

["ÜBER ELEKTROAKUSTISCHE MUSIK"]

ELEKTROAKUSTIK OHNE MUSIK? DAS MEDIENARCHÄOLOGISCHE GEHÖR

Elektroakustik ungleich Musik

Die Nähe zur Phonetik

Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument

Auf dem Weg zu einer genuin mediengenerierten Akustik

Induzierte Ästhetik

(Sinus-)Ton und Zahl: Der Synthesizer (als Analogcomputer)

Doch k/ein Bruch mit dem Griechenton? Die Emanzipation des Geräuschs und das Subharchord

Ästhetik des elektromagnetischen Feldes

Geburt des elektronischen Klangs aus den Meßmedien

Zur Differenz "elektrisch" / "elektronisch"

Interfacing Elektronenmusik

Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler) und die Zeitlichkeit der Schwingung

Konstellationen sonischer Zeitprozesse

Zeitfelder (mit Stockhausen)

Sonische Zeit als Modellfall von Medienprozessen

Sonische Zeitschichten (Akustik - Klang - Musik)

Das medienarchäologische Ohr

Laufzeiten, akustisch und elektromagnetisch (Hz / Hertz)

Fehlt die Zeit (Frequenzdarstellung)

Integration von Zeit und Zahl: Wavelets

Induktive Klangzeit (Gabor, Xenakis)

Elektroakustik - ein Zwischenspiel der Musikgeschichte?

Was wird Elektroakustik gewesen sein (ihre Fortsetzung / Überwindung im digitalen Raum)

"Steam Punk"-Synthesizer

Elektroakustische Musik *versus* Computermusik

Der gescheiterte Plan eines Max-Planck-Instituts für Musik

RETRO-KLANGEXPERIMENTE (*ATTACCA*)

Zeitlicher Zyklus technischer Dinge

Was heißt eigentlich "Retro"?

Wiederkehr der "Aura" im digitalen Sampling

RE-SYNTHEISIEREN: TECHNO-LOGISCHE PHILOGIE KLANGTECHNISCHER ENSEMBLES

Kurrenniemis DIMIs: Transparenz des Schaltplans statt Metaphorik

nutzerfreundlicher Interfaces

Synthesizer analysieren = re-synthetisieren

Durch Mathematik zum Ding oder umgekehrt? Vor der Synthese: Analysen

Experimentelle Medienarchäologie elektroakustischer Artefakte

Die privilegierte Nähe technischer Dinge zum Klang als Zeitigung

ELEKTROAKUSTIK OHNE MUSIK? DAS MEDIENARCHÄOLOGISCHE GEHÖR

Elektroakustik ungleich Musik

- prägt Werner Meyer-Eppler Begriff der "Elektronischen Musik" mit Blick eines in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät geprägten Forschers; Erkki Kurenniemi Persepektive techno-musikalisch: "On his view, as a logical continuation of the automated composition process, the score of electronic music work is actually its circuit diagram" = Kuljuntausta 2015: 226; Kurenniemi "came to the music world by way of science. [...] distance from the classical music tradition was not a barrier for him. The emerging field of electronic music and its production technology freed the composer from the traditional 'composer-score-interpreter' hierarchy" = Petri Kuljuntausta, Forward, in: Krysa / Parikka (Hg.) 2015: 225-229 (225)

- nicht-musikalische Schallphänomene, eine Welt, die von elektronischem (Meß-)Gerät besser erhört wird; Meßmedien und elektro-mathematische Synthesizer als aktive Archäologen des Klangs

- schreibt 1863 Hermann von Helmholtz seine *Lehre von den Tonempfindungen*, die erst in zweiter Linie auf eine musikalische Ästhetik hinausläuft. Elektroakustik ist hier nicht künstlerisches Medium, sondern medienarchäologische Bedingung seiner physiologischen Forschungen gewesen (sein Einsatz elektromagnetischer Schwingungserzeuger), also zeitkritisches Meßmedium der Klanganalyse

- aus genuin (keineswegs zwangsläufig auf musikalische Formen hinauslaufenden) Allianz von elektrotechnischer Geschwindigkeit und ihrer im Computer implementierten mathematischen Durchdringung (DSP) entsteht neuer Begriff zeitkritischer Prozesse, insofern hier akustische Verläufe und medientechnischer Vollzug eine in ihrer Zeitlichkeit begründeten Wesensverwandtschaft offenbaren (medialer "Kanal" hier die Zeit selbst). Karlheinz Stockhausen antwortet darauf 1956 mit seinem Artikel "Wie die Zeit vergeht" (flankiert von der Komposition *Zeitmaße*); hierin erfahren wir eine neue akustische Zeit der differentiellen Phasenverschiebung (also die sonifizierte Ästhetik der mathematischen Differentialrechnung), wie sie als kompositorisch beherrschtes Δt nur im Synthesizer - später Rechner - möglich und realisierbar wurde, um im physikalischem Ton und subharmonischen Ertönen erneut zu resultieren

- liegt Freiheit des medienarchäologische Vernehmens darin, Klanganalyse und -erzeugung nicht immer schon dem Fluchtpunkt des kulturell emphatischen Musikbegriffs zu unterwerfen

- verrät bereits Begriff "Elektroakustische Musik" eine Verunsicherung in der vertrauten kulturellen Semantik von Musik ob dieses Gegenstandes aus einer elektrophysikalischen Welt

- internat. Organisation Electroacoustic Music Studies Network (EMS); alternative Begriffe wie „elektro-akustische Musik“, „Computermusik“, „elektronische Musik“

- Glenn Gould, Vom Konzertsaal zum Tonstudio, Munich (Piper) 1992; Argument technisch *erden*

- in Pariser Studio des Club d'Essai de la Radiotélévision Française, 1942 gegründet, definiert der Leiter der Groupe de Recherches de Musique Concrète Pierre Schaeffer mit Alltagsklängen als "unmittelbare Berührung mit dem Klangstoff, ohne dazwischengeschaltete Elektronen"¹ - mithin das Gegenteil des spannungsgesteuerten Synthesizers, also der wirklich elektronischen Musik, worin ein hochtechnischer Prozeß zum genuinen Medienprozeß eskaliert - etwa der (zunächst tastaturlose) Moog Synthesizer von 1964. Manuell ("hands-on instruments") ist an der Spannungssteuerung nur noch der Drehmoment der technischen Regler, als kybernetische Steuerung i. U. zum Instrumentalspiel. Zur Veränderung der musikalischen Funktion ist kein manueller Eingriff am Gerät selbst mehr notwendig; "[...] Veränderungen von musikalischen Bestimmungsgrößen wie Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe, Schnelligkeit von Tongruppen usw. werden nicht mehr nur durch manuelle Betätigung [...], sondern durch abrufbare Spannungsfolgen bewirkt."²

- fast parallel, aber medienepistemologisch grundverschiedene Welten: 1876 elektrisch induktives Telephon Alexander Graham Bell (von hier aus auch Thaddeus Cahills *Telharmonium*), 1877 Thomas Alva Edisons mechanische Klangspeicherung (Phonograph). Eine Medienarchäologie des Klangs schreibt sich von solchen Bruchstellen aus - nicht im historisch subsequenten Sinn

- erst mit Elektronenröhre - nahezu zeitlich zum *Telharmonium* entwickelt, aber eine grundverschiedene Welt begründend - wird elektroakustische Musik "elektronische Musik" und damit (im wohldefinierten Sinne) *implizite* Medienakustik (Sonik). Elektronische Musikinstrumente sind solche, "die auf rein elektrischem Wege und nicht mittels mechanischer Zwischenelemente Wellen erzeugen, die in akustische Schwingungen umformbar sind."³

- Wissen und *aisthesis* sonischer Vorgänge als elektroakustische Ereignisse *sui generis* verhandeln, also als physikal-mediale Schallereignisse mit einem medientechnologischen *fundamentum in re*, ohne dabei immer schon den Bezug zum Signifikat einer Musik (oder gar *mousiké*) herstellen zu müssen; der Fluchtpunkt "Musik" stellt nicht nur eine wissenshistorisch und disziplinär wohlbegründete Ausdifferenzierung kulturtechnischer Klangereignisse dar, sondern auch eine Begrenzung des Vernehmens sonischer Prozesse

- bedarf es einer technologischen Infrastruktur, eines "Ge-Stells" i. s. Heideggers, als Möglichkeitsbedingung der neuen Ästhetik, als ihr "technisches Apriori", irreduzibel: "Before this happens, centers of

¹ Pierre Schaeffer, *Musique Concrète*. Von den Pariser Anfängen 1948 bis zur elektronischen Musik heute, bearb. v. Michel Chion, Stuttgart (Klett) 1974, 15

² Hans Ulrich Humpert, *Elektronische Musik*. Geschichte, Technik, Kompositionen, Mainz et al. (Schott) 1987, 90

³ Werner Meyer-Eppler, zitiert nach: Ungeheuer 1992, 80

experimental music must be established. In these centers, the new materials, oscillators, turntables, generators, means for amplifying small sounds, film phonographs etc., available for us"; das "wir" meint hier die Komponisten. Wirklichkeit geworden sind solche Orte in der deutschen Nachkriegszeit in Form des Münchner Siemens-Studios für Elektronische Musik, das heute in der Musikinstrumenten-Abteilung des Deutschen Museums erstrahlt, oder im Kölner Studio für Elektronische Musik des (N)WDR

- sieht John Cage konsequent voraus, daß der Prozeß der technologischen Emanzipation des Klangs von der klassischen Musik sich fortsetzen wird "until we reach a music produced through the aid of electrical instruments"⁴. Als wolle Cage bereits eine der kanonischen Mediengesetze, wie sie Marshall McLuhan definierte, vorwegnehmen, heißt es weiter, daß die meisten Erfinder neuer elektronischer Musikinstrumente damit noch die Instrumente der Zeit zuvor imitieren wollten, also eine vorhergehende Kulturtechnik zum Inhalt des neuen Mediums machten "just as early automobile designers copied the carriage" <ebd., 16> - wie das anachronistische Trittbrett am klassischen Volkswagen *Käfer* (und die Bezeichnung "PS" als Maßgabe von Motorkraft). "Theremin provided an instrument with genuinely new possibilities, Thereminists did their utmost to make the instrument sound like some old instrument, giving it a sickeningly sweet vibrato, and performing on it, with difficulty, masterpieces from the past" = ebd.

- Cages Eulogie der Befreiung des "Sound" von der "Musik" durch elektronische Instrumente; fallen beide Begriffe bei der ersten Nennung auseinander - der von Elektroakustik und von Musik

- Begriff "Musik" (wie selbstverständlich verwendet) überhaupt angemessen, oder nicht vielmehr eine andere Ebene betroffen, die - hier unter Anspielung auf Michel Foucaults methodischen Einsatz - gerade unterhalb der kulturellen Semantik, nämlich auf der archäologischen Ebene akustischen Wissens liegt?⁵

- scheidet von Helmholtz in seiner *Lehre von den Tonempfindungen als Grundlage für die Theorie der Musik* 1862 die akustische von der musikalischen Ebene; seiner Resonanztheorie zufolge, die mit sehr konkreten Meßmedien operierte (seine Resonatoren als mechanische Fourier-Analysatoren, und wie seit Ohm bekannt auch das Ohr),

welche je nach Volumen auf Schallreize eines bestimmten Frequenzbereichs reagieren, sie verstärken und dem Ohr übertragen; wird der musikalische Teil des Klanges durch die Stärke der verschiedenen Obertöne bestimmt. Stehen diese Obertöne nicht in einem ganzzahligen Verhältnis zum Grundton, ertönt vielmehr ein Geräusch - dem Rauschen

⁴ John Cage on Radio and Audio Tape, edited by Richard Kostelanetz, in: Lexier / Lander (Hg.) 1990, 289-300 (290) <xxx cheque>

⁵ Siehe Michel Foucault. Archäologie des Wissens [FO 1969], Frankfurt/M. 1973

nahe, das Nachrichtentheorie ebenso ernstnimmt wie das Signal.

Die Nähe zur Phonetik

- Vocoder als Medien werden der menschlichen Stimme in einer Kombination aus Analysator und Synthetisator; zu den (von Shannon definierten) Zwecken optimaler Übertragungskapazität (Kanalkapazität) werden dabei nur die in Hinblick auf das menschliche (nicht medienarchäologische) Gehör. "relevanten" Anteile des Sprachsignals übertragen. In Deutschland wird zu militärischen Zwecken schon in den 1940er Jahren bei Siemens & Halske ein Vocoder entwickelt; auf diese deutschen Patente weisen Meyer-Eppler und Endres hin.⁶ Das Gerät gelangt dann später in das Siemens-Studio für elektronische Musik in Gauting bei München. Homer Dudley ist es, der aufgrund einer auf Oktober 1928 zurückreichenden Idee in den Bell Labs 1936-39 den Kanal-Vocoder baut, der das Sprachsignal durch Bandpässe in wenige Spektralkanäle zerlegt, in denen nur die Hüllkurveninformation (Energieverlauf) übertragen wird - womit, anders als in der Definition Norbert Wieners, Energie selbst die Information ist⁷

- beruft 1911 die Technische Hochschule Dresden Heinrich Barkhausen und gründet damit verbunden das Institut für Schwachstromtechnik - eine Technik, die Barkhausen klar von der Energietechnik abgrenzt; kritisch dazu Norbert Wiener. Schwachstromtechnik, in der Strom nicht zu energetischen Zwecken, sondern zum Signaltransport dient, mündet in der heutigen Informationstechnik. Die Schwachstromtechnik "führte zwangsläufig zu akustischen Fragestellungen vornehmlich in der Elektroakustik und Psychoakustik" <Hoffmann 2005: Sonderdruck S. 2>; Barkhausen selbst ist bei der Marineinspektion des Torpedo- und Marinewesens in Kiel 1915-1918 mit akustischen Forschungsaufgaben befaßt (Grundlegung der Elektronenröhre)

- entwickelt Werner Meyer-Eppler am Bonner Institut für Phonetik "experimentell eines der grundlegenden Verfahren der elektronischen Musik, die kompositorische Musikgestaltung unmittelbar auf Magnettonband" = http://de.wikipedia.org/wiki/Studio_für_Elektronische_Musik; Abruf 8. November 2006

- Erkki Kurenniemi, der im Herbst 1970 seinen DIMI-A Synthesizer mit

⁶ W. Meyer-Eppler / W. Endres, Synthetische Sprache, in: K. Steinbuch (Hg.), Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Berlin u. a. (Springer) 2. überarb. Aufl. 1967, 799-814; siehe etwa K. O. Schmidt, Verfahren zur besseren Ausnutzung des Übertragungsweges, D. R. P. 594976 vom 27. Februar 1932 (Zusatzpatent 722607 vom 14. Januar 1939)

⁷ Dazu R. Hoffmann, Sprachsynthese an der TU Dresden. Wurzeln und Entwicklung, in: Dietrich Wolf (Hg.), Beiträge zur Geschichte und neueren Entwicklung der Sprachakustik und Informationsverarbeitung. Werner Endres zum 90. Geburtstag, Dresden (Universitätsverlag) 2005, 55-77

einem elektronischen Arrangement von Johann Sebastian Bachs Invention Nr. 13 in A minor (BWV 784) tested; Nähe von barocker Komposition zu programmierbaren Automaten / Computermusik. "Because of the DIMI-A's limited memory, Kurenniemi had to program the work in parts" = Kai Lassfolk / Jari Suominen / Mikko Ojanen, Interaction of Music and Technology: The Music and Musical Instrument of Erkki Kurenniemi, in: Krysa / Parikka (Hg.) 2015: 261-277 (269 f.). "The Spectrogram in figure 19.7 also shows a leakage signal from the other audio channel of vibrato-modulated sixteenth notes from the right-hand part" des Synthesizers <270> - das technische Gerät ko-artikuliert die Komposition. Das Mastertape besteht aus 22 Clips aus Segmenten von Bachs Partitur, die nacheinander in den Synthesizer programmiert wurden, um jeweils auf Tonband gespeichert und schließlich montiert zu werden

- elektroakustisches Gerät ganz wesentlich in phonetischen Laboren entwickelt; die Kulturtechnik des Vokalalphabets war recht eigentlich eine symbolische Analyse der Stimme und Sprache, indem sie deren phonetischen Charakter erst sichtbar macht. Medientechnisch aber wird diese Analyse erst mit dem Phonautographen Léon Scotts bis hin zu Thomas Alva Edisons Phonographen von 1877

- "Was für die Phonetik gilt, gilt auch für die Musikwissenschaft. Beide Disziplinen fußen - soweit sie naturwissenschaftlich orientiert sind - auf der Akustik. Für den Sprachschall gelten grundsätzlich die gleichen Gesetze wie für den Klang eines Musikinstrumentes [...]" = Wingolf Grieger, Führer durch die Schausammlung Phonetisches Institut, Hamburg (Christians) 1989, 50; Forschungsabteilung für Vergleichende Musikwissenschaft bis 1948 in Hamburg dem Phonetischen Laboratorium angegliedert, bevor sie unter dem Namen Systematische Musikwissenschaft "mit der Historischen Musikwissenschaft unter einem Dach vereint" = ebd.

Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument

- medientheoretisch relevante Leitdifferenz zwischen Elektroakustik und "Musik" unter Ansehung ihrer Verkörperung (denn Medienwissenschaft hat immer ein *fundamentum in re*); grundverschiedene Genese kultureller Musikinstrumente und elektronischer Musik. Kulturelle Musikinstrumente wurden ausdrücklich zum Zweck der Ausweitung menschlicher musikalischer Artikulationen entwickelt oder ge- und erfunden, als "Prothesen" im Sinne der Medientheorie McLuhans. Anders elektronische Musik: deren Instrumente waren zumeist "simply the curious byproducts of other research into electrical phenomena", schreibt David Dunn, "A History of Electronic Music Pioneers", in: ders. (Hg.), Eigenwelt der Apparatewelt, Ausstellungskatalog Linz (Ars Electronica) 1992, 21-62 (23)

- medienepistemisch aufregend an dem von Friedrich Trautwein entwickelten Trautonium, für das Paul Hindemith, aber auch Richard Strauss komponierten: use of neon-tube oscillator; its unique sound could be selectively filtered during performance; resonance filters could emphasize specific overtone regions: "The instrument was developed in

conjunction with the Hochschule für Music in Berlin where 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.

- Musikinstrumentenmuseum Berlin: Rekonstruktion des Mixturtrautoniums von Oskar Sala; vgl. Zuse, Rekonstruktion seiner Z1 im Deutschen Technikmuseum Berlin; Dokumentarfilm Erhard Ertel (1997); darin erklärt Sala "die subharmonische Reihe"; Frequenzteiler für numerische Einstellung

- Pierre Schaeffer (der vor-elektronisch mit der händischen *Manipulation* von Schallplatten begann), stellt die 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?!") zitiert in: David Dunn, A History of Electronic Music Pioneers, in: dem von ihm herausgegebenen Ausstellungskatalog mit dem bezeichnenden Titel *Eigenwelt der Apparatewelt*, Linz (Ars Electronica) 1992, 21- (31)

Auf dem Weg zu einer genuin mediengenerierten Akustik

- Elemente einer *genuin* mediengenerierten Akustik: nicht Musik; Michael Harenberg, Neue Musik durch neue Technik? Musikcomputer als qualitative Herausforderung für ein neues Denken in der Musik, Kassel 1989

- Klangfarbenübergänge - etwa ein "Mittelding" zwischen einem Trompetenklang und einem Geigenklang - mit mechanischen Mitteln nicht möglich; genuine Option elektronischer Musik

- zeitkritisches medienakustisches Alphabet: Sinuston dem Vokal nahe; über das Spiel der Vokale im Gesang von Panzera, die "Opposition der *é* und *è*, die, ich würde fast sagen, *elektronische* <sic> Reinheit des französischsten aller Vokale, so sehr war sein Ton gedehnt [...]": Roland Barthes, Die Rauheit der Stimme, in: Karlheinz Barck et al. (Hg.), Aisthesis. Wahrnehmung heute, Leipzig (Reclam) 1990, 299-309 (304)

- Mitte 1950er Jahre im Studio zur Klangerzeugung drei Arten elektronischer Signalgeneratoren (allesamt zunächst nicht *klangspezifisch*): Sinuston-, Rausch- und Impulsgenerator, der keine andauernden Signale wie Aerophon Orgel, sondern extrem kurze Knacklaute erzeugt; zeitlicher Abstand zwischen den Knacken einstellbar; humane Hörschwelle, akustisch wie optisch: bei Intervallen bis 1/16 Sekunde noch diskrete Pulse wahrnehmbar / zählbar, mithin Frequenz; bei kürzeren Intervallen setzt zusammenhängender Toneindruck wahr, spaltet sich elektronikinterne Wahrnehmung von Eindruck (Helmholtzsche Empfindung / *sensation*) eines Tons, um so höher, je kürzer das Delta-t.

Teiltöne kommen mit ins Spiel, "ein ideales Objekt für die Filter war, die aus dem Klang die gewünschten Teile wieder wegnehmen konnte"

- Beschreibung der frühen Sinustonkomposition: Karlheinz Stockhausens *Komposition 1953 Nr. 2*, erscheint nicht in einem musikwissenschaftlichen Fachorgan, sondern in den *Technischen Hausmitteilungen des Nordwestdeutschen Rundfunks*, Jg. 6, 1/2 1954, 46-51

Induzierte Ästhetik

- Faradays Entdeckung der Induktion; Botschaft des Elektromagnetismus: seine Vorhandenheit als dynamischer Prozeß im Unterschied zu Substanzen, von denen vormals Kräfte ausgehen: "Die elektrischen und magnetischen Kräfte selber wurden ihm das Vorhandene, das Wirkliche, das Greifbare <...>. Die Kraftlinien, wie er die selbständig edachten Kräfte nante, standen vor seinem geistigen Auge im Raume als Zustände desselben, als Spannungen, als Wirbel, als Strömungen <...>, aber da standen sie, beeinflussten einander, schoben und drängten die Körper hin und her und breiteten sich aus, von Punkt zu Punkt einander die Erregung mitteilend" = Heinrich Hertz, Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität (Vortrag 1889), hier zitiert nach Abdruck in: ders., Über sehr schnelle elektrische Schwingungen. Vier Arbeiten, Ausgabe von Gustav Hertz, Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft) 1971, 100; genuin medienarchäologischer Kommunikationsakt, Nachrichtenübertragung im Masse(n)medium

- musikalisches Äquivalent zu Stockhausens programmatischem Aufsatz "Wie die Zeit vergeht" sein Stück *Zeitmasze* (1955/56) für 5 Holzbläser, zu dem es im Text Stockhausens (von original 1956) im CD-Booklet heißt: Aus dem Werktitel geht hervor, daß sich die Zeitordnung verschiedener *Maße* bedient" <8>; die Anweisungen lauten etwa "verlangsamen / beschleunigen" u. a.: "So werden Kriterien der Bläsertechnik <...> maßgeblich für die Zeitordnung. <...> entweder müssen alle im gleichen Maß der vorgeschriebenen Uhrzeit *synchron* spielen, oder alle 5 fahren in verschiedenen und voneinander unabhängigen Zeitschichten auseinander und durch/einander <...>. Zeitfelder größerer Ausdehnung kommen in die Komposition: Strukturen bewegen sich zwischen streng gerichteten Zeitlinien <...> und richtungslosen Zeitfeldern, in denen verschieden große Massen von Tönen zu vibrierenden Klangpulks pulverisiert werden: dynamische und statische Zeitformen kommen - oft gleichzeitig - ins freie Spiel" = Karlheinz Stockhausen über sein Stück *Zeitmasze* (1955/56) für 5 Holzbläser, Text (original 1956) im Booklet zur gleichnamigen CD, 9 f. - die Epistemologie des elektromagnetischen Feldes greift über auf die Zeitästhetik von Musik, wird hörbar, gar komponierbar; ist selbst dann, wenn - wie hier - noch mit klassischen Blasinstrumenten komponiert wird, bereits als Ästhetik am Werk

(Sinus-)Ton und Zahl: Der Synthesizer (als Analogcomputer)

- Analog-Synthesizer Marke Roland: Meßmusik (Meßtöne); die einstellbaren Parameter sind aus Meßmedien vertraute Symbole (etwa für Sinuston, für Sägezahnsignal, Hüllkurve)

- Alternative zur Sinustonerzeugung im elektrotechnischen Synthesizer: diskrete Trigger-Impulse aus dem Rechner, also gezählte / gerechnete Klänge; im Multiplexer mit Bit-Code, der die Impulse addiert, multipliziert, dividiert. Etwa 8 Eingänge, 1 Ausgang; Telekommunikation / Radioübertragung: pulskodierte Übertragung im Unterschied zu AM

- nicht aus kultureller Performanz, sondern aus Akustik, d. h. wissenschaftlich-sonischer Analyse elektronische Musik geboren - ein markanter Bruch mit der Musik und zugleich eine Anamnese einer ihrer Urszenen, Pythagoras' Versuche am Monochord (das als elektronisches im NWDR-Studio wieder auftaucht). Stockhausen versucht "ein Spektrum selbst zu bauen, indem ich Meßtöne (reine Sinustöne) übereinander gespielt habe und dynamisch ausgleichen sollte" <1953 an G., zitiert nach: Sabbe 1981: 44>. Der Sinuston hat zunächst nur in der Meßtechnik eine Rolle gespielt", zuallerst als Stimmgabel (auch bei Helmholtz). "Gleichwohl ist er vorhanden, bescheiden, fast unbewemerkt; in der unbeachteten Art, wie letzte gründende Einheiten vorhanden sind" = Eimert 1954: 168; buchstäblich medienarchäologische Existenzweise als Möglichkeitsbedingung (im Sinne von Kants Apriori)

- weil der Sinus-Ton in der Natur so gut wie nicht vorkommt, gehört er so "virtueller" Medienkultur an und hat ein eigenes Wesen, eine eigene Ontologie: "Daß er gleichförmig strömend und unmoduliert starr klingt, hängt mit seiner elektrischen Natur zusammen" <Eimer 1954:170>

- gegenüber Unschärfen beim Erklängen von Intervallen schaltet das Ohr, kulturtechnisch trainiert, ein Korrektiv ein, das Euler das "Zurechthören" nannte. "Aber vielleicht ist es der tiefere Sinn dieser Erscheinungen, daß das traditionelle Zurechthören gar nicht dem Wesen elektrischer Töne entspricht" <Eimert 1954: 170>

- vermag allein das medienarchäologische Gehör den reinen Sinuston zu vernehmen, im Unterschied zum menschlichen: "Auf der Mitte dieses Transportweges, nämlich im verzerrenden, `nichtlinear´ arbeitenden Ohr, geschieht etwas Unerwartetes: der Sinuston befrachtet sich mit Obertönen, mit den sogenannten `subjektiven´, physisch im POhr gebildeten Obertönen, und da es dem Nervenapparat gleichgültig ist, wo die Obertöne entstehen, ob im Klang oder im Ohr, so folgt daraus, daß es den `reinen´ Ton überhaupt nicht gibt" <Eimert 1954: 170>, so daß das Ohr in jedem Fall wortwörtlich mitmisch

- kommen reine (Sinus-)Töne in der Natur kaum vor; nur Klänge. Diese zerfallen in einen wissenschaftlich-forschenden und einen poetisch-musikalischen Begriff: "Akustisch definiert ist ein Klang, wenn sein Spektrum definiert ist; musikalisch definiert ist er, wenn seine Produktion beherrscht wird und er sich jederzeit wiederherstellen läßt."⁸ Der Sinuston, weil ohne Oberschwingungen, "erscheint als eine letzte materiale Gegebenheit von wissenschaftlichem Interesse, als ein reines Element, das

⁸ Herbert Eimert, Der Sinus-Ton, in: Melos 21 (1954), 168-172 (169)

zwar akustisch vorhanden ist, aber den Bereich gestateter Musik nichts angeht" <Eimert 1954: 168> - ganz so wie das Verhältnis von diskretem Buchstaben zur gesprochenen Sprache. "Mit der Einführung elektrischer Klangmittel hat sich diese Situation geändert" <ebd.>

- für Karlheinz Stockhausen der Reiz des Synthesizers; damit ändert sich der Begriff von Komposition selbst (in Richtung Superposition). Am 20. Juli 1953 schreibt er an Goeyvaerts: "Ich baue ein neues Stück Klänge aus Sinustönen zusammen. <...> Ich habe bspw. jetzt Klänge bzw. Sinustöne übereinander gebaut ("komponiert), die völlig stehn bleiben, aus denen aber ohne direkte Einsätze nacheinander im bestimmten Zeitabstand Teiltöne hervortreten" = Herman Sabbe, Die Einheit der Stockhausen-Zeit ... Neue Erkenntnismöglichkeiten der seriellen Entwicklungen anhand des frühen Wirkens von Stockhausen und Goeyvaerts, in: Musik-Konzepte Heft 19: Karlheinz Stockhausen ... wie die Zeit verging ..., hg. v. Heinz-Klaus Metzger / Rainer Riehn, München 1981, 6-xxx, bes. Abschnitt "Die Geburt der elektronischen Musik aus dem Geist der synthetischen Zahl", 38-49 (44); in elektronischer Schaltung bedingten Schwebungen auf der Spur; Schwebungssumme zur Erzeugung von Sinustönen. Stockhausen zeigt sich einerseits ganz pythagoreisch fasziniert vom reinen Klang: "Es ist unglaublich schön, solche Klänge zu hören, die völlig ausgeglichen, `ruhig`, statisch und dabei nur von strukturellen Proportionen `belichtet` sind. Regentropfen in der Sonne" <a. a. O.>; andererseits aber die Faszination an der Phase (Verschiebung, Dilation, Delta-t): "Du fragst jetzt, wie ich Frequenzintervalle mit Zeitintervallen in Verbindung bringe. <...> Das habe ich so gewählt, daß die tiefste gebrauchte Frequenz mit dem kleinsten klar hörbaren (zur "Klang"-Entwicklung - elektrische Einschwingung) Zeitwert in Einklang steht" = 23. August 1953

- geht elektronische Musik mit derselben Relation von Musik und Mathematik, die Pythagoras entdeckt, über die *harmonia* (die Begrenzung des ästhetischen Horizonts Altgriechenlands) hinaus: "Ich denke viel an die Klangwelt, die uns noch völlig verborgen ist, die sich öffnen würde, wenn man Sinustöne miteinander verbinden würde, die in keiner ganzzahligen (Oberton-)Beziehung mehr stehen" = Stockhausen 1953, zitiert nach: Sabbe 1981: 44; wird Elektroakustik zur Medienarchäologie von Musik - dem (aus Angst vor dem mathematisch Irrationalen) von den Pythagoräern Verdrängten, an der (aus Interesse an kosmischer Ordnung) auch das christliche Mittelalter (seit Boethius) festhält, aber unter der Hand (seit Augustin) einen Zeitsinn für das Infinite erlaubt; aus dieser gegenstrebigem Fügung gebiert sich die neuzeitliche Musikzeit.

- schreibt Stockhausen (wie Kittler dann in *Aphrodite* 2006) sehr pythagoreisch von "lauter" elektro-technischer / techno-mathematischer "Gnade, daß diese Musik der Schönheit so nahe ist" = an G., Brief vom 23. August 1953. Ihn fasziniert die mit klassischen Instrumenten nicht gegebene Option, Klangfarben rational zu gestalten, in ganzzahligen Verhältnissen, "in zahlenmäßige Übereinstimmung mit der Ratio der übrigen Parameter zu bringen, <...> von der synthetischen Zahl diktiert und symbolisiert" = Sabbe 1981: 47

- genuine Medienkunst solche Musik, die als Tonreihen nur aus dem Synthesizer existiert, also "elektrisch durchgebildet" <Stockhausen am 23. November 1951 an Goeyvaerts, zitiert nach: Sabbe 1981: 38>. Von daher seine Kritik an der *musique concrète*: "Mit aufgenommenen Tönen, die bereits ´fertig´ vor dem Mikrophon gemacht werden, läßt sich für uns nicht viel anfangen" <3. Dezember 1952>; anders die Klanghervorbringung mittels elektronischer Geräte: "Du stößt direkt auf einen Generator - und dann bist Du direkt im Bereich der elektronischen Klangerzeugung" <zitiert in Sabbe 1981: 40>.

- gleich Eimert Stockhausen fasziniert vom Klangatom: "Nun wollte ich eine Struktur <...> bereits in Mikrodimensionen in einen einzigen Ton hineinarbeiten" = 3. Dezember 1952

- erst durch die Kontingenzen der Verwirklichung der "digitalen" Komposition (Zahlen) in der realen Welt (Implementierung in Elektro/Physik) kommt es zur Realisation vom Musik: "Jeder Lautsprecher ist undurchsichtiger als ein Interpret; jede Maschine, selbst jeder Generator, jeder Stromstoß - die Einmaligkeit jedes Ereignisses, diese unobjektivierbare, unwiederholbare, subjektive ´Chance´ bleibt. Und mir erscheint es heute gut so. Das Unerwartete, der ungelöste Rest, das Unbestimmte möge immer um nicht und über mir sein" = 26. März 1953; Stockhausen hier uneindeutig, denn andererseits erwartete er vom elektronischen Klang: "Töne in die Zeit stellen, die kein Eigenleben mehr haben, sondern bereits die Musik selber in sich tragen, für die sie in die Zeit gestellt sind" = 7. Dezember 1952

- "Elektronisch lassen sich Klänge und Gemisch tatsächlich ´komponieren´, nicht nach Maßgabe <...> der Harmonielehre" <Eimert 1954: 171>. Eimert entdeckt dies in den Klangpermutationen von Anton Webern, "manche Strukturen Webern wirken wie verführte elektronische Fragmente" <ebd.>, doch es bedurfte der Sinustönfähigkeit elektronischer Instrumente, dies zu verwirklichen. Der Sinuston ist eine Geburt der Gegenwart: "Sinustöne haben keinen traditionellen Systemort; es fehlt ihnen, das, was Handschin den ´Toncharakter´ nennt. Wo Toncharaktere auf künstliche Zwischengeleise verschoben werden, hört das Ohr sie wieder zurecht" <171>, so daß erst das medienarchäologische Gehör hier das bessere Gehör hat; technische Apparatur hat hier das präzisere Gehör (*high fidelity*)

- vermag in Eimerts eigenen elektronischen Experimenten Stockhausen zunächst noch keine eigentliche "Musik" zu hören, sondern nur die Isolation einzelner Klänge; "fast alle von Dr. Eimert in dem ´Konzert´ gezeigten Klänge waren Multiplikationsklänge, die sich der Techniker selbst gemacht hatte, ohne etwas Bestimmtes zu wollen" = 2. Juni 1953; von daher die fast kindliche Freude Meyer-Epplers beim Einspielen solcher Sinustöne im Radio, die heute kaum noch ästhetisch zu erregen vermögen; Subharmonik generiert nicht-mehr-kulturelle Klänge (Argument Steinke)

- einfachste Lautäußerung stellt der einzelne sinusförmige Ton dar; musikalisch völlig reizlos und wird allein als Sinuston nicht

wahrgenommen, da er im Ohr noch eine zusätzliche Reihe harmonischer Obertöne erzeugt. "Die musikalischen Lautäußerungen der herkömmlichen Instrumente stellen in keinem Falle diskrete Sinusschwingungen dar. Sie sind immer Klänge, die einen mehr oder weniger großen Gehalt an Obertönen unterschiedlicher Intensität besitzen. Mit dieser von Fourier aufgestellten Definition wird jedoch nur der äußere, physikalische Vorgang, der beim Hören eine Klangempfindung hervorruft, erfaßt. Untersuchungen haben ergeben, daß die Hörempfindung nicht nach Art einer Obertonanalyse erfolgt, sondern an deren Stelle eine diffuse Erregungszone tritt, deren Wirkung als psycho-physisches Farbgeräusch bezeichnet wird."

- Entsprechend eines mediengenealogischen Gesetzes, daß die eigentlichen technologischen Medien ihren Beginn in hochpräzisen Meßmedien haben (vom Vokalalphabet als Analyse der Stimme / Sprache; von Phonautographen Léon Scotts bis zu Edisons Phonographen von 1877) gilt auch für Elektronische Musik, geboren aus der Analyse von weniger akustischen denn überhaupt periodischen Ereignissen wie Wärme, Licht und eben auch Klänge (Fourier/Ohm), daß sie dann - einmal als Schwingungsfunktionen erkannt und mathematisiert - auch wieder künstlichen synthetisierbar im Medium der willkürlichen Oszillationen: Sinustongeneratoren (Wechselstrom)

- Kennzeichen für die Entwicklung elektronischer Massenmedien der Moderne: Geburten von Wissenschaft, der Forschung, der wissenwollenden Neugierde, insofern ihnen zumeist ein analytisches Interesse vorausging, das sie dann technisch resynthesezierten. Mit Fouriers analytischer Erkenntnis, daß sich Klänge prinzipiell in ihre einzelnen harmonischen Sinuston-Bestandteile (Grundton und Obertöne dazu in ganzzahligem Verhältnis) zerlegen lassen, korrespondiert auf der anderen, medientechnischen Seite der Synthesizer - die neue epistemische Eskalation gegenüber der schwingenden Saite. Der Synthesizer wird zum medienepistemischen Ding; nicht von ungefähr fallen die Anfänge der String-Theorie (1968) und die der modernen elektrotechnischen Synthesizer (1964) zusammen

- Synthesizer eine medienepistemische Eskalation gegenüber den traditionellen Musikinstrumenten, die als Prothesen des Menschen eher noch Kulturtechniken denn elektrotechno-mathematische Medien darstellen: "Musikmaschinen laufen <...>, im Unterschied zu Musikinstrumenten, zumindest eine Zeit lang, unabhängig vom sich bewegenden menschlichen Körper."⁹

- mahnt Alain Badiou an, den Begriff des „Maschinenhaften“ im Denken Deleuzes ernst genug zu nehmen.¹⁰ D. h., dass der Souverän nicht das

⁹ Jens Gerrit Papenburg, Der Synthesizer als Apriori, in: Wulf, Christoph et al. (Hg.), Paragrana. Internationale Zeitschrift für Historische Anthropologie. Körpermaschinen - Maschinenkörper. Mediale Transformationen, 14, 2: 2005, 91-104

¹⁰ Badiou 2003: 20

Individuum ist, sondern dass, etwa bezogen auf eine Theorie der Wahl, das Individuum automatisch (von den Bedingungen des Denkens) gewählt wird. Erst in diesem Gewählt-Werden beginnt das Denken" = Jens Gerrit Papenburg, *Der Synthesizer als Apriori: Körper und Maschinen in der Popmusik*, in: Paragrana. Internationale Zeitschrift für Historische Anthropologie 14, Berlin (Akademie Verlag) 2005, Heft 2, xxx; Synthesizer das, was menschlichen Körper und unmenschliche Elektronik zugleich verbindet und trennt, mithin Interface / Schittstelle; zur abstrakten Maschine Deleuze / Guattari 1997: 706-710

- Wikipedia-Definition zufolge Synthesizer "ein elektronisches oder elektronisch gesteuertes Gerät zur Synthese von Schwingungen bzw. zur künstlichen Klangerzeugung (Klangsynthese)", mithin nicht schlicht "elektrisch"

- Fouriers Analyse des Klangs (und seiner Farbe) als Superposition von in ganzzahligem, proportionalem Verhältnis zueinander stehenden Sinustönen (Schwingungsformen) steht noch in der Tradition von Tarent: "Pythagoras wäre nicht erstaunt gewesen, wenn er <sc. dies> noch erfahren hätte" = Enders 2005: 19; Figur einer Rekursion: "´Alles ist Zahl´, sagten die Pythagoräer. Sie hatten ein anderes Weltbild und sie hatten keine Computer, aber in einem gewissen Sinne behielten sie Recht" = Enders 2005: 37

- bleibt ein medienarchäologisches Unbehagen, daß diese Rechnung (und Verrechnung von Historie) nicht aufgeht. Steht demgegenüber der Einsatz der Elektronik (der Elektrophysik): daß Mathematik nur ein Modell der Welt, nicht aber ihr Wesen ist?

- Hinweis darauf, wie weit weg von Altgriechenland techno-mathematische Medien denkbar sind; für diese ist die hellenische *epistmé* eine notwendige Möglichkeitsbedingung, aber noch nicht die hinreichende Erklärung ihrer Eskalation, wie sie uns heute - oder seit ca. 300 Jahren - betrifft.¹¹

- vermag das Abtasttheorem analoge Signale äquivalent, ja verlustfrei zu repräsentieren - doch ohne Opfer? Zunächst Jean Baptiste Fouriers Theorem, daß jede periodische Funktion sich in eine Reihe von Sinusfunktionen zerlegen läßt; Georg Ohm überträgt dieses mathematische Theorem ausdrücklich 1843 auf den Ton (Akustik). Mit der Entdeckung der Cortischen Organs im Ohr (1851) kann Hermann von Helmholtz dann die Hörwahrnehmung an das Sinnessystem Ohr - mithin dessen Sinnesphysiologie und mathematische Analyse - koppeln (*Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologshce Grundlage für die Theorie der Musik*). Die schnelle Fourier-Transformation (FFT) vermag dann mit digitaler Signalverarbeitung neuronale Prozesse selbst zu modellieren (entwickelt von James Cooley / John Tukey 1965)

¹¹ Siehe Friedrich Kittler, *Aphrodite. Musik und Mathematik I.1*, München (Fink) 2006

- zeitliche Repräsentation eines auditorischen Signals und deren Auswertung geschieht durch Autokorrelation: "Bei der Autokorrelation wird ein zeitverschobenes Signal mit sich selbst korreliert und seine 'Ähnlichkeit' ermittelt. Harmonie wird auf zeitliche, in den aktionspotenzialen neuronal codierte 'Regularitäten' des Signals zurückgeführt"¹²

- lassen sich Wahrscheinlichkeitswellen (Schrödinger) nicht messen, nur wahrscheinlichkeitmathematisch berechnen. Vor dem Hintergrund seiner Kenntnis der Quantenphysik und Feldtheorie Werner Heisenbergs¹³ fasziniert Nam June Paik am Fernsehbild (im Unterschied zur herkömmlichen Malerei) gerade die Tatsache, daß es "indeterministisch deterministisch" ist, sich also nicht festlegen läßt, ebenso, wie die Unschärferelation den Eingriff des Meßsystems ins zu messende System behauptet (Welle/Teilchen-Dualismus). Das elektronische Fernsehbild sagt schon im Begriff seine Nähe zum physikalischen Elektron, ebenso Teilchen wie Zustand, Korpuskel wie Welle zu sein.¹⁴

- elektroakustische Medien als *quasi*-Analogcomputer, insofern auch letztere mit elektrophysikalischen Prozessen und Werten (Spannungen etwa) quasi-mathematisch operieren; resultierend im Synthesizer quasi als "Analogrechner": "Analog synthesizers can <...> be viewed as a form of analog computer; their technology was originally based on electronic analog computer technology" = xxx

- "Während der analoge Synthesizer im Prinzip als Analogrechner funktioniert (nach der Eingabe von Spannungswerten steht zugleich das Ergebnis als Spannungswert zur Verfügung), beruht der Rechenprozess eines Computers auf der Unterscheidung von zwei Zuständen eines elektronischen Schalters. Bei digitalen Musiksystemen fließen lediglich Datenströme, die codierte Noten- oder Klanginformationen transportieren" <Enders 2005: 29>

- Was Fourier mathematisch analysiert hat, wird vom Digitalsynthesizer algorithmisch synthetisiert: die Berechnung von Schwingungsformen.

Verblüffend ist dabei die Analogie von physikalisch-mechanischem und elektronisch modellierbarem Schwingungsverhalten; Barkhausen, Schwingungslehre, 1958

¹² Uwe Seifert, Systematische Musiktheorie und Mathematik, in: Enders (Hg.) 2005, 82-98 (87)

¹³ Und sei es durch den Artikel aus Anlaß des Todes von Werner Heisenberg in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, Feuilleton Nr. 280 v. 2. Dezember 1961; dazu Thomas Kellein, Die Welt der Kunst der Welt. Nam June Paik als Philosoph, in: Stooss / ders. (Hg.), Name June Paik. Video Time - Video Space, Ostfildern-Ruit (Cantz) 1991, 27-40 (31)

¹⁴ Reprint des Aufsatzes von Paik (aus Anlaß seiner Ausstellung *Exposition of Music* 1963) in: Ausstellungskatalog *Nam June Paik*, Köln (Kölnischer Kunstverein) 1976, 79

- "Mit einem entsprechenden Programm berechnet der Computer die additive Klangsynthese ebenso wie die Filterung von gegebenen Klängen (subtraktive Klangsynthese), er setzt Klänge aus winzigen Klangquanten zusammen (Granularsynthese) oder moduliert Frequenzen durch andree, sodass neue Teiltonstrukturen entstehen (FM-Synthese)" = Enders 2005: 29; Prinzip Radio.

- neueste Methoden: algorithmisch Klangerzeugung von akustischen Musikinstrumenten in ihrer Physik selbst nachbilden (Physical Modeling)

- Stockhausens Kollege Gottfried Michael Koenig arbeitet nach seiner Zeit im Kölner Studio von 1964-1986 als Mitarbeiter und Direktor am Institut für Sonologie in Utrecht und entwickelt dort das Computerprogramm SSP. Koenig selbst definiert seine Entstehung. Die Macht des Digitalcomputers gerade an den Grenzen zur Zeit(kritik), wo der analoge Synthesizer versagt?

- "Das *Sound Synthesis Program SSP* entstand bald nach 1971, nachdem das Institut für Sonologie an der Universität Utrecht (Holland) einen eigenen Computer erhalten hatte. Es sollte der experimentellen Erforschung eines Konzepts dienen, an dem die in analogen Studios produzierte elektronische Musik ihre Grenze gefunden hatte: die Schalldarstellung als Amplitudenfolge in der Zeit. Es schien reizvoll, hierfür die <...> erprobten Verfahren der aleatorischen und gruppenweisen Elementauswahl heranzuziehen, um den Bereich zwischen stationären und geräuschhaften Klängen auszufüllen. Dieser Ansatz folgt keinem akustischen Modell (Imitation bekannter Klänge), sondern ist auf das empirische Auffinden vorweg unbekannter Klänge durch systematisches Permutieren der Elemente einer Ausgangslage angewiesen. Da diese Ausgangspositionen katalogisierbar sind, wurde angenommen, daß auch die resultierenden Klangstrukturen systematisch würden beschreiben werden können"¹⁵ - die neuen Archive

- Digitalrechner löst mit *numerischen* Verfahren solche mathematischen Aufgaben, deren Lösung sich in einzelne Schritte zerlegen läßt, welche die vier Grundrechenoperationen enthalten. "Im Gegensatz dazu werden bei allen analog arbeitenden Rechengeralten den Größen, mit denen gerechnet werden soll, physikalische Größen zugeordnet, die sich kontinuierlich ändern können"¹⁶ - und das meint, mit der Physik selbst zu rechnen, mit der Welt

- medienepistemisch erweiterte Bedeutung des Begriffs *analog*: "Die Tatsache, daß es für physikalische Vorgänge eine gesicherte

¹⁵ <http://home.planet.nl/~gkoenig/>, hier zitiert nach: Georg Hajdu, Der Computer als Inspirationsquelle für Komponisten, in: Bernd Enders (Hg.), Mathematische Musik - musikalische Mathematik, Saarbrücken (Pfau) 2005, 48-61 (53)

¹⁶ Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 5

mathematische Beschreibung gibt, erlaubt es umgekehrt auch, mathematische Zusammengänge durch physikalische Vorgänge nachzubilden" <Giloi / Lauber 1963: 5> - die Umkehrung von Pythagoras. "Der Rechenvorgang erfolgt <...> nicht auf Grund numerischer Verfahren, sondern es wird ein physikalisches Modell aufgebaut, in dem die gleichen Gesetze gelten, wie sie durch das zu lösende Problem vorgeschrieben sind" <ebd.>

- wird eine Operation des Demonstrations-Analogrechners xxx in den Technischen Sammlungen Dresden anhand der oszillographischen Darstellung einer errechneten gedämpften Pendelschwingung, mithin also eines Sinustons, dargestellt. Im Sinuston wird es manifest: Es herrscht eine bedenkenswerte, verblüffende Gleichursprünglichkeit von physikalisch-mechanischer und elektronischer Schwingung; Barkhausen 1958 6. Aufl.; hier liegt zum Einen das Material von Musik. Das Andere - die Mathematik - kommt vollends erst im Computer zum Zug; im Synthesizer vielmehr in Form des Analogrechners.¹⁷

- Musik und Instrumente (sowie Gesang) Kulturtechniken; folgt die elektronische "Musik"; am Ende der Klang aus Zahlen = operativer Rechner (Computer); Elektronische Musik jetzt schon eine Epoche, eingeklammert nach vorne und hinten? ein melancholischer Grundton; Röhrenradio; bleibt die Elektroakustik strukturell gültig, als medienarchäologischer (und damit nicht "historisierter" Appell

- traditonelle Musikinstrumente auf eine Form von Klangerzeugung optimiert (*special purpose machine*); demgegenüber das elektronische Instrument aus Teilen zusammengesetzt, die ebenso in völlig anderen Zusammenhängen zum Zug kommen; kann der Synthesizer auch als Analogrechner fungieren oder Bilder generieren: "Mit dem Videosynthesizer kann man auf jedem beliebigen Fernsehschirm (oder Monitor) in schwarz/weiß oder Farbe grafische Muster, Figuren und Strukturen erzeugen. Der Künstler muß allerdings seine Vorstellungen in der Sprache des Synthesizers 'formulieren', d. h. in diesem Falle ist es notwendig, daß digitale Befehle - hier Steckungen - auf einem Kreuzschienfeld erfolgen."¹⁸

- "Außerdem können externe Signale (z. B. von einer Videokamera) in den Synthesizer eingegeben und verarbeitet werden" <ebd.>, d. h. sie werden moduliert. "Mit den internen Oszillatoren" - gewissermaßen den taktgebenden Herzen im Stromkreislauf - kann aus einem Punkt "durch Modulation mit einem Sinus eine Ellipse werden, oder mit einer Rechteckfrequenz kann der Punkt 'eckig' werden" <ebd.>.

¹⁷ Siehe Herman Sabbe, Die Geburt der elektronischen Musik aus dem Geist der synthetischen Zahl. in: Musik-Konzepte 19. Karlheinz Stockhausen. ...wie die Zeit verging..., herausgegeben von Heinz-Klaus Metzger und Rainer Riehn, München 1981, 38-49

¹⁸ Walter Schröder-Limmer, in: Videowochen Essen '79, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Museum Folkwang, Essen (1979), 54f (54)

- vermag Videosynthesizer gleich einem Analogcomputer Akustik und Optik miteinander zu verrechnen: die Audiosteuerung, die am Videosynthesizer erlaubt, "sofort synchrone Ton- und Bildereignisse herzustellen <...>, so daß sich z. B. der Punkt im Takt der Musik einfärbt" <55>; buchstäblich springender Punkt hier der Zeitpunkt

Doch k/ein Bruch mit dem Griechenton? Die Emanzipation des Geräuschs und das Subharchord

- entwickelt Friedrich Trautwein 1930 Trautonium zur elektronischen Klangerzeugung anhand von sägezahnförmigen Kippschwingungen, durch Schwingkreis mit Glimmlampe bzw. Gasentladungsröhre; medienepistemisch aufregend: "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 where a research program for compositional manipulation of phonograph recordings had been founded two years 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 (Instrument seinerseits zum Mixturtrautonium weiterentwickelt) Trautonium für das NWDR Studio Köln 1953 (immer noch) "Monochord"; Photo des "elektronischen Monochords" im von Herbert Eimert geleiteten Studio für elektronische Musik im NWDR Köln: Eimert 1954: 168; Trautonium weitgehend unspielbar: Bandmanual

- schreibt musikalische Proportionsmathematik / Harmonie des Pythagoras sich ins Elektronische fort - ein Kurzschluß von Historie. Wer oder was ist die Agentur, die sich die musikalischen Instrumente / den Musikbegriff immer wieder in diesem ihrem Sinne fügt: Medientechnik? Kultur? Physiologie? Das mathematische Wesen von Welt als Musik? fügen sich elektronische Instrumente nicht mehr notwendig fortwährend der Ästhetik harmonischer Klangproportionen (wie sie Fourier analytisch fortschreibt). Helmholtz hat sie als physiologisches Gestell des Ohren definiert; John Cage, Rede von 1937, wie erst die technischen Aufzeichnungs- und Wiedergabemedien eine musikalische Akkulturation von Geräuschkulissen ermöglichten und bewirkten, etwa der Klang eines Lastkraftwagens oder des Regens. Hintergrund seiner Rede war damals die Praxis des Tonfilms: "We want to capture and control these sounds, to use them not as sound effects but as musical instruments. Every film studio has a library of 'sound effects' recorded on film. With a filmphonograph it is now possible to control the amplitude and frequency of any one of these sounds <...>. Given four film phonographs, we can compose and perform a quartet for explosive motor, wind, heartbeat, and landslide" = John Cage, *The Future of Music: Credo*, in: Lexier / Lander (Hg.), *Sound by Artists*, 1990, 15-38 (15) - ein neuer Klangkörper, den später auch Karl-Heinz Stockhausen mit Radioempfängern realisierte (sein Stück *Kurzwellen für 6 Spieler*). Die eigentlichen Musikanten sind hier selbst Kurzwellenradios - also

nachstellbar als (akustisches) Medientheater mit Geräten aus dem Fundus analoger Apparate. Die Rolle der Menschen ist hier auf die Regelung der Parameter verschoben - eine kybernetische Ästhetik der musikalischen Aufführung, die Steuerung

- Rehabilitation des Geräuschs und Entdeckung der thermodynamisch-stochastischen Klangwolken; generiert Elektronik unter Abnabelung vom Altgriechenland Akustik nach eigenem signaltechnischem Recht; Xenakis' graphischem Musik-Kompositionssystem UPIC; mit "Lightpen" zu sehen: http://www.youtube.com/watch?v=7_Gu0qDAys0

- Xenakis' stochastische Musik = dezidierte Abkehr von der additiven Ästhetik (Klangsynthese) der Fourier-Analyse des Klangs (implizit damit auch eine Abkehr von der pythagoreischen Zahlenharmonie); "für die Gesamtbewegung der Glissandi und ihre Geschwindigkeiten lassen sich allenfalls Durchschnittswerte ermitteln, wie in der Brown'schen Bewegung von Molekülen in Gasen oder der Turbulenz in einer Wolke"¹⁹.

- Dokumentarfilm Erhard Ertel (1997); erklärt Sala "die subharmonische Reihe"; Frequenzteiler für numerische Einstellung

- Alternative zum Kölner Studio für Elektronische Musik (WDR) Ost-Berliner Labor für Akustisch-Musikalische Grenzgebiete im Rundfunk- und Fernseh-technischen Zentralamt/Deutsche Post, Leitung Gerhard Steinke (seit 60 Jahren aktiv im Bereich der Audiotechnologie sowohl als Tonmeister als auch als Akustiker tätig) von 1953 -1990; entwickelt dort Klangerzeuger für experimentelle Musik, u. a. „Subharchord“; erst auf Wunsch der Komponisten / Musiker ausgestattet mit einer Klaviatur - macht die ganze Differenz zum Bandmanual / Monochord (auch historisch), da sie nicht mehr kontinuierlich gestimmt werden kann wie die Saiten der Lyra, sondern diskrete Sprünge macht, nicht mit unendlich vielen Zwischentasten interpoliert werden kann und soll; kann anstelle der Klaviatur Glissandoregler angeschaltet werden, um den Bereich der drei Oktaven - deren Tonhöhe transponierbar ist - stufenlos zu überstreichen, bei der "Darstellung" von Geräuschen

Ästhetik des elektromagnetischen Feldes

- ist mit Faradays Entdeckung der Induktion Botschaft des Elektromagnetismus seine Vorhandenheit als dynamischer Prozeß - im Unterschied zu Substanzen, von denen vormals Kräfte ausgehen. "Die elektrischen und magnetischen Kräfte selber wurden ihm das Vorhandene, das Wirkliche, das Greifbare <...>. Die Kraftlinien, wie er die selbständig edachten Kräfte nante, standen vor seinem geistigen Auge im Raume als

¹⁹ Julia Kursell / Armin Schäfer - "Klangwolken", in: Archiv für Mediengeschichte (2007), Themenheft *Wolken*, 167-180 (174), unter Bezug auf: Andre Baltensperger, Iannis Xenakis und die stochastische Musik. Komposition im Spannungsfeld von Architektur und Mathematik, Berlin / Stuttgart / Wien 1996, 451f

Zustände desselben, als Spannungen, als Wirbel, als Strömungen <...>, aber da standen sie, beeinflussten einander, schoben und drängten die Körper hin und her und breiteten sich aus, von Punkt zu Punkt einander die Erregung mitteilend" - also ein genuin medienarchäologischer Kommunikationsakt, Nachrichtenübertragung im Masse(n)medium auf medienarchäologischer Ebene²⁰

- musikalisches Äquivalent zu Karlheinz Stockhausens programmatischem Aufsatz "Wie die Zeit vergeht" sein Stück *Zeitmasze* (1955/56) für 5 Holzbläser, dazu Text Stockhausens (von original 1956) im CD-Booklet: "Aus dem Werktitel geht hervor, daß sich die Zeitordnung verschiedenere Maße bedient" <8>; Anweisungen lauten etwa "verlangsamen / beschleunigen": "So werden Kriterien der Bläsertechnik <...> maßgeblich für die Zeitordnung. <...> entweder müssen alle im gleichen Maß der vorgeschriebenen Uhrzeit *synchron* spielen, oder alle 5 fahren in verschiedenen und voneinander unabhängigen Zeitschichten auseinander und durch/einander <...>. Zeitfelder größerer Ausdehnung kommen in die Komposition: Strukturen bewegen sich zwischen streng gerichteten Zeitlinien <...> und richtungslosen Zeitfeldern, in denen verscheiden große Massen von Tönen zu vibrierenden Klangpulks pulverisiert werden: dynamische und statische Zeitformen kommen - oft gleichzeitig - ins freie Spiel" = ebd., 9 f.; greift Epistemologie des elektromagnetischen Feldes über auf die Zeitästhetik von Musik, wird hörbar, gar komponierbar. Elektronische Musik meint also nicht nur die direkte Produktion von Musik durch elektronische Instrumente; Begriff von "Sonik"; ist schon - wie hier mit klassischen Blasinstrumenten - als Ästhetik am Werk

- bleibt Thomas Alva Edisons Phonograph (schon von der Namensgebung) her in der Logik der Kulturtechniken (Schrift / *graphie*) und der Klassischen Physik (Mechanik); pneumatische Druckschwingungen der Luft werden als mechanische Schrift eingraviert. Demgegenüber steht nicht als technikhistorische Folge, sondern originäre Alternative (Patent Oberlin Smith) die elektromagnetische Aufzeichnung, die nicht mehr in der Welt der *graphie* operiert, sondern der Felder (und damit eine andere Medienepisteme); Karlheinz Stockhausen plädiert für eine Komposition auf der Grundlage von - implizit damit analog zu Feldgrößen, wie sie für die elektromagnetische Induktion maßgeblich sind und hervorgerufen durch tatsächlichen Druck auf ein Bandmaterial (von Oskar Sala Trautonium vertraut): "Man müßte ein *neue Instrument* bauen, bei dem <...> der unterschiedliche Druck auf ein kontinuierliches Spielband bewirkt, daß die erzeugte Schwingung mehr oder weniger phasenkonstant ist. <...> Das bedeutet aber nichts anderes, als daß eine derat kontinuierliche *Phasenmodulation* den *Ton* kontinuierliche *zum Geräusch* werden läßt" <41> - "Zeitfeldern", die nicht wie Zeitquanten punktuell abzählbar sind, sondern eine Überlagerung von kontinuierlicher und diskontinuierlicher Zeit darstellen <Stockhausen 1957: 36>; "die Zeitveränderungen 'fließen' gewissermaßen kontinuierlich an einem 'akustischen Fenster' vorbei, dem Film vergleichbar"

²⁰ Heinrich Hertz, Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität (Vortrag 1889), hier zitiert nach Abdruck in: Heinrich Hertz, Über sehr schnelle elektrische Schwingungen. Vier Arbeiten, Ausgabe von Gustav Hertz, Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft) 1971, 100

Geburt des elektronischen Klangs aus den Meßmedien

- folgt aus passiver Fourier-Analyse medientechnisch *aktiv* die Synthetisierbarkeit von Klang, Stimme und Musik - der elektronische Synthesizer; zunächst auf symbolischer Ebene, doch mit der *granular synthesis* auch als Nachbildung der Materialität, der Physik der Klangorgane (Instrumente, Stimme) selbst²¹

- technologische Medien als Meßmedien

- wenn Norbert Wieners mathematische Kybernetik harmonische Klanganalyse "sub specie aeternitatis" gegen kleinste zeitliche Änderungen ausspielt, erinnert dies an jenen Neuplatonismus, in dem die Bedeutung des Wortes *aión* (Ewigkeit) dahingehend verschoben wurde, daß sie "in kurzen, blitzhaften Momenten aufscheint"²² - das Wesen der elektrischen Funken

- nimmt Medienarchäologie (im theoretisch-methodischen "als ob") die Perspektive der Aufzeichnungsmedien selbst ein, die bekanntlich nicht einseitig auf die Wahrnehmung der kulturellen Akts ausgerichtet ist, sondern den Gesang und Musik gleichrangig wie jedes andere akustische oder klangliche Ereignis auch behandelt - um den Preis, daß ein technisches Medium keinen Begriff von "Musik" hat, weil dieser Begriff mit kultureller Semantik unauflöslich verstrickt ist; zugleich schon die Perspektive der Physiologie des 19. Jahrhunderts, die hochtechnische Mediensysteme kognitiv vorbereitet; schreibt Hermann von Helmholtz „Ueber die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonie“ (1857): "Es ist gleichgültig, ob der Ton gebildet wird durch die schwingenden Saiten des Clavieres und der Violine, durch die Stimmbänder des menschlichen Kehlkopfes <...> oder durch die Brechung der Luft an den scharfen Lippen der Orgelpfeifen und Flöten. Zwei Töne von gleicher Schwingungszahl sind immer gleich hoch" = In: ders., Vorträge und Reden, Bd. I, Braunschweig (Vieweg) 1896 (Erstaufl. 1865), 124f

- hat Claude Shannon eine mathematische Theorie der Kommunikation gleichrangig für den ganzen Bereich von menschlicher bis hin zu teleapparativer Signalübertragung formuliert - allesamt "communication in the presence of noise". Lange Zeit galten Geräusche als häßlich gegenüber harmonischen Tönen²³, doch gerade hier wird das Fourier-Theorem mächtig, demzufolge *jeder* beliebige Schwingungsverlauf, also auch ein geräuschhaft-häßlicher, durch die Addition einfacher

²¹ Siehe Timothy Druckrey, Chaos-Piloten/Ereignis-Horizonte, in: Elisabeth Schweeger (Hg.), Granular Synthesis / Gelatin, Ostfildern-Ruit (Cantz) 2001, 41-52

²² Nils Röllner, Leise Musik hört man besser. Luigi Nonos und Massimo Cacciari's Arbeit an der Tragödie des Hörens, in: LAB. Jahrbuch 2001/01 der Kunsthochschule für Medien Köln, Köln (Walther König) 2001, 291-301 (292), unter Bezug auf Massimo Cacciari's Hauptwerk *Dell'inizio*.

²³ Allein Archytas von Terent wagt hier über Pythagoras hinauszugehen; dazu Kittler 2006

Sinusschwingungen nachgebildet werden kann. Schreiben wir an der Tafel die Buchstabenfolge "MEDIUM" an, läßt sich dieses Wort sequentiell zerlegen; als Ton empfundenen aber wären diese Buchstaben ineinanderzuschreiben.

- führt harmonische Analyse Fouriers immer nur zu toten elektronischen Klängen in ihrer Resynthese aus der Überlagerung von Sinustönen, denn nichtsinusförmige Schwingungen sind bei der Tonerzeugung der Regelfall = Barkowsky 1996: 5, sei es nun die menschliche Stimme, Musikinstrumente oder die meisten Geräuschquellen. Da das menschliche Ohr seinerseits offenbar eine derartige Fourier-Analyse vollzieht, rückt das Theorem ins Zentrum einer dezidiert medienanthropologischen Sicht - im Unterschied zum technischen Recorder, der gerade nicht schon von sich aus Klängaufnahmen fourieranalysiert. Was also macht die musikalische Differenz? Analyse der eingehenden Welle im Innenohr (Basilarmembran) steht immer schon im zeitkritischen Verbund mit komplexen Vorgängen anderer Art: "Es werden Einrichtungen der Hörbahn und im Gehirn in deren weiteren Analyse und Sinnggebung von Schallen eingesetzt" <ebd.>. Erst im Kopplung mit dieser "Sinnggebung" wird aus Klang Musik; strikt medienarchäologischer Anteil bescheidet sich mit der Erklärung von Prozessen der Analyse und der Signalübertragung

- Reformulierung der epistemologischen Dimension: Fourier setzt der altgriechisch-atomistischen, primär statischen Analyse von Materie (im Verbund mit den *stoicheia* des Alphabets) die dynamische Beschreibung von Naturerscheinungen als Summen von Schwingungen entgegen - die ganze Differenz zwischen alphabetischer Schrift und der klingenden Saite

Zur Differenz "elektrisch" / "elektronisch"

- entlädt Oliver Lodge eine Leydener Flasche durch einen langen Draht; damit erzeugt er einen "tuned circuit with its resonant frequency in the audio range, which produced a musical tone from the spark when it was discharged" = Eintrag "LC Circuit", in: <http://en.wikipedia.org>, Stand: 27. Januar 2013; Abruf 4. Februar 2013

- leidet Marshall McLuhans *Understanding Media* darunter, daß der Autor zwischen dem Elektrischen und dem Elektronischen nicht epistemologisch unterscheidet. Doch erst das elektronische Musikinstrument bedeutet im Sinne Bachelardscher Diskontinuitäten "den Einbruch modernen technischen Denckens in die Welt der Musikinstrumente"²⁴. War die Orgel noch eine Maschine und als solche eine organerweiternde Kulturtechnik des Menschen, medienanthropologisch orientiert an dessen Körpermodell. "Eine entscheidende Veränderung im Charakter der Technik aber hat sich wohl erst mit der Entwicklung der Elektrotechnik in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts vollzogen. Hier war von einer unmittelbaren Verbindung mit dem alten Handwerk kaum mehr die Rede" - keine

²⁴ H.-H. Dräger, Die historische Entwicklung des Instrumentenbaues, in: Winckel (Hg.) 1955: 39-46 (45)

Herkunft aus der altgriechischen *techné* mehr, sondern originärer Neubezug mit dem elektromagnetischen Feld, dem Reich der Elektronik. Mit Heisenberg formuliert: "Es handelte sich vielmehr nur noch um die Ausnutzung von Naturkräften, die dem Menschen aus unmittelbarer Erfahrung in der Natur kaum bekannt waren"²⁵ - also eine *physis* zweiter Ordnung, kulturell vollständig angeeignete und doch alle Kultur unterlaufend in ihren Operationen, immediat; in den Worten von R. Guardini: "Diese Welt baut sich um den Menschen her und tritt zwischen ihn und die Natur, zwischen ihn und den andern Menschen" = Die Situation des Menschen, in: ebd., zitiert hier nach Dräger 1955: 45; meint dieses Dazwischen Medien - im Sinne eines aristotelischen *to metaxy* zweiter Ordnung

- "Immerhin ist bei Musikinstrumenten wie dem Trautonium ein Funktionszusammenhang mit dem Körper des Spielers noch vorhanden"; wie G. Steinke erzählt, insistierten die Musiker auf der nachträglichen Einfügung eines Tastenmanuals am von ihm entwickelten Subharchord. "In der sogenannten elektronischen Musi aber ist ideser Zusammenhang aufgegeben."²⁶

- "Weil das Wesen der Technik nichts Technisches ist" - zumindest nicht mehr im Sinne von Kulturtechniken und Hnadwerk, "darum muß die wesentliche Besinnung auf die Technik" - als(o) Medientheorie - "und die entscheidende Auseinandersetzung mit ihr" - oder an ihr (transitiv) - "in einem Bereich geschehen, der einerseits mit dem Wesen der Technik verwandt und andererseits von ihm doch grundverscheiden ist. Ein solcher Bereich ist die Kunst"²⁷ - vielmehr die elektro-mathematischen Medien selbst

- unterscheiden Elektroniker zwischen "elektrischer" und "elektronischer" Klangerzeugung; erste Gruppe "Instrumente, welche ursprünglich Schallschwingungen erzeugen, die lediglich über elektroakustische Zwischenglieder zur lautstärkeren und oft klanglich veränderten Wiedergabe verarbeitet werden, ferner Instrumente, die Klänge auf mechanisch-elektromagnetischen Weegen hervorrufen. <...> Als rein elektronische Musik hingegen wird jene bezeichnet, bei der Röhren- oder Transistor-Generatoren als Schwingungserzeuger am Anfang stehen" = Gustav Büscher, *Elektronik in Bildern*, Stuttgart (Kosmos / Franckh) 1960, 223 - *Medienarchäologie (arché) und Ästhetik des Sinustons*

- definiert sich elektronische Musik im Unterschied zu elektromechanischen Geräten wie Cayhills oszillatorischem Dynamophon (und der durch die Sägezahn-Profilscheibe betriebenen Hammondorgel, im Grunde auch der Helmholtzschen Sirene) dadurch, daß die einzelnen

²⁵ Martin Heidegger, *Die Frage nach der Technik*, in: *Die Künste im technischen Zeitalter*, hg. v. d. Bayerischen Akad. d. Künste, München (Oldenbourg) 1953

²⁶ Dräger 1955: 45, unter Bezug auf: H. Eimert, *Elektronische Musik*, in: *Die Musik in Geschichte und Gegenwart*, Kassel 1954

²⁷ Martin Heidegger, *Die Frage nach der Technik*, in: *Die Künste im technischen Zeitalter*, hg. v. d. Bayerischen Akad. d. Künste, München (Oldenbourg) 1953; hier zitiert nach: Dräger 1955: 46

Ladungsträger (Elektronen, Ionen) nicht nur in ihrer Gesamtheit beeinflussbar, sondern in ihrem Bewegungsfluß auch einzeln steuerbar sind - mit Röhren und später Transistoren. "Daraus folgt, daß man seit der Erfindung der Elektronenröhre (von Lieben / de Forest, 1906) ausnahmslos von elektronischen Instrumenten, und, wenn sie der Musikerzeugung dienten, auch von elektronischer Musik sprechen müßte, niemals von `elektrischer Musik`"²⁸

Interfacing Elektronenmusik

- Auftauchen von MIDI

- Programm Metasynth der Firma U&I Software ermöglicht die Sonifizierung von Bildern, indem deren x-Achse von scannendem Strahl des Computers als Zeitachse des Klangverlaufs interpretiert wird, während die y-Achse für die Tonhöhe respektive Frequenz steht. Helligkeitswerte werden als Lautstärke-Amplituden "gelesen" (also erhört und zum Ton transformiert). All das auf der Basis der Fast Fourier Transformation, derzufolge ein Klang aus einer Summe von Sinustönen zusammengesetzt wird²⁹

- Formen der Analyse klanglicher und anderer Wellenereignisse eröffneten sich mit der elektronischen Meßbarkeit von Schwingungsvorgängen (Oszilloskop), der mathematischen Fourier-Analyse und den Gabor-Quanten.

- hält Werner Meyer-Eppler 1955 unter dem Titel *Metamorphose der Klangelemente* einen Vortrag in Basel, der ausdrücklich die von Claude Shannon entwickelte mathematische Theorie der Kommunikation auf elektronische Musik wie überhaupt auf jedes akustische Geschehen anwendet. Dieses sich-Einlassen auf Shannons Mathematik bedeutet zugleich eine radikale Abwendung von den "analogen" Vorstellungen und (Meß)Medien der Musik, denn die aus Shannons diskreter Mathematik gezogene Konsequenz lautet: "Es gibt nur eine unendliche Zahl von akustisch unterscheidbaren Schallereignissen von nicht unbegrenzter Dauer" - und diese Unterscheidbarkeit (im Sinne von Spencer-Browns "draw a distinction") ist die Bedingung für das Informationsmaß. "Nicht der kontinuierliche Schwingungsverlauf, das Oszillogramm, ist deshalb das angemessenste Beschreibungsmittel, sondern das diskontinuierliche Schema, die Matrix" <zitiert aus dem Typoskript nach Ungeheuer 1992: 217. Gemeint ist hier sehr konkret das Zeit-Frequenz-Spektrum nach Gabor - eine zweidimensionale, diskontinuierliche Matrix, die Meyer-Eppler nicht nur zur Analyse von Klangereignissen, sondern zugleich auch als Partitur und Baumaterial für elektronische Kompositionen in *Mosaiktechnik* empfiehlt = Ungeheuer 1992: 216 - erneut eine "Elementarisierung" scheinbar kontinuierlicher Ereignisse (analog zur Operation des Vokalalphabets), doch diesmal nicht mehr als symbolische Notation,

²⁸ André Ruschkowski, *Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen*, Stuttgart (Reclam) 1998, 229

²⁹ Dazu Klaus Sander / Jan St. Werner, *Vorgemischte Welt*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2005, 38

sondern als Adressierung des Reellen, das sich unseren unmittelbaren Sinnen entzieht

- "Eine Note zu beginnen und zu beenden, bedingt eine Änderung ihrer Frequenzkombination, die zwar klein sein kann, aber sehr real ist."³⁰

Belohnung für solche Formen der Analyse (und dem Medienwerden der Analyse als Synthese) ist Hörbarkeit, die medieninduziert wiederkehrt

- das "Morphing" von zwei gleichen Orgelbasiswellen ineinander, die dabei in eine Grain-Wolke zerlegt werden; Audiodateien in Grains aufgebrochen und resynthetisiert - die vertraute Basisoperation analytischen Medienwissens im Abendland, hier klanggeworden im Software-Synthesizer Absynth 4 des Herstellers Native Instruments³¹

- Morphing von Sound-Körnern in einen in scheinbar kontinuierlichen Klangteppich erinnert an Aristoteles, der in seiner Schrift *Über die Wahrnehmung* das Unhörbarwerden kleinster Intervalle oder Quanten des Wahrnehmbaren (*aistheta*) am Beispiel von auf den Boden fallenden Hirsekörnern demonstriert, die als Einzelne unhörbar sind, wie auch die Körnigkeit eines gerasterten Bildes dasselbe sich auflösen lässt, je genauer der Hinblick

- werden im Softwaresynthesizer Absynth die Wellenbereiche selbst gesteuert; Bereiche einer Sinuswelle mit Wellenbereichen des Rauschens überlagert, ergeben eine rauschmodulierte Sinuswelle, als ob nun das Reale die Musik steuert; Schönherr 2006: 79, Abb. 2

Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler) und die Zeitlichkeit der Schwingung

- Frequenzbegriff elektroakustische Musik an den Grenzen zur Zeit; Gabor-Quanten als (Zeit-)Kritik der Fourier-Transformierten

- fragt Pierre Schaeffer in seiner *Musique concrète* 1967: "Entfaltet und erneuert sich das Musikalische aufgrund einer Klangpraxis"? kommt elektronische Musik zum Zug, wenn nicht mehr von der Musik (als Reich von Ideen diesseits der hörbaren Töne, als platonische Sphärenmusik) her gedacht wird, sondern vom tatsächlich stattfindenden Klang

- will Michael Koenig eine *Musik schaffen, die wirklich „elektronisch“, das heißt von den gegebenen technischen Möglichkeiten des Studios her gedacht war* und nicht mehr versteckte Reminiszenzen an überlieferte instrumentale Vorstellungen mitschleppt

³⁰ Norbert Wiener, *Ich und die Kybernetik. Der Lebensweg eines Genies* (Taschenbuchausgabe von: *Mathematik. Mein Leben*, Düsseldorf 1962), München (Goldmann) 1971, 91; hier zitiert nach: Supper 1997: 35

³¹ Dazu Maximilian Schönherr, Softwarekritik von "N. I. Absynth 4" in: *Sound & Recording* Heft 12/2006, 78-81, samt zugefügtem Klangbeispiel auf CD

- Differenz der *musique concrète* zur genuin elektronisch generierter Musik eine der medientechnischen Prozessierung; operiert *musique concrète* mit akustischen *objets trouvés* (also zunächst mit dem Tonband als Medium, das Schaeffer durch seine früheste Ausbildung - auch im Rundfunkversuchslabor von Berlin - vertraut war) *versus* Sinustongeneration (Synthesizer). *Concrète* in diesem Sinne ist auch im Digitalen der Sampler, indem er vorgefundene akustische Information als Input aufnimmt und speichert, um sie dann allen Formen der algorithmischen Bearbeitung zur Verfügung zu stellen (seien es klassische Instrumente, seien es schon ausgearbeitete Musiken wie spezielle Loops aus Popsongs, seien es Geräusche - jene akustischen Garantien des Realen, nämlich der Welthaftigkeit). Diese Formen von *musique concrète* generiert ein Archiv; in sogenannten Resets (Sample-Libraries) kann auf solche sonischen Elemente zurückgegriffen werden. Demgegenüber ist der Synthesizer "ein elektronischer Klangerzeuger, der mit verschiedenen Synthesemethoden Klänge nativ erzeugt"³². Die eigentliche Dramatik, also die Ordnung von Handlung in der Zeit, geschieht dann durch das Arrangieren der Klänge mit dem treffend so benannten Sequenzer (Arpeggiator); er zeichnet die Notenwerte gespielter Töne auf "und spielt sie wie ein Playerpiano automatisch wieder ab" = Werner ebd., 23

- Ur"sprung" des Frequenzsprungverfahrens aus dem Musikautomaten; experimentiert Komponer George Antheil gemeinsam mit Hedi Lamarr mit automatisierter Steuerung von Musikinstrumenten. "Together, they submitted the idea of a Secret Communication System in June 1941. [...] This early version of frequency hopping used a piano roll to change between 88 frequencies and was intended to make radio-guided torpedoes harder for enemies to detect or jam" = Wikipedia, Eintrag Frequency Hopping

- Zeitachsenmanipulation, etwa die Variation des Abspieltempos auf zeitkritischer Ebene, durch Quantisierung (das Zurechtrücken von Frequenzen, wie der Effekt *Autotune* der Firma Antares, der ungenau gesungene Töne anhand einer vorgegebenen Skala zurechtzurücken vermag - und im Song *Believe* von Chere 1999 gerade als Verfremdungseffekt eingesetzt wurde, insofern rechte Töne damit künstlich fehlkorrigiert werden, also die schlichte Vorzeichenvertauschung. Das medienarchäologische Ohr (des Synthesizers) ist indifferent gegenüber fehlerhaften oder fehlerfreien Musik, weil in seinem Reich die reine Ratio regiert.

- experimentieren 1948 in New York Louis und Bebe Barron mit dem gerade erst (aus Deutschlands Kriegsbeute) eingeführten Magnettonbandgerät; 1951 John Cage auf diese Möglichkeit zeitversetzter Musik aufmerksam, die Option temporaler Montage; eine Gruppe entwickelt daraufhin das Projekt *Music for Magnetic Tape*. "Ich entdeckte verschiedene Möglichkeiten, den Klang nicht durch Regler, sondern durch

³² So definiert von Jan St. Werner, in: ders. / Klaus Sander, *Vorgemischte Welt*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2005, 22

das tatsächliche Schneiden des Tonbandes zu verändern"³³ -
medienarchäologischer Eingriff, ein transitives (und nicht symbolisch über
Notenkomposition) vermitteltes Komponieren; Stockhausens
Mikroschnipsel als Zeitobjekte (micro-sounds); Burroughs' / Gysin's *cut-ups*;
Beckett, *Krapp's Last Tape*

- Stockhausens Verwendung von stimmlichem Klangmaterial: "wollte er ein
Kontinuum zwischen elektronischen und menschlichen Lauten erzielen;
damit Schritt getan in Richtung auf die Einbeziehung anderer
Klangmaterialien als nur rein elektronisch erzeugter; elektronische Musik
aus dem Kölner Studio näherte damit konzeptionell der *Musique Concrète*
aus Paris an"

- konvergieren Medientheorie und Klanganalyse, ein Minimum an
mathematischem Wissen aufgerufen; studierte Meyer-Eppler Mathematik,
Physik und Chemie; Dissertation an der Universität Bonn behandelt *Eine
Anordnung zur direkten photoelektrischen Ausmessung von
Funkenspektren* (1939, kurz vor Kriegsausbruch); im September 1942
habilitiert er sich an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
derselben Universität mit einer (*avant la lettre*) medienwissenschaftlichen,
weil die Rolle von Meßmedien im Zustandekommen von
naturwissenschaftlichen Daten behandelnden Schrift über *Verzerrungen,
die durch die endliche Durchlaßbreite physikalischer Apparate
hervorgerufen werden, nebst Anwendung auf die Periodenforschung*.
"Periodenforschung" ist das Stichwort, das ins Zentrum der neuzeitlichen
Episteme weist, wo eine dynamische Welt aus Schwingungen die quasi-
stationäre antike Welt aus numerisch-kosmischen Proportionsverhältnissen
ersetzt; ihr meßmediales Sinnbild das Oszilloskop

- Dozent für experimentelle Physik; verfaßte Meyer-Eppler, der die
Hinwendung zu akustischen Prozessen aus naturwissenschaftlicher
Perspektive mit prominenten Kollegen wie Hermann von Helmholtz,
Sigmund Exner sowie Erich Moritz von Hornbostel teilt, inmitten des
Zweiten Weltkriegs den Aufsatz "Die Untersuchung von
Schwingungsvorgängen mit dem Projektionsperiodographen". 1947
wechselt er die Fakultäten, als ihn das Phonetische Institut an der
Philosophischen Fakultät der Universität Bonn engagiert - zugleich ein
Hinweis darauf, wie Medienwissenschaft in beiden Fakultäten anzusiedeln
ist. Das Bonner Institut nennt sich später in "Kommunikationsforschung
und Phonetik" um; markant ist in diesem Zusammenhang, daß damit kein
publizistischer Begriff von Kommunikation, sondern Informationstheorie im
Sinne Shannons gemeint ist. Meyer-Eppler beruft sich in seinem Vortrag
"Metamorphose der Klangelemente" (Basel 1955) ausdrücklich auf Claude
Shannons allgemeine Kommunikationstheorie, "die sich auch auf den Fall
der elektronischen Musik wie überhaupt jedes akustische Geschehen
anwenden läßt, und die es gestattet, verbindliche Aussagen über
Schallstrukturen zu gewinnen"

³³ Hier zitiert nach: Martin Supper, *Elektroakustische Musik und
Computermusik. Geschichte - Ästhetik - Methoden - Systeme*, Darmstadt
(Wiss. Buchges.) 1997, 17

- hält 1955 unter dem Titel *Metamorphose der Klangelemente* einen Vortrag, der die mathematische Theorie der Kommunikation auf elektronische Musik "wie überhaupt jedes akustische Geschehen"³⁴ anwendet; Sich-Einlassen auf Shannons Mathematik bedeutet zugleich eine radikale Abwendung von den "analogen" Vorstellungen und (Meß)Medien der Musik, denn die aus Shannons diskreter Mathematik gezogenen Konsequenz lautet: "Es gibt nur eine endliche Zahl von akustisch unterscheidbaren Schallereignissen von nicht unbegrenzter Dauer" - und diese Unterscheidbarkeit ist die Bedingung für das Informationsmaß. "Nicht der kontinuierliche Schwingungsverlauf, das Oszillogramm, ist deshalb das angemessenste Beschreibungsmittel, sondern das diskontinuierliche Schema, die Matrix" <zitiert ebd.>. Gemeint ist hier sehr konkret das Zeit-Frequenz-Spektrum nach Gabor - eine zweidimensionale, diskontinuierliche Matrix, die Meyer-Eppler nicht nur zur Analyse von Klangereignissen, sondern zugleich auch als Partitur und Baumaterial für elektronische Kompositionen in *Mosaiktechnik* empfiehlt: zweidimensionale, diskontinuierliche Matrizenmathematik. An anderer Stelle beschreibt Meyer-Eppler die "matrizielle Notation" mit Blick auf dem *sampling theorem* (von ihm als "Auswahl-Theorem" übersetzt). Die Mächtigkeit dieses informations- und nachrichtentechnischen Theorems erstreckt sich auf jeden beliebigen Schwingungsvorgang, "von dem lediglich verlangt wird, daß er keine Frequenzkomponenten außerhalb des Hörbereichs hat und von begrenzter Dauer ist" = Meyer-Eppler 1955: 150; damit der medienanthropologische Maßstab (und damit die Beschränkung) des Sampling-Theorems in aller Deutlichkeit ausgesprochen, während Medienarchäologie mit distanzierterem Blick auf menschenferne Medienvorgänge reflektiert

- sofern ein Schwingungsvorgang von begrenzter Dauer ist, läßt er sich stets durch eine endliche Zahl von reellen oder komplexen Amplitudenwerten "völlig eindeutig darstellen"³⁵ - ein neuer Begriff von (*high*) *fidelity*, von "Treue", geboren aus der Medienästhetik selbst, insofern sie eine techno-mathematische ist.

- bezeichnet B die spektrale Breite des akustischen Ereignisses und T seine Dauer, bedarf es höchstens $n = 2BT$ reelle Amplitudenwerte ("Informationsquanten" oder "Logonen") zu seiner Darstellung (im Sinne der genannten sinnesanthropologischen Beschränkung). Von hier der Schritt zu den Gaborschen "Elementarsignalen", die je aus einer "gaußisch berandeten Sinus- oder Kosinusschwingung" bestehen

- "Man hat <...> lange Zeit übersehen, daß sich eine Sinusschwingung im exakten Sinn überhaupt nicht realisieren läßt. Eine harmonische Schwingung ist nur denkbar, wenn sie unendlich lange Zeit währt. <...>

³⁴ Zitiert aus dem Vortragstyposkript nach: Elena Ungeheuer, Wie die elektronische Musik "erfunden" wurde ... Quellenstudie zu Werner Meyer-Epplers Entwurf zwischen 1949 und 1953, Mainz et al. (Schott) 1992, 217

³⁵ Werner Meyer-Eppler, Elektronische Musik, in: F. Winckel (Hg.) 1955, 133-158 (150)

jeder Vorgang - sei es eine Wasserwelle, ein Ton oder ein Lichtstrahl - hat einen Anfang und ein Ende. Das bedeutet eine Änderung des Gleichgewichtszustandes in diesen beiden Zeitpunkten, was sich als Störfunktion auf die Schwingung auswirkt, indem unharmonische Komponenten entstehen. <...> Die Störfunktion, die sich beim Einsetzen eines Lautes von selbst naturgesetzlich entwickelt, läßt sich analytisch genau so behandeln wie das Einschalten eines Wechselstroms. Ein Schwingungszug von der begrenzten Dauer Δt Sekunden enthält die beiden "Unstetigkeiten" im Zeitpunkt des Ein- und Ausschaltens t_1 und t_2 . Die Analyse mit dem Fourier-Theorem zeigt, daß außer der Sinuswelle von der Frequenz f_0 durch die Unsteigkeit eine große Anzahl parasitärer Schwingungen aller möglichen Frequenzen ausgelöst wird, und zwar um so mehr, je plötzlicher der Schwingungsvorgang einsetzt"³⁶

- der Ansatz des Digitalen im Analogen; Siegert 2003

- guter Grund, weshalb Theorie hochtechnischer Medien sich eher mit der Akustik denn (wie die traditionelle Medienwissenschaft, von Film- und Fernsehforschung, Theaterwissenschaft und Philologie herkommend) mit den Bildwissenschaften verbündet. Klangmaterial teilt (eher als das gemalte Bild) mit Elektronik die Prozeßhaftigkeit, also die Grundierung in Vollzügen, ohne welche weder Klang noch Mediengeschehen ist. "Die Welt ist nicht, sie geschieht", sagt Heisenberg, und Schrödingers Wellengleichungen definiert Materie als das, was "fortwährend etwas tut, sich bewegt" = zitiert nach Winckel 1955: 28

- mathematisch formulierter, stationäre Sinuston stellt eine Idealisierung dar und kann nur unter der Voraussetzung additiv zum einem reinen Klang synthetisiert werden, daß prinzipiell kein Anfang und kein Ende für ihn angenommen wird - keine Mikrogeschichte. Demgegenüber ist die tatsächlich Klangwahrnehmung von dynamischen Schwankungen in kleinsten Zeitabschnitten, Nachhall und Klingdauer entscheidend für die physikalische Behandlung und physiologische Wahrnehmung des Klangs. "Die Vielfalt der Schwankungserscheinungen über die Klingdauer können wir besonders deutlich wahrnehmen, wenn wir einen Gong oder eine Glocke anschlagen, wozu dann noch das Geräusch des Anschlags kommt" = F. Winckel, Naturwissenschaftliche Probleme der Musik, in: ders. (Hg.), xxx, 29; Ursprung der Akustik als Wissenschaft aus dem Kanonendonner

- vernimmt Norbert Wiener an der Orgel diesen Geräuschanteil, der sich der idealisierten Fourieranalyse entzieht: "Schlägt man einen Ton an, der sechzehn Schwingungen in der Sekunde hat, und hält ihn nur eine zwanzigstel Sekunde aus, bekommt man eigentlich nur einen einzigen Luftstoß, ohne irgendeinen deutlichen oder überhaupt nur wahrnehmbaren periodischen Charakter" = zitiert nach: Supper 1997: 35; betont das Phänomen, daß für nanophysikalische Ereignisse andere Gesetze gelten als die der Newtonschen Makrowelt: "daß es in der Musik, genau wie in der

³⁶ F. Winckel, Naturwissenschaftliche Probleme der Musik, in: ders. (Hg.), Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung, Berlin (Radio-Foto-Kinotechnik) 1955, 30f

Quantentheorie, einen Verhaltensunterschied zwischen den Dingen gibt, die zu sehr kleinen Zeit- und Raumintervallen gehören, und dem, was wir als normalen Alltagsmaßstab nehmen, und daß die unendliche Teilbarkeit des Universums ein Begriff ist, den die moderne Physik ohne bedeutende Einschränkung nicht länger anerkennen kann" <zitiert ebd.>. Damit aber hat die quantenmechanische Welt ein anderes Geschichtsbewußtsein (nämlich gar keines) denn die emphatische Welt des Menschen; *petits perceptions* ahnen es, lassen den Menschen also davon nicht unberührt. Vielmehr erzeugt dieses asymmetrische Zeitverhältnis beständige Dissonanzen im Zeithaushalt

- "erhört" digitale Klangsynthese dies mit den techno-mathematischen Methoden des *physical modeling*, entwickelt vom Akustiker McIntyre, um an einem akustischen Instrument wie der Saite, wie sie gleichursprünglich zur Entwicklung der klanglichen Analysis stand (d'Alembert, Euler), die Entstehung und das physikalische Verhalten von Schwingungen zu simulieren. Der anstreichende Bogen und die resultierende schwingende Saite verhalten sich gegenseitig unproportional, also nicht-linear.³⁷

- stochastische Musik in Überwindung des klassischen Sinustonparadimas der frühen Elektroakustischen Musik, vertreten durch Iannis Xenakis, der Gaborsche Elementarquanten und -klänge nach dem (Norbert Wiener und Andrej Markovschen) Gesetz der Übergangswahrscheinlichkeiten aneinanderreihet; kommt dem (wieder) nahe, was Streichinstrumente (auch die Guslar) immer schon vollzogen haben, gleichursprünglich zu dieser Mathematik, als eine Art non-numerische Berechnung (Analogcomputer): "Ein Abstrich mit dem Geigenbogen auf der Geige führt zweifelsohne zu einem Geigenklang. Würde man diesen Vorgang in Zeitlupe beobachten, so ist keineswegs vorhersagbar, was genau passiert. Die Bogenhaare ziehen zunächst an der Saite so lange, bis diese durch die größer werdende Spannung nicht mehr an den Bogenhaaren haften kann und daraufhin zurückspringt, kurzzeitig schwingt, bis sie, bedingt durch Bogendruck, Kolophoniumskonsistenz, Geschwindigkeit der Bogenführung usw. von den Bogenhaaren wieder kurz erfaßt wird und der Vorgang sich wiederholt. Diese Wiederholungen werden jedoch geringfügig stees voneinander abweichen. In anderen Worten: Die Entstehung eines Violinklanges ist ein stochastischer Prozeß, da die Mikroeinheiten der Klangerzeugung nicht vorhersagbar sind. Diese Abweichungen sind das, was umgangssprachlich mit der Lebendigkeit eines (Violin-)Klanges beschrieben wird" = Supper 1997: 50 - im Unterschied zum additiv-synthetischen Sinuston; gerade das Leben(dige) *zählt* also (nicht); Tomastik 1932 zur Mikrosprunghaftigkeit von Saiten

- auf Mikroebene Verhalten eines Einzelteilchens nicht vorhersagbar, aber auf der Ebene der oszillatorischen Schwingung spielt das Einzelverhalten zum statistischen Gesamtdurchschnitt keine entscheidende Rolle - ein von den frühen HF-Generatoren (Motoren) vertrauter Prozeß (Funkenlöschung, System Telefunken)

- Ereignisfeld im Einzelnen der gezupften Saite kaum vorhersagbar; läßt sich mit Mathematik meistern und nachrichtentechnisch implementieren;

³⁷ Dazu Michael Harenberg, Die Rationalisierung des Virtuellen in der Musik, in: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen zwischen Künsten und Medien, München (Fink) 1999, 160-176 (168f)

vermag dann Sprache den Klang einer Violine anzunehmen: "Durch Lineare Prediction Coding lassen sich beliebige Zeit- und Frequenztransformationen und Interpolationen zwischen analysierten Abschnitten etc. bewerkstelligen"; Charles Dodge verwendet diese Technik in seiner Komposition *Speech Songs* von 1972/73 = Supper 1997: 53

- beschreiben Physiker Karplus und Strong die schwingende Saite durch Algorithmen, deren Natur es ist, implementiert in Computer operativ werden zu können. Nicht resultierende Wellenformen, sondern die jeweils vom Instrument definierten Raum bezogenen physikalischen Zustände der Saite werden damit berechnet und sind parametrisch in Echtzeit steuerbar

- weniger die Grundwellenform eines klassischen Instruments das akustischen Erkennungsmerkmal, verantwortlich für die Klangfarbe, sondern vielmehr "dynamische Formanten mit jeweils typischem Zeitverhalten" = Harenberg 1999: 169, wie es in Ein- und Ausschwingphasen liegt; sucht das *physical modeling* mehr denn je die Imitation des traditionellen Instruments; die Physik, also Welthaftigkeit von Instrumenten liegt präzise in ihrem *Zeitverhalten*. Auf dieser Zeitebene emuliert nun der Computer die klassische Musik - mit Mitteln der Mathematik quasi-reeller Zahlen (das "Zeitreal")

- spitzt sich Emulation (ontologische Differenz zum Begriff der "Simulation") der Welt- als Zeithaftigkeit grenzwertig zu im Begriff des Rauschens. In der musikelektronischen Baugruppe "Sample-and-Hold" (vertraut auch algorithmisch in Supercollider); Option "Sample and Hold"; wird ein Merkmal realer Welt, nämlich ihre Rauschhaftigkeit, gespeichert / archiviert. Im Takt des Rechners ändert sich quasi-zufällig eine Spannung: "Aus einem Rauschsignal, in dem alle Frequenzen und Amplituden enthalten sind, wird in regelmäßigen Abständen eine `Probe´ entnommen <...> und bis zur nächsten Probenentnahme festgehalten <...>. Die Geschwindigkeit der entstehenden Folge zufälliger Spannungssoprünge ist von einer Taktfrequenz (engl. *clock*) abhängig, d. h. von der Sample-Anzahl, die in einer bestimmten Zeit aus dem Rauschsignal entnommen wird" <Ruschkowski 1998: 169; siehe dort Diagramm Abb. 23>

- genuine Ästhetik des mathematischen Klangs - "Die Geburt der elektronischen Musik aus dem Geist der synthetischen Zahl"³⁸ - nicht länger der klassischen Instrumentalmusik gegenüber, sondern faltet deren Berechenbarkeit auf sie selbst

- auch "im simulierten Instrument sind reale physikalische Gesetze aufgehoben" - wie die *physics* im Computerspiel (etwa Gravitation; Lara Craft vermag gegen die Schwerkraft zu turnen). "Aufgehoben" im doppelten Sinne: ebenso simuliert wie real nicht intakt im PM-Synthesizer. Begriffe wie *cyberspace* erweisen sich in ihrer Raum- und Bildorientiertheit als irreführend im Begriff sowohl der elektro-mathematischen wie der

³⁸ So der Titel des Beitrags von Herman Sabbe, in: Musik-Konzepte 19. Karlheinz Stockhausen. ...wie die Zeit verging..., hg. v. Heinz-Klaus Metzger / Rainer Riehn, München 1981, 38-49

sonischen Medien. Was im Computer bei Physical Modeling *zählt*, ist das "Zeitverhalten im Inneren des virtuellen Instruments. Damit wird Zeit zum bestimmenden Merkmal virtualisierter Klang-Körper im simulierten Klangraum" <Harenberg 1999: 173>

- sinusförmiger Ton, in immer kleineren Zeitabschnitten analysiert, verliert sich die Reinheit dieses Tons zunehmend; die Tonhöhe bedarf umgekehrt einer prinzipiell unendlichen Zeit zur exakten Bestimmung. "Man erkennt, daß man nicht gleichzeitig die beiden Komponenten eines Tones, Frequenz und Zeit, exakt analysieren kann. Es ist das gleiche Problem wie bei der Aufstellung der *Heisenbergschen* Unschärferelation, die für das Wellenbild eines atomaren Systems berechnet wurde" = Winckel 1955: 32; *verschmiert* der Zeitbegriff

- hat die elektroakustische Musik (wie Medienwissenschaft) zwei Grenzen: einerseits Effekte auf die Wahrnehmung im makrophysikalischen Raum (das musikalische Erlebnis, Massenmedien), andererseits die quantenphysikalische Welt von Mikro-Ereignissen, für die (bedingt) andere Gesetze gelten

- "In der Weiterverfolgung der Störfunktion zeitlich begrenzter Töne ist die nächste Frage: Wie kurz darf ein Ton sein, damit er sinnlich wahrnehmbar wird <...>?" = Winckel 1955: 33; minimale Zeitspanne für das Tonerkennen liegt bei 1/20 bis 1/50 Sek. (das *perception time smear*). 50 ms für eine Frequenz von ca. 100 Hz, 1000 Hz erfordert 20ms, 4000 Hz nur 14ms zur Tonerkennung. Die sogenannte Zeitkonstante liegt bei 5 Centisekunden (1/20 Sek.), wie sie in der Verhaltensforschung (Uexküll) den "menschlichen Moment" darstellt. "Nach *Karl Ernst von Baer* (1860) ist es die Zeit, die wir brauchen, um uns eines Eindrucks eines unserer Sinnesorgane bewußt zu werden. Auch in der Psychologie kennt man jene Schwelle von 1/20 s, bei der sie 'Gegenwartsdichte' genannt wird" und dem diskreten Lautwert der Sprache (Phonem) entspricht <Winckel 1955: 34>. Die Eigenzeit für Tiere ist eine andere, sub- oder suprakritischer dazu, (Kampffisch oder Schnecke); daraus resultiert, "daß die Bedingungen des menschlichen Musikhörens für das Tier gar nicht zutreffen"; die Bewertung akustischer Laufzeitunterschiede (also das zeitkritische Moment) entscheidend <ebd.>

- akustisches Elementarteilchen (*Gaborsche* Elementarsignale verschiedener effektiver Dauer Δt) läßt sich entweder mathematisch "in reeller Schreibweise" darstellen; Abb. Meyer-Eppler 1955: 150, Gleichung 17a; oder in graphischer Form = ebd. 151: Abb. 10; Texte daher in LaTeX verfassen: um an solchen Stellen der Argumentation nicht auf Overheadfolien zur Illustration mathematischer Formeln zurückgreifen zu müssen, an denen die Textedition in Microsofts WORD scheitert, das bestenfalls noch Wurzelzeichen zu interpolieren vermag

- kennzeichnen vier Parameter ein Gaborsches Klangatom: die zeitliche Lage t_0 , die frequenzmäßige Lage ν_0 , das Zeitintervall Δt (die "effektive Dauer") und die komplexe Amplitude c . Und so werden physikalische Ereignisse (akustische Signale) als "Informationszellen" rechenbar und

lassen sich zu einer "Kompositions-Matrix" anordnen: ebd., 151, Abb. 11

- diese Sicht auf Musik vor allem von Physikern, Mathematikern, Kybernetikern (heute Informatiker), allgemein: von Naturwissenschaftlern getragen; lautet deren Antwort auf die Frage nach der Musik eindeutig Klang; schließt sich Medienarchäologie diesem Appell des Sonischen an; detaillierte Frequenzanalyse akustischer Vorgänge nicht hinreichend zur Erklärung von Klang als Phänomen; erst operative Mathematik der *wavelets* kommt im Computer dem nahe, was das menschliche Gehör längst leistet: akustische Signale zugleich als Zeitfunktion und als Frequenzspektrum zu integrieren³⁹

- holt Dennis Gabor im Namen der "subjective acoustics" die Zeit zurück in die Klanganalyse, welche Jean-Baptiste Joseph Fourier durch seine Transformation vom Zeit- und den Frequenzbereich extrapoliert hat

- überwindet Fast Fourier Transformation die Zeitlosigkeit der Fourieranalyse, indem Schmalbandanalysatoren die Zeitabschnitte eines Klages nach und nach analysieren <Supper 1997: 35>

- referiert Gabor die von Ohm und Helmholtz entwickelte Theorie des Hörens: "The ear analyses the sound into its spectral components, and our sensations are made up of the Fourier components, or rather of their absolute values. But Fourier analysis is a timeless description in terms of exactly periodic waves of infinite duration. On the other hand, it is our most elementary experience that sound has a time pattern as well as a frequency pattern. This duality of our sensations finds no expression either in the description of sound as a signal $s(t)$ in function of time, or in its representation by Fourier components $S(f)$. A mathematical descriptionis wanted which *ab ovo* takes accountof this duality. Let us therefore consider both time and frequency as co-ordinates of sound" = ebd., 591 - eben so, wie auch für operative Technologien der zeitlose Zeichenbegriff und der zeitkritische Signalbegriff ineinslaufen⁴⁰

- definiert Gabor exakt mathematisch die "uncertainty relation between time and frequency" als Δt : "What we have obtained is a classical model of one-dimensional static wave mechanis, in which unity replaces Planck´s constant h . <...> We see now that the quanta in this model of wave mechanism are *quanta of information*. Each quantum represents one complex numerical datum or two real data" <591>. Folgt ein Verweis auf die analytische Verwendung der "sound spectrography" developed by the Bell Telephone Laboratories during the War" <592>; der Kriegsbezug lag konkret in der Herausforderung, Piloten(tele)kommunikation auch in lärmenden Flugzeugen noch aufrechterhalten zu können - "communication in the presence of noise" (frei nach Claude Shannon)

- entscheidende Differenz zwischen Mensch und Medium; kommt die Rolle

³⁹ Dazu Julia Kursell / Armin Schäfer, Klangwolken, in: Archiv für Mediengeschichte, Themenheft *Wolken* (2005), 167-180

⁴⁰ Martin Heidegger faßt diesen entscheidenden Unterschied von Zeichen und Signal in seiner Kritik an der Informatisierung von Sprache als Programmierung nicht präzise. Siehe »Zeichen«, in: ders., Aus der Erfahrung des Denkens 1910-1976, Frankfurt/M., 211. Dazu Erich Hörl, Parmenideische Variationen. McCulloch, Heidegger und das kybernetische Ende der Philosophie, in: Claus Pias (Hg.), Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. II: Essays und Dokumente, Zürich / Berlin (diaphanes) 2004, 209-226

der Meßinstrumente in Quantenanalyse ins Spiel: "There is an important difference between an acoustical quantum as registered by a physical measuring instrument, and as registered by the ear. In the experiments considered the ear was called upon only to answer "yes" or "no" to a simple question. To a measuring instrument, on the other hand, a quantum of information conveys a complex numerical datum (two real data), and every exact datum carries in itself an infinite number of "yes"s and "no"s". <...> the best ear in the optimum frequency-range can just about discriminate one acoustical quantum" 593 - *verkehrte Welten des Analogen und des Digitalen*

- "Alle Bewegung verursacht Schwingungen, allein uns fehlen die Ohren, sie zu hören" (Marin Mersenne, *Harmonie Universelle*). Es vielmehr die Mathematik, welche uns die Erscheinungen nahe bringt; sie "macht sie uns messbar und scheint eine besondere Begabung des menschlichen Geistes zu sein, um das, was ihm durch den Mangel seiner Sinne und die Kürze seines Lebens verloren geht, zu ersetzen" = Fourier, *Analytische Theorie der Wärme*, Zitate nach Volmar 2003, *motti*

- von antiker Proportionslehre zur Identifizierung der Tonhöhe mit der Schwingungsfrequenz keine historische Entwicklung, sondern ein dramatischer Sprung von epistemischer Dimension, eine kopernikanische Wende für den Begriff von Natur- als Zeitprozessen: "Im 16. Jahrhundert ist die pythagoräische Numerologie in der Musiktheorie noch weit verbreitet, doch durch die Entwicklung der Polyphonie, den daraus entstehenden Stimmungsproblemen und den Anfängen der physikalischen Untersuchungen von Schallphänomenen wird das Gebäude der alten Universellen Harmonie zunehmend marode. <...> ganz im Gegensatz zu ihren antiken Vorgängern" = Volmar 2003; hier werden - Fourier *avant la lettre* - Klänge als Zusammensetzungen aus verschiedenen Tönen faßbar. Von daher ist die physikalische String-Theorie modelliert nach dem Modell der schwingenden Saite; diese hat potentiell alle verschiedenen Einzelzustände gleichzeitig wie ein Q-bit im Quantencomputer

- beschreibt Gabor "the two mechanisms of hearing" - einmal die Ohren als Resonatoren, dann der höchstwahrscheinlich nicht-mechanische Vorgang "one might be tempted to locate it in the brain" <593>, als neuronale oder besser neuroinformatische Funktion (insofern die Wahrnehmung selbst rechnet, also Information verarbeitet). Hier erfolgt der Sprung vom Akustischen und Sonischen zur musikalischen Semantik: "We begin to perceive a sound as 'musical' just at the point where the second mechanism takes over. Speech would be perfectly intelligible by the first mechanism alone" <593>

- konsequente Frage "whether quantum theory has anything to learn from the acoustical model: "In a formal sense the answer must be <...> in the negative. From the fact, however, that two different fields admit the same formal treatment it follows that, so far as the mathematics goes, there can be nothing in one which is not implicit in the other" = 593 f.; unterscheiden "between intrinsic features of the phenomenon, and others which are introduced by the method of analysis" <594> bzw. solche, die durch Meßinstrumente (als materialisierte Medienanalyse) buchstäblich determiniert werden; quantenmechanisch informierte Medientheorie folgt Gabors Methode, "the same phenomenon simultaneously from two different aspects" zu sehen - der Welle/Teilchen-Dualismus führt hier selbst zum Begriff der "acoustical quanta". Charakteristisch für eine Epistemologie, die - und das ist unsere Lage -

zugleich in der Welt des Newtonschen Physik und in der Quantenmechanik lebt, gilt: "ask simultaneously two kinds of questions about the same thing" <594>

- "One might be inclined to think that sharply defined states, characterized by integral numbers, are peculiar to quantum phenomena, or at least that they require special mechanisms to imitate them classically, such as strings or membrane. But we have seen that in the acoustical model the integers emerge as a part of the mathematical background before any physical phenomenon has appeared on the stage" = 594 - eine Emergenz aus der medienarchäologischen Ebene, welche ⁴¹immer auch die mathematische meint

- bezeichnen "Integer" bekanntlich die ganzen Zahlen, die erstaunlicherweise nicht nur als "Harmonische" in der Musik, sondern auch im Kern der physikalischen Dinge, im Atom (modelliert von Bohr) die zentrale Rolle spielen und als *ganze* Quantenzahlen eine neue Form von Anschaulichkeit jenseits der klassischen Ästhetik vermitteln. Die ganze Zahl schuf der liebe Gott, hat ein Mathematiker einmal formuliert, alles übrige sei Menschenwerk.⁴² Dies war die buchstäblich an einem schwingenden Medium, also medienarchäologisch gewonnene Entdeckung von Pythagoras, als er auf die ganzen Zahlen als dem der Musik zugrunde Liegenden traf: theos arithmetizei, Gott zählt = ebd.; das Schwanken zwischen Wellen- und Korpuskulartheorie nur noch auf mathematischer Ebene aufhebbar; hat Medientheorie es mit einer mittleren Ebene operativen Vollzug zu tun, in deren Kern jedoch ihre Überwindung durch die Techno-Mathematik steht

- weist Axel Volmar darauf hin, daß Musiktheoretiker der frühen Neuzeit wie Marin Mersenne (seine Harmonie universelle von 1636/37) sich gerade nicht mehr damit zufrieden gaben, mit pythagoräischen Verhältnissen relative Tonhöhen zu beschreiben, sondern zu untersuchen begannen, wie diese zustande kamen: "Sie begannen, neben physikalischen Ursachen für die Tonhöhe auch das Sein der Töne selbst zu ergründen" = Axel Volmar, Parametrisierungsgeschichte der neuzeitlichen Akustik, 15. Juli 2003; ein Text, der am Lehrstuhl für Ästhetik und Geschichte der Medien (Friedrich Kittler) entstanden ist: www.aesthetik.hu-berlin.de/medien/texte.php

⁴¹ Wenngleich Michel Foucaults *Archäologie* in erster Linie Aussagenlogik meint: Martin Kusch, Foucault's Strata and Fields. An Investigation into Archaeological and Genealogical Science Studies, Dordrecht / Boston / London 1991. Mathematik selbst wird in Foucaults *Ordnung der Dinge* für die Beschreibung der nachklassischen Epoche (jenseits der Leibniz'schen *mathesis*) weitgehend ausgeklammert; die Skepsis des Diskursanalytikers hindert ihn, "ein mathematisch-anthropologisches Argument" weiterzudenken, wie es ansatzweise Johann Friedrich Herbart und dann vollends Norbert Wiensers Kybernetik - für die Medientheorie folgenreich - leisteten: Stefan Rieger, *Kybernetische Anthropologie. Eine Geschichte der Virtualität*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 280, unter Bezug auf Michel Foucault, *Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 9. Aufl. 1990, 419

⁴² Zitiert nach: Ernst Zimmer, *Umsturz im Weltbild der Physik*, München (Knorr & Hirth) 2. Aufl. 1934, 150

Konstellationen sonischer Zeitprozesse

- a) medienarchäologisch (Schwingungen, post-griechische Entdeckung mit Marin Mersenne); b) sonisch; c) "musikalisch" (aber hier geht es nicht mehr um genuine Zeitprozesse, sondern um dramaturgische Semantik zeitlicher Ordnung)

- Zeitprozesse: Rhythmus / Algorithmus

- zeitprozessuale Allianz zwischen neuronaler (Mensch) und elektronischer Schwingung (Wire Recorder) auf signalverarbeitender, also zeitkritischer Ebene

- sucht Stockhausen für "mikrozeitliche Phasenverhältnisse" <42> den "Einklang mit einer neuen musikalischen Zeit" <42>, wie er nur im elektronischen (und folgend elektromathematischen) Raum selbst zustandekommt. Wichtig sei für den Musiker (so Stockhausen), "daß `Klangfarbe´ das Ergebnis von Zeitstruktur ist und daß er - wie es heute elektronisch geschieht - in diese Zusammenhänge kompositorisch eingreifen kann" = 111; eigentliche Botschaft der elektronischen Medien an die Musik also nicht der synthetische Ton, sondern musikalische Zeit(phasen)manipulation, ein Eingriff ins Musikalische nicht auf dem Feld des Tons sondern der Temporalität

Zeitfelder (mit Stockhausen)

- schreibt Husserl vom "Zeitfeld" = Ausgabe xxx: 321; den Begriff wörtlich nehmen und ihn epistemologisch auf Michael Faraday zurück führen, der mit diesem *chora*-Begriff ein Phänomen benennt, das sich dynamisch dem altgriechischen Begriff von kosmischer (also räumlich oder zyklisch geordneter, letztlich also statischer) Naturwissenschaft entzieht: das elektromagnetische Feld; wird Zeit als differentialer Prozeß in diesem Feld überhaupt erst erzeugt

- musikalisches Äquivalent zu Karlheinz Stockhausens programmatischem Aufsatz "Wie die Zeit vergeht" das Stück *Zeitmasze* (1955/56). "Zeitfelder größerer Ausdehnung kommen in die Komposition: Strukturen bewegen sich zwischen streng gerichteten Zeitlinien <...> und richtungslosen Zeitfeldern, in denen verscheiden große Massen von Tönen zu vibrierenden Klangpulks pulverisiert werden: dynamische und statische Zeitformen kommen - oft gleichzeitig - ins freie Spiel" = ebd., 9 f.; Epistemologie des elektromagnetischen Feldes greift über auf die Zeitästhetik von Musik, wird hörbar, gar komponierbar. Elektronische Musik meint also nicht nur die direkte Produktion von Musik durch elektronische Instrumente, sondern ist schon - wie hier mit klassischen Blasinstrumenten - als Ästhetik am Werk

- ersetzt Stockhausen einen statischen, transzendenten Zeitbegriff durch einen seinerseits *zeitigenden*, differentiellen, dynamischen Begriff von

Zeitprozessen und trifft damit ins Herz der epistemologischen Allianz von Medienarchäologie und akustischer Ereignisanalyse: "Daß alle diese Einzelheiten in neuer Weise das eigentliche We<i>esen von Musik angehen - eine Ordnung der Töne in der Zeit darzustellen, ist klar"; wird so auch schon das Drama (durch Hans-Thies Lehmann) definiert

- "Nicht umsonst begegnen uns auch bei der traditionellen Musik vor allem zuerst die Zeitmaße, wie *Adagio* oder *Moderato* oder *Allegro* usw. Ebenso klar ist aber auch, daß ein Mensch von heute, der mit Auto und Flugzeugen und Maschinen aller Art umgeht" - seit neuestem auch Echtzeit-fähigen Computern - "wesentliche andere Zeitempfindungen hat, da er vor allem auch gleichzeitig oft ganz verschiedene Geschwindigkeiten, *Zeitschichten* vieldimensional erlebt"; Paul Virilios Dromologie, und Götz Großklaus' *Medien-Zeit* (1995)

- Verbindung von Zeitprozeß und Eigenzeit (Resonanz) der Materialität des Instruments; wie auch Mathematik erst implementiert im Computer zeitlich operativ zu werden vermag: "Die ZEITMASZE ergeben eine ganz dem Instrument und der besodneren Instrumenten-Zusammenstellung eigentümliche Zeitstruktur. Handelt es sich doch um Zeitverhältnisse, die nur mit diesen Instrumenten zu verwicklichen sind" = Stockhausen 1956/2002: 10

- entwickelt Stockhausen die Komposition aus der materiellen Eigenzeit des instrumentalen Klangs, aus den Klangqualitäten der Instrumente selbst

Sonische Zeit als Modellfall von Medienprozessen

- nicht schlicht Erforschung der wechselseitigen Zusammenhänge von Musik und Medien, sondern *Musik als Modellfall medialer Operationen in der Zeit* (und anderer zeitkritischer Medienoperationen) - was dann auf andere Sinnes- und Kongitionsbereiche, etwa dem (von Flusser so treffend definiertern) "technischen Bild", oder dem (von Horst Zuse so unnahmahmlich in einem Buchtitel verewigten) Begriff des *Rechnenden Raums*, übertragbar

- läßt sich anhand der Kopplung von Musik und Medien exemplarisch erforschen (und auch ästhetisch erfahren), wie pure technologische Operationen in kulturelle Semantik übergehen ("parasemantisch", ein von Archytas von Tarent geprägter, von Martin Carlé nun für Computermusikwelten reaktualisierter Begriff)

- "Musik ist in diesem Zusammenhang besonders aufschlussreich, weil sie idealtypisch zeitgebunden ist; hier gewonnene Erkenntnisse scheinen *auf andere algorithmisch formulierbare Kunstformen durchaus übertragbar*" = Alberto de Campo / Julian Rohrhuber, "else if - Live Coding, Strategien später Entscheidung", in: xxx; *live coding* in der Programmierumgebung SuperCollider, für Echtzeit(netz)musik

- nicht erst Heidegger für die Entdeckung dieses existenzialen Zusammenhangs von Zeit und Sein bemühen; daß dies im Medium Ton sich alltäglich vollzieht, begriff längst Hegel, der in seinen *Vorlesungen über die Philosophie der Kunst* das Subjekt als "in der Zeit" definiert, "und die Zeit ist das Sein des Subjekts selber"; noch schärfter: "Die Zeit und nicht die Räumlichkeit <sc. gibt> das wesentliche Element ab<...>, in welchem der Ton <...> Existenz gewinnt"; da nun die Zeit des Tons zugleich die des Subjekts ist, "so dringt der Ton schon dieser Grundlage nach in das Selbst ein, faßt daselbe in seinem einfachsten Dasein nach und setzt das Ich durch die zeitliche Bewegung und deren Rhythmus in Bewegung" <zitiert nach Kittler 2001: 133>. Diese Grundlage (arché) untersucht *Medienarché/ologie* in Hinblick auf die Optionen hin, wie Medienprozesse genau diese Zeitqualität des Tones selbst gleichursprünglich zu reproduzieren vermögen - nämlich in Oszillationen (bis hin zum Schwingkreis im Radio). Was der deutsche Idealismus (Hegel) und die deutsche Klassik (Goethe, Schiller) noch gegeneinander ausspielen - die Nüchternheit der "elenden Gewebe von Zahlenproportionen", "Gestellen von Darmsaiten und Messingdraht" einerseits, und musikalische Empfindung andererseits⁴³, ist längst in der Variationsrechnung (Euler, d'Alembert) aufgehoben

Sonische Zeitschichten (Akustik - Klang - Musik)

- sonische Erscheinungen zeitkritischer Prozesse

- elektronisch erzeugte Sinustöne ahistorisch in ihrem Charakter, ein Bruch mit dem Klang von Instrumentalmusik, in der immer schon die gesamte Kulturgeschichte des Musikinstruments, seine Spiel- und Gebrauchsweisen aufgeladen, aufgespeichert sind; erzeugt sich der Sinuston gleichursprünglich immer wieder erneut, dem Wesen von Medien (daß sie erst im Vollzug als Medien sind) entsprechend; zugrundeliegender, also buchstäblich medienarchéologische Gedanke: jeder Klang aus Sinustönen zusammengesetzt vorstellbar

- musikalischer Parameter, der sich einer Kontrolle am längsten entzogen hat, die Klangfarbe, im Studio für Elektronische Musik komponierbar: "Jeder Sinuston konnte in Frequenz, Amplitude und Dauer exakt bestimmt werden. Übereinander kopiert entstanden aus den Sinustönen Klänge oder Tongemische, deren Farbe direkt durch den Kompositionsplan bedingt war und nicht mehr von der Tradition (wie im Falle mechanischer Instrumente) oder des Instrumentenentwicklers (wie im Falle des Melochords) abhängig" = Wikipedia

- stellt sich das Problem der Fourier-Analyse: daß solche Klänge nur als Zeit oder nur als Frequenz faßbar sind? "Musik stellt Ordnungsverhältnisse in der Zeit dar", definiert Karlheinz Stockhausen gleich eingangs in seinem klassischen Aufsatz "... wie die Zeit vergeht" (September/Oktober 1956).⁴⁴

⁴³ Schiller, zitiert nach: Boeticher 1983: 24

⁴⁴ Publiziert in: die Reihe Nr. 3 (Wien 1957), 13-42; hier zitiert nach dem

Demnach teilt die Musik ihren makroökonomischen Zeitcharakter mit dem Drama und unterstellt dabei einen transzendenten Zeitbegriff; mag ein Kollektivsingular sein, und damit analysierbar in seine verschiedenen (buchstäblich) Frequenzanteile

- auf der mittleren Ebene das, was Stockhausen die Zeitabstände, also Intervalle zwischen Veränderung nennt; "die Zeitabstände seien *Phasen* genannt" <ebd.> - Δt ; auf mikrotemporaler, also zeitkritischer Ebene aber steht dieses Zeitmoment dem Ereignis des physikalischen Signals näher (als die Musik), insofern auch dieses einen Zeitvollzug darstellt. Stockhausen stößt in seinen Untersuchungen über das Zeitvergehen "auf die direkten Beziehungen makroakustischer und mikroakustischer Zeitverhältnisse" <110> - analog zu dem, was Pythagoras als harmonische Proportionen feststellt, diesmal im Zeitbereich

- reichen sonische Prozesse zum Modellfall von Medienanalysen, insofern sie dem zeitlichen Kanal von Medienvollzügen wesensgleich sind. Im Unterschied zu den Interessen der Systematischen Musikwissenschaft aber laufen diese medienwissenwollenden Untersuchungen sonischer Prozesse nicht auf den Musikbegriff hinaus, sondern dienen als Modellfall zur Analyse auch ganz andersartiger Vorgänge, im Sinne von Bill Violas Begriff vom elektronischen Videobild als "Klang der Einzeilen-Abstastung"

- Nähe des (elektro-)technischen Bilds zum Klang in Bezug auf den Zeitvollzug - ein Bezug, den auch Nam June Paik unterstreicht, der Musikgeschichte und Komposition studierte, bevor er 1958-63 in Köln mit Stockhausen im Studio für Elektronische Musik des WDR arbeitete und diesen Umgang mit Elektroakustik zur Videoästhetik weiterentwickelte, unter dem Titel *Exposition of Music - Electronic Television*, seiner legendären Ausstellung in der Wuppertaler Galerie Parnass 1963. Aus medienarchäologischer Sicht - in diesem Falle aus der Sicht des elektromagnetischen Mediums selbst - sind das bewegte Bild und der sich entfaltende nur eine andere Form seiner nieder- und hochfrequenten Modulation. Wie das magnetisierte Band am Tonkopf des Tonbands vorbeistreicht, verzerrt Paik ein Fernsehbild mit einem Magnetring (*Participation TV*, 1965)⁴⁵

- konsequent, wenn Paik für seinen Auftritt im Fernsehstudio des WGBH in Boston 1971 den elektronischen Synthesizer gemeinsam mit dem japanischen Ingenieur Shuya Abe nach dem Vorbild des elektroakustischen Synthesizers einen Video-Synthesizer baute; Ursprung der Videokunst gerade nicht aus dem Geist der Musik, sondern aus der Praxis der Elektroakustik.⁴⁶ Paik, bislang nicht dazu ausgebildet, macht sich während seiner Zeit im Kölner Studio nicht so sehr mit der Kulturgeschichte, mit Philologie und Hermeneutik der Musik vertraut,

Reprint in: xxx, 99-xxx (999)

⁴⁵ Siehe Abb. (Photo Peter Moore) in Stooss / Kellein (Hg.) 1999: 81

⁴⁶ Siehe Toni Stooss, Video Time - Video Space, in: ders. / Thomas Kellein (Hg.), Name June Paik. Video Time - Video Space, Ostfildern-Ruit (Cantz) 1991, 9-16 (12)

sondern mit Schaltplänen und technischen Handbüchern, um so die vorgegebene Ordnung der Apparate nicht erst auf der Ebene ihrer Erscheinung in Lautsprecher und auf Monitoren, sondern bereits im Chassis zu stören. Doch "nach einem Paikschen Eingriff bleibt als Message nicht vielmehr übrig als das Medium"⁴⁷; und einmal mehr stellt sich die Frage, in welchem Verhältnis Technologie zum Inhalt steht, insofern dieser über die sinnesphysiologische Massage hinausgeht (McLuhan trennt zwischen Medium als *message* respektive *massage* einerseits und *content* andererseits)⁴⁸

- im elektronischen Synthesizer etwas am Werk, was eine Provokation des kulturellen Begriffs von Musik darstellt, insofern sich die Felder des Elektroakustischen hier ebenso von der historischen Semantik wie der Emphase des künstlerischen Subjekts lösen - was die Kunst der Fluxus-Epoche als Befreiung *durch* Medien empfand. Analog formuliert es Paik als die Differenz von Malerei und Videokunst: "de Kooning kann nichts machen, das tiefer oder profunder wäre als das, was er in sich selbst hat. Doch bei der Technik gibt es stets das andere, *den* Anderen: das ist nicht man selber"⁴⁹

- akustischer Kanal medientheoretisch privilegiert: nicht, um wieder auf Musik hinauszulaufen, sondern um auf zeitkritische Prozesse und die Analyse mikro-temporaler Ereignishaftigkeit in ganz anderen Feldern hinzuweisen (etwa dem elektromagnetischen Feld selbst, wie von Maxwell als eminent zeitkritische, vektorbeschreibbare Dimension durchrechnet)

- primäres Ziel solcher medienarchäologischen Klanganalysen nicht die Computermodellierbarkeit von musikalischen Prozessen, sondern dieselben als Modellfall von Mediumvorgängen; wird in elektronischer Musik und Computermusik das Wesen techno-mathematischer Zeitprozesse sinnfällig - als ästhetische Form von Medientheorie

Das medienarchäologische Ohr

- "tickt die musikalische Zeit anders als die medientechnische?" (Elena Ungeheuer); medienarchäologisches Ohr vernimmt - kanalbewußt - auch *noise*, das Geräusch; Ticken wird konkret als Frequenz, wie sie Euler beschreibt - als Schläge, nicht der Uhr (gleichmäßiger Takt), sondern des ungleichmäßigen Knatterns, und seien es Gewehrsalven, jene Vorform von Techno-Musik

- definiert Leonhard Euler die Frequenzen ("Schläge") eines akustischen Ereignisses, den Schall, anhand der schwingenden Saite, die Luftschwingungen auslöst, die unser Ohr erreichen: "Folgen diese Schläge

⁴⁷ Edith Decker, Hardware, in: Stooss / Kellein (Hg.) 1991: 67-71 (67)

⁴⁸ Marshall McLuhan, Understanding Media, New York 1964; dt: Die magischen Kanäle, Düsseldorf (Econ) 1968

⁴⁹ Douglas Davis, Vom Experiment zur Idee. Die Kunst des 20. Jahrhunderts im Zeichen von Wissenschaft und Technologie, Köln 1975, 191

gleichförmig auf einander, oder in ganz gleichen Zwischenräumen, so ist dieser Schall rein regelmäßiger Ton, wie ihn die Musik fordert. Folgen aber diese Schläge ungleichmäßig oder in ungleichen Zwischenräumen auf einander, so entsteht daraus ein unordentliches Geräusch, das zur Musik ganz ungeeignet ist"⁵⁰ = Leonhard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände der Physik und Philosophie, 1. Teil, 3. Brief (26. April 1760), hier zitiert nach der Ausgabe: Physikalische Briefe für Gebildete aller Stände, von Leonhard Euler und Johann Müller, Stuttgart (Müller) 1948

- faßt das medienarchäologische Gehör sonische Ereignisse *unterhalb* des musikalischen / semantischen Bereichs - also Modulationen im Sinne der Radiofrequenztechnik; demgegenüber stellt Musik eine Form der semantischen Modulation (Modulation durch Semantik, das Äquivalent zu *noise* im Kanal) dar: "Musica quid est? Bene modulandi scientia" = *Scolica enchiridis*, ca. 875⁵¹

- sensibilisierte erst Mathematik des Infinitesimalen für das Wissen der zeitlichen Dynamik der schwingenden Saite; verhinderte pythagoreische Proportionsästhetik (*via* Boethius) gerade die Einsicht / das Einhören in Schwingungen, bis in die frühe Neuzeit. Was sensibilisierte diese frühe Neuzeit demgegenüber für Oszillationen, für die Allianz aus Takt und Kontinuierlichem? wundersame Kombination aus dem christlich-theologischen Verständnis für infinite Prozesse, Zeitdauer und Ewigkeiten (Augustin), also ein *tuning* des Zeitsinns einerseits, und die Existenz der getakteten Räderuhr aus den benediktinischen Klöstern des Spätmittelalters andererseits

- herrschen zwei Zeitregime: periodische und unstetige Vorgänge auf medienarchäologischer Ebene, nahe dem kontingenten Mikroereignis; musikalische Zeit eine dramaturgisch geformte

Laufzeiten, akustisch und elektromagnetisch (Hz / Hertz)

- enthüllt sich an den Laufzeiten des Elektromagnetismus, also auf der buchstäblichen *mittleren* "medialen" Ebene elektrophysikalischer Prozesse, ein anderes, genuin medienarchäologisches (oder chronomediales) Verhältnis von Musik und Zeit: "Daß diese Kräfte den Raum nicht überspringen, sondern von Punkt zu Punkt fortschreiten, können wir nicht besser beweisen, als indem wir ihren Fortschritt von Augenblick zu Augenblick" - also uhrzeitlich im Sinne von Aristoteles - "tatsächlich verfolgen" = Hertz ebd., 102; wird Zeit als Geschwindigkeit hier selbst zum Medium des Geschehens: "Bewegte Elektrizität übt magnetische Kräfte, bewegter Magnetismus elektrische Kräfte aus, welche Wirkungen indessen nur bei sehr großen Geschwindigkeiten merklich werden. In die Wechselbeziehungen zwischen Elektrizität und Magnetismus treten also Geschwindigkeiten ein, und die Konstante, welche diese Beziehungen beherrscht und in denselben beständig wiederkehrt, ist selber eine Geschwindigkeit von ungeheurer Größe."⁵²

50

⁵¹ Hans Schmid (Hg.), *Musica et Scolica enchiridis una cum aliquibus tractatulis adiunctis*, München 1981, 60

- um Zeitunterschied zwischen Ursache und Wirkung wahrnehmen zu können, reicht im Falle von Lichtwellen kaum eine Strecke von wenigen Metern (Laborsituation): "Die Ladung einer Leydener Flasche, die Kraft eines Magneten könne wir schließlich nur auf mäßige Entfernungen wahrnehmen, sagen wir auf zehn Meter. Einen solchen Raum durchfliegt das Licht, also nach der Theorie auch die elektrische Kraft in dem dreißigmillionten Teil der Sekunde. Ein derartiges Zeiteilchen können wir unmittelbar nicht messen, nicht wahrnehmen. Aber schlimmer als das, es stehen uns nicht einmal Zeichen zu Gebote, welche fähig wären, eine solche Zeit mit hinreichender Schärfe zu begrenzen. Wenn wir eine Länge bis auf den zehnten Teil des Millimeters genau messen wollen, dürfen wir ihren Anfang nicht durch eine breiten Kreidestrich bezeichnen. Wenn wir eine Zeit auf den tausendsten Teil der Sekunde genau bestimmen wollen, so ist es widersinnig, ihren Beginn durch den Schlag einer großen Glocke anzeigen zu wollen" = 106; Hertz als Autor wie als Name von Frequenzen (hertz / Hz) hier nahe am Dirac-Impuls

- Entladungszeit einer Leydener Flasche (1/300000tel Sek.) für menschliche Begriffe "verschwindend kurz" <106>, doch zur Bemessung von Wellen in Lichtgeschwindigkeit ist sie noch viel zu lang. Und nun wieder der akustische Vergleich (mit der Glocke): "Doch legt uns hier die Natur ein feineres Mittel nahe. Wir wissen seit lange, daß der Entladungsschlag einer Leydener Flasche kein gleichförmig ablaufender Vorgang ist, daß er sich, ähnlich dem Schläge einer Glocke, zusammensetzt aus einer großen Zahl von Schwingungen, von hin- und hergehenden Entladungen, welche sich in genau gleichen Perioden folgen. Die Elektrizität ist imstande, elastische Erscheinungen nachzuahmen" = 107 - wundersame innerphysikalische Kaskade der Analogien

- "Die Dauer jeder einzelnen Schwingung ist viel kleiner als die der Gesamtentladung, man kann auf den Gedanken kommen, die einzelne Schwingung als Zeichen zu benutzen. Aber leider füllten die kürzesten beobachteten Schwingungen im noch das volle Milliontel der Sekunde. Während eine solche Schwingung verlief, breitete sich ihre Wirkung schon über dreihundert Meter aus <...>. Wenn Sie den Konduktor einer Elektrisiermaschine entladen, erregen Sie Schwingungen, deren Dauer zwischen dem hundertmillionten und dem tausendmillionten Teil der Sekunde liegt. Freich folgen sich diese Schwingungen nicht in lang anhaltender Reihen, es sind wenige, schnell verlöschende Zuckungen" 107 - wieder nahe am Dirac-Impuls: "Die Möglichkeit des Erfolges ist uns schon gewährt, wenn wir auch nur zwei oder drei solcher scharfen Zeichen erhalten". Erneut eine Analogie zur Akustik: "Auch im Gebiet der Akustik können wir mit klappernden Hölzern eine dürrtige Musik erzeugen, wenn uns die gedehnten Töne der Pfeifen und Saiten versagt sind" = ebd.; digitaler *versus* Analog-Rechner

- setzt Hertz, um solche ultrakurzen "scharfen Zeichen" in wenigen Metern Entfernung wahrzunehmen, eine kleine Funkenstrecke ein; die auftreffenden elektromagnetischen Wellen setzen die Elektrizität des Leiters in Bewegung und lassen einen Funken auftreten. Wundersamerweise sind solche ultrakurzen Funken in dunklem Raum dem bloßen Auge - aufgrund seiner Trägheit - sichtbar <108>. Hertz entdeckt dann rasch, daß die Beziehungen zwischen Sender- und Empfängerdrähten

⁵² Heinrich Hertz, Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität (Vortrag 1889), hier zitiert nach Abdruck in: Heinrich Hertz, Über sehr schnelle elektrische Schwingungen. Vier Arbeiten, Ausgabe von Gustav Hertz, Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft) 1971, 103

"an die Resonanzerscheinungen der Akustik erinnern" <108>

- Plädoyer für die Rolle der Meßmedien: für die Emergenz des neuen Wissensobjekt "zeitkritische Prozesse" das seinerseits zeitkritische Meßmedium (das sich von der Trägheit humaner Bewegungswahrnehmung einmal im Auditiven, einmal im Visuellen, unterscheidet) entscheidend: "Das Studium des Werkzeuges <...> bildete denn auch den Hauptteil der zu bewältigenden Arbeit" <Hertz 1971: 109>. Hertz' Fallbeispiel zeigt Helmholtz (und die Folgen *für die Medientheorie*): "Geben Sie einem Physiker eine Anzahl Stimmgabeln, eine Anzahl Resonatoren, und fordern Sie ihn auf, Ihnen die zeitliche Ausbreitung des Schalles nachzuweisen <...>. Er stellt eine Stimmgabel beliebig im Zimmer auf, er hört mit dem Resonator an den verschiedenen Stellen des Raumes herum und achtet auf die Schallstärke. Er zeigt, wie dieselbe an einzelne Punkten sehr klingen wird; er zeigt, wie dies daher rührt, daß hier jede Schwingung aufgehoben wird durch eine andere später abgegangene, welche auf einem kürzeren Weg zum gleichen Ziel gelangt ist" = ebd.

- läßt sich aufgrund der Langsamkeit von Schallgeschwindigkeit sinnlich (und mit menschlichem Zeitsinn) noch nachvollziehen, was für Lichtgeschwindigkeit (zumindest in den Abmessungen eines Laborraums) so gut wie unmöglich ist und als immediat erscheint; vermögen menschliche Sinne zwischen dem Eindruck von Unverzögerlichkeit und der minimalen Dilation des Lichts (weil unterhalb der wahrnehmungskritischen Grenze) nicht zu unterscheiden; hier gilt also im Sinne der Ästhetik der Infinitesimalrechnung: $t = \Delta t$ (bzw. $t = t + 1$)

- "Wenn ein kürzerer Weg weniger Zeit erfordert als ein längere, so ist die Ausbreitung eine zeitliche" <Hertz ebd.>; anhand genau dieses Phänomens entdeckt Aristoteles (*peri psyches*) "to metaxy", die Vorhandenheit eines widerständigen Dazwischen als quasi-Medium. Dies aber ist noch von der physikalischen Materie her gedacht; demgegenüber stellen Faradays Beobachtungen elektromagnetischer Induktion und Maxwells mathematischen Berechnungen derselben (mit dem Werkzeug der Differentialrechnung, dem neuen Medium) eine viel radikalere Verzeitlichung (sprich *Differenzierung*) dessen ein, was hier noch quasi-Medium war. Das Medium (*to metaxy*) löst sich in Bewegungszeit, einen dynamischen Kanal, auf

- Wo Laufzeiten des Schalls für menschliche Sinne noch wahrnehmbar sind, die des Lichtes aber nicht, übersieht Hertz den epistemologischen Bruch und zieht (in der Tradition Huyghens') die Analogie von Schall- und Lichtwellen; Analogie läuft nicht auf Musikwissen(schaft), sondern Medientheorie als Form der Erkenntnis medieninduzierter Zeitlichkeit (und zeitinduziertem Elektromagnetismus) hinaus: bestimmen Akustiker aus den Schwingungsdauern der Gabel die Frequenz: "Nicht anders, sondern genauso verfahren wir mit unseren elektrischen Schwingungen. An die Stelle der Stimmgabel setzen wir den schwingenden Leiter. Anstatt des Resonators ergreifen wir unseren unterbrochenen Draht, den wir aber auch als elektrischen Resonator bezeichnen. <...> wir sehen, wie sich die toten Stellen nach festen Gesetzmäßigkeiten periodisch folgen - die zeitliche Ausbreitung ist erwiesen, die Wellenlänge ist meßbar geworden" <ebd.>, mithin also im Zeitbereich, insofern ihn Aristoteles (als Maßzahl der

Bewegung) definiert

- trifft Hertz mit Hilfe des mittleren Polarisationsfilters dann doch noch die kategoriale Unterscheidung von Schall und Licht: "Man wirft die Frage auf, ob die gefundenen Wellen Longitudinal- oder Transversalwellen seien" = 109

Fehlt die Zeit (Frequenzdarstellung)

- Dilemma von Fourieranalyse (Frequenzbereich) *versus* Zeitdarstellung in der Analyse von periodischen Vorgängen Typus Klang (und Licht); integriert Gehör beides Modi, anders als Meßmedien für die Quantenphysik; "Zeitwahrnehmung" selbst schon eine Integration von Zeit *plus*; Zeit ist der Sammelbegriff für Prozesse, die komplexer sind als die Reduktion auf Δt . Die Theorie (Gabor), Mathematik und mediale Operativität von Wavelets trägt dem Rechnung (*computing*)

- wird *eine sich ändernde* Größe wie der Schalldruck in Frequenzen dargestellt, im Prinzip Kehrwert einer Zeitdarstellung; gleichberechtigt vermögen Beide zumindest theoretisch vollständige Darstellungen der akustischen Realität sein - "kein Problem für den Mathematiker" = Heinz Stolze (Institut für Stimme und Kommunikation, Bremen), Eintrag "Frequenz", in: <http://www.forum-stimme.de/pages.1/frequenz.htm#Anchor-Zur-49745>, Zugriff 8. Juni 2007 und damit computerrechenbar. Wird die Frequenzdarstellung gewählt, so gibt es im Bereich dieser Darstellung keine Zeit mehr. Die Vorstellungen von vorher und nachher sind nicht anwendbar. Somit wird auch die gewohnte kausale Interpretation der Realität in Form von Ereignisketten hinfällig; Zeit also zur Darstellung eines vorgegebenen Ausschnittes der Realität nicht unabdingbar; keine Eigenschaft einer abgeschlossen vorliegenden Realität selbst, sondern eine Art ihrer Beschreibung

- letztendlich Klangstrukturen, welche Menschen vernehmen, keine physikalische Realität; hängen von der Darstellung des Schalles im Ohr ab (von Helmholtz); Verschiedenheit des Wesens von gehörtem Klang und physikalisch vorliegendem Schall; kommt bei Ereignissen, die sich ganz schnell abspielen, im Gehör die Frequenzdarstellung zum Zug; solche schnelle Abläufe klangbildend; im ausgedehnten Feld die Zeitdarstellung benutzt; Verschränkung beider Zugriffe: Wavelets

Integration von Zeit und Zahl: Wavelets

- "Mathematically, position and momentum correspond to the two different sides of the Fourier transform. Quantum mechanics is probabilistic <...> these probabilities are continuous. <..> integrals are the natural tools to use to express them" = Burke Hubbard 1996: 51

- vermag Ohr zu integrieren, was für die Analyse von Klängen ein Defizit bleibt: die Alternative von Zeit- und Frequenzdarstellung (die auf Ebene

der Meßmedien der Quantenphysik mit der Heisenbergschen Unschärferelation korrespondiert, der zufolge entweder nur der Ort, das Momentum, oder der Impuls eines Teilchens festgestellt werden kann). Die mathematische Antwort darauf sind die Wavelets

Induktive Klangzeit (Gabor, Xenakis)

- Frequenzen als Zeitangaben; zeichnet sich harmonische Schwingung dadurch aus, daß Zeitabhängigkeit ihrer veränderlichen Zustandsgrößen sinusförmig; ihre Schwingungsdauer T bzw. Frequenz f unabhängig von der Amplitude; entsteht in einfachen linearen Systemen ohne Dämpfung = wikipedia.org

- gilt für die elektromathematischen Kompositionen von Xenakis Rauschen gleichrangig Musik; spezielle Form der Notation dieser sonischen Ästhetik nicht-klassisch: "ein Signal auf weißem Untergrund; die Wege füllen den leeren Raum durch die Auflösung des hervorgehobenen Signals; an die Stelle der Form ohne Hintergrund tritt der formlose Hintergrund"⁵³ - *reines Medium* (im Sinne Fritz Heiders), lose Kopplung gleich dem Kohärer von Branly

- sucht Gabor der Alternative "signal as a function of time" *versus* Fourier-Analyse zu entkommen: "Both are idealizations, as the first method operates with sharply defined instants of time, the second with infinite wave-trains of rigorously defined frequencies. But our <...> auditory sensations - insist on a description in terms of both time and frequency"⁵⁴. Soviel zum Verhältnis von mathematischem Modell (im Sinne Pythagoras'), *physis* (Welt) und Empfindung. Das menschliche *Gehör* verschränkt akustische Signale zugleich als Zeitfunktion und als Frequenzspektrum. Gabor entwickelt eine Notation, die der Eigenschaft des menschlichen Gehörs Rechnung trägt, daß darin eintreffende akustische Signale erst Reizschwellen überschreiten müssen, um überhaupt identifiziert zu werden;

- analog zum Vergleich Neuronen (Synapsen) und Elektronenröhre in Wieners (und McCulloch/Pitts) Kybernetik: ansteigender Energiewert, der ab einem bestimmten Schwellenwert erst Feuerung auslöst (ein A/D-Wandler; Einsatz der Röhre als Digitalschalter)

- wählt Gabor die Sprache der Quantentheorie zur Beschreibung jener "elementary signals" which occupy the smallest possible area in the information diagram: They are harmonic oscillations modulated by a 'probability pulse' = Gabor 1946: 429; werden Zeit und Frequenz die Achsen in Gabors Diagrammen: "Such two-dimensional representations can be called 'information diagrams' <...>. <...> the frequency of a signal

⁵³ Michel Serres, Musik und Grundrauschen, in: ders., Hermes II: Intgerferenc, Berlin (Merve) 1992, 241-262 (251)

⁵⁴ D. Gabor, Theory of Communication, in: Journal of the Institution of Electrical Engineers 93.III:26 (1946), 429-457 (429)

which is not of infinite duration can be defined only with a certain inaccuracy, which is inversely proportional to the duration, and vice versa. This 'uncertainty relation' suggests a new method of description, intermediate between the two extremes of time analysis and spectral analysis" = Gabor ebd.; Resultat die Gabor-Matrix, die Werner Meyer-Eppeler in seinem Buch *Grundlagen und Anwendung der Informationstheorie*, Berlin / Göttingen / Heidelberg 1959, 23 aufgreift

- anstelle einer rein zeitachsenbezogenen Zeitkritik die kritische Phase (im Sinne Stockhausens?), die Dynamik der Induktion. "Das akustische Quantum nimmt im Informationsdiagramm Funktionen ein, die in der Musik von Xenakis dem Glissando zukommen" <Kursell / Schäfer 2005: 176>; statt punktuell Schallereignis die dynamische Klangbewegung, ja sonische *différance* (frei nach Derrida). "Ein Glissando ist weder Ton noch Note, sondern eine kontinuierliche Veränderung der Tonhöhe in der Zeit. Insofern unterläuft es den symbolischen Code der Musik" <Kursell / Schäfer 2005: 173> - zugunsten des Zeitreals. "Im Glissando-Spiel ist der Punkt der Linie nicht untergeordnet und die Linie ist nicht aus Punkten bzw. einer virtuellen Verbindung von Punkten zusammengesetzt" <ebd.> - eine Verabschiedung der diskreten altgriechischen, von der Praxis des Vokalalphabets effektierten Analytik. "Jeder Schall stellt eine Integration von Korpuskeln, elementaten Klangteilchen, Tonquanten dar"⁵⁵

Elektroakustik - ein Zwischenspiel der Musikgeschichte?

- medienhistoriographische Frage, inwieweit die Elektroakustik bereits zur Epoche geworden ist - jenseits der klassischen Instrumentalmusik, aber diesseits der Digitalisierung; Epoche der elektroakustischen Musik nicht schlicht ein Zwischenspiel der (Musik-)Geschichte, sondern ihre fortwährende Provokation

"...wie die Zeit verging..." lautet das Thema von Heft 19 der *Musik-Konzepte*, gewidmet Karlheinz Stockhausen, hrsg. v. Heinz-Klaus Metzger / Rainer Riehn, München 1981; damit ist die historische Epoche der Elektronischen Musik angesprochen, in Anspielung auf Stockhausens frühem Aufsatz "Wie die Zeit vergeht", in welcher nicht die makrohistorische, sondern die mikrotemporale Musikzeit gemeint ist - die Ebene der medienarchäologischen Zeitprozessen

- Haracio Vaggione, Articulating Microtime, in: *Computer Music Journal* 20 (2 1996), 33-38

- verschränkt beide Zeitebenen in einem Moment von Richard Wagners Ring-Oper *Götterdämmerung*, und zwar aus Anlaß von Siegfrieds Ermordung durch Hagen und den unmittelbaren Zeitpunkt danach. Erst fragt der Chor "Hagen, was tust Du?"; ein kurzes, schweigendes Zeitintervall später: "Was tatest Du?" = Akt 3, Szene 2

⁵⁵ Iannis Xenakis, Grundlagen einer stochastischen Musik, in: *Gravesaner Blätter*, Heft 18 (1960), 61-83 (63)

Was wird Elektroakustik gewesen sein (ihre Fortsetzung / Überwindung im digitalen Raum)

- ob die elektroakustische Musik in digitalen Klangmaschinen - im Hegelschen Sinne - "aufgehoben", rekonfiguriert oder schlicht durch ein neues Paradigma ersetzt ist; kann laut Sampling-Theorem jedes analoge (also auch durch elektrische Spannung gesteuerte) Signal verlustfrei im Digitalen reproduziert werden, hat dies ja erhebliche Konsequenzen für eine Historiographie der Medienmusik

- Eskalation jenseits der Elektrotechnik ihre vollständige Mathematisierung; erlaubt die Simulation / Emulation der Musikinstrumente (physical Modelling), führt am Ende mit Software wie *Genesis* zum Komponieren mit physikalischen Modellen (Workshop "Komponieren mit physikalischen Modellen" am ZKM Karlsruhe, 24.-27. Juli 2007) Force-Feedback-Device; Nutzer kann mit physikalischen Modellen in Echtzeit interagieren; neue Physical-Modelling-Software (visuell) *Mimesis*

- führt Fourier-Analyse in der Umkehrung zu den vertrauten synthetischen Klängen, aus denen auch der Begriff für deren Elektrotechnik abgeleitet ist: der Synthesizer; demgegenüber die Granularsynthese: "Mit ein paar Zufallsgeneratoren kann man blitzschnell jedes Ausgangssample verschmieren" = Sander / Werner 2005: 39

- wird Musik nicht mehr aus Zeichen, sondern aus Schallimpulsen aufgebaut, die Diskretheit des symbolischen Alphabets unterlaufend; tritt an die Stelle der altgriechischen Episteme von Analyse/Synthese (ein Effekt des phonetischen Alphabets) eine analytische Dynamik, mithin die mathematische Analysis - Einkehr der Zeit, und zwar erneut im Namen eines Griechen: Iannis Xenakis, der Schall als zeitliche eher denn logische Kombination aus Klangpartikeln ansieht und daraus das musikalische Ereignis stochastisch ableitet - *stoicheia* unterhalb der groben lautlichen Einheit von Buchstaben, eher eine mathematische Stochastik, die Erlösung der Musik von sprachorientierter Notation

- traf das Kölner Studio für elektronische Musik bereits vor aller mathematischen Analyse (wie sie der Physiker Dennis Gabor 1947 als akustische Quantisierung des menschlichen Hörens mathematisch formuliert hat, was aber erst durch hochleistungsfähige Computer auch synthetisierbar war) auf "analogem" Weg auf dieses Phänomen - mit dem Tonband als Analogrechner. Einmal liegt hier die Granularität in den schier magnetischen Partikeln; andererseits ist das neue Klangphänomen eine Funktion der Zeitachsenmanipulation: "Steigerte man bei der Wiedergabe von Klängen, die auf Magnetband fixiert waren, langsam und kontinuierlich die Geschwindigkeit, so erhöhte sich zunächst die Brillanz; die einzelne Töne wurden 'schärfer'. Steigerte man die Wiedergabegeschwindigkeit noch weiter, so begannen sich aus den verschiedenen, auf dem Tonband nacheinander vorhandenen Klänge neue, komplexe Schallereignisse zu bilden. Aus den diskontinuierlichen Tonband-

Aufzeichnungen wurde mit einem Mal ein neuer kontinuierlicher Klang. <...> Es zeigt sich, daß durch gezielte Wahl der zeitlichen Reihenfolge der einzelnen Impulse sowie der Wiedergabegeschwindigkeit der Bandschleifen neue Klänge zu erzeugen waren" = Ruschkowski 1989: 314 f.; kommt dem Nahe, was Edmund Husserl (in Anlehnung an Augustin) als das "innere Zeitbewußtsein" im Unterschied zur objektiv getakteten (Uhr-)Zeit beschreibt

- zerlegt Granularsynthese den Klang in eine Abfolge von kleintem Zeit-Punkten, von quasi-photographischen "Momentaufnahmen" <siehe Ruschkowski 1989: 318, Abb. 44> zum Zeitpunkt t_1 bis t_n . Der zeitliche Abstand zwischen diesen Momentaufnahmen, also Δt , liegt dabei im Millisekundenbereich (etwa $1\text{ms} < \Delta t < 10\text{ms}$). Daraus komponiert Xenakis nicht nur Glissandi, gar "Wolken"

- "Sphärenmusik ist ein Palindrom, und das Buch der Astronomie liest sich in gleicher Weise vorwärts wie rückwärts. <...> Wenn wir also die Planeten filmen würden, um ein wahrnehmbares Bild ihrer Bewegung zu zeigen, und den Film rückwärts ablaufen ließen, so ergäbe sich noch, übereinstimmend mit der Newtonschen / Mechanik, ein mögliches Bild der Planeten. Wenn wir dagegen die Turbulenz der Wolken in einem Gewitter filmen und den Film rückwärts ablaufen ließen, erschiene er gänzlich verkehrt. Wo wir Aufwinde erwarteten, würden die Abwinde sehen, die Turbulenz würde an Intensität abnehmen, das Blitzen ginge den Veränderungen der Wolke, die ihm gewöhnlich vorausgehen, voran"⁵⁶

- hat dies Norbert Wiener als Erkenntnismodell anhand des Unterschieds zwischen Planetenumlaufbahnen ("Kosmos") und Wolken, und für die Zeitästhetik als die Differenz zwischen Newtonscher (absoluter) und Bergsonscher (subjektiver) Zeit beschrieben; gilt für Astronomie in ihrer überschaubaren Abzählbarkeit (von Planeten) die klassische Newtonsche, also reversible (Räderuhr-)Zeit, die folglich auch mechanisch (der Antikythera-Mechanismus) modellierbar war; demgegenüber "enthält das meteorologische System eine ungeheure Zahl annähernd gleicher Partikeln, von denen einige sehr eng miteinander gekoppelt sind" <55> - dem Magnetband ebenso nahe wie der Brownschen Molekularbewegung eines in einem Gas oder einer Flüssigkeit durch die thermische Stöße bewegten Teilchens, jene Familie von Zeitreihen, für die eine eigene statistische Zeitlichkeit entwickelt wurde (Ergodensatz, nicht-lineare Vorhersage). Auf dem Spiel steht hier das Modell einer reversiblen (Newton) und einer irreversiblen (Gibbs) Zeit, der zugleich der von Physik und Biologie (Bergson) ist. "So lebt der moderne Automat in der gleichen Bergsonschen Zeit wie der lebende Organismus" = Wiener 1948/1968: 68, nämlich in einer thermodynamischen, sprich: entropischen Zeit

- "Weder der griechische <sc. Heron> noch magische <sc. Rabbi Löw> Automat liegen auf den Hauptentwicklungslinien der modernen Maschine

⁵⁶ Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine, übers. v. E. H. Serr, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 54f

<...>. Ganz anders ist es mit dem Uhrwerkautomaten" = Wiener 1948/1968: 64; erst mit dem Aufkommen der Räderuhr mit Hemmung wird die abendländische Kultur sensibel für periodisch wiederkehrende Schwingungen anstelle von starren Proportionen

- tauchen die ersten Musikautomaten koexistent mit den ersten Räderuhren in benediktinischen Klöstern auf: Mechanische Turmglockenspiele, gesteuert mit programmierbaren Lochwalzen in den Niederlanden, 13. Jahrhundert = Supper 1997: 64

- was kybernetische Mensch-Computer-Kopplung von Automaten früherer Zeiten unterscheidet, "die Beziehung dieser Mechanismen zur Zeit" <Wiener 68>. Als signalverarbeitende Maschinen (etwa zur telephonischen Übertragung von Stimme, oder zur Rundfunkübertragung von Musik) "sind sie mit der äußeren Welt für den Empfang von Eindrücken und für die Verrichtung von Handlungen verbunden", entfalten also im Anschluß daran eine eigene Dramatik, setzen das Drama der Welt mit eigenen Mitteln, nach eigenem medialem Recht, zeitkritisch fort (*dran*). "Sie lassen sich selbst sehr gut in physiologischen 'Ausdrücken beschreiben", weshalb Wiener "sie mit den Mechanismen der Physiologie in einer Theorie zusammengefaßt" interpretiert - namens Kybernetik = Wiener 1948/1968: 68

- kommt die Differenz von "elektrisch" und "elektronisch" ins Spiel; distanziert Wiener sich von der (unter vormals deutschen Ingenieuren seinerzeit gängigen) Teilung in Stark- und Schwachstromtechnik, also zwischen Antriebs- und Nachrichtentechnik. Nachrichtentechnik mit Wiener aber liegt quer dazu: "Was sie von Starkstromtechnik unterscheidet, ist, daß ihr Hauptinteresse nicht die Wirtschaftlichkeit von Energieproblemen, sondern die genaue Reproduktion eines signals ist. Dieses Signal kann der Anschlag eines Handtasters sein, der als Anschlag eines Telegrafempfängers am anderen Ende reproduziert werden soll; oder es kann ein Ton sein, der durch ein Telefon übertragen und empfangen wird" = ebd., 69; kleinstes Element dieser Prozesse das Signal, das - *per definitionem* - selbst ein Zeitwesen ist

- baut sich elektroakustische Musik aus Zeitereignissen auf; atomistischen Relationen von Atomen - mit Niels Bohr - selbst als Schwingungs- und Resonanzereignisse modelliert

"Steam Punk"-Synthesizer

- Nostalgie? Mehr als das: vielmehr Symptome; Morten Riis, dampfkraftgetriebener Synthesizer aus mechanischen Teilen, resultieren in Friktionen während des Spiel als Einbruch des Realen, different vom Symbolischen der programmierten Computermusik; dampfkraftgetrieben aber bereits Babbages Konzept einer Analytical Engine; was im numerischen *computing* zählt, ist die diskretisierende Daten- vs. Signalverarbeitung

- "When our notion of the machine is symbolic we subscribe to a comprehension of a deterministic system. When we observe the machine as a physical object, we comply with the fact that the machine can move in ways that are unpredictable, and in this way a gap is created between the notion of the machine and the 'real' non-discursive machine" = Morten Riis, Diss. *Machine Music*, Aarhus 2012, 115

- technikarchaische Reduktion auf das Wesentliche; Erinnerung der Materialität von Klangerzeugung

- ahistorische Präsenz musikalischer Apparaturen aus der Vergangenheit; grammatisch "historisches Präsenz"; nicht-museale Zeitlichkeit "antiker" (elektro-)akustischer Medien, wenn sie gegenwärtig wieder in Vollzug gesetzt werden. Damit nehmen solche Klangmedien eine besondere Rolle gegenüber der klassischen Kulturhistorie ein

- Andrey Smirnov, *Sound in Z. Experiments in Sound and Electronic Music in Early 20th Century Russia*, Köln (Walther König) 2013; Begriff des Komponisten xxx von "time programming". Sholpos "graphical sound"; Fischinger / Pfenninger

- *attack*: Unterschied zwischen elektroakustischen Ereignissen, in denen der Anschlag / die Einschwingzeit, die Flanke im hörbaren Bereich ist (so etwa auch Klaviertastenanschlag); hier noch diskret, nicht (über 16 Hz) selbst zum Ton verdichtet. Wie schnell schwingt sich ein Schall zum Ton auf: Wenn Flanke flach ansteigt, ist anfangs das diskrete Ereignis, ein Knacken hörbar, das dann erst in Ton übergeht. Anders elektroakustische Systeme, in denen das Klangereignis über eine steile Flanke erzeugt wird; das Anklingen bleibt unterhalb des hörbaren Wahrnehmungsbereichs.

- Wahrnehmung von Zeitlichkeit in elektroakustischen Medien eine andere als in der klassischen musikalischer Komposition. Welche Ästhetik ist genuine Funktion elektroakustischer Technologie, oder ist das genuin „elektroakustische“ gar nicht technologisch begründet (frühe Kompositionsexperimente von Stockhausen)? Pariser Gruppe das *Musique Spectrale*. Einerseits Schwingungen (Tonhöhe), andererseits Impulse (Rhythmus); Transposition ineinander. Der konkrete Klangeffekt des An- und Abschaltens eines Tonbandes wird mit klassischen Instrumenten emuliert; siehe Mauricio Kagels Komposition *Exotica*

- Signal *versus* Zeichen; Musik als „signifying system“ im Unterschied zur elektroakustischen Signalverarbeitung (mit dem Signals als operativem Geschehen in der Zeit). Elektroakustische Musikprivilegierten Signalcharakter von Klang / Sound gegenüber dem semantisch-musikalischen Aspekt?

- Mixtur-Trautonium / Subharchord; werden hier analog zu den natürlichen Obertönen – nur im elektronischen Apparat möglich – „Untertöne“ durch Frequenzteilung erzeugt

- akustischer Ton / harmonischer Klang / emphatische Musik im

dreistelligen Gefüge zwischen a) medienarchäologischem Gehör (das Vernehmen der Apparaturen und Meßgeräte, der „non-human participant“ gemäß Axel Volmar), b) menschlichem Ohr (physiologische und psychische Zurechtformung des Klangs auf der Ebene neuronaler Wahrnehmung), und c) die kulturelle Semantik (der symbolische Musikbegriff)

- Medienarchäologie in diesem Zusammenhang die Möglichkeitsbedingungen (die Kantschen „Aprioris“, doch technomathematisch geerdet) von Klangereignissen, die Daßheit (ohne weitgehende Aussagen über die konkrete Ausformulierung, das „Wie“, treffen zu können)

- geben Meßmedien, Sonagramme die Einsicht in die physikalische Struktur des Klangs (wie von Meyer-Eppler betont), konkret: Darstellung der Frequenzanteile im Zeitverlauf. Umgekehrt können Frequenzgebirge als Klangeingelesen werden (Programm *Metasynth*); vgl. schon Fischinger (zeichnet Zackenschrift, wird auf Filmen im Lichttonverfahren als Klang gelesen). *Formula* von Aphex Twin läßt im Sonagramm das Gesicht des Komponisten selbst aufscheinen, geisterhaft präsent; vgl. digitale Wiederherstellung der TV-Bildsignale aus den Schellackplatten von John Logie Bairds *Phonovision* durch Donald F. McLean

- elektroakustische "Instrumente"; vermögen klassische Musikinstrumente fast ausschließlich einem akustischen Zweck zu dienen (etwa Geige), besteht die elektroakustische Musik aus Geräten, die zum größten Teil in ganz anderen, unmusikalischen Zusammenhängen im Einsatz sind (etwa als Meßgeräte: Frequenzgeneratoren für Fernsehmessung)

- Computermusik; Heinz von Foester: Wahrnehmung „errechnet“ Wirklichkeit (numerisch oder frequentativ?); diese quasi-mathematische Modellierung eine metonymische Übertragung von Computerbegriffen (digitale Signalverarbeitung) auf menschliche Wahrnehmung, oder steht sie (mit von Helmholtz) gleichursprünglich zu ihr? sucht Gabor die Unschärfen in die Tonwahrnehmung / -gestaltung hineinzuziehen

- Kriterium für den Begriff von „Musik“; verwendet Varèse lieber den Begriff von „organized sound“; „Musik“ dann das Kompositorische Wollen daran, die temporal komplexe (dramaturgische) menschliche / kulturelle Organisation des Klangs?

- Musik und Notation: klassische Musikwissenschaft an Schrift/ Notation orientiert (das Werkhaftedaran identifiziert); demgegenüber öffnet sich Wien um 1900 (wie Berlin) mit Phonogrammarchiven der genuinen „Tonkunst“, dem klanglichen Handeln

- Begriff "elektroakustische Musik" verrät Verunsicherung, ob es sich dabei im engeren Sinne um technische Zuweisungen handelt; internat. Organisation: Electroacoustic Music Studies Network (EMS); alternative Begriffe wie „elektro-akustische Musik“, „Computermusik“, „elektronische Musik“, aber auch „Live-Elek-tronik“, „Musique mixte“

- hat Medienarchäologie als spezielle Methode der Medienwissenschaft die Freiheit, das Wissen und die Aisthesis sonischer Vorgänge als elektroakustische Ereignisse *sui generis* zu verhandeln, also als physikal-mediale Schallereignisse mit einem medientechnologischen *fundamentum in re*, ohne dabei immer schon den Bezug zum Signifikat einer Musik (oder auch *mousiké*) herstellen zu müssen, der nicht nur eine kulturhistorische und disziplinäre Ausdifferenzierung, sondern auch eine Begrenzung dieser Perspektive (oder besser: dieses Vernehmens) ist

- Hermann von Helmholtz 1863 *Lehre von den Tonempfindungen*, die erst in zweiter Linie auf eine Theorie der Musik hinausläuft; elektroakustisches Gerät hier nicht künstlerisches Medium, sondern medienarchäologische Bedingung seiner physiologischen Forschungen (Einsatz elektromagnetischer Schwingungserzeuger), also zeitkritisches Meßmedium der Klanganalyse

- medienarchäologische Perspektive ist die "elektronische", nicht die musikalische; als Werner Meyer-Eppler den Begriff der Elektronischen Musik prägte, geschah dies mit dem Blick eines in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät geprägten Forschers

- zunächst keineswegs auf musikalische Formen hinauslaufende Allianz von elektrotechnischer Geschwindigkeit und ihrer im Computer implementierten mathematische Durchdringung (DSP)

- mediengenealogisches Gesetz, daß die eigentlichen technologischen Medien ihren Beginn in hochpräzisen Meßmedien haben (vom Vokalalphabet als Analyse der Stimme / Sprache; von Phonautographen Léon Scotts bis zu Edisons Phonographen von 1877); gilt auch für Elektronische Musik, geboren aus der Analyse von akustischen Ereignissen / Klängen (Fourier), dann - einmal als Schwingungsfunktionen erkannt und mathematisiert - auch wieder künstlichen synthetisierbar im Medium der willkürlichen Oszillationen: Sinustongeneratoren (Wechselstrom)

- bleibt Thomas Alva Edisons Phonograph schon von der Namensgebung her in der Logik der Kulturtechniken (Schrift / *graphé*) und der Klassischen Physik (Mechanik); pneumatische Druckschwingungen der Luft werden als mechanische Schrift eingraviert. Demgegenüber steht nicht als technikhistorische Folge, sondern originäre Alternative (Patent Oberlin Smith) die elektromagnetische Aufzeichnung, die nicht mehr in der Welt der *graphé* operiert, sondern der Felder (und damit eine andere Medienepisteme); plädiert Karlheinz Stockhausen für eine Komposition auf der Grundlage von Feldgrößen, wie sie für die elektromagnetische Induktion maßgeblich sind und hervorgerufen durch tatsächlichen Druck auf ein Bandmanuale (von Oskar Salas Trautonium vertraut): "Man müßte ein *neues Instrument* bauen, bei dem <...> der unterschiedliche Druck auf ein kontinuierliches Spielband bewirkt, daß die erzeugte Schwingung mehr oder weniger phasenkonstant ist. <...> Das bedeutet aber nichts anderes, als daß eine derart kontinuierliche *Phasenmodulation* den *Ton* kontinuierliche *zum Geräusch* werden läßt" <41> - "Zeitfelder", die nicht wie Zeitquanten punktuell abzählbar sind, sondern eine Überlagerung von

kontinuierlicher und diskontinuierlicher Zeit darstellen <Stochausen 1957: 36>; "die Zeitveränderungen `fließen´ gewissermaßen kontinuierlich an einem `akustischen Fenster´ vorbei, dem Film vergleichbar"

- medienarchäologischer Kurzschluß mit Beginn der elektromagnetischen Klangaufzeichnung: wird in Analogie zum elektrischen Telephon auf Stahldraht die Schallschwingung induktiv unter Nutzung des Wechselstroms (als objektives Korrelat zu Sinusschwingungen, aber ganz und gar unmusikalisch zustande gekommen) eingesetzt - ein anderer, transklassischer Typus von Signalen. Unmusikalisch zur Musik: Thaddeus Cahills *Dynamophon* von 1900 erzeugt (orgelartige) elektronische Klänge nach dem Verfahren von Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen* (1863), in additiver Synthese von Klängen aus Sinustönen. Zur Erzeugung jedes Teiltons diente ein dampfgetriebener Wechselstromgenerator⁵⁷, Jahre vor Lee de Forests und von Liebens Erfindung der Elektronenröhre als Verstärkerglied

- entstand elektronische Musik aus Zusammenhängen, die ganz und gar nicht musikorienteirt waren, keineswegs *mpusiké* im antiken Sinne der Bewegung im Raum (Tanz etwa), sondern Oestedt Entdeckung und Faradays Weiterentwicklung der elektromagnetischen Induktion, deren Berechnung als "Feld" durch Mathematik (Maxwell); kritisiert Henri Bergson diese "mathematische Zeit" im Namen (ausgerechnet) der Melodie

- Musik und Instrumente / Gesang als Kulturtechnik; dann elektronische "Musik"; dann Klang aus Zahlen als operative Rechnung (*computing*); sogenannten Elektronische Musik jetzt schon eine Epoche, eingeklammert nach vorne und hinten; von daher melancholischer Grundton - oder bleibt die Elektroakustik strukturell gültig, als medienarchäologischer (und damit nicht historischer / historisierbarer) Appell?

Elektroakustische Musik versus Computermusik

- Serie von Aufführungen elektronischer Kunst, betitelt *9 Evenings: Theatre and Engineering*, New York 1966 = Dokumentiert nun von Clarisse Bardiot, unter <http://www.fondation-langlois.org/e/9evenings>; Publikation dies., *9 Evenings Reconsidered. Art, Theatre & Engineering*, Cambridge, Mass. (M.I.T.) 2006; wahres Medientheater; darunter u. a. David Tudors und John Cages elektroakustische Medienklänge; wird es manifest anhand der Schaltbilder und Apparate der Ingenieure und Künstler (teilweise Bell Labs): die Epoche des Elektrotechnisch Analogem operiert nicht im Symbolischen der Mathematik, ist also ein Gegenstück zum Algorithmischen. Erst der Zeitbezug, also das In-der-Welt-Sein, die Verschiebung hin zum "Algorhythmischen" (Carlé / Miyazaki) ergibt sich eine strukturelle Analogie zum Elektronischen bei Stockhausen, Eimert, zu

⁵⁷ Dazu Axel 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, Bielefeld (Transkript) 2002, 55-70 (58f)

den "Blockdiagrammen" (= elektrotechnische Baugruppen) Tudors. Auf den ersten Blick scheint die Epoche elektroakustischer Musik in doppelter Weise aufgehoben im Computer: einmal als technologische Bedingung desselben, und zum Anderen final in der Digitalen Signalprozessierung, die (etwa als digitaler Synthesizer) die vormals elektronisch erzeugten Klangereignisse in Echtzeitverarbeitung hervorzubringen vermag. Doch ist diese Hervorbringung eine gleichursprüngliche, eine Simulation, eine Emulation? Physikalisch "analog" erzeugte Klänge (ob instrumental oder elektronisch) und ihre digitalen Samples mögen aufgrund ihrer hohen Quantisierungsrate (Nyquist-Shannon-Theorem) für menschliche Ohren ununterscheidbar sein, "doch bleibt eine unüberbrückbare Differenz zwischen dem analogen und digitalen Klang bestehen. Allerdings liegt diese Differenz nicht <...> in dem Klangphänomen als solchem begründet."⁵⁸ Die (selbstredend analoge) Welt ist "in ihren Existenzbedingungen nicht vollkommen beschreibbar"; "alles Digitalisieren ist also immer mit Komplexitätsreduktion verbunden" <ebd., 135>. Schläbitz behauptet von daher "die grundsätzliche Unaufschreibbarkeit des Analogenen" <ebd.>. Vergleichbar mit der Differenz von Analogcomputer und Digitalcomputer wird einmal mit der Physis selbst gerechnet, das andere mal symbolisch, mit der Information - zwei differente Formen von Mathematik, die uralte Unaufgelöstheit von Ereignis in der Welt und im Symbolischen (nur scheinbar quantentheoretisch aufgehoben in der Sprunghaftigkeit von Energie-Niveaus, gegen die sich Leibniz und Einstein so wehrten). Elektroakustische Musik operiert analog zu Begriffen (deren Äquivalent hier Bauteile sind); Computermusik operiert mathematisch; nicht in die Fallen der Historiographie tappen, die das Elektroakustische als Zwischenspiel der Musikgeschichte darstellt; vielmehr artikuliert sich in der Elektrophysis das Andere der algorithmischen Musik

- "Interessanterweise versuchte man bald über diesen Ansatz die alten analogen Synthesizer mit all ihren klanglichen Unzulänglichkeiten als virtuell-analoger Synthesizer digital wieder auferstehen zu lassen. Nach den digitalen Synthesizerklängen kommt es inzwischen zu einer Renaissance analoger Synthesizer bzw. deren Klänge, insbesondere durch das Aufkommen der Techno-Musik" = Eintrag "Synthesizer", in: <http://de.wikipedia.org/wiki/Synthesizer>; Zugriff 20. Juli 2007

- Verhältnis des Analogenen zum Digitalen das einer Insistenz; mit dem Abtasttheorem von Shannon/Nyquist kommt ontologische Dichtotomie zum Erliegen

- Nicholas Cook / Monique Ingalls / David Trippett / Peter Webb (Hg.), *The Cambridge Companion to New Musical Media*, xxx (Cambridge University Press) 2015

- Michael Harenberg, *Neue Musik durch neue Technik? Musikcomputer als*

⁵⁸ Norbert Schläbitz, *Der diskrete Charme der Neuen Medien. Digitale Musik im medientheoretischen Kontext und deren musikpädagogische Wertung*, Augsburg (Wißner) 1997, 134

qualitative Herausforderung für ein neues Denken in der Musik, Kassel
1989

- Trevor Pinch, *Analog Days. The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*, xxx
- André Ruschkowski, *Soundscapes. Elektronische Klangerzeugung und Musik*, Berlin 1990; ders., *Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen*, Stuttgart (Reclam) 1998
- Sala, O: *Elektronische Klanggestaltung mit dem Mixturtrautonium*, Gravesano, Juli 1955, 78-87; ders., *Experimentelle und theoretische Grundlagen des Trautoniums*, *Frequenz* 2 (1948), 315-322, 3 (1949), 13-19
- Schreiber, E: *Grundlagen der elektronischen Klangerzeugung*, *Radio und Fernsehen* 4 (1955), H. 22, S. 680-684
- Reinhard Schmitz, *Analoge Klangsynthese*, xxx
- Trautwein: *Perspektiven der musikalischen Elektronik*, Gravesano, Juli 1955, 103-110
- Elena Ungeheuer, *Art. Elektroakustische Musik*, in: *MGG, Neuausgabe*, Kassel 1995 Sachteil, Bd. 2, Sp. 1724ff

Der gescheiterte Plan eines Max-Planck-Instituts für Musik

- Pläne der Max-Planck-Gesellschaft, um 1970 herum ein Institut für Musik zu gründen; vor allem Naturwissenschaftler, die sich für die Erforschung einer von den Musikhochschulen und der bisherigen Musikwissenschaft abweichenden Musikpraxis einsetzen
- naturwissenschaftliche (technische, neurophysiologische, physikalisch-akustische) Sicht zielt auf den Klang, während es anderen vielmehr um den Musikbegriff ging; Peter Wickes Erforschung des "Sonischen", Begriff als bewußter Neologismus gegenüber klassischen "Klang"begriffen einerseits und "Musiktheorie" andererseits; epistemologische orientierte Medientheorie hier anschließen; Michael Custodis im April-Heft der Musikzeitschrift *Die Tonkunst*, 2012; denkt Boulez als strenger Logiker ursprünglich von der Mathematik her; verstand sich Stockhausen selbst als Komponist mit natur- und kommunikationswissenschaftlichem Fundament, deshalb Dominanz der elektronischen Musik

RETRO-KLANGEXPERIMENTE (*ATTACCA*)

Zeitlicher Zyklus technischer Dinge

- nicht nostalgische, sondern symptomatologische Begründung einer Versammlung medienarchäologischen Geräts; kein melancholischer Ort,

sondern in Verschwisterung mit dem Signallabor (zur Erkundung digitaler Computerwelten) zu verstehen, als fortwährende Auseinandersetzung.

- handelt Medienarchäologie nicht von Anfängen im kultur- oder technikhistorischen Sinn, sondern nicht-nostalgisch über fortwährend gültige Prinzipien: das, was das Erscheinen von Aussagen, hier: Klängen, regelt; keine melancholische Abwehr des Digitalen, dem die Medienarchäologie in ihrer Nähe zur Mathematik vielmehr nahesteht

- Ahistorizität des *re-enactment* elektroakustischer Musik: "Media cross one another in time<s> which is no longer history." = Kittler 1999: 115

- Michael Thompson, *Rubbish Theory*; muß eine Technik erst "Abfall" werden, bevor es als Kulturgut wiederentdeckt wird

- Nostalgie nach analoger Elektroakustik; abseits von "soft media archaeology" ("dead media" etc.) - kein wirklich wissenschaftlicher Grund; Wiederaneignung antiker Elektrotechnik nicht mit der archäologischen Ausgrabung von Ruinen verwechseln; meint Medienarchäologie vielmehr im strengen Sinne, dem Archiv (also im Kantschen / Foucaultschen Sinne: den Möglichkeitsbedingungen) der aktuellen (digitalen) Medienkultur *auf den Grund* zu gehen (*arché*); Grabungsmetapher ein Mißverständnis von "Medienarchäologie"

- in Computermusik durch aktives Programmieren eine Intellektualisierung des Klangs; der Zugang: mathematisch, diagrammatisch; demgegenüber die Verlockung der Intuition, des tastenden Erforschens von rein elektroakustischer Klangerzeugung, etwa in der Sonifikation von elektromagnetischen Wellenphänomenen; Differenz Pytharaoas / Aristoxenos flammt wieder auf - bis daß das Welt-ist-Zahl Paradigma im Sampling-Theorem und im Physical Modelling obsiegt (DSP)

- "Neue Metaphysik" der digitalen Kompositionen: Kontakt mit dem Klangkörper / -oszillator verlagert sich vom Realen ins Symbolische des Quellcodes; daher nun "post-digitale" Computersteuerung von re-inszenierten Analoggeräten: holt diesen Kontakt mit der physikalischen Klangwelt wieder ein; Computer selbst ist im Innersten ein Analoggerät

- mathematisches Äquivalent zum Löten und Verkabeln ist nun die Programmierung; dazwischen: virtuelles "patchen" im Symbolischen; *patch* meint "flicken"; "Der Begriff stammt noch aus der Zeit, als man kleine Korrekturen an Software auf Lochkarten durch Stanzen beziehungsweise Zukleben einzelner Löcher bewerkstelligte. <...> Ein Patch ist die Auslieferung einer Fehlerbehebung für ausführbare Programme beziehungsweise Betriebssysteme und kann auch kleinere Funktionserweiterungen enthalten" = Eintrag "Patch", <http://en.wikipedia.org/wiki/patch> (Zugriff 16. November 2014): u. a. "eine (programmierte) Reihe von Einstellungen für ein bestimmtes Instrument, in der elektronischen Musik oder bei einem Synthesizer" = *ibid.*

- Leben im "Postdigitalen"? ist "embedded computing" scheinbar zum

Alltagsmedium geworden, tut eine Erinnerung an dessen Bedingung umso mehr not, je miniaturisierter und unscheinbar es sich gibt

- teilen Musik und (hoch.)technische Medien die Eigenschaft, daß sich radikal Zeitobjekte sind, d. h. erst im Vollzug ihr Wesen entfalten

- *re-enactment* von "antiken" elektroakustischen Instrumenten ist in zwei höchst verschiedenen Weisen in der Zeit: einmal in der historischen Zeit (woran ihre Baufähigkeit erinnert), und einmal - wenn es denn gelingt - radikal außerhalb der historischen Zeit, im Moment des Vollzugs radikal gegenwärtig, anwesend, ahistorisch (Argument Günther Anders: Ekstase der Zeit)

- ist "antike" Elektroakustik im Vollzug radikal gegenwärtig; daher Oktober 2014 an HUB Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft "Retro Computing Festival", nicht "Retro-Computer"; operativer Ansatz, genuines Medientheater

- hat Elektroakustik das in der Elektronik implizit "Sonische" explizit gemacht / "sonifiziert"; Lautsprecher als Ausgabe der Signalereignisse - *wave forms*, im Unterschied zum Digitalcomputer; auch dieser implizit sonisch, doch nicht als musikalische Harmonik, sondern als Rhythmus (Signalform: Impulse); von daher Verklanglichung als Techno-Beat (Diss. Miyazaki, *algorhythmisiert*); früher "Musikcomputer" Athanasius Kirchers Stiftwalze

- Rückgriff auf Vintage-Musikelektronik nicht informativ im Sinne der Nachrichtentheorie (ihr Informationsgehalt, gemessen als Entropie, tendiert gegen Null), sondern redundant: "Sie sind, wie sie sind. Das trifft auch auf komplexe Computersysteme wie den Fairlight und sogar auf ältere Software zu, die nur noch auf historischen Computern läuft. <...> sie werden nicht mehr weiterentwickelt"⁵⁹ - keine offene Zukunft

- nicht-musealer Wiedergebrauch; zählt für praktizierende Musiker alles als *aktuales* Instrument

- 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 (die sogenannte "historische Aufführungspraxis"); selten auf einem musealem Musikinstrument eine aktuelle Komposition, etwa Karlheinz Stockhausens *Zeitmasse*, intoniert; gibt sich die Natur eines elektrotechnischen Artefakts der Vergangenheit immerfort erst im Modus des Primats der Gegenwärtigkeit preis, in der Gleichursprünglichkeit der Klangerzeugung; Begründung einer aktuellen

⁵⁹Martin Rumori, Postdigitale Restauration. Wiederentdeckte Instrumente und die Krise der Computermusik, Essay im Programmheft zu: Eine Archäologie der Medien: Klangexperimente im 21. Jahrhundert (in der Reihe: *attacca - geistesgegenwart*), veranstaltet vom Südwestrundfunk (SWR) im Theaterhaus Stuttgart sowie Theater Rample

Komposition für antiken Brand-Synthesizer: "Was gibt es an einer solchen Maschine, was noch nie passiert ist?" = Elisabeth Schimana im Gastvortrag zum Kolloquium *Medien, die wir meinen*, Lehrgebiet Medientheorien, Humboldt-Universität zu Berlin, 10. Februar 2010; sind elektronische Apparaturen aus Vergangenheit nicht allein im historischen Zustand (der mit dem technikhistorischen Index seiner konkreten Bauteile und Schaltungsästhetik materiell und symbolisch verbunden ist), ebenso im Modus der vergangenen Zukunft; heißt Medienarchäologie damit auch Evokation einer Potentialität

- künstlerische Medienarchäologie (Interview Parikka / Hertz); ein nicht-metaphorischer Archäologiebegriff in Anlehnung an Foucault

- wird durch die Implementierung "analoger" Elektroakustik in aktuelle Musikkompositionen auf die Historizität der elektronischen Musik verwiesen - oder diese scheinbare Historizität nicht vielmehr *widerlegt*, also eine ganz andere Geschichtlichkeit entborgen, zeitinvariant?

- bleibt die kybernetische und informationsästhetische Lust, durch die elektronischem Maschinen vom anthropozentrischen Klangbegriff befreit zu werden

- Argument für die aktive Medienphilologie von Kittlers selbstverlöteten Synthesizer-Modulen am Deutschen Literaturarchiv in Marbach am Neckar: müssen elektroakustische Gebilde *erklingen*, um ihre "historische" Aussage zu machen

- Digitalcomputer - anders als der Analogcomputer, der als Konfiguration aus elektronischen aktiven und passiven Elementen noch einen Zwilling des elektroakustischen Synthesizers darstellt - kein akustisches Instrument mehr; Elektroakustik aus nicht-klangbezogenen Meßmedien geboren: Klangerzeugung ohne Klangkörper

- vermag Digitalcomputer klassische Klanginstrumente durch das Informatik-Paradigma Physical Modelling zu simulieren⁶⁰

- hatten analoge Audiomedien noch einen "Eigenklang"⁶¹, im Unterschied zum Algo-Rhythmus des PC; steckt im PC vielmehr "Musik" im altgriechischen Sinne, demzufolge die reinste Musik mathematische Verhältnisse sind, nicht der hörbare Klang. Allein in der Inkubationsphase digitaler Module in den klassischen Tonstudios war das Digitale noch hörbar, etwa der Rechteckimpuls im Signal- und Meßtongeber im Unterschied zum Sinuston, und der (angeblich) "kalte" Klang der CD im Unterschied zur Vinylschallplatte; Großmann 2003: 60

⁶⁰ Siehe Harenberg 2003: 78

⁶¹ Rolf Großmann, Spiegelbild, Spiegel, leerer Spiegel. Zur Mediensituation der Clicks & Cuts, in: Markus S. Kleiner / Achim Szepanski (Hg.), Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 52-68 (57)

- entzieht sich das Digitale an (und für) sich der akustischen Wahrnehmbarkeit: "Information ist <...> genau wie *das Digital* eine abstrahierende Beschreibung für ein Medium, als dessen *Form* Klänge erscheinen können. Deshalb existiert keine *digitale Musik*, kein *digitaler Klang* an sich. Was wir nach der Digital-Analog-Wandlung wahrnehmen, sind Klänge, die digital vorliegend Daten *darstellen*" = Michael Harenberg, Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)Konstruktion, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg. v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 69-93 (78)
- aktuelles Bedürfnis nach Einbeziehung analoger Elektroakustik in digitale Kompositionen keine Nostalgie, sondern die fortwährende Neuverhandlung der Konsequenzen des Digitalen in seinen Chancen und Grenzen durch Differenzbildung
- melancholische Erinnerung an den damals damit verbundenen Geist der Utopien, die kybernetische Aufbruch*stimmung* (elektroakustisches *tuning* korreliert damit sonisch), das Gefühl der Diskurswerdung einer neuen Episteme; befreite Elektroakustik den Klang von seinen bisherigen Restriktionen im mechanischen Klangkörper, und diese Klang(ver)suche gilt / gelten nach wie vor, noch unabgeschlossen in ihrer infiniten Variabilität
- nicht Opposition "analog/digital"; schon lochstreifenbasierte Musikkomposition (Conlon Nancarrow) war "digital"; das befreiende Spiel mit dem Anachronismus
- "reaktivierte" Carsten Nicolai das Subharchord im Archiv der Akademie der Künste, Berlin und artikuliert damit seine forschungskünstlerische Solidarität mit den Heroen (Dinosauriern) der Elektroakustik = Carsten Nicolai, sub vision, Heft 4/9 zur Ausstellung KÜNSTLER ARCHIV, Juni-August 2005, Köln (Walther König) 2005
- medientheatralische Dimension, mit technischen Medien als Protagonisten; ist die Mediendramaturgie hier noch sinnlich faßbar im Unterschied zur digitalen Miniaturisierung, in raumzeitlicher Präsenz, als materielle Wiederaufführung ("re-enactment" im Sinne Collingwoods); gelingt "Reanimation" besonders im Klangbereich, denn im Moment des Klanggenusses ist der Hörer in einer nicht-historischen Zeit (Argument Günther Stern, auch Rainer Bayreuther)
- "Experiment Analog. Fotografische Handschriften im Zeitalter des Digitalen", Ausstellung im Künstlerhaus Wien, Oktober bis Dezember 2014; artikuliert sich gegenüber den Versprechen des digitalen Bildes nun eine Wiederentdeckung des Händischen ("hands on"), des Handwerklichen, des Unperfekten; Vermenschlichung als Retro-Effekt des Digitalen; medienarchäologische Wiedereinkehr / Faszination der Lochkamera; Wiederentdeckung der Dunkelkammer-Filmentwicklung⁶²

⁶²Siehe den gleichnamigen Ausstellungskatalog mit Beiträgen von Karin Mack, Christina Natlacen et al.

- Nostalgie nach dem Fehlerhaften, dem Rauschen, der Störanfälligkeit? In den frühen Aufführungen von Computermusik ist die Apparatur, also der tatsächliche Computer als Hardware, durch Störungen (analog-elektronisch) und durch Artefakte (ein Effekt des digitalen Algorithmus) noch hörbar. "Hier verschwindet der Computer als Medium noch nicht hinter seinen Simulationsleistungen" = Harenberg 2003: 77; gilt als kritische Devise "opening the black box"; das Äquivalent dazu in Computerwelten: "critical code studies"

- Aseptik des Digitalen manifestiert sich im Schweigen; Differenzen zwischen Schweigen im Analogen (verbleibt Grundrauschen des Mediums) und im Digitalen (tatsächliche Absenz); Zweck der mathematischen Nachrichtentheorie war die Unterdrückung von (Grund-)Rauschen im binären Code. Wie läßt sich künstlerisch im Digitalen Stille gestalten, "besonders im Vergleich mit den analogen Medien"⁶³? John Cages Selbstversuch im "anechoic room": Es gibt nie Schweigen, immer hören Menschen zumindest ihr Körperrauschen; Diskussion der frühen Radioelektronik um Möglichkeiten der Unterdrückung des irreduziblen thermischen Grundrauschens in Elektronenröhren

- das "A-Sonische"; Funkstille 8. Mai 1945

- José Cláudio Siqueia Castanheira, The matter of numbers. Sound technologies and the experience of noise according to analogue and digital models, in: Goddard / Halligan / Hegarthy (Hg.), xxx

- bezeichnen *attack* und *Decay* im elektronischen Synthesizer die elektronische Simulation des klassischen Hand-Anschlags an Musikinstrumente, das Einklingen ("Transienten") des Tons, mithin: seine Zeitlichkeit, i. U. zum zeitlosen Sinuston, der vom menschlichen Zeitsinn als unnatürlich, als kalt empfunden wird

- Verlust an Handwerk / Handgreiflichkeit ("Zuhandensein", mit Martin Heidegger), also *techné* im altgriechischen Sinne, wie es Elektroakustikern und Tonmeistern im elektronischen Studio (wo handgreiflich experimentiert wurde: Stockhausen etwa, mit Verzögerungsmagnetbändern und Meßgerät) mit dem LötKolben noch geläufig ist und mit den frühen Interfaces von Analogsynthesizern korrelierte (eigentlich: gar kein "Interface"). Demgegenüber heute: Programmieren als symbolisches Löten / "patchen"

- Circuit bending: "Mißbrauch" von low-voltage electric devices to create new sound by modifying poarts of the existing circuitry

⁶³"The Fine Art of Designing Silence". Aus der Magisterarbeit von Sebastian Purfürst / Christian Mahler (LEM-Studios), Design Strategies for Converging Media (Hochschule für Film und Fernsehen "Konrad Wolf" Potsdam-Babelsberg, Institut für europäische Medienwissenschaften an der Universität Potsdam, Fachbereich Design der Fachhochschule Potsdam)

- electroacoustics derived from measuring media: Karlheinz Stockhausen using "technical devices <...> as dynamic musical instruments quite differently from their original intended purpose" = Introduction, in: Frode Weium / Tim Boon (Hg.), *Material Culture and Electronic Sound [artefacts: Studies in the History of Science and Technology, vol. 9]*, Washington, D.C. (Smithsonian Institution Scholarly Press) 2013, xiv

- difference (digital) emulation (of analog devices / instruments) / simulation; Swedish digital synthesizer manufacturer *Clavia* (re-)produces "analogue modelling synthesizers, producing sounds which approximate those produced by conventional analogue synths by using DSP chips to digitally model analogue circuitry" = Eintrag "Nord Modular" in: <http://en.wikipedia.org>, last modified 20 January 2014; digital system here "virtually" *simulates* (not simply *emulates*, since the ear distinguishes the micro-temporality of "analogue" electro-acoustics from the clean digital sound). "Erst in den späten 90ern setzte ein Umschwung ein, digitale Musik wurde mittlerweile oft als zu kalt und perfekt empfunden und analoge Klänge und Produktionsweisen wieder populär. <...>. Clavia Nord Modular von 1997 – 2003 den »ersten virtuell analogen Synthesizer der Welt«" (Frank Bretschneider)

- *reentry* des Analoges *im* Digitalen: das Reale im Symbolischen eingeholt

- "Retro sound"; Retro-Szene im Computing / Chiptune-Musik

- Medienarchäologie vielmehr *melancholisch*: wissend um die offene Wunde eines unwiederholbaren Verlust (die *Präsenz* der musikelektronischen Hardware als Mitspieler); die elektronischen Anordnungen in *Nine Evenings* in New York 1966: Hin- und Herlaufen zwischen Kabeln, Patchen. Medientheater von Menschen & Maschinen (John Cage, David Tudor)

- Daphne Oram (Oramics Machine) inspired by the "sound laboratory" designed by Francis Bacon in his 17th century utopia of Salomon's House in *The New Atlantis*

- Digitale Musik Sieg der Mathematik, *re-entry* von Pythagoras als reinem Signal, im Unterschied zum Rauschen (*noise*) des physikalischen Klangereignisses (tatsächlich *schwingende* Saite statt deren Reduktion auf ein proportionales Intervall, und der elektrische Schwingkreis)

- Athanasius Kirchers "Arca Musarithmica", Christoph Mizlers "General-Bass-Maschine"; angeregt durch Leibniz' "machina arithmetica"

- analog-digital-Wandler; Hybridisierung "analog" / "digital"; ist digitaler Impuls als analoges Extremsignal in der Welt, wenn er überhaupt erklingen will; genau hinschauen (nicht nur hinhören): auch "digitale" Computerwelten auf der Mikroebene vollständig analoge Elektrotechnik; Übersetzung in die "analoge" Physik von Welt, Lautsprecher, wenn etwas überhaupt erklingen soll; Musik *nicht* auf ganzzahlige Mathematik oder

"Sphärenmusik", unhörbar für Menschen, reduzieren

- Software-Instrumente vs. physikalische Klangkörper, dazwischen: elektroakustische Artefakte, die ohne Klangkörper dennoch Lautsprechermusik erzeugen. "software instruments ... deals in information instead of physical vibrations", schreibt Miller Puckette zu seiner keynote Lecture TU Berlin, 13. Juni 2014; "software lasts long, whereas hardware is ephemeral" (Puckette, Schöpfer von Max und Pure Data); Pure Data "makes instruments" (Puckette)

- Zeitlichkeit des technisch in Hardware / Klangkörpern verkörperten Klangs (sowohl was die transiente Mikrozeitform wie die Anfälligkeit des Instruments betrifft) vs. "Zeitlosigkeit" der mathematischen Musik (Fourier-Analyse)

- Analogsynthesizer in Zeiten digitaler Musikprozessierung: Kann eine moderne Technik erst begriffen werden, wenn sie zum Archiv geworden ist? Ist der Inhalt der Digitalmedien alle vorherigen Klangmedien (frei nach McLuhan)?

- Retro-Effekt der Digitalkultur; Inhalt des Computers als Interface zumeist vertraute antike Medientechnik; Bedürfnis nach Haptik? zeitreal, eigenständige, widerständige Zeitobjekte. Wofür diese "Nostalgie" ein Indiz? antiker Synthesizer bringt einen Sinuston als techno-logisches Individuum hervor, anders als die Klangsoftware es mathematisch tut; materieller Synthesizer ein zeitaktives Objekt; Signal kommt hier aus der Hardware-Zeit der antiken Maschine, immediat (wie es die Software auch vermag) und zeit-transzendent zugleich

Was heißt eigentlich "Retro"?

- das "Retro" im Begriff des Retro-Computing; wissen Bastler es durch das, was sie tun; in medienwissenschaftlicher Reflexion Retro mehr als Nostalgie nach den Kindertagen des Homecomputing heutiger Hacker und Hardware-Archäologen; auf den ersten Blick einleuchtendes Präfix "Retro-" im Falle des Digitalcomputers wirft andere Fragen auf als klassische Technikgeschichte mit ihren Nostalgiewellen; können frühere Systeme auf heutigen Computern emuliert und / oder simuliert werden, zwingend Originalplattform den Vorzug geben? meint "Retro" nicht den scheuen Respekt vor dem Original; werden im "Remix" gerade alte Rechner zu hybriden Nutzungen der heutigen Computerwelt aufgerüstet, retro-aktive Medienarchäologie; auch museums-konservatorisch beste Form der Bewahrung antiker technischer Artefakte (im Unterschied zu klassischen Kunstwerken) Wiedervollzugsetzung. "Retro-" nicht nur eine rückwärtsgewandte Wiedererinnerung, zugleich Anzeichen dafür, daß Gegenwart in einem nicht-historischen Verhältnis zur ersten Generation vom Homecomputern steht; einmal wieder nutzbar, d. h. wieder elektronisch algorithmisierbar gemacht sind, stehen sie zum heutigen Programmierer gleich unmittelbar wie jede aktuelle Form des Computers. In Allianz von Technik und Mathematik eine ganz andere logische Zeit am

Werk als die des geschichtlichen Werdens und Vergehens; offenbart sich dieses Zeitverhältnis gerade nicht in der musealen Präsentation, welche historischen Eindruck privilegiert, sondern im aktiven Nachvollzug, im *re-enactment* der damaligen Nutzung (Begriff des Historikers Collingwood); erfordert aktive Medienarchäologie; für den Fall der ersten, gescheiterten Generation von massenhaften Computerspielen, das Spiel *E. T.*; fungiert heutiger Emulator zugleich als Debugger, ist das logische Medium selbst der aktive Archäologe, der damalige Mißverständnisse aufdeckt und aufweist, wie die Software mit der Hardware hadert (Stefan Höltgen); tut sich das ins Reale implementierte Symbolische zumeist in Form von Abstürzen auf, oftmals im zeitkritischen Sinn als "Zeitreal", das nach taktgenauem Programmieren verlangt. Berechnungen zur Laufzeit ihrerseits Effekte der jeweiligen Epoche von Computerarchitekturen

Wiederkehr der "Aura" im digitalen Sampling

- verunsichert digitales Sampling menschliches Gehör, wird zum Mitspieler in einem sonischen imitation game. "Drum or keyboard sounds stored on a digital music computer can be triggered by analogue recordings. <...> a 'real' drummer, playing with human imperfections, can be made to sound like a machine <...>. <...> this technique has been consolidated into a piece of hardware called The Human Clock - a triggering device that enables a drummer to drive machines in synch, according to a varying human tempo" = Andrew Goodwin, *Sample And Hold. Pop Music in the Digital Age of Reproduction*, in: Simon Frith / ders. (Hg.), *On Record. Rock, Pop and the Written Word*, London (Routledge) 1990, 258-274 (264). Das führt zu "confusions" - oder Irritationen - "between human and automated rhythm" <265>

- "Kälte" des exakten elektronischen Sounds einst eine Befreiung von der menschlichen Idiosynkrasie; diese nun künstlich wieder eingeführt, als Metaphysik des Analogen: "This sense that analogue is warmer and more natural than digital also extends to its visual signification, <...> signified via the words we use to describe these patterns - *waves* as opposed to *numbers*" <265> - oder Impulse

- hängt "Aura" an welchem Typus von Präsenz? *Presence* "crucially, a *musical* as well as an iconographic term" = 269; hat digitale Audiotechnik nicht zur Demystifikation, sondern zum *re-entry* der von Benjamin definierten "Aura" geführt = Goodwin 1990: 272

RE-SYNTHETISIEREN: TECHNO-LOGISCHE PHILOLOGIE KLANGTECHNISCHER ENSEMBLES

Kurenniemis DIMIs: Transparenz des Schaltplans statt Metaphorik nutzerfreundlicher Interfaces

- "Literalität" von Softwareprogrammen; Schaltungen der Hardware-Synthesizer "lesbar, sowohl als Optionsräume des Generativen als auch als

Spuren des Denkens und der Intention" = Tagungsexposé (Rolf Grossmann) Universität Lüneburg *Synthesen lesen. Aufschreibesystem Synthesizer?* löscht Kittler seinen eigenen Hardware-Nachlaß; in einem früheren Text unter Bezug auf einen Songtext aus der Pink Floyd LP *The Dark Side of the Moon*: "There's someone in my head, but it's not me. Nur Atavismen wie das Urheberrecht <...> zwingen noch zur Namensnennung von Texten und Komponisten (als ob es dergleichen im Soundraum gäbe). Viel eher wären die Schaltpläne der Anlagen und (wie auf dem Vocer von *Dark Side*) die Typennummern der eingesetzten Synthesizer aufzuführen"⁶⁴

- stellt sich anhand von Kittlers selbstverdrahteten Synthesizer-Modulen die Rückfrage an einen zum Medienwissenschaftler konvertierten ex-Germanisten: Gibt es so etwas wie einen persönlichen Lötstil? In welchem Verhältnis stehen ideosynkratische Autorschaft und apparative Eigenlogik? Zwischenzeitlich hat Jan-Peter Sonntag den Synthesizer-Modulen von F. A. K. im Rahmen seiner Ausstellung *Rauschen* im Württembergischen Kunstverein Stuttgart einen Ort gegeben - mit dem Nebeneffekt, daß das kunstwillige, aber nicht durchgängig akademisch vorgebildete Publikum "Kittler" für eine erfundene Kunstfigur von Seiten Sonntags hielt

- konkrete Synthesizermodule, Gedanken zum Verhältnis von Apparaten im "musikalischen" Zeitvollzug; Kittlers gelötete Module, in musealen Vitrinen ausgestellt, schlicht technische Dinge, aber noch keine technischen Medien. Elektronisch werden sie erst unter Strom.

- Erkki Kurenniemi's frühe digital ansteuerbare Musikelektronik; Kurenniemi's Film *Electronics in the World of Tomorrow*; <http://ubuweb.com/film/kur.html>, bzw. http://www.ubuweb.com/film/kur_electronics.html; zeigt Kabelsalat bis hin zu gedruckten Schaltungen auf Mikrochip. "Kurenniemi's devices demand some engineering skills from the musician operating them; mostly experimental prototypes, the user interface does not hide the inner design of electrical circuits"⁶⁵; Schaltung selbst als Interface: transitive elektronische Klangerzeugung

- spiegeln Kurenniemi's elektronische Instrumente ihre technische Funktionalität "at the hardware level" = Ojanen et al. 2007: 92; auf medienarchäologischer Ebene ist die sonische Wahrnehmung eine Weise, Elektronik zu erfahren

- "the input mechanism was mainly 'plug in' type" = ibid. / Paradigma Analogcomputer, also bereits Computermusik im nicht-algorithmischen Sinn musikalischer Komposition; Analogcomputer als Zwilling des Musiksynthesizers

⁶⁴Kittler 1984: 152

⁶⁵ Mikko Ojanen et al., Design Principles and User Interfaces of Erkki Kurenniemi's Electronic Musical Instruments of the 1960's and 1970's, in: Proceedings of the 2007 Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME07), New York, NY; online: http://www.nime.org/2007/proc/nime2007_088.pdf

- Kurrenienmis Widerstand gegen konventionelle Kontrolleingabe wie Klaviertastatur; reine Lehre des akustischen Synthesizers (Buchla vs. Moog); Diskontinuität gegenüber akustischen Klangkörpern, Entkörperlichung; mit Marshall McLuhans Diagnose: "musikalischer Inhalt" des neuen Geräts nicht mehr das vorherige Klanginstrument; der Interface-Metaphorik widerstehen

Synthesizer analysieren = re-synthetisieren

- "Und wenn wir in einem Zeitalter der Technik noch befangen sind, dann muß die historische Methode zu ihrer Wesensbestimmung scheitern" = von Weizsäcker 1987: 145, zitiert hier nach: Stefan Rieger, Organische Konstruktionen, in: Kerckhove / Leeker / Schmidt (Hg.) 2008; das Archiv der Gegenwart ist unbeschreibbar (Foucault)

- zeichnet es archäologisch orientierte Medientheorie aus, daß sie von real existierenden Medien ausgeht. Jede Medientheorie ist damit verpflichtet, sich dem Widerstand und -spruch der technischen Medien zu stellen. Denn es gibt sich wirklich: Medien wirken dramatisch. Theorie ist hierin geerdet. Medien geben eine Wirkung, sie *zeitigen* eine Wirkung. Also gilt es epistemologische Funken aus der genauesten Betrachtung technologischer Verhältnisse schlagen (induktiv) und nicht umgekehrt. Und damit das Wissen technischer Dinge selbst gleichrangig anzusehen

- Dilettantismus in Sachen Elektrotechnik und Programmierung, aber das unaufhörliche Bemühen um die deren Nachvollziehbarkeit.

- bleiben technologische Artefakte aus der Jüngstvergangenheit / aus der heroischen Epoche der Musikelektronik eine Zeitlang (das Intervall als Zeitmaß von Infrastruktur) in operativer Latenz

- vollzieht Analogsynthesizer spannungsgesteuerte Signalt(intra)übertragung; ist insofern ein Zwilling des Analogcomputers; der ganzen Unterschied zum Schriftarchiv; digitaler Code hingegen wird aus"gelesen" - macht aber auch erst Sinn im Vollzug im Betriebssystem, muß also "lauffähig" gehalten werden

- logische Gatter immer noch höchst materielle Schaltungen; ihr Zeitwesen aber ist nicht mehr die Spannung, sondern die Unterbrechung

- Bedeutung der handwerklich-technischen Erfahrung für medientheoretisches Denken

Durch Mathematik zum Ding oder umgekehrt? Vor der Synthese: Analysen

- muß es das Monochord geben, damit Pythagoras die Mathematik daran erkennen kann, induktiv

- Faradays Experimente - Maxwells Durchrechnung - Hertzens Implementierung dieser Gleichungen als Funkenergebnis

- jeder Schaltplan transzendent, weist über sich hinaus; bedarf der konkreten Implementierung, um vollzugsfähig zu sein, gleich Algorithmen im Computer

- transzendenter Vektor die wirkliche Bedeutung der *arché* im Begriff der Medienarchäologie, nicht etwa historischer "Ursprung" oder technikhistorischer "Anfang"

- zu Zeitdiagrammen Peter Berz, 08/15. Ein Standard des 20. Jahrhunderts, München (Fink) 2001, 307 ff.

- erfordert Lesen von Schaltplänen eine "operative Diagrammatik" im zweifachen Sinne. Einerseits wird ein Diagramm laut Charles S. Peirce erst im mentalen Mitvollzug aktiviert - das *daimonische* Element (Charles Alunni); stellt Verdrahtung elektronischer Bauteile zu medienaktiven Apparaturen (etwa das klassische Radio) und ihre industrielle Form - die gedruckte Platine, dann der integrierte Schaltkreis - ihrerseits Verdinglichungen (Implementierungen) von Diagrammatik dar; (Mit-)Vollzug wird hier im technischen Gefüge selbst geleistet

- zwischen technischer Zeichnung und Maschine: das Diagramm. Entstehung deduktiver Mathematik verdankt sich "einer kulturtechnischen Innovation, einer Kombination aus Buchstaben und Linien" = www2.hu-berlin.de/kulturtechnik, Forschungsprojekt "Zeigen und Verweisen. Das Diagramm als Kulturtechnik" (Jochen Brüning, Gloria Meynen) am HZK (HU); beschriftetes Diagramm (Mondquadraturen des Hippokrates v. Chios) bezeugt seit ca. 440 v. Chr.. An die Stelle solch symbolischer Notation treten elektrotechnisch operative Diagramme: Leitungen, Impulse

- operatives Diagramm oder doch nur "Text"? "Schaltungen wie Schrifttexte strukturiert und können daher ähnlich wie Texte gelesen werden. Genauso wie bei der Schrift, bei der man die Buchstaben über die einzelnen Wörter zu Sätzen und Texten verbinden kann, <...> werden bei elektronischen Schaltungen die Einzelfunktionen der Bauelemente zu Grund- und Einzelschaltungen und diese weiter zu Funktionseinheiten verbunden. Sinngemäß können die Bauelemente oder Komponenten <...> mit ihren Kurzbezeichnungen <...> als Buchstabe betrachtet und entsprechend der Wortbildung zu Grund- oder Einzelschaltungen zusammengeschaltet werden."⁶⁶

Experimentelle Medienarchäologie elektroakustischer Artefakte

- Zeitwe(i)sen und Zeitgegebenheit (elektro-)technischer Medien;

⁶⁶ Dietmar Benda, *Wie liest man eine Schaltung?*, Poing (Franzis) 2005, 11

Simondon 1958/2012, 69: "Das technische Objekt ist nicht direkt historisches Objekt"; Gedanke der *Gleichursprünglichkeit*

- tatsächlich gelöteter, also implementierter Schaltplan eine Zeitmaschine im mehrfachen Sinne: einerseits mit historischer Methoden Spuren der Historizität nachweisen. also technische und biographische Idiosynkrasien aufdecken, andererseits ein gleichursprüngliches Zeitereignis der Ton-Hervorbringung

- Genesis und Geltung: Kittler Synthesizermodule reduplizieren? gilt eine medienzeitliche Unschärferelation: Je umfassender Kittlers Synthesizermodule in das Impulsfeld ihres diskursiven und (technik-)historischen Kontexts gestellt werden, desto mehr verlieren sie ihr technologisches Momentum; je genauer technologische Sicht auf die symbolischen und tatsächlichen Diagramme (Schaltpläne und Lötungen), desto entlasteter von der historischen Zeit zugunsten technischer Operativität; Andreas Fickers, Hands-on! Plädoyer für eine experimentelle Medienarchäologie, in: Technikgeschichte 82 (1), 2015

Die privilegierte Nähe technischer Dinge zum Klang als Zeitigung

- "The man who sits in his armchair and listens to radio does not [...] hear wave-lengths and frequencies [...]. The elements and events behind the radio phenomenon affect him only through the medium of the phenomenon and not by themselves."⁶⁷ Erst wenn das Vernehmen vom Höreindruck auf das elektrotechnische Ereignis umschaltet, erklingen implizite Töne. An die Stelle der Phänomenologie tritt damit das medienarchäologische Ohr

- mag tatsächlich erklingender Ton die populäre Zweckbestimmung oder gar der Inhalt des elektroakustischen Synthesizers sein; Botschaft dieses Tons ist das elektrotechnische Medium *in seiner Zeithaftigkeit* - genuine Medienzeit, die sich in Klangmaterialien artikuliert; definiert Adorno Musik ausdrücklich [Adorno 1965: 634 f.] im Sinne von G. E. Lessings (Vor-)Formulierung zeitbasierter Künste; vermag Signalerzeugung unter Stromspannung umgekehrt (und implizit sonisch) einerseits mathematische Modellierung (Analogcomputer) oder klangliche Artikulation zu zeitigen

- stellt musikalisches Material für Gilles Deleuze *a priori* schon eine Sonifikation der Zeit, mithin eine sonische Versinnlichung von Temporalität dar: "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"⁶⁸

⁶⁷Theodor W. Adorno, *Current of Music. Elements of a Radio Theory* [1940], hg. v. Robert Hullot-Kentor, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2006, 65

⁶⁸Gilles Deleuze, *Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind*, in: ders., *Schizophrenie und Gesellschaft. Texte und Gespräche von*

- kehrt mit Digital Signal Processing das stetige, physikalische Zeitsignal in digitalisierter Form in die diskrete Maschine wieder ein

- generiert "gefensterte" Fast Fourier Analysis dynamische Spektrogramme / Sonographie; Sampling-Theorem

- erfordern Synthesen zunächst präzise Analyse; McLuhan: seit Vokalalphabet als Analyse der Musikalität der gesprochenen Sprache eingeübte Praxis wissenschaftlich-technischen Denkens im Abendland. Kulmination Fourier-Analyse: Klang als Zeitsignal aufgelöst in mathematischen Kehrwert, aus dem sich technisch dann analog und digital synthetisieren läßt; so gesehen Zeit-Synthesizer

- Helmholtz 1863: Hörvorgang im Innenohr analysierbar (Fourier-Analyse); Tonempfindung kommt erst auf neuronaler Ebene synthetisiert zustande

- RC-Filter: aus Rauschen Töne filtern

- widersteht der Historisierung von Musik Günter Anders, *Die musikalische Situation*; die "musikalische Situation" nicht nur explizit als Klang, sondern im Sinne des implizit Sonischen technischer Dinge

- ist Wissen implizit in den operativen Dingen selbst angelegt, wartend darauf, dass menschliche Kultur es in immer neuen Anläufen explizit macht und operativ in den Griff bekommt, in Form elektronischer Medien und/oder mathematischen Maschinen; kommt das den Dingen implizite Wissen nur in diskursiven, historisch bestimmbareren Kontexten zum Zug: ein medienaktives Wissen, das immer wieder erneut an das menschliche Wissenwollen appelliert und quer zur historischen Zeit insistiert, weil die zugrundeliegenden Gesetze ihrerseits invariant gelten

- Ansatz, "der davon ausgeht, dass den Dingen ein Ordnungsprinzip zugrunde liegt, das 'quer zur Geschichte' darauf harrt, erkannt zu werden. Dieses Ordnungsprinzip, bei Pythagoras harmonia genannt, ist das Gefüge aus 'Zeit, Zahl, Physis' (S. 425)" = Frank Haase, Rez. zu W. E., Gleichursprünglichkeit, in: MEDIENwissenschaft 3/2013, 288-290 (289)

- Peter Berz, Pythagoreismus, in: TUMULT. Schriften zur Verkehrswissenschaft (40. Folge), Themenheft: Friedrich Kittler. Technik oder Kunst?, hg. v. Walter Seitter / Michaela Ott, Wetzlar (Büchse der Pandora) 2013, 57-69, 57: "Nicht die Zahl ahmt das Seiende nach, sondern das Seiende die Zahl. <...> Die Pythagoreer sagen so. Sagt Aristoteles, dem die Zahlen etwas anderes sind: Zahlen von etwas. Sind die Zahlen das Sein oder zählen sie das Seiende?"

- entspricht dies dem altgriechischen Begriff von *techné*; diese nur möglich "als sich ins Werk setzender Vollzug des im Logos begründeten Bezuges des

1975 bis 1995, hg. v. David Lapoujade, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 148-152 (151)

Menschen zur Natur"⁶⁹, also eher entbergend (im Sinne Heideggers) denn stellend

- Medienerfindungen dem Appell der Medien an Menschen gefolgt, denn sie wollen von ihnen gewußt werden; insbesondere technische Medien Erkenntnisfragmente der in den techno-logischen Dingen (Medien) wirkenden invarianten Gesetze. "Ergo: Medien werden von Menschen durch Medien(erfindungen) erkannt" = Haase 2013: 289

- wird mit und in (hoch-)technischen Medien als physikalischer Verkörperung hochkulturellen Wissens jene fundamentale Differenz aufgehoben, die zwischen Natur und Kultur, zwischen Kosmos und menschlicher Erkenntnis besteht

- Henri Bergson, Schöpferische Entwicklung, Jena (Diederichs) 1912, über das Delta-*t* der Gegenwart (28 f.), Zenons Pfeil-Paradox und die Kritik an der kinematographischen / mathematischen Zeit (308-315). Numerisches Zählen ist quasi kinematographischer Natur: Erzählung

- gehen technische Dinge nicht vollständig im historischen Kontext auf sondern gehören - im Sinne einer begrifflichen Differenzierung Martin Heideggers - einer anderen Geschichtlichkeit (Zeit) an (wie auch Gilbert Simondon eine eigenständige Evolution technischer Objekte von der Technikgeschichte unterscheidet)

- korreliert Heidegger selbst die Maschinenzeit mit dem Modus des Historischen; koppelt das "nur technische Geschehen" (und damit strikt den Rechner) mit einer bloßen Historie: "Es operiert mit der Apparatur der Aufzählung von Symptomen," - *computing*, buchstäblich - "deren Bestand ins Endlose vermehrt und immer neu variiert werden kann. Diese Analysen der Situation merken nicht, daß sie nur im Sinne und nach der Weise der technischen Zerstückelung arbeiten und so dem technischen Bewußtsein die ihm gemäße historisch-technische Darstellung des Geschehens liefern."⁷⁰ Tatsächlich ist historische Zeit eine Funktion des *computus*, der Verkettung von Zahl und Zeit. "Aber kein historisches Vorstellen der Geschichte als Geschehen bringt in den schicklichen Bezug zum Geschick und vollends nicht zu dessen Wesensherkunft im Ereignis der Wahrheit des Seins" <ebd.> - die alte Differenz zwischen Historie und Geschichte.

- entzieht sich im Moment des Signalvollzugs das historische Ding der Historie und wechselt in den Modus der Präsenzerzeugung - "Ekstasen" im

⁶⁹ Hans Blumenberg, Das Verhältnis von Natur und Technik als philosophisches Problem [1951], in: ders., Ästhetische und metaphorologische Schriften, hg v. Anselm Haverkamp, Frankfurt/M. 2001, 253-266 (256). Dazu demnächst: Matthias Koch, Valéry, Blumenberg, und die Phänomenologie der Geschichte, in: Reinhard Babel et al. (Hg.), Alles Mögliche: Sprechen, Denken und Schreiben des (Un)möglichen, Würzburg (Königshausen und Neumann) 2014

⁷⁰ Martin Heidegger, Die Kehre, in: ders., Die Technik und die Kehre, Pfullingen (Neske) 1962, 37-47 (46)

Sinne dessen, wie Günther Stern in seinem Versuch einer Habilitationsschrift *Über musikalische Situationen* ca. 1930 das Moment der Musik definiert; teilt es mit musikalischen Prozessen; es bildet eine "Enklave" der Zeit, wie sie Günther Anders definierte

- archaisches Pendant (nicht "Vorläufer", sondern gleichursprünglich) zu Kittlers elektro-akustischen Synthesizermodulen ist Pythagoras' Monochord: ahistorische Nachvollziehbarkeit seines Arguments; technische Dinge versetzen dazu in die Lage: Musikinstrumente, Synthesizer; Wissenwollen, wie das Subharchord klang / klingt