, welcher die mathematische Fourier-Analyse operativ vollzieht

- kennt Musik die Kluft von Schwingung *versus* Maschine: "'Der Geigenspieler', sagt er <sc. Camille Recht>, 'muß den Ton erst bilden, muß ihn suchen, blitzschnell finden, der Klavierspieler schlägt die Taste an: der Ton erklingt. Das Instrument steht dem Maler wie dem Photographen zur Verfügung. Zeichnung und Farbgebung des Malers entsprechen der Tonbildung des Geigenspiels; der Photograph hat mit dem Klavierspieler das Maschinelle voraus, das einschränkenden Gesetzen unterworfen ist, die dem Geiger lange nicht den gleichen Zwang auferlegen.'"⁶⁴

- in *Zeitschrift für Instrumentenbau* 8 1887/88 ein Artikel mit dem Titel „Elektricität und Musik“ von einem anonymen „Techniker“; elektrische Klänge sind nicht nur die Fortsetzung klassischer Klangwelten mit anderen Mitteln, sondern die Anverwandlung in eine neue Wesenheit, die andere andere

64 Walter Benjamin, Kleine Geschichte der Photographie [1931], in: ders., Angelus Novus. Ausgewählte Schriften 2, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1988, 229-247 (238)

Epistemologie des Klangs evoziert. Von der technischen Analyse (zu Zwecken der elektrischen Telephonie etwa) zum Gedanken der Synthese: "Die Elektrizität vermag jene Fülle gleichzeitiger Bewegungen, wie sie der Klang bedingt, wiederzugeben, man wird mit ihr dieselbe darum auch erzeugen können, und wenn wir erst dahin gekommen sind, musikalische Töne mittels Elektrizität zu erzeugen, dann werden wir auch bald weiter dahin kommen, dass wir diesen Tönen beliebige Klangfärbungen geben können. [...] Jedenfalls dürfen wir auch hier festhalten, dass die freie Erzeugung des Klanges durch die Elektrizität ermöglicht erscheint und dass man mit der Anwendung der Elektrizität in der Musik diese Kunst in eine ganz neue Entwicklungsphase treten wird"⁶⁵; Durchbruch mit Elektronenröhre, mithin Eskalation von Elektrizität zur Elektronik

Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument

- mikrozeitliche Differenz; sucht der elektronische Synthesizer mühsam den Anschlag / die Endlichkeit des Tons am mechanischen Instrument zu simulieren: Anschlagzeit (Attack-Time), Abklingzeit (Decay-Time); *Transienten* konkret: ADSR-Hüllkurve, erzeugt vom Hüllkurvengenerator eines analogen Synthesizers, umfaßt die ADSR-Hüllkurve die *attack time*, d. h. die Anschlagzeit von Null bis auf ein Maximum; die *decay time* als Abklingzeit des Parameters bis auf das *sustain level*, d. h. den anhaltenden Pegel; *release time* schließlich läßt als Ausblendzeit den Pegel bis auf Null fallen

- grundverschiedene Genese kultureller Musikinstrumente und elektronischer Musik; kulturtechnische Musikinstrumente wurden ausdrücklich zum Zweck der Ausweitung menschlicher musikalischer Artikulationen entwickelt oder ge- und erfunden, als "Prothesen" des musikalischen Sinns frei nach McLuhan. Anders die elektronische Musik: deren Instrumente waren zumeist "simply the curious byproducts of other research into electrical phenomena" = Dunn 1992: 23; Medientheorie elektronischer "Musik" von daher zu denken (und nicht primär im globalen Horizont einer Kulturgeschichte der Musik & Technik), als medienarchäologische Perspektive, d. h. von Seiten der elektrotechnischen Komponenten dieses Geräts

- Protagonist der elektronischen Musik, Pierre Schaeffer (der vor-elektronisch, nämlich mit der Manipulation von Schallplatten begann), stellt Gretchenfrage: "Photography <...> has completely upset painting, just as the recording of sound is about to upset music. <...> For all that, traditional music is not denied; any more than the theatre is supplanted by the cinema. Something new is added, a new art of sound. Am I wrong in still calling it music?"⁶⁶

⁶⁵In: Elektrizität und Musik, 48; zitiert nach: STANGE-ELBE, Joachim, Das andere Musikinstrument. Von elektrischen Spielinstrumenten zum Synthesizer, in: UNGEHEUER, Elena (Hg.), Elektroakustische Musik, Laaber 2002, 263

⁶⁶ Zitiert in: David Dunn, A History of Electronic Music Pioneers, in dem von ihm herausgegebenen Ausstellungskatalog Eigenwelt der

Musik, synthetisiert

- additive Synthese; Fourier-Analyse in der Tradition der alphabetischen Notation von Sprache; geht subtraktive Synthese vom Rauschen aus, das alle Frequenzen enthält ("Drone") - ein stochastischer Ansatz, aus dem durch Filterung Töne gewonnen werden; stehen die beiden Ansätze für zwei dramatisch unterschiedliche epistemologische Welten

- medienkultureller und epistemischer Bruch, den der elektronisch synthetisierte Klang hinsichtlich neuer Klangbotschaften des Mediums bildet; liegt in der Algorithmisierung des Synthesizerkonzepts eine neue Botschaft angelegt

- im Unterschied zur E-Gitarre Synthesizer nicht die Fortsetzung eines klassischen Musikinstruments mit Mitteln der Elektrizität, sondern *arché* einer genuin elektronischen Musik / Einsatzes von Elektronenröhren als Verstärker und als Steuerelement: "The synthesizer is the only innovation that can stand alongside the electric guitar as a great new instrument in the age of electricity. Both led to new forms of music <...>. In the long run the synthesizer may turn out to be the more radical innovation, because, rather than applying electricity to a pre-existing instrument, it uses a genuinely new source of sound - electronics. [...] The form that today's synthesizers take means they are the instruments par excellence of the digital age" = Trevor Pinch / Frank Tocco, Analog days. The invention and impact of the Moog synthesizer, Cambridge, Mass. / London (Harvard UP) 2002, 7

- sah Lady Lovelace das musikalische Potential der Analytical Machine von Charles Babbage: "Supposing <...> that the fundamental relations of pitched sounds in the science of harmony and of musical composition were susceptible of such expression and adaptations, the engine might compose elaborate and scientific pieces of music of any degree of complexity or extent."⁶⁷

Medienarchäologie des Synthesizers

- bilden oszillatorische Maschinen, welche etwa die Obertöne menschlicher Sprache auszufiltern und wiederzugeben vermögen, die Sprache ab, oder spricht die Maschine?

- Hermann Eimerts Einführung in die elektronische Musik
http://www.elektropolis.de/ssb_story_eimert.htm

- zum opto-akustischen Synthesizer ANS aus 1930er Jahren:
<http://boingboing.net/2012/06/27/synth.html>

Apparatewelt, Linz (Ars Electronica) 1992, 21- (31)>

⁶⁷Ada Lovelace, Notes by the Translator (Note A), in: Bowden (Hg.) 1953/1971: 362-373 (365)

- im Museum des Massachusetts Institute of Technology steht im März 2012 ein modularer Analoogsynthesizer, "patched" von xxx Paradiso; beigefügter Text hebt dies als Gegenstück zum Graphical User Interface heutiger Computer heraus; technische Infrastruktur liegt offen, zur unmittelbaren Verfügung: keine "pre-sets", sondern nur der jeweils aktuell verkabelte, damit einzigartige Klang in seiner technisch gesteckten Konfiguration; keine universelle Maschine

"Höllmaschine": Der Max Brand Synthesizer

- entwickelt Moog 1964 für in New York lebenden Österreicher Max Brandt einen Analoogsynthesizer; später *minimoog*; Ute Holl / Elisabeth Schimana, Höllmaschine, in: Daniel Gethmann (Hg.), Klangmaschinen zwischen Experiment und Medintechnik, Bielefeld (transcript) 2010; http://elise.at/pdf/Dialog_Holl_Schimana_de.pdf

- Konzert *Höllmaschine*: Ars Electronica 2009: youtube.com; werden mit *minimal music*-ähnlichen Spielmustern aus der Klaviatur auf die gesteckten Verbindungen Signale eingegeben, die aus der Maschine, gekoppelt an Lautsprecher, raumfüllende Klangwelten (Oszillatoren) zeitigen; ist es die konkrete technische Verkörperung dieser Maschine, mit ihren "Organen" aus Bauelementen, welche spezifische Friktionen erzeugen, die dissipativ den theoretisch schon feststehenden Klang konkret einfärben

- bringt auf Ars Electronica Festival September 2009 in Linz Elisabeth Schimana (Initiatorin der Ausstellung *Zauberhafte Klangmaschinen* am Institut für Medienarchäologie Hainburg, Österreich) ihre Komposition "Höllmaschine" auf dem reaktivierten Max-Brand-Synthesizer zur Aufführung⁶⁸; erfordert eine solche Reaktivierung zunächst harte Arbeit am elektrotechnischen Material - also Medienarchäologie im manifesten Sinne

- gehört es zur Eigenart technologischer Dinge, daß sie zum Einen zu 100 % Produkte der menschlichen Wissens- und Handwerkskultur sind (altgriechische Begriff von *techné*); zum Anderen vollzieht und entbirgt sich darin ein nicht nur kulturell relatives, sondern physikalisch-technisches Eigenwissen (*sit venia verbo*) / Eigenzeit

- aktuelles Interesse an Analoogsynthesizern mehr als bloße Nostalgie; vielmehr Gegenreaktion auf digitale Interfaces, wo das Verhältnis zum erzeugten Klang ein intransitives (programmiertes) ist

⁶⁸ Zu diesem von Robert Moog und Max Brand (also von einem Ingenieur und einem Komponisten) erbauten frühen Synthesizer siehe den Katalog: Institut für Medienarchäologie (Hg.), *Zauberhafte Klangmaschinen*. Von der Sprechmaschine bis zur Soundkarte, Mainz (Schott) 2008, xxx. Siehe ferner das Gespräch zwischen Ute Holl und Elisabeth Schimana, *Höllmaschine*, in: Daniel Gethmann (Hg.), *Klangmaschinen*, 2010, 185-196

- werden "Historische" Instrumente herkömmlicher Art, etwa ein Klavierflügel der Beethoven-Zeit, zumeist instand gesetzt, um eine entsprechend *historische* Komposition klangnah darin zur heutigen Aufführung zu bringen ("historische Aufführungspraxis"); selten auf einem musealem Musikinstrument eine aktuelle Komposition, etwa Karlheinz Stockhausens *Zeitmasse*, intoniert; gibt sich die Natur eines elektrotechnischen Artefakts der Vergangenheit erst im Modus der gegenwärtigen Signalverarbeitung, als Gleichursprünglichkeit der Klangerzeugung; begründet Schimana ihre aktuelle Komposition für den antiken Synthesizer: "Was gibt es an einer solchen Maschine, was noch nie passiert ist?" = Elisabeth Schimana, Gastvortrag im Kolloquium *Medien, die wir meinen*, Lehrgebiet Medientheorien, Humboldt-Universität zu Berlin, 10. Februar 2010; elektronische Apparaturen aus der Vergangenheit nicht notwendig im historischen, also von Gegenwartserfahrung diskontinuierlichen Zustand verbleibend (der mit dem technikhistorischen Index seiner konkreten Bauteile und Schaltungsästhetik materiell und symbolisch verbunden ist), ebenso sondern im Modus der vergangenen Zukunft; medienarchäologische Evokation einer Potentialität; nicht museal einfrieren, indes immer schwieriger, eine solche Maschine elektrotechnisch wieder instand zu setzen: Kabelbrüche

- definiert Heidegger "Zeug" im Historischen Museum wie Lacan die Vergangenheit im Unbewußten als etwas, das erst dann vergangen ist, wenn es wirklich (vom Bewußtsein) "historisiert" wurde: "Im Museum aufbewahrte `Altertümer´, Hausgerät zum Beispiel, gehören einer `vergangenen Zeit´ an und sind gleichwohl in der `Gegenwart´ vorhanden. Inwiefern ist dieses Zeug geschichtlich, wo es doch *noch nicht* vergangen ist? <...> haben diese `Dinge´, obzwar sie heute noch vorhanden sind, doch `etwas Vergangenes´ `an sich´? <...> Was ist aber dann an dem Zeug vergangen? <...> Sie sind doch noch das bestimmte Gebrauchszeug - aber außer Gebrauch. Allein gesetzt, sie ständen, wie viele Erbstücke im Hausrat, noch heute im Gebrauch, wären sie dann noch nicht geschichtlich? <...> Was ist `vergangen´? Nichts anderes als die *Welt*, innerhalb deren sie, zu einem Zusammenhang gehörig, als Zuhandenes begegneten und von einem besorgenden, in-der-Weltseienden Dasein gebraucht wurden. Die *Welt* ist nicht mehr. Das vormals *Innerweltliche* jener Welt aber ist noch vorhanden. <...> *Welt ist* nur in der Weise des *existierenden* Daseins, das als In-der-Welt-sein *faktisch ist*" = Martin Heidegger, *Sein und Zeit* [*1927], Tübingen 16. Aufl. 1986, 380; Argumentation übertragbar auf den Computer, dessen "Welt" allerdings eine Software-Umgebung ist, also eine "Umwelt" zweiter Ordnung? Um frühe Computerspielplattformen für die Zukunft zu erhalten, müssen sie - samt Betriebssystem - (und samt Hardware?) - *emuliert* werden

- Ansatz digitaler Signalverarbeitung (DSP) erlaubt "die alten analogen Synthesizer mit all ihren klanglichen Unzulänglichkeiten als virtuell-analoge Synthesizer digital wieder auferstehen zu lassen. Nach den digitalen Synthesizerklängen kommt es inzwischen zu einer Renaissance analoger Synthesizer bzw. deren Klänge" = Eintrag "Synthesizer", <http://de.wikipedia.org/wiki/Synthesizer>; Zugriff 20. Juli 2007; Verhältnis des Analogen zum Digitalen das einer Insistenz; mit dem Abtasttheorem von Shannon / Nyquist kommt ontologische Dichtotomie zum Erliegen

Der Synthesizer (digital)

- FM-Synthesizer (engl. Algorithm Synthesizer); FM-Modulation der (ihrerseits über FM-"Operatoren" computerbasiert erzeugten) Trägerfrequenz; korreliert mit zeit-diskreter Natur des Digitalcomputers; Sinusgeneratoren (Oszillatoren). "Nach bestimmten Verknüpfungsregeln" - daher Algorithmen - "können die Operatoren entweder als Tongeneratoren eingesetzt werden und z. B. zur additiven Klangsynthese parallel geschaltet werden", anders als die subtraktive Klanggestaltung durch Filter im Anbalogsynthesizer, "oder sie modulieren einander nach demn Prinzip der Frequenzmodulation <...>. Ein Operator kann demnach als ® Generator einer Audioschwingung mit einer bestimmten Trägerfrequenz (engl. Carrier Frequency) oder als ® Modulator mit einer bestimmten Modulationsfrequenz (engl. Modulation Frequency) eingesetzt werden" = Enders 3. Aufl. 1997: 104, Eintrag "FM-Synthesizer"; im Prinzip Radio

- hat Pure Data als graphische Programmiersprache (symbolische Verschaltung) modularen Synthesizer zum Vorbild: Verkabeln, Patchen; handelt es sich hier um operative Diagrammatik; Synthesizer-"Patch" gleich Pure Data visuelle Programmierung; mit Heidegger: wird an Dingen schon das "um-zu" (also die Dinge als Zeug) sichtbar; Technik nicht anthropozentrisch denken

Der Vorläufer: das Trautonium

- gelungenes Beispiel für mediendramaturgische Ekphrasis des Übergangs vom Ton zum Rauschen: "A maximum length linear feedback shift register (LFSR) from 2 to 14 bits with 2 taps is simulated on the HP 100LX, generating cycles of 3, 7, 15, 31, 63, 127, 217, 511, 1023, 2047, 3255, 8001 and 11011 values of pseudo random noise, spreading the spectrum until only white noise is left" = Benjamin Heidersberger , <https://www.facebook.com/search/top/?q=lfsr%20heidersberger>; auf vimeo: <https://vimeo.com/152490186>

- Friedrich Trautwein, Trautonium 1930: Klangerzeugung anhand von sägezahnförmigen Kippschwingungen, durch Schwingkreis mit Glimmlampe bzw. Gasentladungsröhre, baut Telefunken in 50 Stück (aber zumeist "unspielbar", Bandmanual); medienepistemisch aufregend am Trautonium, für das Komponisten wie Paul Hindemith, aber auch Richard Strauss komponierten: "This keyboard instrument <...> was one of the first instruments to use a neon-tube oscillator and its unique sound could be selectively filtered during performance. Its resonance filters could emphasize specific overtone regions. The instrument was developed in conjunction with the Hochschule für Music in Berlin were a research program for compositional manipulation of phonograph recordings had been founded two year earlier in 1928. <...> The German experiments in phonograph manipulation constitute one of the first attempts at organizing sound electronically / that was not based upon an instrumental

model" = Dunn 1992: 26 f.; nennt Oskar Sala das Trautonium für das NWDR Studio Köln 1953 (immer noch) "Monochord"

- Wenn es um Klang geht, fügt sich die Elektroakustik der altgriechischen Ästhetik harmonischer Proportionen (wie sie Fourier analytisch fortschreibt und Helmholtz gar als physiologisches Gestell des Ohren definiert, doch als Rehabilitation des Geräuschs und Entdeckung der thermodynamisch-stochastischen Klangwolken generiert sie eine Akustik nach eigenem (technischen) Recht

- Dokumentarfilm Erhard Ertel 1997; erklärt Oskar Sala "die subharmonische Reihe": Frequenzteiler für numerische Einstellung. Subharmonische Frequenzen ereignen sich unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle; es sind Meßmedien, die ihnen medienarchäologisches Gehör verleihen

- Musikinstrumentenmuseum Berlin: Rekonstruktion des Mixturtrautoniums von Oskar Sala; Konrad Zuses Rekonstruktion seiner Z1 im Deutschen Technikmuseum Berlin

Projekt "TERPSITON"

- Rolf Inge Godoy / Leman 2010 (eds.), Musical Gestures; Beitrag über radiowellensendenden Taktstock (für Meßzwecke); Terpsiton umdeuten als sonisch-mehrdimensionales Dispositiv zur Bewegungsanalyse; performativer Vollzug durch menschliche Bewegung darin; operative Kopplung an Datenbank: Terpsiton ordnet nun die Klänge der altgriechischen Instrumentalstimmung zu; interessant die Glitches, die von der Apparatur selbstständig erzeugt werden, wenn kein Menschenkörper im Antennenkreis steht, sondern Signalanarchie herrscht

Diagrammatisches Hören: Der tatsächlich erklingende Ton als eine Lesart der Schaltung

- Technische Schaltpläne eines elektroakustischen Synthesizers lassen sich entziffern und archivieren; ihr Vollzug als Klang aber ist anderer Natur und kann nur vom Gerät durch Wiederinfunktionssetzung des Signals geleistet werden. Läßt sich periodische Bewegung archivieren? das Klangereignis dieser Apparatur registrieren und mitspeichern

- "Das „Glück jenseits des Eises“ ist das, was der Kultur- und Medienwissenschaftler Friedrich Kittler denjenigen verspricht, denen es gelänge „im Synthesizersound der Compact Discs den Schaltplan selber zu hören oder im Lasergewitter der Diskotheken den Schaltplan selber zu sehen“ = Grammophon, Film, Typewriter: 5. "Man beachte, dass Friedrich Kittler zufolge die Schaltpläne nicht gelesen werden (wie es idiomatisch heißen müsste), sondern gehört oder gesehen werden" (Brändle)

- ist mit dem Blick auf die Schaltpläne des Synthesizers dessen "Musik" hörbar wie Adorno von Noten liest? Elektrotechnik ist verdinglichtes Wissen(wollen) im *double-bind* von historisch-biographischer Kontingenzen / Idiosynkrasien und elektrophysikalischen Gesetzen andererseits

- Vermag derjenige, der im Instrumentenspiel und dessen symbolischer Notation geübt ist, umgekehrt aus der Notenlektüre den wirklichen Klang zu hören? wenn denn Musik an der Komposition und nicht am akustischen Ereignis hängt. Damit korreliert im Digitalcomputer das Verhältnis von Quellcode (Algorithmus) und seiner tatsächlichen Implementierung

- Die Schaltung muß in diesem spezifisch sonischen Sinne (also nicht rein symbolisch) lesbar oder besser: verstehbar (hier: hörbar) gehalten werden. Hängen elektroakustische Apparaturen in spezifischer Weise am Klang? Die Foucaultsche *enunciation* des symbolischen Schaltplans oder der real gelöteten Schaltung ist eine, die erst im Vollzug sich entbirgt. Sie sind paradigmatisch für den impliziten Klang (das Sonische).

- ereignet sich Adorno zufolge Musik schon in der Lektüre einer Partitur. Anders als alphabetische Texte aber kommt der Klang aus dem "historischen" Artefakt durch das Medium zur Wahrnehmung;

- vermag das Vokalalphabet zwar die Musikalität der Poesie Homers aufzuschreiben, nicht aber seine konkrete Stimme im subsymbolischen Signalraum. Genau dies erstaunt Edison, als er nicht irgendeine, sondern *seine* Stimme hört - was zur "Schizophonie" führt (ein Begriff von Murray Schaeffer).

- Belohnung allen Wissens um die Schaltung elektronischer Synthesizer ist erst der erklingende Ton. Im Genuß des Schönsten an der menschlichen Kultur nicht das technische Wunder zu vergessen, das dies ermöglicht, versöhnt technische Einsicht und Ästhetik.

- Altgriechische Musik läßt sich solange nicht rekonstruieren, wie wir sie - trotz aller Bekanntheit ihrer Theorie - "nicht wieder zum Erklingen bringen" = Georgiades 1985: 109. Musik bleibt nur Theorie, ist aber nicht Medium, wenn sie nicht in Materialitäten, Maschinen, Körpern implementiert werden kann.

- ging es Kittlers Verlötung elektro-akustischer Synthesizer-Module ging es nicht primär um die Erzeugung elektronischer Musik, sondern um die Einsicht, gar Erkenntnis ihrer technischen Bedingungen

- Handbuch zu *Lernpaket Elektronik 2006*, Handbuch Poing (Franzis) 2006; u. a. Anweisung zur Tonerzeugung; eine symbolische Maschine vermag zwar im Kopf nachvollzogen, geradezu in Operation versetzt zu werden, dort aber keine wirklichen Töne zu erzeugen.

- Akzentverschiebung hin zum Klang als Sonifikation von Zeit (Deleuze); stetig (periodische Welle) und diskret (rhythmischer Impuls)

- statt Musik (als Proportionslehre) & Mathematik (als symbolischer Notation):
Klang und Prozedur

- Im Unterschied zum Schaltplan elektroakustischer Apparate ist der Ton, der erklingt, tatsächlich der individuell von Kittler und seinen konkreten elektronischen Bausteinen lötend verschaltete Ton. Es gibt ein Alphabet aus Bauteilen, und ihre Lötung ist deren Schrift. Aber anders als Archivtexte, die von Menschen gelesen und damit wiedervollzogen werden, ist die "Lektüre" elektro-akustischer Schaltungen der erklingende Ton.

- Quellcode lesbar in seiner Alphanumerik, während gelötete Schaltungen keine Schrift darstellen, sondern Diagramme

- Keine Schaltung mag schon als gedruckte einen Ton hervorzubringen, ebensowenig wie eine mathematische Formel oder ein Algorithmus als Quellcode selbst schon eine Rechnung ausführt. Gemäß Babbage können wir nicht nur die Logik der Maschine durch ihre symbolische Notation nachvollziehen, sondern ausdrücklich auch ihren Zeitverlauf

- worauf gerade John von Neumanns algorithmische Notationsform des *flow chart* (Flußdiagramm) zielt.

- in binäre Zeichenketten digitalisierter Klang menschenseitig nicht mehr lesend nachvollziehbar aufgrund der Begrenztheit der Quanten seines Gegenwartsfensters, wie im menschlichen *computing* überhaupt (Turing 1936)

Es gibt ästhetische Phänomene oder gar Existenziale, welches uns allein das technische Medium schenkt: das gelingende Bild, den gelingenden Ton, den gelingenden Prozeß. Weshalb wir elektronische Medien für ihre Zietbeschleunigungsleistung lieben.

- bringt kein Loewe-Schaltplan eines Fernsehers je ein Fernsehbild hervor; Bedingung dafür a) unter Stromspannung setzen, b) Signalimpuls von externem Sender (es sei denn: Eigenfrequenz). Und die Einsicht in rekursive Prozesse als Mandelbrot-Mengen ereignete sich erst am Computerbildschirm; vgl. Kittlers Farn-Beispiel in M&M

- passives "Lesen" von elektro-akustischen Schaltkreisen wird aktiv im Moment ihres tatsächlichen Erklingens - eine Instanzierung von *diagrammatic reasoning* (Peirce). Menschaugen vermögen den Schaltplänen und den realen Verdrahtungen nicht abzulesen, was aus ihnen tatsächlich erklingt

SONIFIKATION (Material)

Definitionen der "Sonifikation"

- Sonifikation "jedwedes Übersetzen von Information für das Hören, mit Ausnahme der Sprache. Das menschliche Gehör verfügt über außerordentliche

kognitive Leistungen, Muster in Klängen zu erkennen"⁶⁹; zählt in Shannons Kommunikationstheorie auch Sprache dazu, denn hier wird eine *Nachrichtenquelle* durch Transduktion in übertragungsfähige Signale gewandelt
- der akustische Kanal

- "the use of nonspeech audio to convey information; more specifically sonification is the transformation of data relations into perceived relations in an acoustic signal for the purposes of facilitating communication or interpretation."⁷⁰

- Sonifikation als "Methode", d. h. buchstäblicher Umweg / Transformation); Aufsatztitel von Florian Dambois, "Sonifikation. Ein Plädoyer, dem naturwissenschaftlichen Verfahren eine kulturhistorische Einschätzung zukommen zu lassen", in: *Acoustic turn*, hg. v. Petra Meyer, München (Fink) 2008, 91-100; läßt auch das medienarchäologische Gehör technischen Verfahren eine erkenntniswissenschaftliche Deutung zukommen

- unterscheiden Sonifikation als wissenschaftlich-künstlerisches Verfahren zur Audifizierung von Datenströmen, im Unterschied zur "epistemologischen" Sonifikation (also: Sonik), sprich: der Begriff von Klang als Zahl (die pythagoräische Tradition⁷¹). Stellt das Experiment am Monochord eine physikalisch-instrumentale eine Sonifikation der (Hypothese von) Welt-als-Zahl dar, also eine sonische *aletheia* impliziten Weltwissens?

- Sonifikation, etwa der an Verstärker gekoppelte Lautsprecher als *Sonifikant*, erzeugt *Sonifikate* aus an sich unhörbaren Ereignissen - etwa kleinste elektrische Ströme in menschlichen Nerven

- Medienarchäologie des Sonischen unterscheidet sich von Kulturgeschichten des Klangs: "Zum einen meint Sonifikation die Transformation von Unhörbarem in hörbare Phänomene durch den Einsatz akustischer Medientechnologie. <...> Zum anderen dient sie als Mittel zur Erkenntnisgewinnung durch konkrete Praktiken des Hin-, Aus- und Abhörens, bei denen das geschulte Ohr eine zentrale Rolle einnimmt" = Ankündigung zur Tagung *Kulturgeschichte der Sonifikation*, Hochschule der Künste in Bern, 2.-4. Dezember 2010

Sonifikation des Unhörbaren: Gewalt der akustischen Hermeneutik

- Sonifikation als das akustische Pendant zur wissenschaftlichen Visualisierung

69 Einleitende Definition in: Katharina Vogt, SONIFICATION OF SIMULATIONS IN COMPUTATIONAL PHYSICS. Dissertation für den akademischen Grad: Doktorin der Naturwissenschaften, Universität Graz, Juni 2010; *online xxx*

70Gregory Kramer et al., Sonification Report. Status of the field and Research Agenda, *online* <http://sonify.psych.gatech.edu/publications/pdfs/1999-ns-f-report.pdf> (Januar 2013)

71Dazu Paolo Gozza (Hg.), *Number to Sound. The Musical Way to the Scientific Revolution*, Dordrecht / Boston / London (Kluwer) 2000

ein Verfahren zur Datendarstellung in Form von Klängen; Verklanglichung

- C. Frauenberger (2004), Sonifikation: Stärken, Schwächen und Anwendungen; <http://iem.at/projekte/publications/paper/schwaechen/son.pdf>

- *naturwissenschaftliche* Methode zur Informationsübertragung mittels nicht-sprachlichen Klangs; Transformation von Datenstrukturen in durch das Gehör wahrnehmbare Strukturen

- Hörsinn privilegiert für Wahrnehmung von zeitbasierten Abläufen und Strukturen, damit zum Sehsinn nicht komplementär, sondern asymmetrisch

- verstand Pythagoras akustisch kodiertes Signalereignis am Monochord als Sonifikation einer mathematischen Grundfassung von Welt

- Johannes Kepler: "Ich möchte hierüber auch das Ohr befragen, jedoch so, dass der Verstand aussprechen soll, was natürlicherweise das Ohr zu sagen haben würde"⁷²; wird der Klang der pythagoräischen Zahlen-*ratio* unterworfen.

- hat Galileo Galilei in einem Experiment Klang als Meßmedium funktionalisiert; untersucht das Gesetz des freien Falles mit Hilfe von Glöckchen als akustische Anzeige, die auf einer schiefen Ebene von einer rollenden Kugel angeschlagen werden; Akzeleration der Kugel, damit Glöckchen immer schneller in Kontakt mit der Kugel; sonisches Diagramm, daß Geschwindigkeit sich im freien Fall erhöht; F. Grond, / Schubert-Minski, T., Der Klang im frühen wissenschaftlichen Experiment: Galileo Galilei; *online* <http://beta.see-this-sound.at/kompendium/text/70/2#textbegin>

- Sonifikation von Hirnaktivitäten in neurologischer Forschung; resultiert aus der elektrotechnischen Episteme des Telefons und des Phonographen gebildet - jedoch erst mit der elektronischen Vakuumröhre / Triode als Signalverstärker zum Durchbruch gelangt (Adrian)

- Neurologe Hans Berger Anfang des 20. Jahrhunderts mit Hilfe der Akustik auf der Suche nach Verhältnis zwischen Körper und Psyche; zeichnet elektrische Aktivität der Großhirnrinde auf; führt zum Elektroenzephalogramm (EEG), später von Edgar Douglas Adrian weiterentwickelt

- meint Auditory Display akustische Anzeigen in der Mensch-Maschine Kommunikation; verklanglichen nicht die mit Sensoren gewandelten rohen Signale, sondern die zu Daten gewandelten Informationen

- frühe Form des Auditory Display 1958 statt, am "Mailüfterl", volltransistorisierter Rechenautomat, indem man seinem Algorithmus lauschte: stürzte der Rechner ab, kommunizierte er ein durchgängiges Signal; ansonsten möglich, den Stand der Berechnung anhand der Tonfolgen festzustellen = Grond, F.; Schubert-Minski, T., Zeitgenössische Forschung und Anwendung in

⁷² Johannes Kepler, *Weltharmonik*, München 2006, 134f <???

der wissenschaftlichen Sonifikation, *online*

- Florian Dombois (2006), Zu Hören wissen, *online*:
seismology.org/Zu_Hoeren_wissen.pdf

- überführt Audifikation Meßwerte unmittelbar in Schalldruckwerte; hier kommt medientechnisch der *transducer* (*transduction*) ins Spiel; direkte Übersetzung von Zahl zu Signal. Resultierende Tonfolgen werden über einen Lautsprecher ausgegeben; etwa: Geigerzähler, EEG / EKG

- Parameter-Mapping auf Basis eines Algorithmus; werden Meßwerte nicht direkt übertragen, sondern bewußt so umgestaltet, daß damit Strukturen des Datensatzes wahrnehmbar werden; jeder Dateneigenschaft wird ein Klangparameter wie Lautstärke oder Tonhöhe zugeordnet; im zeitkritischen Sinne auch Anschwingzeit oder Geschwindigkeit

- Steven P. Frysinger, A Brief History of Auditory Data Representation to the 1980s [First Symposium on Auditory Graphs, Limerick, Juli 2005]; *online*

- *mapping* eine diagrammatische Operation, mithin: akustische Diagrammatik; Manovich, "sublime data art"

- akustische Prozeßüberwachung (*acoustic monitoring*)

- Andi Schoon / Axel Volmar (Hg.), Das geschulte Ohr. Eine Kulturgeschichte der Sonifikation, Bielefeld (Transcript) 2012

Unerhörte Sonifikation

- Sonifikation zumeist auf die menschliche Wahrnehmung bezogen, insofern es für Menschen Unhörbares ins Hörbare transponiert (im Unterschied zur Audifikation, wo es ohne Transponierung hinreicht, Meßsignale unmittelbar in Schallschwingungen umzusetzen); gilt im Umkehrschluß, daß wir von viel mehr "Klängen" umgeben sind, als der sinnlichen Erkenntnis ohne Vermittlung von Medientechniken der Transponierung (für die es der Zwischenspeicherung bedarf, siehe Harmonizer) zugänglich

- erlaubt Sonifikation, die in Signal- und Datenreihen enthaltenen zeitlichen Muster, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten (mithin "Rhythmen") zu identifizieren; unterhält der Sonifikant ein *diagrammatisches* Verhältnis (Beziehung) zum Sonifikat

- "Die Idee, dass durch Musik die Zeit hörbar wird, beinhaltet gewissermaßen selbst ein Gedankenexperiment zur Sonifikation"⁷³; musikalisches Material für

73 Lucas Laux, Sonifikation als Alternative zur wissenschaftlichen Visualisierung? Eine medienwissenschaftliche Einschätzung, Hausarbeit im (Modulabschlußprüfung) im Rahmen des Seminars: Schwingungen, Resonanzen. Musikalische Medienerkenntnis (WS 2011/2012), Humboldt-

Deleuze *a priori* schon eine Form der Sonifikation: "Das Material ist dazu da, eine Kraft hörbar zu machen, die durch sich selbst nicht hörbar wäre, nämlich die Zeit, die Dauer und sogar die Intensität"⁷⁴ - in Bildern (Lessings *Laokoon*-Theorem von 1766) nicht möglich

- Geiger counters have been turning information into noise for more than 100 years; nun Musik aus / mit Large Hadron Collider; any collection of data can be converted into sound: "Both data visualization and sonification make it easier to spot patterns, understand trends [...] Remix time. The Synthgear blog is hosting a contest to see who can make the best music out of sonified LHC data" = <http://www.boingboing.net/2011/02/14/making-music-with-th.html>

- "In discussing electronically based communication processes, it is very helpful to use auditory terms <...> like *feedback* ... *reverberation* ... *tuning* <...>" = Schwartz 1974: 23; ist Bevorzugung (oder Notwendigkeit) einer un-eigentlich akustischen Begrifflichkeit zur Beschreibung elektronischer Prozesse dem Wesen der elektromagnetischen Wellen einerseits geschuldet und zugleich vor dem konkreten Hintergrund lesbar, daß viele Elektrotechniker anhand elektronischer Klangmedien ausgebildet wurden - wie auch spätere Videokünstler (etwa Nam June Paik) zunächst an Musik trainiert wurden; technischer Grund liegt medienarchäologisch darin, daß Audiosignale technisch zunächst leichter beherrschbar (eindimensionale Signale), bevor sie zu komplexen Bildern werden (der Übergang vom Magnetophon zum Videoband)

- haptisches Interface: berührbare Hologramme durch Ultraschall / Wellenfeld (Universität Tokyo); <http://www.alab.t.u-tokyo.ac.jp/~siggraph/09/TouchableHolography/EuroHaptics08.pdf>

- Deleuze, *Leibniz und die Falte*, über Leibniz' Begriff der "Modulation", des "Konzerts"

- Musik "kann 'Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind'"⁷⁵; anstelle des emphatischen Begriffs von Musik als Kunstform hier vielmehr das Sonische einsetzen

- Spezialfalls des Echolots; umfassender Begriff von "Sound navigation and ranging" (SONAR), dessen Apparatur im Englischen der "echo sounder"; zielt nicht in erster Linie den Schall; *to sound* vielmehr in Bedeutung von "Sondieren"; steht maritimen Begriffen wie "Sund" nahe

Universität zu Berlin, Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, 8 (Anm. 10)

74 Gilles Deleuze, Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind, in: ders., *Schizophrenie und Gesellschaft. Texte und Gespräche von 1975 bis 1995*, hg. v. David Lapoujade, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 148-152 (151)

75 Julia Kursell / Armin Schäfer, Kräftespiel. Zur Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* Bd. 2, Heft 1/2010, 24-40 (30), unter Bezug auf: Gilles Deleuze, Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind, in: ders., *Schizophrenie und Gesellschaft. Text und Gespräche von 1975 bis 1995*, hg. v. David Lapoujade, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 148-152

- Modem mit Akustikwandler; erlaubt, digitale Information als Signale über Telephonleitung zu schicken, und zwar in Form von Klang, der letztendlich nicht dafür gedacht ist, von Menschenohren vernommen zu werden, sondern vom einem adressierten Computer erkannt wird, der Frequenzen in digitale Signale zurückverwandelt und darauf un/musikalisch anspricht

- Fernabhöroption für Anrufbeantworter (analog): Nach Anwahl der eigenen Nummer warten, bis AB eine Nachricht aufzunehmen bereit ist; dann Code-Zahl über ein elektronisches Artefakt an Sprechmuschel eingeben, welches diese Zahlenfolge in Tonfolgen umwandelt und so telephonisch verschickbar macht. Darauf springt der AB dann als Befehl (nicht als Sprachaufnahme) an, spult sich zurück und gibt aufgespeicherte Nachrichten preis

- Shintaro Miyzakai, "Das Sonische und das Meer"; Genealogie des medienarchäologischen Gehörs unter Wasser und der Weisen, wie es auf anderen Oberflächen (Monitoren) erscheint; klare Unterscheidung zwischen sonischen, ultra- und transsonischen Prozessen

- Schallplatten-Knistern; Stichwort Staubfreiheit: Shannonsche Informationstheorie (Signal-Rausch-Abstand in der technischen Kommunikation)

- Sonifizierung einer atomaren Oberfläche (Kohlenstoffatome) vor, auf die Jens Söntgens "Atome Sehen, Atome Hören" (im Nanotechnologie-Band) verweist; welche konkrete Materie denn abgetastet wurde: nanotechnische STM (oder AFM-) Messungen zumeist ein speziell präpariertes Silicium, das aus einem Einkristall-Wafer (kompakter Silicium-Kristall) ausgeschnitten wird und zudem noch vor der Messung hochoverhitzt wird, um die Oberfläche frei von etwaigen Belägen und Staub halten; alternativ ein Stück Graphit (Kommunikation Jens Soentgen, November 2009); Probe bestehend aus Kohlenstoffatomen), heruntergeladen von Website zur Wanderausstellung *Staub - Spiegel der Umwelt* = <http://www.staubausstellung.de/index.php?id=72>; Zugriff 22. Oktober 2009

- Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope) ermöglicht das Mikroskopieren atomarer Oberflächen gerade deshalb, weil es nicht mehr mit optischen Medien (Licht und Linse) operiert, sondern die betreffende Oberfläche aus atomaren Ketten mit einer auf einer Feder gelagerten Tastspitze (etwa aus Wolfram) zeilenweise überstreicht - verkehrtes TV, näher an der Praxis der phonographischen Spitze und der CD-Abtastung von Vertiefungen, oder auch ähnlich dem Überstreichen einer Saite durch den Geigenbogen. Aus dem Mittelwert von solcherart gewonnenen Daten in der x-, y- und z-Achse wird dann etwas errechnet, was gegenüber dem Menschen auf Interfaceebene als Bild dargestellt werden kann: "Das Bild baut sich nach und nach, zeilenweise auf dem Bildschirm auf. Doch wichtig für den Mikroskopierer ist zunächst nicht das Auge, sondern vor allem das Ohr. Denn dank einer zweifachen Verstärkung kann der Messende seiner Spitze, während sie über die Probe fährt, zuhören. Diese Geräusche sind wesentlich näher dran am Geschehen als das Bild. Man hört, wie die Nadel zeilenweise über die Probe rumpelt. Sie produziert in der Verstärkung ähnlich Geräusche, wie die Plattenspielnadel beim Scratchen"

= Jens Soentgen, Atome Sehen, Atome Hören, in: A. Nordmann / J. Schummer / A. Schwarz (Hg.), Nanotechnologien im Kontext, Berlin (Akadem. Verl.ges.) 2006, 97-113 (104)

- privilegierte Nähe von hochtechnischen Medien und Akustik, da beide erst im zeitlichen Vollzug in ihrem Element sind; Wesensverwandtschaft manifestiert sich auf zwei Ebenen: der konkret physiologischen (a) und der epistemologischen (b). Ad a: Der akustische Sinneskanal eignet sich für analytische Zwecke besser als der optische, weil er Einzelereignisse mit höherer Präzision auflösen vermag als der optische, also "zeitkritischer" ist. Ad b: Wider den medientechnischen Nominalismus: "Wir neigen dazu, zuerst Dinge wahrzunehmen und diese dann als Träger bestimmter Prozesse anzusetzen. Das Subjekt-Objekt-Schema der indogermanischen Sprachen legt <...> die Konzentration auf Dinge nahe" = Soentgen 2006: 111. An dieser Stelle aber rückt Soentgen einem Argument Heideggers nahe, indem er ausdrücklich ergänzt, "dass gerade die deutsche Sprache, die sich hier vielfach von der Altgriechischen hat inspirieren lassen" (oder gleichursprünglich zu ihr steht?), "mit ihren Infinitiven und Satznamen und Partizipien durchaus Möglichkeiten bietet, Sätze zu konstruieren, die auf Vorgänge als ganze fokussiert sind" = ebd.; prozeßorientierte Artikulation eher Diagramm denn Sprache

Mikrophonie

- mit Geophon durch elektromagnetische Induktion minimalste Erdbewegungen / -schwankungen hörbar machen; sub-auditiver infrasonischer Klang (i. U. zum impliziten Klang), mithin *sonicity*

- non-cochlear sound: a) Hörgeräte, als Erweiterungen des Gehörs; b) originärer Stimulus der Hörnerven ohne akustische Verstärkung, unter Umgehung des akustischen Übertragungskanal

Computersonifikation analog / digital

- Datensonifikation als "Verstehen" dessen, was im Computer vorgeht? Mit Hegel: "Der *Ton* ist die flüchtige Erscheinung einer Innerlichkeit, die in dieser Äußerung nicht ein Äußerliches bleibt, sondern sich als ein [...] Innerliches kundgibt."⁷⁶

- Cellular Sounds Project (Nüchel / Borbach) an experimentation of chances and limits of micro-tonal sonifications of Conway's classic Game of Life (cellular automata); <https://www.youtube.com/channel/UCAYWbTbWZ5VimoDLYA1CsDg>

76 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Werke in 20 Bd., auf d. Grundlage d. Werke von 1832-1845 neu ed. Ausg., Bd. 4: Nürnberger und Heidelberger Schriften 1808-1817, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1986, Philosophische Enzyklopädie für die Oberklasse (1808 ff.), § 159, S. 52

- tastet Valentina Vuksic mit entsprechendem Pick-up die bei Schaltvorgängen im Laptop induzierten magnetischen Felder ab und verstärkt dies, um damit - je nach Algorithmus - verschiedene Kompositionen zu erstellen;
www.trippingthroughruntime.net; <http://www.auditionrecords.com/ar006.php>

- "Als wir den KIEW67 besichtigten. spielte er uns das Lied vor "Es brüllt breite Dnepr", Wir überlegten. welchen Sinn es haben kann. Rechnern ""Singen" zu lehren. Von unseren Gastgebern erfuhren wir dann. daß die Aufbau- und Wartungsingenieure ein noch feineres Gehör als Autofahrer und Piloten haben. Falsche Töne helfen ihnen erkennen. ob die Anlage ein Fehler hat" = Gerhard Herrmann et al., Elektronik im Klassenkampf, Berlin (Verlag Junge Welt) 1969, 14

- (Moog-)Synthesizer als verklanglichtes Analogrechnen; dem Analogrechner durch Sonifikation klingende Mathematik entlocken, etwa Lorenz-Attraktoren, die sich als Schwebungen sonisch kundtun

- erzeugt Komponist Kulke Musik aus Analogcomputer

- www.vintagecomputermusic.com; Programme, die einen PDP-8-Minicomputer dazu bringen, in einem daneben befindlichen Radio melodische Störgeräusche zu erzeugen: <http://www.youtube.com/watch?v=akvSE5Z474c>

Künstlerische Sonifikation

- nicht-künstlerisch: S. D. Speeth, "Seismometer Sounds," Journal of the Acoustical Society of America, vol. 33, 909-916, 1961

- klingende Datenströme: Tweetscapes (www.tweetscapes.de) wandelt deutschsprachige Twiternachrichten in Echtzeit in Klänge (und Bilder), um Themen und Frequenz von *online*-Kommunikation sinnlich darzustellen. Parameter: Schlagworte, Orte; basiert Sonifikation auf den Hashtags der Tweets
- und unterliegt damit erneut dem Logozentrismus der Metadaten ("Verschlagwortung"), die aus der Bilderordnung vertraut ist

- Sonifikation des Twitter-Grundrauschens; vertraute Klänge aus der klassischen Kommunikationswelt: Schreibmaschinentasten, Morsezeichen, das Klicken von elektromagnetischen Relais

Unerwartete Sonifikation von Fernsehbildern: der "Klang der Einzeilen-Abtastung"

- "hört" John Logie Baird die Gestalt der übertragenen 30zeiligen Fernsehbilder im Akt der Wandlung in AM-Mittelwellen; Donald McLeans "Restauration" von Bairds TV-Bildern von Phonovision-Schellackplatten

- Argumentation Bill Viola, The Sound of One-Line Scanning

- unbeabsichtigter Empfang von Videosignalen aus dem Schwarzweiß-Fernseher des Nachbarn durch ein Abhörgerät - im einfachsten Fall ein Radio im AM-Empfangsmodus: Wim van Eck, Electromagnetic Radiation from Video Display Units. An Eavesdropping Risk?, Elsevier Science Publishing B.V. North-Holland 1985; *online* <http://cryptome.org/emr.odt>; das so eingefangene Bild durch einen separaten externen Synchronisator stabilisieren

Akustische Überwachung: "Panaudismus"

- setzte US-amerikanische Marine zur akustischen Echtzeit-Überwachung ein Netz von Hydrophonen im Nordpazifik ein; 1991 für wissenschaftliche Forschungszwecke freigegeben: mehrere Hundert Kilometer lange Unterseekabel, an die Schalldruckmesser angeschlossen sind; *Sosus*-Netz (Sound Surveillance System) diente zunächst, um sowjetische U-Boote zu orten; Schall, erzeugt von Beben (seismische Wellen aus Meeresvulkanen) wird so aufgezeichnet⁷⁷

Sonifikation im Zeitbereich

- Zeitachsenmanipulation, seit dem Zeitraffer und der *slow motion* in der Kinematographie vertraut, erlaubt im sonischen Feld, Infra- und Ultraschall überhaupt erst menschenhörbar zu machen. "Vibrations above the highest rate audible to the ear can be recorded on the phonograph and then reproduced nby lowering the pitch, until we actually hear the record of those inaudible pulsations."⁷⁸

- *Van-Eck-Phreaking* : Daten "abhören" von Bildschirmen; tatsächlich elektromagnetische Wellen; abgefangenen Daten visualisiert: keine Audifikation, allenfalls Art Parameter-Mapping; Visualisierung Art "implizite" Sonifikation: ereignet sich das, was von den Bildschirmen abgelauscht wird, als implizierter Takt / Rhythmus; semantisch nach wie vor von "Abhören" die Rede

Hirnrhythmen (Alvin Lucier)

- wechselseitige Bedingtheit der "Zeitwe(i)sen" menschlicher Gegenwartswahrnehmung einerseits und Medientechnik andererseits

- Effekte, die sich aus der sono-technischen Erkundung des realen Raums für

77 Horst Rademacher, Meeresvulkane schneller zu finden, in: FAZ Nr. 66 v. 19. März 1997, N3

78 Thomas Alva Edison, The Perfected Phonograph, zitiert hier nach: John Durham Peters, Helmholtz, Edison, and Sound History, in: Lauren Rabinovitz / Abraham Geil (eds.), Memory Bytes. History, Technology, and Digital Culture, Durham / London (Duke University Press) 2004, 177-198 (188)

die Wahrnehmung desselben im Menschen ergeben; Alvin Lucier, Magnetbandverzögerung: Installation / Performance *I'm sitting in a Room*, 1970

- Bandhallgerät *Copy Cat*; dessen Schwester *Echolette*, Archäologie der Laufzeit

- Schnittstelle Echo / Computer: akustischen Verzögerungsleitung (*acoustic delay line*) als Zwischenspeicher im frühen elektronischen Digitalcomputer

- "The alpha rhythm of the brain has a range from eight to twelve hertz, and, if amplified enormously and channeled through an appropriate transducer, can be made audible", begins the score to Alvin Lucier's *Music for Solo Performer*, premiered nearly a half century ago at Brandeis University's Rose Art Museum, just outside of Boston, in collaboration with John Cage; score continues: "Place an EEG scalp electrode on each hemisphere of the occipital, frontal, or other appropriate region of the performer's head. Attach a reference electrode to an ear, finger, or other region suitable for cutting down electrical noise. Route the signal through an appropriate amplifier and mixer to any number of amplifiers and loudspeakers directly coupled to percussion instruments"

Ultraschall-Nutzerortung

- Technologie, die für Menschen unhörbare Töne benutzt, um das Onlineverhalten von Anwendern über Smartphones, Tablets, Computer und Fernseher hinweg zu verfolgen; Fernseh- und Online-Werbung mit Sound-Beacons versehen; kurze Klangschnipseln hochfrequenter Töne, zwar nicht hörbar, die aber von Mikrofonen elektronischer Geräte aufgezeichnet werden können. "Sobald in einem TV-Spot oder einer Online-Werbung ein Sound-Beacon aktiv wird, wird das von in der Nähe liegenden Smartphones oder Tablets registriert. Eine auf dem Mobilgerät installierte Software erkennt das Geräusch und platziert auch auf dem Handy oder Tablet einen Cookie, also einen Schnipsel Text, der das jeweilige Gerät im Netz erkennbar macht. Auf diese Weise können Werbetreibende mehrere Geräte einem Nutzer zuordnen und daraus Schlüsse darüber ziehen, wie, wann und wozu er diese Geräte benutzt: eine geräteübergreifende Form des Nutzer-Trackings zur detaillierten Analyse jedes Nutzers. Einmal installiert, lauschen die entsprechenden Apps offenbar kontinuierlich und werden erst aktiv, wenn sie den von einer Werbung ausgesendeten Ton registrieren" = Spiegel Online, 16. November 2015 <mak>; <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/sound-beacon-werbung-datenschuetzer-warnen-vor-silverpush-technik-a-1063003.html>; kein Abhören: artikulierte Umgebungsgeräusche (*alias* Sprache) selbst nicht aufgezeichnet, lediglich Sound-Beacons. Trojanische Software: "In Kombination mit einem Cookie, der gleichzeitig im Browser des Nutzers abgelegt wird, ist es dann möglich, das Gerät dem jeweiligen Anwender zuzuordnen. So könne man über mehrere Geräte hinweg sogar Bewegungsprofile erstellen" = ebd.

Audiosignale aus der (tiefen) Vergangenheit

- Nachträgliche Sonifikation / Phonographie avant la lettre; Evgeny Sholpo: "What if we take the ancient Egyptian and Greek ornaments as sound?"; Smirnov 2013

- erreicht Licht die Erde als Nachricht aus Galaxien, die schon Lichtjahre lang verloschen sind; Pulse vergangener Sterne lassen sich audifizieren. Falls unter Audifikation die indexikalische Verklanglichung von Zeitverläufen gemeint ist⁷⁹, betrifft dies die Welt der physikalischen Signale - im Mikro- wie Makrozeitbereich (tiefer Raum / tiefe Zeit)

OPTOPHONIE (Material)

- Immanuel Kant in § 14 seiner *Kritik der Urteilskraft*: "Nimmt man mit Eulern an, daß die Farben gleichzeitig auf einander folgende *Schläge (pulsus)* des Äthers, so wie Töne der im Schalle erschütterten Luft sind, <...> so würde Farbe und Ton nicht bloße Empfindungen, sondern schon *formale Bestimmung der Einheit eines Mannigfaltigen derselben* sein."⁸⁰ Soweit noch Optophonie; in der "Frequenztheorie"⁸¹, also Zeitfigur von Schwingung, Rhythmus und Resonanz; erhebt sich der Klang vollends über seine enge Bindung an die Akustik hinaus und wird zum epistemischen Zeitding

Tonbilder

. "sonische" Bildpräsenz; medizinische *imaging*-Technologien die akustikbasierten Mechanismen (Ultraschall); was für Patienten und Ärzte wie ein Bild oder ein Diagramm aussieht, ist tatsächlich die Funktion von sonischen Signalen; Klangzeitlichkeit aus medizinischer Sicht

- Fernsehgehören: "Es wird wohl schon dieser oder jener <...> bei Einstellung eines Rundfunkempfängers auf die Sender Berlin, Königswusterhausen oder London an manchen Tages- oder Abendstunden ganz eigenartige Töne im Lautsprecher vernommen haben. Diese Töne besagen, daß gerade von den betreffenden Sendern Fernsehversuche veranstaltet werden: denn sie entsprechen den Bildpunkten der zu übertragenden Bilder."⁸² Umgekehrte

79 Siehe Thomas Hermann, Sonifikation hochdimensionaler Daten. Funktionale Klänge zum Erkenntnisgewinn, in: Georg Spehr (Hg.), Funktionale Klänge. Hörbare Daten, klingende Geräte und gestaltete Hörerfahrungen, Berlin 2009, 67-85

80 Immanuel Kant, zitiert nach: Eliane Escoubas, Zur Archäologie des Bildes. Ästhetisches Urteil und Einbildungskraft bei Kant, in: Volker Bohn (Hg.), Bildlichkeit. Internationale Beiträge zur Poetik, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 502- (529f)

81 Jens Schröter, Die Form der Farbe. Zu einem Parergon in Kants "Kritik der Urteilskraft", in: Ursula Franke (Hg.), Kants Schlüssel zur Kritik des Geschmacks, Sonderheft des Jg. 2000 der Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft (ZÄK), Hamburg (Meiner) 2000, 135-154 (135)

82K. Nentwig, Fernseh-Gerät. Eine leichtfassliche Bauanleitung für Laien, Spiel und Arbeit Bd. 133, o. J., "Vorwort"

Optophonie > John Logie Baird "hört" Mittelwellen-Übertragung seiner 30zeiligen Fernsehbilder.

- Lichton; ANS Synthesizer (Evgeny Murzin, 1938, als *hommage* an Alexander Nikolayevich Scriabin) nicht gespielt "with a keyboard. Instead you etch images onto glass sheets covered in black putty and feed them into a machine that shines light through the etchings, triggering a wide range of tones. Etchings made low on the sheets make low tones. High etchings make high tones. The sound is generated in real-time and the tempo depends on how fast you insert the sheets"

- Klang der Einzelzeilen-Abtastung: Rudolf Arnheim zufolge das elektronische TV-Bild nicht gleich "akustischer" Natur. Arnheim: "In der Welt des Rundfunks (Radio) kann ausschließlicly Bewegtes vorkommen, da beim Schall die Bewegung des wahrgenommenen Gegenstands selbst übertragen wird", während beim Sehen die Bewegung im Medium selbst liegt: *flying spot scanner*; vgl. Bill Viola

- "sonische" Meßmedien: Julius Bernstein, Phototelephonische Untersuchung des zeitlichen Verlaufs elektrischer Ströme, in: Sitzungsberichte der königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1 (1890), 153-157: nicht-stimmlicher Ansatz des Telephons, nicht als Kommunikations- sondern Meßmedium, um per Lichtstrahlableitung der durch Stromstöße induzierten Telephonmembranbewegung ("Telephonplatte", S. 153) oszilloskopische Aufnahmen des zeitlichen Stromverlaufs zu ermöglichen, "im virtuellen Bilde" im Verfahren Fröhlich (153); demgegenüber gelingt Bernstein ein Verfahren, dies als "reelles Bild" (153) photographisch zu fixieren.

- Probe Microscopy / Rastersondenmikroskopie: eine extrem feine Spitze mit nur einem untersten Atom in dichtestem Abstand über untersuchte Oberfläche geführt; "zwischen Spitze und Oberfläche fließt ein Strom, der das Vakuum zwischen diesen beiden Komponenten durchtunnelt. Rastert die Spitze die Oberfläche horizontal ab, ändert sich mitunter der Strom durch topographische oder strukturelle Gegebenheiten an der Oberfläche. Ein Rückkopplungsmechanismus steuert die Höhe der Spitze dann derart, dass der Strom beim ursprünglich eingestellten Wert konstant gehalten wird, da der Strom beim Annähern der Spitze an die Probe ansteigt, beim Entfernen abfällt. Die daraus resultierende Stromänderung der Spitze beim Abrastern der Oberfläche bildet das gemessene Signal, so dass Orte gleichen Tunnelstroms aufgezeichnet werden" = Jochen Hennig, Lokale Bilder in globalen Kontroversen, in: Inge Hinterwaldner / Markus Buschhaus (Hg.), *The Picture's Image. Wissenschaftliche Visualisierung als Komposit*, München (Fink) 2006, 244; resultiert ein Signal, das graphisch aufgezeichnet wird und als Diagramm dreidimensionalisiert werden kann; S. 245 Abb. 1 "Kopie des Originalausdrucks zu einer frühen rastertunnelmikroskopischen Untersuchung von Silizium", wird zum Volumen"bild"; S. 247: Abb. 2: Photographie eines Papiermodells, gebastelt aus Kopien des Ausdrucks in Abb. 1 - respektive sonifiziert werden kann: S. 254