["NOTIZBUCH SONISCHEN MEDIEN"]

Musik, Archäologie, mathematische Serialität
Das kalte Gehör: Naturwissenschaftliche Musikforschung
Der Vorschlag für ein "Institute of Musical Science" (1947)
Initiative zur Gründung eines Max-Planck-Instituts für Musik
Stauchung historischer Distanz durch latente Präsenzerzeugungsmedien
Nanophonographische Abtastung atomarer Oberflächen
Medien als Archäologen sonischer Zeit
Resonanzräume: Die ahistorischen Zeitweisen des Sonischen (Monochord, Lyra)
Komputativer Nachvollzug antiker Musiktheorie
"Remediation"? Medienarchäologie des Analogsynthesizers und seine Wieder(ein)kehr im Digitalen
Signalprozessierung und die tatsächliche Spur
Fallstudie: Virtuelle Rekonstruktion vergangener Hörräume (Gewandhaus Leipzig)
Akustische Wiederauferstehung? Invarianz von Sonosphären (Beispiel Pompeji)
Die Simulation als "historische Quelle"?
Quelle *versus* Überrest (Droysen, Bernheim)
Zur Diskussion um virtuelle Rekonstruktionen in der Archäologie
Eine Analogie: die Rekonstruktion nach den Gesetzen der physikalischen Optik
Historische Aufführungspraxis
Klangarchäologische *fidelity*
Physical modelling
Simulation *versus* Emulation
Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation
Fallstudie: Medienkunst im kulturellen Gedächtnis: Das *Virtual Electronic Poem* im Medienkunsthaus TESLA Berlin
Für eine historisch informierte Medienarchäologie des Akustischen
Schwingungsdeutung durch Verschiebung ins Akustische
Verklanglichung von Licht / Visualisierung von Klängen
Verzeitlichung der Stimme: ihre Frequenzen
Musik und Speicher: Notenrollen
Different Trains: Steve Reichs serielle Musik als archäologische Ästhetik
Musikalische Invarianz
Niemals in der Gegenwart: die vokale Stimme
Mathematische Modellierung über Klang
Historische elektro-akustische Instrumente wieder zum Erklingen bringen?
"Sonic Effects"
Akustische Zeitdehnung und -verknappung
Vorspiel(e): Der Helmholtz-Klangsynthesizer (u. a.)
Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument
Musik, synthetisiert
Medienarchäologie des Synthesizers
"Höllenmaschine": Der Max Brand Synthesizer
Der Synthesizer (analog)
Der Vorläufer: das Trautonium
Projekt "TERPSITON"
Diagrammatisches Hören: Der tatsächlich erklingende Ton als eine Lesart der

Schaltung
Definitionen der "Sonifikation"
Sonifikation des Unhörbaren: Gewalt der akustischen Hermeneutik
Unerhörte Sonifikation
Mikrophonie
Computersonifikation analog / digital
Sonifikation im Zeitbereich
Ultraschall-Nutzerortung
Tonbilder
Definitionen der "Schwingung"
Technische Schwingungen: die Saite als Meßmedium
Die gestrichene Saite: Modellfall "Historische Aufführungspraxis" in der Musik
Der sonische Effekt (mit Hanslick)
Zeitlosigkeit der musikalischen Notation *versus* Flüchtigkeit des Tons?
Gezeiten rechnen, Pulsare sonifizieren
Die Sensibilisierung für zeitkritische Schwingungen (Barkhausen)
"Im Uhrwerk erklingt die Zeit: Bulova *Akkutron*
Dynamische Erkenntnis: Oszillationen
Schwingung und Störung (Transienten)
Die Stimmgabel
Keine Frequenz bei den Griechen?
Petits perceptions: Im Rauschen der Wellen die Welt sich rechnen hören
Mathesis und Mathematik der Schwingung
Aristoteles und/oder Heider
Spezialfall: Zungenfrequenzmesser, resonnierende Saiten
Musik des Telegraphenkabels (Schwingung und Telephonie)
Interferenzen (Ästhetik der Schwebung)
Parameter Frequenz
Grund- und Obertöne von Wissensgeschichte
Schwingungen, neurologisch
Diesseits der Elemente: Schwingungen?
Mathematisierung mit Euler und Fourier
Die Alternative zum Monochord: Der Schwing(ungs)kreis
Welle oder Teilchen?
Wie Wellen und Sand am Meer: Willkürliche Funktionen
Schwingungen, (elektro-)mechanisch
Schwingungen, elektromagnetisch
Saiten und Strings, quantenphysikalisch
Die kybernetisierte Schwingung
Medienepistemologische Konsequenzen der Fourier-Analyse
Kritik der Analyse
Gesumme
Fourier-Analyse
Granularsynthese, alternativ zu Fourier-Analyse
Definition Frequenz
Die Fourier-Transformation
Diskrete Fourier-Transformation
Digitale Signalprozessierung
Seismik, Sonik: Wavelets

Die Schwingung und ihr zeitkritisches *momentum*
Kairotische Akustik mit Mersenne
Verzeitlichung der Stimme: ihre Frequenzen
Praxis und Epistemologie der "schwingenden Saite"
Orgelklang
Die kosmische Stringtheorie
Tonbandaufnahmen und -maschinen
Magnet-Tonband (Magnetophon)
EMK / Induktion
Magnetband Video
Magnetbandspeicher Computer
"Losing track of time" (Jan Hein Hoogstad)
Magnetophon / NS
Restaurierung Magnetband
HF-Vormagnetisierung
Krapp´s Last Tape (Beckett)
Bandecho
Das Magnettonband quer zu den Mediengattungen
Magnetbänder als Agenten und als Gedächtnis der Darmstädter *Ferienkurse*
"Das Radio als Welterzähler. Ein Nachruf auf die Magnetbandzeit"
Medienarchäologie konkret: Die Materialität des Tonbands (Restmagnetismus)
Tonband-Thesen
Medienarchäologische Urszene des Magnettondrahts: die elektromagnetisierte Spule
Der Barkhausen-Effekt
Die originäre Alternative zum Phonographen (Oberlin Smith)
Poulsens Telegraphon
Schrift *versus* Feld (Schallplatte / Tonband)
Webster Wire Recorder
Drahttongeräte (z. B. für MEMEX)
Bild von Draht
Tondraht / Drahttongeräte (allgemein)
Das Monochord: Mathematik erklingen hören
Musik und Mathematik
Differentialmusik
Wagner zeitkritisch
Flusser und die Musik
Musik dies- und jenseits ihrer Hörbarkeit
Musik, Archäologie, mathematische Serialität
Klang / Schweigen
Unhistorische Klangwahrnehmung / als Archäologie
MPI für Musik
"New Music" (Mathews / Shannon)
Begriffsbestimmungen der Akustik
Zeitkritische Bandbreiten menschlichen Hörens
Extrapolationen des menschlichen Gehörs
Definition "Musik"
Musik und Schrift (Notation)
Medien und Musik

Asymmetrien des Audio-Visuellen
Klang als Medium / der Gewalt
Musik, synthetisiert
Der Synthesizer (analog / digital)
Klang(medien)wissenschaft
Musik als Effekt ihrer Medien?
Musik, ein zeitbasiertes Medium / Geräusch
Musik, Akustik, Mathematik
Schallübertragung (Helmholtz)
Musikalische Memetik
Wenn Musik- als Mediensoziologie, dann *bruits*
"Musik und Medien" - eine *liaison dangereuse*?
Elektroakustische Studios
Akustische Kryptographie
Zur (zeit-)realtivischen Verschränkung von Medien & Musik in der Programmierung
Methoden der Musikwissenschaft
Von musikalischer Semantik entlasteter Klang: Musikautomaten
Experimentierung sonischer Evidenz (HAEL)
Elektroakustik ungleich Musik
Die Nähe zur Phonetik
Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument
Auf dem Weg zu einer genuin mediengenerierten Akustik
Elektronisches "Musikdesign"
Zwischen gleichursprünglichem Nachvollzug und historischer Differenz: Das Dazwischentreten der Elektronik
(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
Zeitlicher Zyklus technischer Dinge
Was heißt eigentlich "Retro"?
Wiederkehr der "Aura" im digitalen Sampling
Kurenniemis 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

Wiederaufruf: *acoustic space* (McLuhan)
Zum Begriff des Sonischen
Zeitweisen des Sonischen im Analogen
Musik *als* Mathematik: Sonische Erkenntnis
Zeitweisen des Sonischen im Digitalen
Audiosignal
Definitionen des Sonischen
Klangerzeugung auf C64
Definitionen von "Ton", "Klang" und/oder "Sound"
Klang - ein akustisches "Medium"?
Klangbild(n)er
Zur Differenz von Klang und Musik
Geräusch, Klang und Sound: Beispiele einer medienarchäologischen Differenz
Irrealer Klang im Glocke und Subharchord
"Signalbasierte und psychoakustische Grundlagen für Dissonanzempfindung
Psychoakustik (Zwicker)
Vokalalphabet einerseits, Phonograph andererseits
Technische und kulturelle Akustik im Widerstreit
Sonik: Das Sonische als Funktion der Elektrotechnik
Klang als "Medium"
Elektronische Analyse von Klangdaten (Meßmedien)
Aus Meßmedien werden Klangmedien
Der Klang des electronischen Bilds (mit Viola und Flusser)
Nicht-akustische Klangweisen
Die Harmonische Analyse
Die Harmonische Analyse von Tanz (der Moleküle)
Eine Medientheorie des Akustischen: "Acoustic space" (McLuhan)
Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler)
Quantentheorie des Sonischen
Musik im Ohr: Physik *versus* Physiologie (Wendt vs. Wicke)
Sonographie
"Microsounds" (Curtis Roads)
Ton *im* elektronischen Bild
Das sonische Element im *streaming video*
(Digitales) Remastering
Definitionen von "Klang"
Klang und Medium
Zur Skalierung von Akustik - Sonik - Musik

MP3-Kompression
Das Sonische als Funktion der Elektrotechnik
Unerhört: Sonische Speicher
Elektronische Analyse von Klangdaten (Meßmedien)
Das Sonische als Effekt seiner Meß- und Aufzeichnungsmedien (der Phonograph)
Das Sonische und die Zahl (*computing*)
Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler)
Quantentheorie des Sonischen
Das Sonische und die Zeit
Akustik und Klang, zeitbasiert (mit Oresme)
Der Klang der Poesie: Linguistik und Philologie als Klangwissenschaft (Fallstudien Guslari)
(Popular) Music Studies als techniknahe Wissenschaft
"Musik und Medien" - eine *liaison dangereuse*?
Klangästhetische Konsequenzen aus der Theorie: Mit medienarchäologischem Ohr hören
Medien und Mathematik
Akustik als zeitkritischer Vollzug
Akustik als sinnlich wahrnehmbare Medientheorie
Musik als operative Mathematik
Technische Begriffe des "Sonischen"
"Acoustic turn"? Ein vernachlässigter Sinnes- und Medienkanal
Diskrete Zeitweisen des Sonischen: Takt, Rhythmus, Algorythmik
Das Dasein des Sonischen: Schwingungen
Die Fourier-Analyse als Bewältigung von Klängen und klangähnlichen Gebilden
Klang(v)erkennungen: Audifikation und Sonifikation
Akustik in Echtzeit: Sonische Gegenwartsfenster
Bilder als Klänge (Viola)
Resonanzphänomene im außermusikalischen Bereich
Klang und Gedächtnis
Wahrscheinlichkeitswellen, Saiten und Strings: der Klang der Quantenmechanik
Klang und sein Anderes: Rauschen
"Optophonie": Licht als Ton (Hausmann, Viola)
Begriffsfelder des "Sonischen"
Vermessung des Sonischen
Zwischen physikalischer Akustik und hochkultureller Musik
Das Sonische und die Zeit I
Akustik und Klang, zeitbasiert I (mit Oresme)
Glockenklang als Zeitansage
Klangspeicher: Die akustische Verzögerungsleitung
Flüchtige Speicher: Der Klang der Mercury Delay Lines
Datenklang (die "Datassette")
Klang von C64 (SID)
Praktiken der Sonifikation ("auditory display")
Ultraschall / Sonographie (in der Medizin)
Uneigentliche Existentiale des Sonischen
Das Sonische, mit medienarchäologischem Ohr erhört (vernommen)
Akustik und Klang, zeitbasiert II

Bilder als Töne (über Zeit)
Das Sonische und die Zeit II
"Zeitweisen des Sonischen"
Zeitfiguren des Sonischen
Die schwingende Saite: Proportion *versus* Frequenz
Takt und Rhythmus
Die neurowissenschaftliche Perspektive
Jenseits des Klangs: "Harmonische Analyse"
Unter verkehrten Vorzeichen: Sonische Zeitweisen
Kritik der "AV"-Medienbegrifflichkeit
Sonische Eigenzeit (mit Cage und Stockhausen)
Zeit- und Ereignisweisen des Sonischen dies- und jenseits der Hörschwelle und der Epistemologische des "Klangs"
Asynchronien im Zeitgefüge von Mensch und Maschine
"Sonisch-musikalischer Geschichtsentzug"
Die techno-musikalische Situation (mit Günther Stern)
Zur Eigenzeitlichkeit klangtechnischer und musikalischer Erfahrung
Partitur *versus* akustische Verkörperung: "ungeschichtliche Sachverhalte in der Musik"
Computermusikalisches Wissen
Titelbild *Rhythmogramm*
Im Medium erklingt die Zeit
Technologische Erforschung des Sonischen / Sonik
Drei Zeitweisen: Akustik, Klang, Musik
Medienarchäologie des Sonischen
Alphabet und Phonographie
Befreiung des Klangs von der musikalischen Semantik
"Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation"
Medien als Archäologen (des Akustischen)
Der epistemologischen Historisierung widerstehen
Diskrete Zeit? Zahl und/oder Schwingung
Das Zeitintegral
Zeithierarchien: Medienarchäologie der musikalischen Zeit
Spezifisch elektroakustische Zeitverhältnisse
Zeitmessung, zeitkritisch (Uhrwerk, Leibniz)
Takt, Pendel, Frequenz (mit Mersenne und Helmholtz)
Musik, Zeit, Narration
Akustik, Zeit(kritik) und Medium
Musik, Takt und Zeit
Akustik und Klang, zeitbasiert und zeitbasierend
Musik, ein zeitbasiertes Medium
Zeitfenster der Akustik (und deren Meßmedien)
Sonagraphie
Neuronen und Elektronik im zeitkritischen Schwingungsverbund
Die Gegenwartsdauer des Tons (mit Husserl)
Zeitfelder (mit Stockhausen)
Sonische Zeit als Modellfall von Medienprozessen
Echtmusikzeit mit SuperCollider
Sonische Zeitschichten (Akustik - Klang - Musik)

Mikro- *versus* Makrozeit
Grenzen der vermessen(d)en Zeitdefinition
Das medienarchäologische Ohr
Musik und Mathematik verzeitlicht: der Computer
Echtzeit-Poesie der Guslari (Zeitreihen)
Die Melodie: Zeit ohne Medium (mit Bergson und Husserl)
Technokairos: Musik ist/als Echtzeit
Taktische und ästhetische Zeitreihen
Prosodie und Neuroinformatik: Epensänger
Nerven, Saiten: Die Massage des Zeitsinns als Botschaft zeitkritischer Medien- und Musikprozesse
Speicherklänge: Der Unterschied zwischen Notation, Phonographie, elektronischer Aufzeichnung
Was geschieht wirklich zwischen den Saiten / Drähten
Fehlt die Zeit (Frequenzdarstellung)
Integration von Zeit und Zahl: Wavelets
Induktive Klangzeit (Gabor, Xenakis)
Klang als Medienobjekt
Lautsprechermusik: Klangkunst
Dehnung des Tons bis zur Unhörbarkeit: ASLAP
Pentatonische Permutationen
Musik als zeitsinnlich wahrnehmbare Form von Medien-im-Vollzug
Die Rekonstruierbarkeit vergangener Musik
Auf dem Weg zu einer mathematischen Musikästhetik: Meyer-Eppler
Entdeckung von Frequenz / Wellenbewegung als Leistung der Frühneuzeit (Mersenne, Sauveur)
Frequenzvorgänge als grundlegende Bewegung in der biologischen Welt
Ping-Pong mit der Ionosphäre
Tischtennis bringt ins Spiel: zeitkritische Prozesse
Ping-(Re)Audifikation

Musik, Archäologie, mathematische Serialität

- gehörten die Vorgeschichtsforschung und die Klassische Archäologie zu den frühesten Fächern an der Philosophischen Fakultät, die sich dem datenverarbeitenden Paradigma und damit auch dem Einsatz des Computers zur Kalkulierung ihrer Datensätze stellten, in Absätzung zu einer vom Primat antiker Texte geleiteten Philologie. Jegliche Archäologie von Wissen steht letztendlich nicht auf Seiten der Analyse von Diskursen, sondern vielmehr auf Seiten der Mathematik - die verborgene Botschaft von Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* selbst, die eine Methode der Aussagenlogik darstellt; Martin Kusch, xxx; Kittlers Lektüre zufolge "die tragenden Begriffe des Ereignisses und der Serie Theorieimporte aus einer Musik, deren mathematischen Kalkül der junge Foucault an Boulez und mehr noch Barraqué geliebt hatte" = Friedrich Kittler, Zum Geleit, in: Michel Foucault, Botschaften der Macht. Der Foucault-Reader. Diskurs und Medien, hg. u. mit e. Nachw. versehen von Jan Engelmann, Stuttgart (DVA) 1999, 7-9 (8)

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

- keine epistemologisch emphatische pythagoräische Harmonielehre, sondern jene "unscheinbaren mathematischen Gleichungen, mit denen unter Medienbedingungen alle Parameter aller Musik anschreibbar gemacht worden sind" = Friedrich Kittler, Musik als Medium, in: Bernhard J. Dotzler / Ernst Müller (Hg.), Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur aisthesis materialis, Berlin (Akademie-Verlag) 1995, 83-99 (84)

Das kalte Gehör: Naturwissenschaftliche Musikforschung

- erhört "kaltes" technisches Ohr Klang in seiner signalästhetischen, nicht semantischen Qualität; medienarchäologisches Hinhören, un-hermeneutisches Verstehen des nachrichtentechnischen Anteils am Klangvorgang (Signal-Rauschen-Verhältnis, Kanalkapazitäten, Übetragungswahrscheinichkeiten, Kodierungen). "An der Technischen Universität Berlin <...> befasst sich die Kommunikationswissenschaft mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen von Sprache und Musik"[1]; wird der emphatische Begriff "Musik" in diesem Zusammenhang zunehmend durch "*sound*" ersetzt - auf dem Weg zu einer Klangwissenchaft nach eigenem Recht; Tagung *Auditive Medienkulturen. Methoden einer interdisziplinären Klangwissenschaft* (11.-13. Februar 2010, Universität Siegen)

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

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

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

- Harvey Fletcher, Mitarbeiters an jenen Bell Laboratories in den USA, an dem nicht von ungefähr auch Claude Shannon seine für die heutigen Nachrichtentechniken entscheidende mathematische "mathematische Theorie

1 http://www.tu-berlin.de/zuv/asb/faecher/komm/komm.html

der Kommunikation" entwickelte, der 1947 also kurz nach dem Zweiten Weltkrieg nahezu als Befreiungsakt von den bisherigen musikologischen Konventionen, ein "Institute of Musical Science" vorschlug.[2] *Science* meint in der amerikanischen Wissenschaftslandschaft gerade nicht jene Humanities, denen die Musikwissenschaft sonst in den Fakultäten zugeordnet ist - ein Verweis auf eine andere, eher naturwissenschaftliche Perspektive.

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

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

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

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

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

Initiative zur Gründung eines Max-Planck-Instituts für Musik

---

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

- in Entwürfen einer anderen Erforschung des Sonischen zählt - im zweifachen Sinne der *arché* (Derrida) - die Be/gründung: nicht der historisch datierbare Akt der institutionellen Gründung allein (zu dem es tatsächlich nie kam), sondern das epistemologische Argument

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

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

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

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

- 17. September 1971 schreibt PD M. Kahlweit aus Göttingen an die Mitglieder der Kommission "Gründung eines MPI für Musik", daß ausdrücklich kein Bedarf nach einem Institut mit kulturhistorischem und kulturphilosophischem Arbeitsgebiete herrsche, sondern vielmehr eine Verbindung der Musikforschung zur Naturwissenschaft und Informationstheorie vonnöten sei[3]

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

- diverse Versionen des "Memorandum zur Errichtung eines Institutes für Musik" betonen den Zweck, "neue Klangvorstellungen zu erproben" <ebd.>. So schwankt auch der vorläufige Name der geplanten MPG-Einrichtung - etwa "MPI

---

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

für Klangforschung und Musik" <Brief Erich Thienhaus an Konrad Zweigert vom 20. Februar 1966>.

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

Stauchung historischer Distanz durch latente Präsenzerzeugungsmedien

- Eisenbahn nicht Übertragungs*medium* im nachrichtentechnischen Sinne, vielmehr Transport*vehikel* (das sich selbst bewegt, im Unterschied zum "Medium" im Sinne Fritz Heiders, das Bewegung vielmehr fremdbestimmt durchläßt). Aus Anblaß der Eröffnung neuer Eisenbahnlinien bemerkte Heine 1843 in Paris, die Zeit werde durch Enträumlichung (Ent/fernung im Sinne Heideggers) "getötet".[4] Ähnliches geschieht tatsächlich mit dem Phonographen, seitdem die Stimmen von Toten den Gegenwartssinn im vernehmenden Ohr unwillkürlich zu erregen vermögen. Die Vergangenheit wird ent-fernt; die zeitliche Distanz schrumpft zum Gegenwartsmoment.

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

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

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

- erste technische, nicht schlicht symbolische Stimmaufzeichnung (das Kinderlied "Mary had a little lamb") erfolgte als bewußtes Experiment durch Thomas Alva Edisons Zinnfolien-Phonographen 1877. Nicht als historische

---

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

Quelle (im Sinne historischer Kritik), sondern in einem Nachvollzug durch Edison höchstselbst dieser Moment wi(e)der/gegeben, als er in hohem Alter in einem frühen Tonfilm jenes Lied noch einmal in einen Phonographen sang = *online* abrufbar unter URL xxx. Nach Maßgabe individueller, weitgehend invariant gegenüber Transformation in der Zeit, steht diese steht diese Artikulation als Phon*autograph* in einem gleichursprünglichen Verhältnis zur primären Aufnahme; cp. Beckett, *Krapp's Last Tape* (1958)

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

- *arché* (ein Kernelement im Begriff der Medienarchäologie) meint keinen (technik-)historischen Beginn, sondern ein Prinzip. Die tatsächlich früheste Tonaufzeichnung aber ist uns als "Überrest"[5], nämlich als Akt un-absichtlicher Überlieferung durch Léon-Scotts "Phonautographen" auf einem sich drehenden Zylinder (Kymographen) - zu phonetischen Analysezwecken gegeben; Scott, Le problème de la parole s´écrivant elle-même, 1878. Ferner Hankins / Silverman, xxx, 1995: 136, Fig. 6.15 „Schneebeli´s phonautograph vowel traces“

- dienten die ersten Formen technischer Klangaufzeichnung nicht der zeitversetzten Wiedergabe (wie es etwa der Zweck der ersten Anrufbeantworter war), sondern der wissenschaftlichen Untersuchung des physikalischen Wesens akustischer Artikulation. Fast sämtliche späteren Massenmedien sind Meßmedien entsprungen.

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

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

- Als der Medienkünstler Paul de Marinis auf der Linzer Ars Electronica eine Maschine zur Verklanglichung, also Sonifikationen materieller Oberflächen ausstellte, aktualisierte er damit nur das, was von Léon-Scotts Phonautograph in einfachster Form schon antizipiert worden war.[6] Ist das implizite Wissen medienarchäologischer Artefakte der aktuellen Medienkunst immer schon einen Schritt voraus?

---

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

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

- gelang Patrick Feaster und David Giovannoni die (Re-)Sonifizierung weiterer phonautographischen Schallbilder Scotts von ca. 1860. Anderthalb Jahrhunderte später also dämmerte der Forschung, daß mit optischer Einlesung akustischen Signallinien wieder in Klang re-synthetisiert werden können. Erst die Möglichkeiten digitaler Signalverarbeitung memorieren damit Klänge der Vergangenheit, die *so* nie Gegenwart waren: das Lied *Au clair de la lune, Pierrot répondit*, Aufnahme Lèon-Scotts vom 8. April 1860, Paris; *online* unter: http://www.firstsounds.org/sounds/1860-Scott-Au-Claire-de-la-Lune-09-08.mp3

- phonographische Signalaufzeichnung,"wie sie auch mit noch so elaborierten schriftlichen Methoden nicht annähernd möglich ist"[7]

- die Abtastung der Schallbilder mit einer "virtuellen, digitalen Grammophonnadel"[8] ist eine täuschende Metapher zum Zweck der Versöhnung mit dem mechanistischen Tonbegriff; neben die phonographische Technik tritt tatsächlich eine Abtastung der mathematischen Art. Wo Langspielplatten wie etwa die 1935 direkt von einem Edison-Zylinder geschnittene 1889er Einspielung eigener Werke durch Brahms phänomenal kaum noch als Klavieraufzeichnungen identifizierbar sind, reicht die Abtastung der Schwingungskurven in ihrer Entropieanfälligkeit zur Rekonstruktion des Originalklangs nicht mehr hin, sondern deren negentropische Verarbeitung als Information: digitales Sampling und die folgende Anwendung von Wavelet-Verfahren. Jonathan Berger sowie Charles Nichols von der Yale School of Music entbergen somit "genug sinnvolle musikalische Daten" gegen die Verrauschung ihrer Quelle, einer ihrerseits von der LP in der British Library bespielte Cassette = Hubbard 1997: 112

Nanophonographische Abtastung atomarer Oberflächen

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

- "atomarer Schallplattenspieler", der mit einer Nadel, deren Spitze selbst nur Atomgräße hat, Oberflächen zeilenförmig abtastet und somit zur Evidenz bringt = Vortrag Wolfgang Heckl, Nanophysiker (Universität München), HZK HU, 7. Juli 2003; spielerisch Beispiel nanophysikalische Untersuchung einer antiken Keramik: lassen sich die Schallwellen abtasten, die gesungen wurden, während die Töpferscheibe sich drehte. Hier kommt Walter Benjamin ins Spiel; Erzählung als Datensenke: "Die Erzählung, wie sie im Kreis des Handwerks <...> lange gedeiht, ist selbst eine gleichsam handwerkliche Form der Mitteilung. [...] Sie senkt die Sache in das Leben des Berichtenden ein, um sie wieder auf ihm

---

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

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

hervorzuholen. So haftet an der Erzählung die Spur des Erzählenden wie die Spur der Töpferhand an der Tonschale" = in: Walter Benjamin, Illuminationen, hg. v. Siegfried Unseld, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1961, 418. Diese „Spur“ - im Wortspiel mit dem Speichermedium der Keramik - läßt sich als reversibel auch wieder nanotechnisch auslesbare „Ton-Spur“ weiterdenken (phonographisch)

- epistemischer Wert des Klanges bei der Wissensproduktion in der Nanowissenschaft; Nano-Scanner arbeitet nicht für alle Abtastgeschwindigkeiten bzw. Zeilenumbruchsfrequenzen mit gleicher Effizienz; um dem Rauschen atomarer psi-Funktionen entgehen zu können, auf einen bestimmbaren Bereich von 'Resonanzfrequenzen', bzw. auf stabile Relationen von Scanfrequenzen und der zu messenden Distribution von psi-Funktionen angewiesen; gelingender Fall, kristalline Strukturen abzubilden; am entstehenden Puls beim Abtasten über Gitterperioden eingängig zu Gehör gebracht. Periodizitäten: a) einmal gegenüber Atomgitter- oder Molekülstrukturen in Bezug auf Musik, b) ein andermal gegenüber dem Quantenrauschen in Bezug auf den Klang; signifikante Differenz von Klang und Ton, die an Bildern überhaupt in schattierender Farbigkeit und strukturbildendem Kontrast zusammenfällt; ob sich der hörbare Puls als obere oder untere Grenzfrequenz in Analogie zu Shannons Sampling-Theorem verstehen ließe (Carlé); wählten Heckls Überlegungen zum Nano-Phonographen den Gitterpuls als obere Grenzfrequenz, denn alle Strukturvarianz, in welche sich Druckversläufe von Schallwellen hätten einschreiben können, wären notwendig als wesentlich tieferfrequenter anzunehmen. Nach seinem hypothetischen Töpferbeispiel etwa hätten sich Klänge bzw. Musik oder Sprache als 'Störung' materieller Nanostrukturen aufmoduliert; hinkt Referenz auf das Samplingtheorem hier; Heckls nicht wirklich sonischer Ansatz, bereits gegebene Meßwerte, ähnlich dem Bilde, in Sonifikation abzubilden. Indem die jeweiligen Intensitäten von Messintegralen im Verlauf zwischen den Gitterpositionen als symbolische Daten aus der zeitlichen Gebundenheit des Messverlaufs herausgelöst werden und sich über Midi-Daten zu Tönen eigenständiger und nachträglicher Frequenz umrechnen lassen, "verliert sich die Signifikanz der Daten in einer Art 'rezeptivem Rauschen' - im Rauschen inkompatibler musikkultureller Konventionen und Kulturtechniken" (Carlé)

- statt symbolisch vermittelter Übersetzung die zeitkritische Nähe der Meßsignale mit dem Klang verbinden; dann nicht mehr von Sonifizierung sprechen, weil hier die Analogie zum Bild als sekundärer Visualisierungstechnik zerbricht. "Gerade darin aber vermute ich einen empistemischen Mehrwert des Klanges"; "ob sich nicht über den Gitterpuls hinaus eine Korrelation von Scanparametern (etwa der Messfrequenz) mit charakteristischen Rauschanteilen des Quantensounds über einer so homogenen Distribution theoretisch gleicher psi-Funktionen feststellen lässt, - so dass die Signifikanz eines solchen 'Klanges' statistische Aussagen über die psi-Funktion des Atoms/Moleküls selbst und nicht mehr nur seiner Gitterposition zuliesse, besonders wenn es gelänge, Ihr Verfahren auch auf verschränkte Quantenzustände auszuweiten. Folglich handelte es sich darin um relativ hochfrequente Strukturen (oder orbitale Gebilde), welche wohl nicht mehr auf ganzzahlige Fourierkoeffizienten zu bringen wären, obwohl die Rede vom

Gitterpuls als unterer Grenzfrequenz von dort her motiviert war. Es ginge also um eine korrelierte (man könnte vielleicht auch sagen - rückgekoppelte) Spektralanalyse der Messsignale mit dem Messverfahren IN DER ZEIT, ob mit Fourier, Wavelets oder anderer statistischer Methoden zur Implementierung sogenannter optimaler Filter. "Geschehen müsste dies allerdings in Echtzeit, weil die Messaparatur ja an das zu Messende rückgekoppelt werden soll" (Carlé)

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

Medien als Archäologen sonischer Zeit

- vermittels eines Elektronenmikroskops erstellter Film fokussiert die tatsächliche technische Wiedergabe von Schallplattenrillen durch die abtastende Nadel.[9] Diese konkreteste aller medienarchäologischen Ebenen erinnert an die Urszene aller Schallspeicherung, eher *ge*- denn *er*funden: nicht aus kultureller Überlieferungsabsicht, sondern als epistemologisches Motiv der Erforschung kleinster Zeitmomente in Schwingungen zwischen flüchtiger Aufschrift und dauernder Inschrift, zwischen "sound-graphs - i. e. drawn *on* some material" und der Ermöglichung von "glyphic reproduction i. e. incised *into* some material"[10]. Hiermit entbirgt Oszillographie die implizite Tempor(e)alität allen Klangs. Zwischen nahezu jetztzeitiger, zeiträumlicher Übertragung und dauerhafter materieller Speicherung transformiert das Delta-*t* des akustischen Signals. Die Gewalt akustischen Schalldrucks trifft hier auf den Widerstand (R) des Kanals; aus *to metaxy* wird ein *medium*. Gewandelt in elektromagnetische Wellen, geht dieser Widerstand gegen Null; als magnetophones Speichermedium existiert er in Latenz. Bewußte Speicherung nimmt R_{max} in Anspruch.

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

- 1954 zeichnete Techniker Fritz Enkel ein Diagramm, das „Prinzipschema“ des

---

9https://www.youtube.com/watch?v=GuCdsyCWmt8; freundlicher Hinweis Stefan Höltgen, 7. Dezember 2016

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

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

- unterscheidet sich das diskursstiftende Kölner Studio für elektronische Musik des (heutigen) WDR im Sinne einer medienarchäologischen Diskontinuität radikal von Pierre Schaeffers Pariser Experimenten. So heißt es von Seiten der Beteiligten (Herbert Eimert, Robert Beyer, Werner Meyer-Eppler) 1953 programmatisch: "Im Gegensatz zur 'musique concrète', die mit Mikrophonaufnahmen arbeitet, verwendet die elktronische Musik ausschließlich Klänge elektro-akustischer Herkunft. Der Klang wird auf einem Klangerzeuger hergeswtellt und auf dem Tonband festgehalten; erst dann erfolt seine Verarbeitung mit Hilfe differenzierter Bandmanipulation. Die so erzeugte Musik hat nichts mit der elektronischen Musik der Musikinstrumentenindustrie zu tun"[11], denn nicht länger werden herkömmliche Instrumente elektronisch imitiert (wie es noch das Theremin versuchte). Auch der weitgehende Verzicht auf das klassische Input - die Klaviatur - zeigt den Bruch mit dem handwerklichen Musikinstrument und der musikhistorischen Tradition. Elektronische Musik ist autonom.

- radikale Klanganalyse - bis in den submusikalischen Raum - ergibt ein neuartiges dynamisches Alphabet, resultierend in einem neuen Modus klanglicher Temporalität <siehe Humpert 1987: 34>. Nicht mehr der Ton ist das eigentliche Material der Musik (woran Adorno im Zusammenspiel von *physis* und *logos* - das Material der Musik im eigentlichen Sinne sind also die Töne und ihre Beziehungen untereinander - noch festhielt[12]), sondern die in der Natur gar nicht vorkommende Sinusschwingung. Voraussetzung (also das *apriori*) für diese analytische Ästhetik ist die Speicherung des zu analysierenden Klangs - erst phonographisch (als graphische Spur dem harmonischen Analysator zugänglich), später magnetophon. Die Fourieranalye (1811) erlaubte, jeden periodischen Schwingungsverlauf als Klang (darunter am Wenigsten: die „musikalischen“, sondern vielmehr auch Hitze) auf seine Zusammensetzung aus sinusförmigen Schwingungen zurückzuführen; darauf baut konsequent ein ganz anderer Begriff des Sonischen.

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

---

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

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

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

- Leier in Altgriechenland "nicht nur ein Musikinstrument, <...> sondern gleichzeitig ein Zauberding, an dem die Mathematik ins Reich der Sinne fällt" = Friedrich Kittler, Zahl und Ziffer, in: Sybille Krämer / Horst Bredekamp (Hg.), Bild, Schrift, Zahl, München (Fink) 2003, 198

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

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

- Erich Frank zufolge (1. Auflage 1923, 2. 1962) gab es ein faßbares Individuum Pythagoras gar nicht, vielmehr eine kultische Gruppierung; Archytas habe im Nachhinein seine eigenen Erkenntnisse als die der Pythagoreer hingestellt, um Wirkmacht für seine musikmathematischen Wahrheiten zu erwirken. Eine Autorität wird nachträglich erfunden, weil Geschichtsphilosophie (Vico) es nicht erträgt, daß bestimmte Natur- und Klangverhältnisse nicht menschengemacht. "Über die Ansichten der mehr mathematisch orientierten „sog. Pythagoreer“ des Aristoteles erfährt man auf diesem Wege nur wenig. Um diese zu erfassen, muß man <...> von den exakten Wissenschaften ausgehen, von denen die sog. Pythagoreer nach Aristoteles ja selbst ausgegangen sind" = B. L. van der Waerden, Die Harmonielehre der Pythagoreer, in: Hermes Bd. 78, Heft 2 (1943), 163-199 (164)

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

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

kann man vielleicht auch die Metaphysik dieser Pythagoreer besser verstehen" = van der Waerden ebd.

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

- Nachvollzug des pythagoreischen Schlüsselexperiments, nämlich das theoriegeleitete Zupfen einer gespannten Saite nach Maßgabe ihrer geometrischen Intervalle, bringt es an den Tag und läßt es medientheoretisch sinnfällig werden - als akustisches Wissen. Die damit nachvollziehbare mathematische Modellbildung durch ein Klangereignis ist historische Forschung im Sinne eines zeitlichen Kurzschlusses, der die Nachvollziehbarkeit der altgriechischen Theoriebildung erlaubt. Zugleich aber ist es die Einfachheit des Experiments, seine Archaik im nicht-zeitlichen Sinne, die Zugang zu Zeitweisen von Medien erlaubt. Von daher ist der aktuale Vollzug dieses Experiments nicht allein eine wissenschaftshistorische Methode[13], sondern zugleich eine strukturale Analyse von Medienprozessen, für welche die schwingende Saite paradigmatisch steht.[14]

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

- Klang als *Medien*vollzug physischen Gesetzen und Beschränkungen unterliegend; steht technomathematische Medienzeit eher auf Seiten der Ahistorizität von Logik denn auf Seiten von Kultur- als Ideengeschichte; daher heißt der durch van der Waerden gewiesene Weg nicht allein altphilologische Fachlektüre, sondern auch medienarchäologischer Nachvollzug; dagegen: "Epistemogene Klänge sind stets historische Wissensobjekte, weil sowohl die Verfahren der Klangerzeugung als auch der Hörvorgang selbst immer schon durch ein vorgängiges Wissen strukturiert und an spezifische materielle Konfigurationen gebunden sind" = Axel Volmar, xxx; Jonathan Sterne weist mit

---

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

14 Siehe Heinrich Barkhausen, Schwingungslehre, xxx

Nachdruck auf die Historizität von akustischen Wissensobjekten, Technologien und Sinneswahrnehmungen: erst diese formen die jeweils charakteristische *mousike episteme* einer Epoche = Jonathan Sterne, The audible past. Cultural origins of sound reproduction, Durham, NC u. a. (Duke University Press) 2003. Medienarchäologie als Methode hingegen operiert mit Gleichursprünglichkeiten, etwa der von musikalischer und datenprozessierender Zeitformung

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

- Wissen über altgriechische Musik zwar aus Sicht der philologischen Forschung defekt: "So vollständig auch unsere Kenntnis über die äußerlichen Formen sind, so wenig wissen wir über das Wesen der Sache, weil die Beispiele aufbewahrter Melodien zu gering an der Zahl und zu zweifelhaft in ihrem Ursprung sind", schreibt Hermann von Helmholtz[15]. Archäologische Funde im klassischen Sinne haben diese Lage zwischenzeitlich verbessert; qualitativer Sprung in neuartigen Zugangsweisen zu antikem Wissen von *mousiké* liegt in einer anderen Archäologie von Gnaden der Medien selbst: Sie machen bislang unspielbare theoretische Annahmen über altgriechische Musikstimmung, gerade weil sie im Kern auf der Gleichstellung von Musik und Mathematik beruhen, im rechnenden Raum nachvollziehbar und an der Schnittstelle Maschine-Mensch phänomenologisch wiederum als Musik erscheinen

- Methoden der Medienarchäologie erlauben es, wenn schon nicht tatsächlich, so doch in Form von Simulation in diese musikalische Zeit zurückzuspringen: "<...> seit Helmholtz' Tagen und Medien tritt neben die „Experimentalisierung des Lebens“ in Laboren eine Art "Experimentalisierung der Geschichte" in Simulationen. Sofern im Rahmen von Medienarchäologie und Simulationstechnologie heute ganze Theorien simulierbar sind, beginnen wir beständig tunnelartige Verbindungen durch die Historie zu graben, wodurch selbst unwägbar scheinende Zusammenhänge erkennbar werden und erforschbar sind. Indem wir aber Zeitobjekte vergangener Zeiten als solche reinstanziieren, läuft das „Wissen von der Musik“ immer mehr <...> von selbst in Musiktechnologie. Sie verleiht dem Hören eine Tiefe, die den alten Streit zwischen akustischen Daten und musikalischen Phänomen aufzuheben beginnt" = Martin Carlé, Geschenke der Musen im Streit ihrer Gehörigkeit. Die antike Musiknotation als Medium und Scheideweg der abendländischen Wissenschaft, in: MusikTheorie. Zeitschrift für Musikwissenschaft, Themenheft 4 (2007): „Zur Aktualität des antiken griechischen Wissens von der Musik“, hrsg. v. Sebastian Klotz, Laaber 2007, 293-314 (313 f.)

Komputativer Nachvollzug antiker Musiktheorie

[zur Dissertation von Martin Carlé *Verzeitlichung des Unsäglichen. Die Dynamis*

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

des Aristoxenos als zeitkritische Systemik im melodischen Potenzraum der Harmonie, eingereicht HU März 2017]

Als Zeitmaschine vergangener Wissenswelten, die eine zwiefach anachronistische Erschließung der aristoxenischen Musiktheorie ermöglicht, diente die klangaffine Programmierumgebung SuperCollider. Mit ihr ließen sich die *Harmonischen Elemente* des Aristoxenos in der Art implementieren, daß zur Laufzeit einer Melodie die spekulative Tätigkeit des Gehörs durch ein systematisches Netzwerk modulierender Skalen analysiert und das Ergebnis als rein intonierte Melodieschritte per *pitch-shifting* in die physikalische Klangrealität zurückgespielt werden

- Forschungsmethode der *computational media archaeology* und ihrer Quellcodes; *zeitigt* ausgerechnet die dominante symbolverarbeitende Maschine der Gegenwart eine privilegierte Nähe zur altgriechischen Theorie einer Allianz von Musik & Mathematik. Beide stellen diesen Zusammenhang im Vollzug her, einmal "musikologisch" (Antike), einmal signalprozessierend (Gegenwart). Seinsgeschichtlich (nichts weniger ist der Bezug der vorliegenden Argumentation) laufen die antiken *nomoi* der Musik in heutigen Computersimulationen fort - ein *synthesizing* nicht nur musikelektronischer, sondern auch der wissensarchäologischen Art

- buchstäblich *arché*ologische These, daß zeitkritische Medienprozesse (Volmar 2009) als epistemisches Ding bereits bei Aristoxenos zu verorten sind (S. 146); dem drohenden Vorwurf eines Zirkelschlusses begegnen: Ist der komputative Nachvollzug der Dynamis-Theorie des Aristoxenos eine *self-fulfilling prophecy* der Computeranalyse als Forschungsmethode selbst? liegt es im Wesen der auf einigen Seiten hier ausdrücklich thematisierten Turingmaschine, daß sie nicht mehr und nicht weniger als alles Berechenbare berechnen kann. Dies ist ein Aufruf, bis an die Grenzen der algorithmischen Analysierbarkeit als wissenschaftlicher Methode zu gehen; Methode selbst ist schon algorithmischer Natur (im Sinne von Descartes); mehr als bloß ein medienwissenschaftlicher Beitrag zu den Digital Humanities oder zur *computational musicology*, sondern fordert grundsätzlich nach "humanites of the digital" im Geiste der Musik; Methode bewußt "ana-chronistisch", indem der Computer zum Verständnis einer komplexen antiken Musiktheorie heuristisch zum Zug kommt. So wird die Turingmaschine selbst zum Medienarchäologen (S. 126), weil sie Berechenbarkeit *im Vollzug* ist. Die altgriechische Fassung der Melodie von ihrem Zeitverlauf her macht sie - einmal als Programm begriffen - geradezu "turingmächtig" (Unterkapitel 9.11); Dekodierung des Modulationstheorems von Aristoxenos (und von Husserls re- und protentiver Deutung der Melodiewahrnehmung) ruft nach medienwissenschaftlicher Analyse; diagrammatische Notation allein - so Aristoxenos' Kernanargument - nicht hinreichend, um harmonische Verhältnisse im Vollzug darstellen zu können; bedarf es daher eines "dynamischen Mediums" (S. 138), wie es letztendlich komputatives Software-Werkzeug darstellt

- nicht hinreichend, Medienarchäologie nur lesend zu betreiben, sondern sie auch programmierend zu aktivieren. Diese computerarchäographische Lesart

der zentralen, verbalsprachlich komplex musik-mathematischen Quellenfragmente erlaubt den Kurzschluß mit der Antike jenseits des klassischen Text-Humanismus zugunsten der Digital (besser "algorithmicized") Humanities. Eine solche Methode kann nur einer techniknahen Medienwissenschaft entspringen; parallele Entwicklung eines Expertensystems für altgriechische Musik auf Basis der Audio-Analyse- und Synthese-Programmierumgebung SuperCollider, das gemäß den (in den Konjekturalwissenschaften bislang unüblichen) Standard von "reproducible research" einzuführen erlaubt; inkommensurabel mit der textwissenschaftlichen Argumentation

- meint das "Virtuelle" im Sinne Laniers streng Objekte, die überhaupt erst im rechnenden Raum zustandekommen, in diesem Falle eine techno-mathematische Sonik; bleiben im Einsatz des Computers als Wissensarchäologen der musikologischen Antike all jene okzidentalen (und seit der frühen Neuzeit europäischen) Zwischenschritte, für die etwa Leibniz steht, unausgesprochen; medienarchäologische Analyse ausdrücklich nicht wissensgeschichtlich angelegt, sondern ein Tigersprung hin zu der eigentlich aristoxenischen Frage, wie das Mathematische zum Medium (im Sinne von *to metaxy*) der Zeit wird (S. 98); Aristoxenos' Hypothese der *dynamis* anhand der *tonoi* ; "beim Naheliegendsten des temporalen Vollzugssinns der Phänomenologie" ansetzen (S. 127), in dialektischer Versöhnung dessen, was Kittler als "Phänomenologie vs. Medienwissenschaft" deklarierte; scheint im aristoxenischen Melodiedenken als geradezu musikalisch-algorithmischer Prozessualität die *komplementäre* Zeitsensitivität von Medienwissenschaft und Phänomenologie auf (S. 129). Diese Konzeption der musikalischen Melodie erfordert Hören *und* Durchdenken, mithin *lógos* und *mousiké*. Diagrammatisches (Peirce) Durchdenken heißt auch Durchrechnen *alias* "computing"; mit Aristoxenos hebt sich diese scheinbare Dichotomie im operativen Vollzug (musikalisch / algorithmisch) auf; Umkehr der bisherigen Perspektive des "Medienapriori" (S. 129), vielmehr "doppelt negative Medienarchäologie" (Kapitel 9.13)

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

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

- ruft die Einleitung zu Foucaults *Archäologie des Wissens* ausdrücklich zur Schärfung des Blicks auf Diskontinuitäten statt der im Namen von Geschichte privilegierten Kontinuität von Entwicklungen auf. Die gegenwärtige Medienkultur, gemeinhin als Epoche des Digitalen charakterisiert, ist tatsächlich durch eine radikale Diskontinuität mit der Epoche analogtechnischer

Medien geprägt. Aber dabei bleibt es nicht; vielmehr kommt es rekursiv zu medienzeitlichen Figuren des *re-entry*.

- auf Medienkunstfestival Ars Electronica September 2009 in Linz bringt Elisabeth Schima, Initiatorin der Ausstellung *Zauberhafte Klangmaschinen* am Institut für Medienarchäologie (IMA) in Hainburg, ihre Komposition *Höllenmaschine* auf dem reaktivierten Max-Brand-Synthesizer zur Aufführung. Eine solche Reaktivierung erfordert zunächst harte Arbeit am elektrotechnischen Material - also Medienarchäologie im manifesten Sinne. Während jedoch historische Instrumente herkömmlicher Art, etwa ein Klavierflügel der Beethoven-Zeit, zumeist instand gesetzt werden, um eine entsprechend historische Komposition klangnah darin zur heutigen Aufführung zu bringen, gibt sich die Natur eines elektrotechnischen Artefakts der Vergangenheit im Modus des Primats der Gegenwärtigkeit, der Gleichursprünglichkeit in der Klangerzeugung. So entlockt Schimana in ihrer Komposition für den antiken Synthesizer das an der Maschine, was so noch nie daran erklungen ist.[16] Elektronische Apparaturen der Vergangenheit sind nicht im historischen Zustand, sondern im Modus der vergangenen Zukunft. Medienarchäologie heißt damit auch die Sonifikation einer Potentialität: die Unvergangenheit medientechnischer Artefakte auf dem Niveau ihrer Existenz.

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

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

Signalprozessierung und die tatsächliche Spur

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

---

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

Ereignis tatsächlich stattgefunden hat; jede phonograpische Aufzeichnung bewahrt dies.

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

- vermag eine computerbasierte Simulation, also ein operatives Diagramm als die mediendramatische Form eines Modells, eine im weitesten Sinne (kultur-)historische Quelle bereitzustellen? Zunächst ist sie indexikalisch verortet: Tatsächliche Raumpunkte bilden die Voraussetzung für einen Graphen, eine Verknüpfung auf der Basis von Knoten und Kanten. Auf diese Weise leisten Diagramme (als visuelle Anschauungsform) oder algebraische Ausdrücke (analytische Geometrie) eine Enthüllung von Strukturen - der archäologische Akt im mathematisch strengen Sinn

Fallstudie: Virtuelle Rekonstruktion vergangener Hörräume (Gewandhaus Leipzig)

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

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

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

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

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

aufgrund tatsächlich vorhandener Materialitäten der Architektur

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

- Faltungshall basiert auf Sample eines *tatsächlich vorhandenen* Raums (im Unterschied zum synthetischen Hall, der durch künstlich erzeugte Reflexionen bestimmte Raumtypen nachbildet). "Durch Erzeugen eines Geräusches (Idealer Impuls bzw. Dirac-Stoß oder Sinussweep) kann der individuelle Nachhall jedes beliebigen Raumes als Impulsantwort mit einem Stereomikrofon aufgenommen werden. <...> Mit diesem individuellen Raumklang kann jedes Audiosignal versehen werden. Dieses trockene Audiosignal soll theoretisch dann so klingen, als wäre das Ereignis in dem entsprechenden Raum passiert" = http://de.wikipedia.org, Eintrag "Faltungshall", Abruf: Dezember 2010

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

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

- Signal als technisches Ereignis kann nie historisch sein. Selbst aus dem Rundfunkarchiv vom Tonband eingespielt und dann als Radio übertragen, ist an einem Hörspiel aus der Vergangenheit nur der Kontext historisch (und die semantische, tonale und verrauschte Fremdheit eine Anmutung von Distanz).

- raumakustische Erkundung von Architektur aus der Vergangenheit durch Meßsignale ("akustische Archäologie") radikale Präsenz; einzige "Geschichtlichkeit" liegt hier in der Nachhallzeit; Vermessung der Raumakustik von Beethovens Wiener Konzersälen (Diss. Weinzierl): Selbst wenn um 1800 nur ansatzweise eine Theorie der Raumakustik existierte (etwa Chladni, *Die Akustik*, 1802; ferner Rhode: *Schall / Baumeister*), hat sie sich dennoch implizit ereignet. Sie kommt zwar als expliziter Forschungsgegenstand erst mit Sabine um 1900 zustande, ereignet sich jedoch *avant la lettre* - ist also Gegenstand nicht historischer, sondern medienarchäologischer Forschung

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

Funktion. Er weist für jeden Zeitpunkt eine andere mathematische Funktion auf." = Wikipedia ebd.

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

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

- heißt es im Begleitheft zur CD-Veröffentlichung (ausdrücklich einem "Digital Remastering" unterworfen) des Deutschen Rundfunkarchivs einer historischen Aufnahme der Aufführung von Anton Bruckners Sinfonie Nr. 9 durch die Münchner Philharmoniker durch den damaligen Reichssender München vom 7. Juni 1943: "Die Originaltonträger sind nicht mehr erhalten. Es existiert nur noch eine Kopie auf einem modernen Viertelzoll-Tonband. Die klanglichen Eigenschaften der Einspielung legen den Schluss nahe, dass es sich auch beim Originaltonträger um ein Tonband gehandelt haben muß"[17] - was eine tatsächliche *Medien*archäologie des vergangenen Klangereignisses ermöglicht

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

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

- Medienarchäologie des (Raum-)Akustischen autopoietisch von dem Moment an, wo es sich um Räume handelt, die ihrerseits nach raumakustischen Kriterien der Moderne (mit W. C. Sabine um 1900) entworfen wurden. Lehnten sich die Konzertsäle des 19. Jahrhunderts oft noch an architektonische Vorbilder an, wurde das Neue Gewandthaus in Leipzig mit Hilfe akustischer Modellmeßtechnik optimiert; was heute dort medientechnisch vermessen,

---

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

damit selbst schon das Produkt von mediengestützter Meßtechnik

- Gegenstück zur Überlieferung früherer Klangereignisse durch Tonträger (Speichermedien) bildet Auralisation: "In den Computermodellen für das erste und zweite Gewandhaus wurden mit dem Ray Tracing Algorithmus AURA der raumakustischen Modellierungssoftware EASE und einem vollständen Datensatz von Außenohrübertragungsfunktionen <...> binaurale Raumimpulsantworten für vier typische Spiele eines Streichqwuartetts auf der Bühne berechnet. Im Neuen Gewandthaus wurden binaurale Raumimpulsantworten mit dem Messroboter FABIAN vermessen. Beide Datensätze erlauben eine Nachführung der Simulation auf horizontale Kopfbewegungen" <Weinzierl et al. 2010>, und zwar im optimierten Fall verzögerungsfrei, mithin in Echtzeit. Damit wird der erhebliche Rechenaufwand, der dabei jeweils entsteht (die Erkenntbarkeit des digitalen Mediums) dissimuliert. Gerade dies aber führt zu einer Irritation des menschlichen Ohrs, das nicht mehr Herr im eigenen Haus ist - der Blanchotsche Sirenen-Effekt.

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

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

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

- Feld der akustischen Kommunikation zeichnet sich durch die Macht der Präsenzerzeugung aus, dem der menschliche Zeitsinn (den es

neurophysiologisch überhaupt nicht nachweisbar gibt) affektiv sogleich preisgegeben ist, auch wenn auf kognitiver Ebene das Bewußtsein einer historischen Distanz herrscht - eine bemerkenswerte affektiv-kognitive Dissonanz, die ich zum Anlaß nehme, anderes über Zeitwe(i)sen von Medien zu schreiben

- Akt aktiver Medienarchäologie des Akustischen ermöglicht, mit Hilfe von Meßmikrophonen und -lautsprechern Übertragungsfunktionen historischer Architektur zu vermessen, aus denen sich *a posteriori* Parameter wie Nachhallzeit und andere raumakustische Eigenschaften ermitteln lassen. Bedingung für solche Meßreihen ist zunächst die Leere des Raums, um Störgeräusche im Übertragungskanal zu vermeiden; die Absenz menscheninduzierter Kontingenz ist die Bedingung medienarchäologischer Analyse in ihrer strengen Form. Wird die Akustik eines vollbesetzten Raums rekonstruiert, wird dem Publikum ein Absorptionswert zugeschrieben; der Faktor Mensch gerinnt in solchen Simulationen - in Verkehrung des historischen Diskurses - zur mathematischen Funktion

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

Akustische Wiederauferstehung? Invarianz von Sonosphären (Beispiel Pompeji)

- in Form einer multimedial induzierten audiovisuellen Antike(n)halluzination für zahlende Besucher im ehemaligen Haus des Julius Polybius in Pompeji die letzten Stunden der Vesuvstadt nachvollziehbar; der Hausherr etwa artikuliert sich als Hologramm. Vor allem als Soundscape wird die Wahrnehmung des Besuchers auf den antiken Moment getrimmt. "Plötzlich beginnt der Wind zu heulen, <...>. Mit einem 'Rrrumms' schließt sich die nicht mehr vorhandene Tür des fensterlosen Raumes"; das Gehör als präsenzaffektives Organ wird primär adressiert inmitten der visuellen Invarianz des architektonischen Raums. "Stimmen dringen aufgeregt durch die Dunkelheit, sie werden immer hohler und verzerrter. <...> Die schwangere Tochter des Hausherrn scheint stumm und entsetzt als Holgramm, kurz darauf hört man ihren Herzschlag und den ihres Fötus, bis auch diese vestummen und es totenstill wird. Eine Stille, welche die zwölf Bewohner bis ins 20. Jahrhundert unter einem riesigen Berg von Asche und Gestein einschloss. Erst zwischen 1913 und 1978 wurde der Komplex ausgegraben."[18] Im Untertitel des Zeitungsberichts der RP heißt es: "In einer neuen Multimedia-Ausstellung können Besucher nun die dramatischen

---

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

letzten Minuten miterleben." Bedingung dafür sind zwei höchstverschiedene Zeitweisen der Überlieferung, nämlich eine kulturell symboltechnische (Buchstaben) und eine gleichursprünglich (medien)physikalische, wie Claudio Salerno aus Neapel das Konzept erklärt: "Das alte Latein kennen wir von den antiken Schreibern, während sich das Geräusch von Mahlsteinen über die Jahrhunderte ja nicht verändert hat" = zitiert ebd.

- ereignet sich hier eine zeitinvariante, gleichursprünglich reproduzierbare akustische Artikulation. Etwas, das nicht im Sinne einer historischen Aufzeichnung überliefert ist, läßt sich dennoch gleichursprünglich (wieder-)herstellen. Und die RP weiter: "Gesicht und Gestalt des Polybius und seiner Tochter haben Experten anhand von Gipsabdrücken rekonstruiert, welche die Leichen nach ihrer Verwesung in der erstarrten Asche hinterließen" - Negativphotographie aus der Antike, inmitten der materiellen Momentaufnahme, wie der Raum im Moment seiner Schließung durch die Vulkanasche eingerichtet war. Es handelt sich hier um eine ebenso wissensarchäologische wie archäologiewissenschaftlich kontrollierte Form der Rekonstruktion - nicht aber der Forschung.

Die Simulation als "historische Quelle"?

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

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

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

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

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

anverwandelt, mit denen sich dann schreiben respektive rechnen läßt

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

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

- sogenannte Historischen Hilfswissenschaften erschließen der Geschichtswissenschaft Quellen, die in hohem Maße spezialwissensintensiv sind. Prinzipiell kommen für die Geschichtswissenschaft damit alle Wissenschaften infrage - "sei das nun Elektrotechnik oder Meeresbologie, Anthropologie oder Mathematik"[19]. Dem gegenüber stehen Wissenschaften, "die nicht gelegentlicht <...>, sondern grundstätzlich und dauernd für den Historiekr zur Verfügung stehen und von ihm angewendet werden müssen" <ebd.>; erst sie bilden das eigentliche Werkzeug des Historikers (etwa Chronologie, Aktenkunde, Heraldik). Klassische Archäologie hat Sachzuständigkeit für materielle Reste aus der Antike. Diese Definition aber läßt Spielraum, auch Methoden der Medienarchäologie einzubeziehen, wie sie in der computergestützten Audifikation historischer Klangräume zur Anwendung kommen. Dadurch wird ein solcher Raum überhaupt erst zur Quelle (musikalischer Verhältnisse in der Vergangenheit) transformiert.

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

- *unprocessed data* (Hayden White) stellen das archäologische Material der Historie dar. Dymond faßt sie unter dem Begriff *records* zusammen; „as historical evidence, records are largely unconscious, and not slanted for the consumption of posterity. In this they are therefore akin to the vast majority of archaeological artifacts“.[20]

---

19 Ahasver von Brandt, Werkzeug des Historikers. Eine Enführung in die Historischen Hilfswissenschaften, Stuttgart (Kohlhammer) 1958, 15
20 D. P. Dymond, Archaeology and History. A plea for reconciliation, London (Thames & Hudson) 1974, 67

Quelle *versus* Überrest (Droysen, Bernheim)

- "proxy data"

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

- im weitesten Sinne Quellen "alle Texte, Gegenstände oder Tatsachen aus denen Kenntnis der Vergangenheit gewonnen werden kann"[21]. Quellen dienen demnach von vornherein dem historischen Diskurs - eine autopoietische Welt. Demgegenüber differenziert Johann Gustav Droysen (und in seinem Gefolge E. Bernheim) genauer zwischen genuin zur Tradition bestimmten und rein gegenwartsaktualen Zeugnissen

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

- was zuhanden ist, kann Monument oder Dokument sein: "Was die Rückschau früherer Zeiten in i h r e Vergangenheit, die aufgezeichnete Vorstellung oder Erinnerung über dieselbe bietet, nennen wir Q u e l l e n . Daß diese Quellen zugleich Ü b e r r e s t e der Gegenwart sind, in der sie entstanden, ist für uns zunächst nebensächlich; wesentlich ist uns an ihnen, daß die, von denen sie stammen, die Absicht hatten, Nachricht von früheren Vorgängen oder Zuständen zu geben. Von ganz anderer Art ist es, wenn aus der Vergangenheit selbst allerlei Dinge noch erhalten und entweder mannigfaltig umgestaltet oder trümmerhaft und um so unkenntlicher noch in unserer Gegenwart da sind. So ein altes Gebäude, eine alte Zunfteinrichtung; unsere Sprache selbst ist noch ein gut Stück Vergangenheit, wenn auch noch lebendig und in vollem Gebrauch. Nur von dem Forschenden werden sie als Material für seine Forschung erkannt und benutzt."[22]

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

---

21 P. Kirn, zitiert hier nach: von Brandt 1958: 58
22 Johann Gustav Droysen, Historik, hg. v. Rudolf Hübner, München / Berlin (Oldenbourg) 1937, 37 (Kapitel "Die Heuristik", § 20

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

- 20. Jahrhundert das erste, das sein Gedächtnis nicht mehr primär schrift- und aktenbasiert, sondern audiovisuell überlieferte; kam Quellenkritik der Historie mit dieser neuer Archivlage lange nicht wirklich zurecht. "Während in den Sprach- und Literaturwissenschaften ebenso wie in der historischen Quellenforschung eine Betrachtungsweise, die die Problematik verschiedener Fassungen eines 'Textes' berücksichtigt, Grundlage einer ernstzunehmenden Beschäftigung mit dem 'Text' ist, geht dieses Problembewußtsein im alltäglichen Bemühen um die Beschaffung audiovisuellen Materials allzu leicht unter."[23]

- Boleslas Matuszewski verfaßt 1898 *Une nouvelle source de l´Histoire (Création d´un dépôt de cinématographie historique*), das Plädoyer für Film als Hilfsquelle für den Geschichtsunterricht und als Möglichkeit, als Supplement des nationalen Gedächtnisses, dem neben Schrift-Archiven, Buch-Bibliotheken Objekt-Museen ein eigener Ort gegeben werden soll. Mutuszewski betont vor allem den unmittelbaren Zeugnischarakter dieser neuen Quellengattung von Historie: „Sie ist der wahrhaftige und unfehlbare Augenzeuge *par excellence*.“[24] Jacques Perriault schreibt 1981 seine *Mémoires de l´ombre et du son* denn auch nicht als Geschichte, sondern ausdrücklich im Untertitel als *Une archéologie de l´audiovisuel*.

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

- Geschichte in ihrer traditionellen Form unternahm es, „die *Monumente* der Vergangenheit zu `memorisieren´, sie in *Dokumente* zu transformieren und diese Spuren sprechen zu lassen, die an sich oft nicht sprachlicher Natur sind“ - das klassische Feld der Archäologie -, „oder insgeheim etwas anderes sagen, als sie sagen“ - eine Funktion der Lehre vom verborgenen Schriftsinn, von allegorischer Lektürer der Bibel. „Heutzutage ist die Geschichte das, was die *Dokumente* in *Monumente* transformiert“ (das gilt auch für die Textebene selbst: historiographische Erzählungen wieder aus der narrativen Umklammerung befreien und die Zitate und Quellenbezüge wieder freischaufeln, einer anderen Gruppierung zugänglich machen) „und was dort, wo man von den Menschen hinterlassene Spuren entzifferte, dort, wo man in Aushöhlungen“ (gleich Pompejis Körpernegative in der Aschenschicht und die

---

23 Ursula von Keitz, Vorwort, in: dies. (Hg.), Früher Film und späte Folgen. Restaurierung, Rekonstruktion und Neupräsentation historischer Kinematographie, Marburg (Schüren) 1998, 7f (8)
24 Boleslas Matuszewski, Eine neue Quelle für die Geschichte. Die Einrichtung einer Aufbewahrungsstätte für die historische Kinematographie (Paris 1898), aus d. Frz. v. Frank Kessler, in: montage av 7, Heft 2 / 1998, 6-12 (9)

Hohlform des antiken Zirkus als Piazza Navona heute in Rom) „das wieder zu erkennen versuchte, was sie gewesen war, eine Masse von Elementen entfaltet, die es zu isolieren, zu gruppieren, passend werden zu lassen, in Beziehung zu setzen und als Gesamtheiten zu konstituieren gilt." Keine Geschichtserzählungen also; archäologische Beschreibungen nehmen vielmehr ihren Ausgang in Monumenten. Dieser Diskurs betreibt dann das, was auch die Praxis seines Gegenstands ist: Administration von Realitäten.

Zur Diskussion um virtuelle Rekonstruktionen in der Archäologie

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

- im / als Cyberspace zerstörte Kulturdenkmäler rekonstruiert; IBM sponsert die buchstäblich *medien*archäologische Rekonstruktion der *Frauenkirche* in Dresden, die virtuell begehbar war, bevor der Computer nicht als Helfer, sondern Generator die noch existierenden Steine wieder zu einer realen Architektur zusammensetzt. Nicht nur Zerstörtes, sondern auch nie Gesehenes wird so sichtbar: als Fiktion. Virtuelle, fotorealistische Simulationen archäologischer Stätten (Forum Romanum Rom, Archäologischer Park Xanten) überschwemmen den touristischen Markt. Archäolgen haben bislang nur rekonstruiert, was sie wissenschaftlich belegen konnten, und im sprachlichen Kommentar auf jene Unsicherheiten hingewiesen; demgegenüber beleben jetzt virtuelle Welten auch die Lücken und das Leere archäologischer Lagen. So daß inzwischen – anhand der virtuellen Rekonstruktion der Kaiserpfalz von Magdeburg – bereits wieder mit bewußt unscharfen, skizzenhaften Alternativen zur photorealistischen Ästhetik gearbeitet wird, die ein Effekt kommerzieller 3D-*rendering tools* ist – „visualizing uncertainty in virtual reconstructions“[25]. Nicht erst seit *Jurassic Parc* werden aus paläontologischen Knochenresten ganze Dinosaurier hochgerechnet, denn nicht erst im Cyberspace, schon im klassischen Naturkundemuseum sind die zusammengesetzten Saurierskelette weitgehend Spekulation.[26]

- betont die Begleitinformation zur thematischen "Zeitreise" im Computer-Visualistik-Raum der Ausstellung *Otto der Große. Magdeburg und Europa* von August bis Dezember 2001 im Kulturhistorischen Museum Magdeburg ganz auf die Lücke, die zwischen archäologischer Evidenz und dem virtuellen Bild der Kaiserpfalz klafft. Zunächst wandert der Besucher entlang "Fragmenten der Zeit" zurück ins 10. Jahrhundert. Dann werden per Diaprojektion die aktuellen

---

25 So der Titel des Papers von T. Strothotte u. a. im Rahmen der Konferenz EVA ´99 in Berlin (Eletronic Imaging & the Visual Arts), 9.-12. November 1999
26 Philip Bethge, Seifenoper der Urzeit <über eine TV-Serie der BBC>, in: Der Spiegel 43 (1999), 286ff

archäologischen Entdeckungen gezeigt, die jüngst das bisher existierende Bild einer Pfalz Ottos des Großen auf dem Magdeburger Domplatz erschüttert haben. "Deshalb wechseln wir das Medium", heißt es im *off*-Kommentar der entsprechenden 3D-Projektion in der geodätischen Kuppel des Kinos; nach einer Reihe virtuell animierter Projektionen ist dort die vermutete Kaiserpfalz nur als Umrißzeichnung schemenhaft zu sehen. Der Historiker- und Archäologenstreit wird also nicht übergangen, sondern die "Visualisierung eben dieser Rekonstruktionsunsicherheiten" <Begleitblatt> computergraphisch geradezu medienarchäologisch zur Evidenz gebracht. Visualisiert wird somit der wissenschaftliche Prozeß selbst: "Neue Entdeckungen lösen alte Theorien ab, ein endgültiges Bild ist nie mit Sicherheit zu zeichnen, besonders dann, wenn das Original lange durch den Lauf der Geschichte ausgelöscht wurde" <ebd.>. Um damit wird an eine andere Virtualität jenseits der multimedialen Illusion erinnert: "Der Besucher sieht ein Magdeburg, wie es gewesen sein könnte, wie es aber keinesfalls ausgesehen haben muss" <ebd.>.[27]

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

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

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

---

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

des Originals denkbar[28]

- ab November 2001 die Ausstellung *Troja - Traum und Wirklichkeit* für drei Monate in der Bonner Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland. Im Unterschied zum vorherigen Ausstellungsort Braunschweig dort von einer Computeranimation ergänzt: das aus Bundesmitteln geförderte Projekt *Virtuelle Archäologie* der Universität Tübingen, des Deutschen Archäologischen Instituts und der Berliner Firma *art + com* (Medientechnologie und Gestaltung AG). Buchstäblich Schicht für Schicht wird so Troja ablesbar und navigierbar. Kernstück der virtuellen Rekonstruktion =*TrojaVR*, Visualisierungs-Technologie. "Das Besondere an der Virtual-Reality-Umgebung ist, dass jedes Bild aus den Daten des Computers errechnet wird, und zwar in Echtzeit = Kurt Sagatz, So nah, als wär´ man dort, in: Der Tagesspiegel Nr. 17574 v. 31. Oktober 2001, 30; so daß die Animation nicht mehr auf vorab ausgewählten Kamerafahrten angewiesen ist und dem User die völlig individuelle Navigation durch die Datenbilder - "in nahezu fotorealistischer Auflösung" <ebd.> ermöglicht. Genau hier aber liegt das Imaginäre der virtuellen Archäologie, deren referentielle Hardware gerade solche ganzheitlichen Bilder dementiert

Eine Analogie: die Rekonstruktion nach den Gesetzen der physikalischen Optik

- zeitkritische Akustik: Klangstrahlenmethode

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

Historische Aufführungspraxis

- Aufführungspraxis ein Terminus der musikwissenschaftlichen Literatur und

---

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

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

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

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

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

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

Klangarchäologische *fidelity*

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

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

unterschiedslos als Pulsketten verarbeitet.

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

- akustische Raumsimulation durch Modellmeßtechnik in verkleinertem Maßstab = Weinzierl 2002: 141, oder durch technomathematische Algorithmen (beispielsweise die Software EASE) auf der Basis von Wellengleichungen macht Klangereignisse in virtuell rekonstruierten Räume beliebig hörbar; *Auralisierung* bezeichnet in diesem Einsatz "die Hörbarmachung beliebiger akustischer Signale in einer durch ein Computermodell vordefinierten räumlichen Umgebung" <Weinzierl 2002: 20>. Über den Entwurf neuer, also *noch nicht* existierender Konzertsäle sowie die Restaurierung *bestehender* Säle hinaus ergibt sich damit auch die Möglichkeit, die Akustik in *nicht mehr* existierenden, nur noch virtueller (d. h. in computergerechneter Simulation existierender) Räume (re-)konstruieren zu können - eine neuartige Form historischer Forschung, die sich der Medienarchäologie des Akustischen als Hilfswissenschaft bedient.

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

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

Physical modelling

- im Verbund mit der raumakustischen Rekonstruktion auf Seiten der Klangerzeugung das Prinzip des *physical modeling*: "Statt den Klang von Instrumenten aufzuzeichnen, sucht man sie selbst so gut wie möglich mathematisch zu erfassen und berechnet die Töne, die diese Modelle erzeugen."[29] Zunächst zielte dieses Verfahren auf klassische Musikinstrumente

---

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

als Klangkörper; "mittlerweise simuliert man aber auch die Schaltkreise analoger und digitaler Klangerzeuger und spricht auch hier von PM beziehungsweise virtueller Akustik" <ebd.>.

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

Simulation *versus* Emulation

- In McLeans Legende zu einem Amplituden-Zeit-Diagramm von Signalen aus John Logie Bairds Fernsehentwicklung ein Wesenszug des sogenannten Digitalen faßbar: "A simulated square wave built from the first four harmonics" = ebd.

- ist von Simulation die Rede, wird im Unterschied zum logischen und funktionalen Nachvollzug auch das Kriterium des tatsächlichen Zeitverhaltens mit einbezogen; für Klangereignisse ist dies (in Wesensverwandtschaft mit dem Vollzugscharakter operativer Medien) grundlegend

- Christopher Burton programmierte eine Simulation des Pegasus-Computers Marke Ferranti Ltd. (Manchester) aus den späten 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Am Zeitverhalten scheiden sich Repliken, Simulationen und Emulationen eines historischen Computers: "Although no particular attempt was made to simulate correct timing, the similarity of the logic module to the actual hardware means that the various instruction times bear a reasonably correct ratio to each other."[30]

Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation

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

Fallstudie: Medienkunst im kulturellen Gedächtnis: Das *Virtual*

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

Electronic Poem im Medienkunsthaus TESLA Berlin

- Ausstellung *virtual electronic poem*, Medienkunsthaus TESLA, Berlin-Mitte, Januar 2006, Veranstaltung mit dem Elektronischen Studio der TU Berlin im Rahmen von *ultraschall – festival für neue musik*

- Problematik von Medienkunst (frühe Videokunst) im kulturellen Gedächtnis: ihre technische Flüchtigkeit, die indes konzeptuell (Fluxus) schon angelegt war. Diese Eigenschaft teilt sie mit akustischer Artikulation.

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

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

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

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

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

- Klangkunst, Raumkunst. Architektur von Meydenbauer photogrammetrisch vermessen und auch nach Kriegsverlust wiederherstellbar; Klangräume

hingegen sind meist nicht als Meßdaten überliefert.

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

- Thomas Alva Edison empfand es als ein Wunder, am Phonographen im Dezember 1877 plötzlich nicht nur die mechanische Produktion stimmlicher Artikulation, sondern seine eigene Stimme zu hören - auch wenn aus heutiger Sicht die Qualität dieser Aufzeichnung gerade das Timbre der Stimme nicht wiedergibt. Gleich der ersten Wahrnehmung von reproduzierten Bewegungen in der Kinematographie wird die neue mediale Operation zunächst mit einem epistemologischen Vorschuß versehen wahrgenommen, den technischen Defekten zum Trotz

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

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

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

- Emulation ENIAC: computeraktive Form der Archivierung / Wiederaufführung

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

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

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

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

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

- siehe auch Aufsatz Susanne Holl über Akustik im Theater des 18.

Jahrhunderts, in: Kaleidoskopien

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

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

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

Für eine historische informierte Medienarchäologie des Akustischen

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

Schwingungsdeutung durch Verschiebung ins Akustische

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

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

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

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

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

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

- beruht Musikelektronik "eigentlich komplett auf dem Prinzip, dass elektrischer Strom fließt" = Florian Anwander, Synthesizer, Bergkirchen 2000, 26; Wesensverwandtschaft zwischen Stromnetzen und klanggenerierenden Maschinen liegt im gleichursprünglichen Schwingungsereignis begründet; Schall wie Wechselstrom basieren auf Frequenzen; implizite Sonik (elektronisch generierte Schwingungen im Medium, etwa durch Schwingkreise) wird als Klang für menschliche Ohren explizit, wenn die nach wie vor elektrischen Signale über elektroakustische Wandler an Lautsprechern ausgegeben werden (und für

Augen am Oszilloskop[31]; recht eigentlich ist der Lautspecher ein aurales Meßmedium, ein Oszilloakusma). Das Verhältnis von elektronischen Oszillationen und Schallübertragung durch Luft ist (im niederfrequenten Bereich) ein transitives, wesensgleiches, wenngleich einmal elektronisch, einmal mechanisch

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

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

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

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

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

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

---

31Axel Volmar, Signalwege. Physikalische und metaphorische Netze in der Geschichte der elektronischen Musik, in: Musik - Netz - Werke. Konturen der neuen Musikkultur, hg. v. Lydia Grün / Frank Wiegand u. a., Bielefeld (Transcript) 2002, 55-70 (56)

Spule durchfließenden Wechselstroms schwingt, wodurch die elektrischen Spannungschwingungen in hörbare Tonschwingungen umgewandelt

Verklanglichung von Licht / Visualisierung von Klängen

- "No one has ever seen an oscillograph of a ray of visible light. The evidence that this light is of a wave character is and can be only such evidence as is applicable to a statistical assemblange of vibrations" = Norbert Wiener, The historical background of harmonic analysis, in: American Mathematical Society Semicentennial Publications Bd. II, Semicentennial Adresses, Amer. Math. Soc., Providence, R. I., 1938, 513-522; zitiert hier nach: idem, Collected Works with Commentaries, vol. II, ed. P. Masani, Cambridge, Mass. / London (M. I. T. Press) 1979, 56-68 (62); zwischenzeitlich Messung der Schwingungen des sichtbaren Lichts mit Hilfe eines "Attosekunden-Oszilloskops" gelungen - die Meßmedien konkurrieren zeitkritisch mit den ultraschnellen Schwingungen ihrer Objekte = Pressemitteilung der Max Planck-Gesellschaft vom 27. August 2004; siehe http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/pressemitteilungen/2004/pressemitteilung2004082(Zugriff: 9. Februar 2007)

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

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

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

Verzeitlichung der Stimme: ihre Frequenzen

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

- "Wir werden uns nicht fragen, ob Archytas Drehgeschwindigkeit, also Frequenz, <...> mit Schallgeschwindigkeit verwechselt oder nicht. [Burkert, 1962, 357-361] Das hat noch bis Mersenne Zeit. Schön und wichtig ist uns nur, dass unter den Geräuschen, die Archytas macht, doch auch schöne Klänge sind: hohe oder <325> tiefe Menschenstimmen, hohe oder tiefe Aulostöne. Es gibt also im Meer des Rauschens eine Insel der Musik" = Kittler 2006; bleibt fraglich, ob es überhaupt Archytas' Absicht war, eine Theorie des Schalls zu entwickeln: "Möglicherweise wollte er nurmehr nachweisen, daß dem musikalisch Schönsten, der Stimme, dieselben 'schönen' mathematischen *lógoi* zugrunde liegen, die auch den Kosmos zusammenhalten"[32]; gerät die altgriechische Klangwahrnehmung an ihre ordnungsästhetische Grenze und verfehlt das Zeitkritische daran: die Frequenzen

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

Musik und Speicher: Notenrollen

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

- Walzen-Musikkompositionsmaschinen; Traktat Diderot

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

Different Trains: Steve Reichs serielle Musik als archäologische Ästhetik

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

32 Sandrina Khaled, Pséphos und Phoné. Die mathematische Formaölisierung des Hörbaren in Archytas von Tarents Harmoníkos, in: W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie, München (Fink) 2006, 153-170 (170)

eine Anlehnung an die *minimal music*: W. L. Rathje u. M. McCarthy, "Regularity and Variabilty in Contemporary Garbage", in S. South (Hg.), Research Strategies in Historical Archaeology (New York, San Francisco u. London, 1977), Kapitel 10

- *serial history*: Steve Reich hat sie als *Different Trains* komponiert.[33] Keine Erzählung des 20. Jahrhunderts, sondern eine Matrix aus Jahreszahlen und Ortsnamen. Keine Sprache, sondern die sich wandelnden Rhythmen der Maschinen, die das Europa und Amerika vor Vor-, Kriegs- und Nachkriegszeit vorantrieben. Reich hat mit seinem Sony Walkmann *oral history* betrieben: Stimmen als Erinnerung an vergangene Zugreisen; O-Töne der Eisenbahnen (*train sounds*) als Kommentar anderer Zeiten, konkurrierend mit den Stimme von Zeitzeugen (*voices of train porters*); machen Differenzen im Zuggeräusch den Unterschied für historische Epochen, etwa für die Zeit 1939-42; mischt Reich Augenzeugen- und Tonaufnahmen; versammelt Aufnahmen von amerikanischen Zügen aus den dreißiger und vierziger Jahren, auch solche aus Europa: „Dort klingen sie ganz anders, sie haben eine andere Pfeife, wirklich *schrecklich*" (im Original deutsch); schickt Reich dieses Material durch ein Sampling Keyboard, ein Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert - unmenschliches Gedächtnis auf Digitalbasis; Sampling eine genuin medientechnische Operation, im Unterschied zu klassischen Formen des Zitats. "Für den zweiten Satz, der Europa während des Krieges schildert, bin ich zur Yale University gegangen, wo sie ein Archiv von Überlebenden des Holocaust auf Videoband haben. <...> Und dann habe ich dieses Material genommen und durch ein `sampling keyboard' geschickt <...> (ein Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert). Ich habe auch einen MacIntosh-Computer benutzt um alles zu organisieren" = "Vorwärts und zurück. Steve Reich im Gespräch" mit Gisela Gronemeyer, in MusikTexte 26 (Köln, Oktober 1988), 11-15 (11 f.)

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

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

- Nicht Transformation (ein narrativer Effekt), sondern Diskontinuitäten

---

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

verschiedener Art markieren Reichs technomusikalische Variationen der Erinnerung = Paul Epstein, Pattern Structure and Process in Steve Reich's Piano Phase, in: The Musical Quaterly 72, No. 4 (New York, 1986), 494-502, bes. 501 f.; graduelle Musik geradezu als Exerzitien zur Befreiung von subjektzentrierter Narration: "Musikalische Prozesse bringen einen in direkten Kontakt mit dem Unpersönlichen. <...> Bei der Ausführung und beim Zuhören gradueller musikalischer Prozesse kann man an einem ganz speziellen, befreienden und unpersönlichen Ritual teilhaben. Die Hingabe an den musikalischen Prozeß ermöglicht eine Lenkung der Aufmerksamkeit weg vom Er, Sie, Du und Ich hinaus zum Es."[34]

- Meßmedien erheben Signale / geben Daten: "Die Uhr zeigt uns die Zeit an. Was die Zeit ist, ist damit noch nicht entschieden."[35]

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

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

Musikalische Invarianz

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

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

- *Transposer* in Musikelektronik ein „Tonartenwähler“, eine „Steuereinrichtung zum Verschieben der Tonlage bzw. Stimmung der von einer Tastatur bestimmten Tonhöhen in andere Tonarten“; Transposition[36]; Effektgerät zumeist ein (halb-)digitales, insofern es über einen A/D-Wandler verfügen muß, der in Echtzeit „die Transposition beliebiger Klangsignale auf rein elektronischem Wege erlaubt“ = Enders ebd.; *time stretching*. „Während beim ähnlich einsetzbaren älteren Laufzeitregler ein vorbeigeführtes Tonband mit einem

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

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

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

rotierenden Tonkopf abgetastet wird" - deutsches Wehrmacht-Tonband AEG 4 "Schnellschreiber" -, "so daß je nach Bandgeschwindigkeit, Rotationsrichtung und -geschwindigkeit ein Teil der gespeicherten Klangsingale mehrfache wiedergegeben oder ausgelasen wird, beruht die Arbeitsweise eines Tr. Auf der digitalen Speicherung (vgl. PCM, Sound Sampling, A/D-Wandler) eines Klangs, wobei die digitalen Daten des signals je nach Einstellung schneller (Tonerhöhung) oder langsamer (Tonerniedrigung wieder ausgelesen werden“ <Enders ebd.>. Die Tonhöhenverschiebung - als spezifische Form „logozentrischer“ *différance* - ist nicht nur zur Transposition nutzbar: „Normales Sprechen kann z. B. Zur 'Mickey-Mouse'-Stimme verändert werden, ohne daß der Sprachryhthmus schneller wird, wie es bei der Veränderung der Bandgeschwindigkeit eines Tonbandgeräts der Fall wäre" = Enders 1997: 335

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

- "Ein Medium ist eine existenzbildende Kraft, die ihre eigene Zeitlichkeit induziert" (Rainer Bayreuther)

- "Sofern Erinnerung das Gewesene durch Abbildung rettet und konserviert, ist Abbild historische Kategorie: D e n k m a l . Was aber nicht erinnert, sondern nur immer wieder neu realisiert werden kann, ist unhistorisch" <TS Stern 1930: 58> - das Mo(nu)mentum des Gleichursprünglichen, ganz im Sinne Lacans, aber auch der phonographischen Reproduktion sonischer Signale; bedarf solche Wiederrealisierung der technischen Lesart; entsprechende Apparaturen vermögen durch ihre Eigenbewegung den Toneindruck erneut zu erzeugen

- klangtechnisches *re-play* keine Reproduktion, sondern eine veritable Wieder-Holung und unterläuft die bislang kulturell vertraute sowie anthropologisch beruhigende Unterscheidbarkeit von tonaler Realpräsenz und seiner abbildenden Repräsentation

- „kann ein altes Musikstück als ein mediales Existenzial aufgefasst werden. Es generiert Gleichzeitigkeiten zwischen allen Aktualisierungen des Stücks unabhängig von deren jeweiligem chronologischen Zeitpunkt“ (Rainer Bayreuther)

- „Keine Grammophonplatte gibt das Bild der Mondscheinsonate, sondern diese selbst; kein Radio gibt vervielfältigte Bilder des Gespielten, sondern dieses selbst.“[37]

---

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

- technologisches "re-presencing" (Vivian Sobchack) Replikation von Hardware und deren Emulation als Software im Retro Computing

Niemals in der Gegenwart: die vokale Stimme

Entzug kennzeichnet die operative Ontologie der menschlichen Stimme: Sie verklingt im Moment des Aussprechens, Sein zum Tode im Sinne Heideggers, entropisch. Stimme und Klang "verstoßen gegen die Konventionen der Diachronie"[38]. Jean Paul, ein erklärter Gegner der Sprechmaschine Wolfgang von Kempelens, schreibt:

"Wenn die Töne sprechen können wir nicht unterscheiden, ob sie unsere Vergangenheit oder unsere Zukunft aussprechen. Wir hören ferne Tage, weggegangene und herkommende <...>. Denn kein Ton hat Gegenwart und stehet und ist; sein Stehen ist nur ein bloßes Umrinnen im Kreise, nur das Wogen einer Woge."[39]

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

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

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

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

Mathematische Modellierung über Klang

- Mathematik als Modellbildung von Welt prekär gerade in Hinsicht auf einen Medienbegriff, der sich aller Digitalität zum Trotz nicht nur mathematisch,

---

38 Daniel Gethmann, Die Übertragung der Stimme. Vor- und Frühgeschichte des Sprechens im Radio, Zürich / Berlin (diaphanes) 2006: 23
39 Jean Paul, Nachtflor und Spätlinge des Taschenbuchs, in: Jean Paul´s Werke, Bd. 48, Berlin 1820/1901, 185-194 (193)

sondern technomathematisch versteht. In der *techné* jedoch, so sehr sie von der Antike bis zu Heidegger gegenüber der Poiesis oder der Episteme herabgesetzt wurde und von daher auch im Mittelalter eher dem Quadrivium zugeordnet wurde, liegt der mediale Vollzug, die Medienphysik (Aristoteles, Walter Seitter), die Zeithaftigkeit von Klang als in-der-Welt-sein; entdeckt Pythagoras der Legende nach an der Analogie von wohlklingenden Intervallen in der Musik und ganzzahligen mathematischen Verhältnissen, "daß Zahlen geeignet sind, Beschreibungssysteme für die Wirlichkeit zu entwerfen"[40], doch führt gerade diese Modellierung von Musik als Mathematik nicht zur Erkenntnis, sondern zum Verkennen, zum Verhören der zeitkritischen Natur des Klangs

- Was Faraday empirisch fand (das Phänomen der elektromagnetischen Induktion), konnte nicht mehr in sprachlichen Begriffen allein (sein Neologismus "Feld"), sondern nur noch in mathematischer Modellierung als Medientheorie durchdrungen werden; Maxwellschen Gleichungen werden dann mit den Radiowellenexperimenten von Heinrich Hertz aus dem Reich mathematischer Phänomene in die technische Manipulierbarkeit überführt - eine Praxis zweiter Ordnung, eine Funktion von Mathematik in der Physik, was nicht schon der pythagoreische Beweis für die Mathematizität der Natur selbst ist, sondern ein wirksames Modell

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

- delikater Unterschied zwischen Modell und Medium, zwischen loser (medialer) und fester Kopplung (Form); der auf den ersten Blick bestechende, meßmediennahe experimentelle Zugriff des Pythagoras (schlagende Schmiedehämmer, das Monochord) verdeckt die Tatsache, daß diegleiche Tradition schon dann nicht mehr genau hinhört, wenn sich die Klänge am Instrument nicht mehr (und nicht einmal mehr gegenstrebig) dem harmonischen Kosmos-Modell fügen; experimentelle Empirie wird einer *theoría* unterworfen, die gerade deshalb keine Medientheorie ist; Wille zum Kosmos,

---

40So paraphrasiert es Jakob Ullmann, *Lógos ágraphos*. Die Entdeckung des Tones in der Musik, Berlin (Kontext) 2006, 71

der auf die eher geometrische denn arithmetische Praxis altgriechischer *mathesis* verweist, so daß man "eher in Längen als in Frequenzen gedacht hat" <Ullmann 2006: 92>, verhindert gerade die Einsicht in die operative Zahl, die Schwingungsfrequenz <siehe Ullmann 2006: 75>. Obgleich sich diese auch unter den Augen des Pythagoras abspielt, wird Klang nicht erhört und kommt erst unter den Bedingungen einer durch Räderuhren und andere Zeittaktungen sensibilisierten Epoche als Superposition von Schwingungen zu Gehör. Hier liegt der Unterschied von Ästhetik als Ideologie und von wahrer Medienwissenschaft; mathematische Modellierung der Welt durch die Pythagoräer führte folgenreich zur Verkennung dessen, was Mathematik als Modell von operativer Mathematik als Medienpraxis trennt: So daß für die pythagoräische Schule mit ihren Folgen bis in die frühe europäische Neuzeit "die Details der Auffindung dieser einheitlichen Stukrur in wirklichem Metall, an wirklichen Saiten und wirklichen Gefäßen soweit in den Hintergrund treten, daß selbst grobe Fehler tolerierbar werden" <ebd., 78> - also geradezu eine Blockade von Medientheorie durch das algriechische Erbe. Am Klang als mediales Ereignis ist diese Schule nicht interessiert. Insofern versteht Medienarchäologie auch unter Episteme etwas anderes als die Antike, wo Episteme (als Wissen) auf Seiten der Harmonia von der Techne (als Kunstfertigkeit) auf Seiten von "ta mousika", dem Begriff für praktische Ausübung, getrennt ist. Insofern *ist* Klang erst als Medienmusik, in der das Zeitkritische vernehmbar wird; dieses Sein ist kein statisch-ontologisches (wie es der Kosmosbegriff mathematischer Relationen nahelegt), sondern Manifestation "einer Ordnung, die nicht geschaffen, sondern *vollzogen* wird" = Ullmann 2006: 94; ist erst Mathematik im Vollzug operativ, das teilt sie mit dem technologischen Medienbegriff; die Dynamisierung als Differential von mathematischem Modell und Zeitachse erst setzt diese Erkenntnis in Gang. Diskrete Symbolik und Werden, der ahistorische Raum mathematischer Relationen und Zeitprozesse, finden erst im medialen Vollzug zum Integral; war es ein wahres Werkzeug, ein prämediales *organon*, nämlich die Orgel, die solch sonisches Wissen durch den tondiskretisierenden Mechanismus der Klaviatur im frühchristlichen Abendland erst induzierte, mit allen Konsequenzen für die symbolische Notation von Musik = Ullmann 2006: 293

Historische elektro-akustische Instrumente wieder zum Erklingen bringen?

- museumsdiaktische, mediendramaturgische Herausforderung

- Kredo der "historisch informierten Aufführungspraxis" in der Musik

- frühes elektro-mechanisches Instrument, der Neo-Bechstein-Flügel, im Technischen Museum Wien: "Was den Klang anbetrifft, ist er im Technischen Museum Wien wieder nachvollziehbar geworden."[41] Denn solche Artefakte sind erst Medien (und nicht nur Möbelstücke) im Vollzug; ihre Medienerfahrung liegt also im Nach-Vollzug. "Der Flügel im Besitz des Museums ist komplett, der Verstärker wurde sorgfältig schaltungstechisch untersucht und konnte nach

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

Abwägen des zu erwartenden Informationsgewinns im Vergleich zu den Risiken wieder in Betrieb genommen werden" <ebd.>. Verwendet wurde hier auch der originale Lautsprecher, der kaum die Abstrahlung hoher Obertöne zuläßt. Entscheidend aber ist die Wahl der originalen Verstärkerröhren - Mythos (Einbildung) oder objektive Klangqualität? "Der <sic> Klangbild ist gegenüber der Verwendung eines modernen Halbleiterverstärkers (mit dem das Instrument schon mehrfach mit großem Erfolg gespielt wurde) deutlich anders <...>. Es ist signifikant weicher, vergleichbar etwas mit dem Untershcie d zwischen Mittelwellen- und UKW-Radios. Der Frequenzgang des Verstärkers weist teils starke Schwankungen auf" <ebd.>

- ebenso im Medium begründete Möglichkeit der nachvollziehenden Erfahrung: "Abgesehen von den noch spielbaren Instrumenten kann man sich auf einigen Schallplatten über den Klang des Intruments informieren" <ebd.> und solchermaßen mit Mitteln der akustischen Archäologie Anteil an dem haben, was technische Tonträger tatsächlich mit der Tonquelle teilen: das Gespür das Ton- als Frequenzereignis

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

"Sonic Effects"

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

- thematische Liste der "sonic effects" in Jean-François Augoyard / Henry Torgue (Hg.), Sonic experience. A guide to everyday sounds, Montreal et al. (McGill-Queen’s University Press) 2005 [FO 1995 À l’écoute de l’environnement. Répertoire des effets sonores, Editions Parenthèses]; u. a. Delay, Distortion, Echo, Filtration, Flutter Echo, Haas, Resonance, Reverberation; Crossfade, Cut Out, Decrescendo, Doppler, Drone, Emergence, Mask, Mixing, Release, Reprise, Telephone, Wave

- Doppler-Effekt: von Oresme entdeckte Beschleunigung innerhalb von Geschwindigkeit, also die Verzeitlichung der Bewegung selbst, wird hier sonisch erfahrbar im Glissando der Tonhöhe des vorbeifahrenden ton(oder farb-)gebenden Vehikels, so daß "sowohl die Tonhöhe beim Schalle, als auch die Farbe beim Lichte von der Anzahl der innerhalb einer Zeitsekunde beim Beobachter ankommenden Wellen oder Undulationen abhängt"[42]; Wellen eines sich vorbeibewegenden Objekts verhalten sich je nach Bewegungsrichtung lang- oder kurzwelliger und werden somit hinsichtlich ihrer Tonhöhe

---

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

unterschiedlich wahrgenommen - in akustischer Relativität von Raum/Zeit; Echolot

Akustische Zeitdehnung und -verknappung

- erlaubt das Sampling im Akustischen (von Techno-Musik) die digitale Bearbeitung, und das heißt: Verräumlichung (oder besser: Intervallierung) der zeitbasierten Kunst selbst, durch *timestretching* und *timecompression*. Der Sampler kalkuliert die Welle des Samples so um, daß es länger oder kürzer wird, ohne daß sich dabei die Tonhöhe ändert. „Mit dieser Technik ist es möglich einen gezupften Ton auf mehrere Sekunden auszudehnen, wobei die ganze Entwicklung des Tones hörbar wird“[43]; so wird das singuläre Ereignis selbst durch Zählung erzählbar, mini-narrativ, zur Entwicklungsmikrogeschichte: eine genuin medienarchäologische Ausbremsung des zeitbasierten Prozesses der Musik, die plötzlich nicht mehr schlicht als singuläres akustisches Ereignis im Erklingen immer schon verklingt

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

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

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

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

- kennt Musik die Kluft von Schwingung *versus* Maschine: "'Der Geigenspieler', sagt er <sc. Camille Recht>, 'muß den Ton erst bilden, muß ihn suchen, blitzschnell finden, der Klavierspieler schlägt die Taste an: der Ton erklingt. Das

---

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

Instrument steht dem Maler wie dem Photographen zur Verfügung. Zeichnung und Farbengebung des Malers entsprechen der Tonbildung des Geigenspiels; der Photograph hat mit dem Klavierspieler das Maschinelle voraus, das einschränkenden Gesetzen unterworfen ist, die dem Geiger lange nicht den gleichen Zwang auferlegen."[44]

- in *Zeitschrift für Instrumentenbau 8* 1887/88 ein Artikel mit dem Titel „Elektricität und Musik“ von einem anonymen „Techniker“; elektrische Klänge sind nicht nur die Fortsetzung klassischer Klangwelten mit anderen Mitteln, sondern die Anverwandlung in eine neue Wesenheit, die andere andere Epistemologie des Klangs evoziert. Von der technischen Analyse (zu Zwecken der elektrischen Telephonie etwa) zum Gedanken der Synthese: "Die Elektricität vermag jene Fülle gleichzeitiger Bewegungen, wie sie der Klang bedingt, wiederzugeben, man wird mit ihr dieselbe darum auch erzeugen können, und wenn wir erst dahin gekommen sind, musikalische Töne mittels Elektricität zu erzeugen, dann werden wir auch bald weiter dahin kommen, dass wir diesen Tönen beliebige Klangfärbungen geben können. […] Jedenfalls dürfen wir auch hier festhalten, dass die freie Erzeugung des Klanges durch die Elektricität ermöglicht erscheint und dass man mit der Anwendung der Elektricität in der Musik diese Kunst in eine ganz neue Entwicklungsphase treten wird"[45]; Durchbruch mit Elektronenröhre, mithin Eskalation von Elektrizität zur Elektronik

Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument

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

- grundverschiedene Genese kultureller Musikinstrumente und elektronischer Musik; kulturtechnische Musikinstrumente wurden ausdrücklich zum Zweck der Ausweitung menschlicher musikalischer Artikulationen entwickelt oder ge- und erfunden, als "Prothesen" des musikalischen Sinns frei nach McLuhan. Anders die elektronische Musik: deren Instrumente waren zumeist "simply the curious byproducts of other research into electrical phenomena" = Dunn 1992: 23; Medientheorie elektronischer "Musik" von daher zu denken (und nicht primär

---

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

45In: Elektricität und Musik, 48; zitiert nach: STANGE-ELBE, Joachim, Das andere Musikinstrument. Von elektrischen Spielinstrumenten zum Synthesizer, in: UNGEHEUER, Elena (Hg.), Elektroakustische Musik, Laaber 2002, 263

im globalen Horizont einer Kulturgeschichte der Musik & Technik), als medienarchäologische Perspektive, d. h. von Seiten der elektrotechnischen Komponenten dieses Geräts

- Protagonist der elektronischen Musik, Pierre Schaeffer (der vor-elektronisch, nämlich mit der Manipulation von Schallplatten begann), stellt Gretchenfrage: "Photography <...> has completely upset painting, just as the recording of sound is about to upset music. <...> For all that, traditional music is not denied; any more than the theatre is supplanted by the cinema. Something new is added, a new art of sound. Am I wrong in still calling it music?"[46]

Musik, synthetisiert

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

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

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

- sah Lady Lovelace das musikalische Potential der Analytical Machine von Charles Babbage: "Supposing <...> that the fundamental relations of pitched sounds in the science of harmony and of musical composition were susceptible of such expression and adaptions, the engine might compose elaborate and scientific pieces of music of any degree of complexity or extent."[47]

---

46 Zitiert in: David Dunn, A History of Electronic Music Pioneers, in dem von ihm herausgegebenen Ausstellungskatalog Eigenwelt der Apparatewelt, Linz (Ars Electronica) 1992, 21- (31)>

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

Medienarchäologie des Synthesizers

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

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

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

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

"Höllenmaschine": Der Max Brand Synthesizer

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

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

- bringt auf Ars Electronica Festival September 2009 in Linz Elisabeth Schimana (Initiatorin der Ausstellung *Zauberhafte Klangmaschinen* am Institut für Medienarchäologie Hainburg, Österreich) ihre Komposition "Höllenmaschine" auf dem reaktivierten Max-Brand-Synthesizer zur Aufführung[48]; erfordert eine solche Reaktivierung zunächst harte Arbeit am elektrotechnischen Material -

---

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

also Medienarchäologie im manifesten Sinne

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

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

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

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

"Umwelt" zweiter Ordnung? Um frühe Computerspielplattformen für die Zukunft zu erhalten, müssen sie - samt Betriebssystem - (und samt Hardware?) - *emuliert* werden

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

Der Synthesizer (digital)

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

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

Der Vorläufer: das Trautonium

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

- Friedrich Trautwein, Trautonium 1930: Klangerzeugung anhand von sägezahnförmigen Kippschwingungen, durch Schwingkreis mit Glimmlampe

bzw. Gasentladungsröhre, baut Telefunken in 50 Stück (aber zumeist "unspielbar", Bandmanual); medienepistemisch aufregend am Trautonium, für das Komponisten wie Paul Hindemith, aber auch Richard Strauss komponierten: "This keyboard instrument <...> was one of the first instruments to use a neon-tube oscillator and its unique sound could be selectively filtered during perfomance.Its resonance filters could emphasize specific overtone regions. The instrument was developed in conjunction with the Hochschule für Music in Berlin were a research program for compositional manipulation of phonograph recordings had been founded two year earlier in 1928. <...> The German experiments in phonograph manipulation constitute one of the first attempts at organizing sound electronically / that was not based upon an instrumental model" = Dunn 1992: 26 f.; nennt Oskar Sala das Trautonium für das NWDR Studio Köln 1953 (immer noch) "Monochord"

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

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

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

Projekt "TERPSITON"

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

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

- lassen sich technische Schaltpläne eines elektroakustischen Synthesizers entziffern und archivieren; ihr Vollzug als Klang aber ist anderer Natur und kann nur vom Gerät durch Wiederinfunktionssetzung des Signals geleistet werden.

Läßt sich periodische Bewegung archivieren? das Klangereignis dieser Apparatur registrieren und mitspeichern

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Erkenntnis ihrer technischen Bedingungen

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

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

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

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

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

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

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

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

- gibt es ästhetische Phänomene oder gar Existentiale, welche allein das technische Medium schenkt: das gelingende Bild, den gelingenden Ton, den gelingenden Prozeß; elektronische Medien für ihre Zeitbeschleunigungsleistung lieben

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

- wird passives "Lesen" von elektro-akustischen Schaltkreisen aktiv im Moment ihres tatsächlichen Erklingens - eine Instanziierung von *diagrammatic*

reasoning (Peirce). Menschenaugen vermögen den Schaltplänen und den realen Verdrahtungen nicht abzulesen, was aus ihnen tatsächlich erklingt

Definitionen der "Sonifikation"

- zählt in Shannons Kommunikationstheorie auch Sprache dazu, denn hier wird eine *Nachrichtenquelle* durch Transduktion in übertragungsfähige Signale gewandelt - der akustische Kanal

- sonification "the use of nonspeech audio to convey information"; "transformation of data relations into perceived relations in an acoustic signal for the purposes of facilitating communication or interpretation"[49]

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

- Sonifikation als wissenschaftlich-künstlerisches Verfahren zur Audifizierung von Datenströmen, im Unterschied zur "epistemologischen" Sonifikation (also: Sonik), sprich: der Begriff von Klang als Zahl, die pythagoräische Tradition; Paolo Gozza (Hg.), Number to Sound. The Musical Way to the Scientific Revolution, Dordrecht / Boston / London (Kluwer) 2000. Stellt das Experiment am Monochord eine physikalisch-instrumentale eine Sonifikation der (Hypothese von) Welt-als-Zahl dar, also eine sonische *aletheia* impliziten Weltwissens?

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

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

Sonifikation des Unhörbaren: Gewalt der akustischen Hermeneutik

- C. Frauenberger (2004), Sonifikation: Stärken, Schwächen und Anwendungen;

49Gregory Kramer et al., Sonification Report. Status of the field and Research Agenda, *online* http://sonify.psych.gatech.edu/publications/pdfs/1999-ns-f-report.pdf (Januar 2013)

http://iem.at/projekte/publications/paper/schwaechen/son.pdf

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

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

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

- Johannes Kepler: "Ich möchte hierüber auch das Ohr befragen, jedoch so, dass der Verstand aussprechen soll, was natürlicherweise das Ohr zu sagen haben würde"[50]; wird der Klang der pythagoräischen Zahlen-*ratio* unterworfen

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

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

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

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

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

- akustische Prozeßüberwachung (*acoustic monitoring*)

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

Unerhörte Sonifikation

---

50 Johannes Kepler, Weltharmonik, München 2006, 134f <???>

- "Die Idee, dass durch Musik die Zeit hörbar wird, beinhaltet gewissermaßen selbst ein Gedankenexperiment zur Sonifikation"[51]; musikalisches Material für Deleuze *a priori* schon eine Form der Sonifikation: "Das Material ist dazu da, eine Kraft hörbar zu machen, die durch sich selbst nicht hörbar wäre, nämlich die Zeit, die Dauer und sogar die Intensität"[52] - in Bildern nicht möglich (Lessings *Laokoon*-Theorem von 1766)

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

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

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

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

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

---

51 Lucas Laux, Sonifikation als Alternative zur wissenschaftlichen Visualisierung? Eine medienwissenschaftliche Einschätzung, Hausarbeit im (Modulabschlußprüfung) im Rahmen des Seminars: Schwingungen, Resonanzen. Musikalische Medienerkenntnis (WS 2011/2012), Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, 8 (Anm. 10)
52 Gilles Deleuze, Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind, in: ders., Schiziphrenie und Gesellschaft. Texte und Gespräche von 1975 bis 1995, hg. v. David Lapoujade, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 148-152 (151)

zurück und gibt aufgespeicherte Nachrichten preis

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

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

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

- ermöglicht Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope) das Mikroskopieren atomarer Oberflächen gerade deshalb, weil es nicht mehr mit optischen Medien (Licht und Linse) operiert, sondern die betreffende Oberfläche aus atomaren Ketten mit einer auf einer Feder gelagerten Tastspitze (etwa aus Wolfram) zeilenweise überstreicht - verkehrtes TV, näher an der Praxis der phonographischen Spitze und der CD-Abtastung von Vertiefungen, oder auch ähnlich dem Überstreichen einer Saite durch den Geigenbogen. Aus dem Mittelwert von solcherart gewonnenen Daten in der x-, y- und z-Achse wird dann etwas errechnet, was gegenüber dem Menschen auf Interfaceebene als Bild dargestellt werden kann: "Das Bild baut sich nach und nach, zeilenweise auf dem Bildschirm auf. Doch wichtig für den Mikroskopierer ist zunächst nicht das Auge, sondern vor allem das Ohr. Denn dank einer zweifachen Verstärkung kann der Messende seiner Spitze, während sie über die Probe fährt, zuhören. Diese Geräusche sind wesentlich näher dran am Geschehen als das Bild. Man hört, wie die Nadel zeilenweise über die Probe rumpelt. Sie produziert in der Verstärkung ählich Geräusche, wie die Plattenspielernadel beim Scratchen" = Jens Soentgen, Atome Sehen, Atome Hören, in: A. Nordmann / J. Schummer / A. Schwarz (Hg.), Nanotechnologien im Kontext, Berlin (Akadem. Verl.ges.) 2006, 97-113 (104)

- privilegierte Nähe von hochtechnischen Medien und Akustik, da beide erst im zeitlichen Vollzug in ihrem Element sind; Wesensverwandtschaft manifestiert sich auf zwei Ebenen: der konkret physiologischen (a) und der epistemologischen (b). Ad a: Der akustische Sinneskanal eignet sich für analytische Zwecke besser als der optische, weil er Einzelereignisse mit höherer Präzision aufzulösen vermag als der optische, also "zeitkritischer" ist

Mikrophonie

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

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

Computersonifikation analog / digital

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

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

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

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

- erzeugt Komponist Kulke Musik aus Analogcomputer

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

- S. D. Speeth, “Seismometer Sounds,” Journal of the Acoustical Society of America, vol. 33, 909-916, 1961

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

- "hört" John Logie Baird die Gestalt der übertragenen 30zeiligen Fernsehbilder

im Akt der Wandlung in AM-Mittelwellen; Donald McLeans "Restauration" von Bairds TV-Bildern von Phonovision-Schellackplatten

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

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

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

Sonifikation im Zeitbereich

- Zeitachsenmanipulation, seit dem Zeitraffer und der *slow motion* in der Kinematographie vertraut, erlaubt im sonischen Feld, Infra- und Ultraschall überhaupt erst menschenhörbar zu machen. "Vibrations above the highest rate audible to the ear can be recorded on the phonograph and then reproduced by lowering the pitch, until we actually hear the record of those inaudible pulsations" = Thomas Alva Edison, The Perfected Phonograph, zitiert hier nach: John Durham Peters, Helmholtz, Edison, and Sound History, in: Lauren Rabinovitz / Abraham Geil (eds.), Memory Bytes. History, Technology, and Digital Culture, Durham / London (Duke University Press) 2004, 177-198 (188)

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

- Effekte, die sich aus der sono-technischen Erkundung des realen Raums für die Wahrnehmung desselben im Menschen ergeben; Alvin Lucier, Magnetbandverzögerung: Installation / Performance *I'm sitting in a Room*, 1970

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

Ultraschall-Nutzerortung

- Technologie, die für Menschen unhörbare Töne benutzt, um das Onlineverhalten von Anwendern über Smartphones, Tablets, Computer und Fernseher hinweg zu verfolgen; Fernseh- und Online-Werbung mit Sound-Beacons versehen; kurz Klangschnipseln hochfrequenter Töne, zwar nicht hörbar, die aber von Mikrofonen elektronischer Geräte aufgezeichnet werden können. "Sobald in einem TV-Spot oder einen Online-Werbung ein Sound-

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

Tonbilder

- folgt Immanuel Kant in § 14 seiner *Kritik der Urteilskraft* Leonard Eulers Befund, "daß die Farben gleichzeitig auf einander folgende *Schläge* (*pulsus*) des Äthers, so wie Töne der im Schalle erschütterten Luft sind"; damit sind "Farbe und Ton nicht bloße Empfindungen, sondern schon *formale Bestimmung der Einheit eines Mannigfaltigen derselben*" = Immanuel Kant, zitiert nach: Eliane Escoubas, Zur Archäologie des Bildes. Ästhetisches Urteil und Einbildungskraft bei Kant, in: Volker Bohn (Hg.), Bildlichkeit. Internationale Beiträge zur Poetik, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 502- (529 f.); Optophonie; Frequenztheorie als Mathematisierung der Zeitfigur von Schwingung, Rhythmus und Resonanz = Jens Schröter, Die Form der Farbe. Zu einem Parergon in Kants "Kritik der Urteilskraft", in: Ursula Franke (Hg.), Kants Schlüssel zur Kritik des Geschmacks, Sonderheft des Jg. 2000 der Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft, Hamburg (Meiner) 2000, 135-154 (135); erhebt sich der Klang vollends über seine enge Bindung an die Akustik hinaus und wird zum epistemischen Zeitding

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

- Fern~~sehen~~hören: "Es wird wohl schon dieser oder jener <...> bei Einstellung eines Rundfunkempfängers auf die Sender Berlin, Königswusterhausen oder London an manchen Tages- oder Abendstunden ganz eigenartige Töne im Lautsprecher vernommen haben. Diese Töne besagen, daß gerade von den betreffenden Sendern Fernsehversuche veranstaltet werden: denn sie entsprechen den Bildpunkten der zu übertragenden Bilder" = K. Nentwig, Fernseh-Gerät. Eine leichtfassliche Bauanleitung für Laien, Spiel und Arbeit Bd. 133, o. J., "Vorwort"; umgekehrte Optophonie: John Logie Baird "hört"

Mittelwellen-Übertragung seiner 30zeiligen Fernsehbilder.

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

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

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

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

Die Schwingung und ihr zeitkritisches *momentum*

- Ton aus Spannung (*tónos*); elektrische Spannung erzeugt an sich noch keinen Ton; bedarf des Wechselstroms, der alternierenden Vibration; Monochord, gestimmt vom gotteshandlichen "Pulsator". In Frequenzen vernommen wird das genuine Zeitereignis der Schwingung computerseitig verrechenbar / menschenseitig Tonhöhenempfindung; Mathematik transformiert Zeitlichkeit in Zahl; Christian Kassung, Das Pendel. Eine Wissensgeschichte, München (Fink) 2008

- Wissengeschichte gegenüber invariantes Wissen, das den Medien selbst implizit ist (Wissensarchäologie, im monumentalen Sinne), aber der menschenseitigen Explikation harrt, um explizit Wissen zu werden - es sei denn, es läßt sich sagen, daß ein Medium im Moment des operativen Vollzugs gleichsam über sein eigenes Wesen wissens reflektiert

- existiert nahezu reiner Sinuston nicht von Natur aus, vielmehr als technische Erzwingung, als Funktion elektronischer Signalgeneratoren; auch hier nach wie vor in eine reale Welt implementiert, konkret die Hardware von Elektronik; deren Materialität erzeugt, wenngleich zur Spur geronnen, Verzerrung durch nonlineare Obertöne; "Klirrfaktor" in Elektronenröhren (speziell Verstärkung) Index von Welthaftigkeit; in Technomathematik ein System nonlinear, wenn Wandel im Signalausgang dem Wandel im Eingang *nicht* entspricht; Grenze zu chaotischen Systemen; mathematische Beschreibung durch ein Ensemble simultaner partieller Differentialgleichungen

- Monochord unter Varianten des vorelektronischen Analogcomputers zählen

- kairotische Akustik: Mersennes medienepistemologische Einsicht in Schwingung als zeitlicher Form inspiriert von der Erfahrung der Laufzeitmessung des Schalls mit Kanonenkugeln vor der Festung (bei der Belagerung von) Brest; Mersennes Einsicht in "Klang als mikro-chronisches Ereignis" = Vortrag Friedrich Kittler, Tagung *Helmholtz und die Folgen*, HZK, 12. Mai 2007

- Zusammenhang zwischen Zeit, Frequenz und Phasenwinkel entscheidend beim Zustandekommen des elektronischen Fernsehbildes auf dem Übertragungsweg" = P. Marcus, Kleine Fernsehempfangs-Praxis, München (Franzis) 1960, 17

- Schwingungen und Wellen periodische Zustandsänderungen; Wechselstrom: Zeit T nennt die Periodendauer, welche die Spannung (oder der Strom) benötigt, um einen vollständigen Umlauf zu verrichten; Umkehrung der Periodendauer wird in Hz: f = 1/T

- akustisches Verhältnis wird zum epistemischen Ding; Sonik im Unterschied zur musikorientierten Klangforschung. Mit d'Alembert "die Analyse der schwingenden Saite nicht länger Vertrautheit mit musikalischen Erscheinungen voraussetzte [...]. Das Problem der schwingenden Saite ließ sich rein mathematisch behandeln, ausgehend von einem Grundprinzip der Dynamik" =

Sigalia Dostrovsky / John Cannon, Entstehung der musikalischen Akustik (1600-1750), in: Frieder Zaminer (Hg.), Geschichte der Musiktheorie. Hören, Messen und Rechnen in der frühen Neuzeit, Darmstadt 1987, 7-80 (67); John T. Cannon / Sigalia Dostrovsky, The Evolution of Dynamics. Vibration Theory from 1687 to 1742, New York / Heidelberg / Berlin 1981

- eine an zwei Punkten gemessene Steigung einer Kurve in unendlich kleinen Abständen bestimm-, also differenzierbar; "es gibt aber auch Fälle, in denen dieser Grenzwert nicht existiert" = http://de.wikipedia.org/wiki/Analysis; Stand: 18. Oktober 2009

Praxis und Epistemologie der "schwingenden Saite"

- mathematische Wissen um Schwingungsereignisse invariant gegenüber kulturhistorischer Zeit. Einer emphatischen *mathesis* zufolge "gehen etwa Radio, Fernsehen und Videorecorder letztlich auf die alten Griechen zurück", denn "schon in der Antike untersuchten Mathematiker schwingende Saiten" = Blum 2002: 106, aber nicht deren Vollzug als Physik: "Wie sieht die Form der <sc. gezupften> Saite zu einem bestimmten Zeitpunkt aus?" = Blum ebd.; "Nulldurchgang" einer Schwingung als buchstäblicher Zeit"punkt"

- Analogrechnen: werden zwei Systeme im technomathematische Sinn als analog bezeichnet, wenn sie denselben Differentialgleichungen genügen[53]; die mathematische Beschreibung besitzt also in beiden Fällen die gleiche Struktur. Das mathematische Analogon deutet auf Gleichursprünglichkeit, und dieser Spurung folgt das kognitive Wissenwollen intuitiv

- Analogie übersieht qualitative Differenz zwischen mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen: "Wenn wir eine Glocke anschlagen, so vermag ein Sachverständiger allein auf Grund einer Analyse, die er mit dem Klang vornimmt, ohne die Glocke gesehen zu haben, deren Form, Größe und Material anzugeben, weil es nur eine Glocke gibt, der die im Klang enthaltenen Schwingungszahlen zukommen. Genauso muß es möglich sein, aus den Schwingungszahlen eines Linienspektrums auf die Bauart des Atoms zu schließen, das Licht von diesen Schwingungszahlen zu emittieren vermag. Aber das Atom macht da weit größere Schwierigkeiten als die Glocke. Bei der letzteren handelt es sich um mechaische, beim er/steren dagegen um elektromagnetische Schwingungen. Denn Licht kann - nach der klassischen MAXWELLschen Theorie - nur so zustandekommen, daß die an ein Atom gebundenen Elektronen um ihre Gleichgewichtslagen Schwingungen ausführen und dabei ein im selben Rhythmus schwingendes elektromagnetisches Feld erregen."[54]

- vergleicht Walter Benjamin den künstlerischen Akt der Photographie mit dem Klavierspiel als Sampling: Während ein Geiger jede Saite seines Instruments

---

53 Wolfgang A. Knorre, Analogcomputer in Biologie und Medizin, Jena (VEB Gustav Fischer) 1971, 12f

54 Arthur March, Das neue Denken der modernen Physik, Hamburg (Rowohlt) 1957, 80f

selbständig intoniert, spielt der Pianist auf Tasten, die mit bereits vorgestimmten Saiten verbunden sind = Walter Benjamin, Kleine Geschichte der Photographie, in: ders., Medienästhetische Schriften, hg. v. Detlev Schöttker, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, 308; Vor"programmierung" durch photographischen Apparat im Sinne Vilém Flussers; "*musikalisch* ist der gestrichene Ton eine Besonderheit. Vor allem besitzt er in vollendetem Maße etwas, was dem gezupften und angeschlagenen Ton gänzlich fehlt: *Modulationsfähigkeit*" = = Franz Thomastik, Die Stahlsaite als Kulturfaktor, Wien (Selbstverlag) 1932, 13, im niederfrequenten Feld; "Jaulen" beim zu langsamen Hochfahren der Tonbandmaschine

- verklingt gezupfte Saite an sich (Monochord). Demgegenüber steht der Orgelton der *gestrichenen* Saite nahe: ein Oszillator un/gedämpfter Schwingungen (wie in frühen Löschunkensendern des Radios), eine Verschränkung diskreter (periodischer) Bewegungen zum Eindruck von "analoger" Stetigkeit; ist es das Merkmal von Funkmedien mit Trägerfrequenz, daß sie ihre Gegenwart fortwährend neu erzeugen

- auf Edison-Zylinder oder Magnetdrahtspule singt nichts; das Abspielmedium muß aus elektromagnetischen Induktionen den Ton immer wieder neu und zugleich gleichursporünglich (*der* und *das* medienarchäologische Moment) neu erzeugen. Und so steht die medienarchäologische Analyse (Methode) der Kultur (den Geisteswissenschaften) gleich nah wie den mathematischen, technischen und Naturwissenschaften

- Stahlsaite im Wire Recorder nicht länger "Kulturfaktor" wie Saite (Thomastik); kippt von der Kulturtechnik des Musikinstrument in die Elektrotechnik und Elektronik

- gestrichene Geigensaite bringt den vernehmenden Menschen selbst zur Mitschwingung, also zur Resonanz; appelliert an dessen ureigenstes Sein, indem sie ihn auf dem Niveau des Zeitsinns massiert: "Gleich bei der ersten Schwingung ist alles da und entsteht durch den Strich fortlaufend von neuem" = ebd., 15

- Mensuralnotation fällt nicht von ungefähr zusammen mit der Emergenz von Räderuhren; zeitgetaktete (gequantelte, zeitdiskrete) Prozesse werden als neues Wissensding überhaupt erst mit dem Aufkommen der getakteten Räderuhren, ein neuartiger Bezug des überkommenen (antiken) Musikbegriffs "zur makroskopischen Materialität ihres Geschehens in der Zeit" <Scherer ebd.>. Vorgäng (und als kulturtechnisches Training für nachfolgende epistemische Einsichten) tickt die Räderuhr diskret; erst nachträglich (mit Marin Mersenne und Sauveur) reagiert darauf eine Mathematik, welche abzählbare (Saiten)Schwingungen und abzählbare Zeiteinheiten aufeinander zu beziehen vermag, "um etwa den Gehörseindruck von *Tonhöhe* zu erklären und das Rätsel des musikalischen Buchstabennamens mathematisch, nicht philologisch oder historisch-hermeneutisch zu lösen" <Scherer ebd.>.

- Existenzformen der schwingenden Saite im epistemologischen Sinn geht über die enge Bindung an das akustische Ereignis (Ton resp. Klang resp. Geräusch) weit hinaus: die kinetische, a/periodische Bewegung

- was den "take-off" der frühen Neuzeit vom antiken Erbe scheidet: die Sensibilität für "Delta t" statt rein harmonischer Proportionen; Dynamik wird faßbar. "Allein die Töne sind so etwas wie materialisierte Zeit. Sind doch verschieden schnelle periodische Schwingungen des Luftdrucks, Töne eben, nur zu unterscheiden in ihrer Schwingungsgeschwindigkeit, wir nennen das `Tonhöhe´, also in der Zeit. Strukturen aus Tönen sind Zeitstrukturen" = Johannes Fritsch, Gezählte Zeit. Zur Musik der Hanne Darboven, in: Feedback Papers 27/28 (März 1982), 35-38 (38), die ebenso nicht-akustisch sich äußern könnten

- akustische Schwingungen = die Folge *un*natürlicher Anstöße (Diss. Barkhausens)Akustische Gewalt

- an mehrsaitig bespannter Zither kommt es beim bestimmten Anschlag einer Saite zum Mitschwingen der anderen: Resonanzen (sogenannter Bodrum-Effekt), eine physikalische (noch nicht elektromagnetische) Form von Telekommunikation / Fernwirkung, mechanisch. Wird ein Körper zum Mitschwingen gebracht, appelliert es an dessen Eigenfrequenz; ist in der Ruhelage (ponderabile Materie) bereits die Bewegung (denn Schwingung ist in Zeit aufgelöstes Gewicht, vgl. Pendel) angelegt. Diese Anregbarkeit als solche ist das erkenntniswerte Ereignis. Wenn ein Radio Sendung empfängt, operiert es als Resonanz-System (Kondensator, Schwingkreis, Abstimmung). Nicht erst im manifesten Empfang emaniert das Radio Musik, sondern es ist in seiner Schaltung aus resonanzfähigen Bauteilen selbst schon technische *mousiké*.

Orgelklang

- an frühesten Orgeln der georgianischen Musikepoche idie Rückseite meist der (Doppel-)Blasebalg. Jan van Eyck malt im Altarbild von Gent nur den Engel, der die Klaviatur spielt (Vorderseite); real Anwesenden aber optisch (die Beweger) wie akustisch (das Blasebalggeräusch, völlig unharmonisch) der Mechanismus der Klangerzeugung selbst ebenso akustisch ko-präsent; begehbare Orgel: vgl. frühe begehbare elektronische Computer (UNIVAC, im Deutschen Museum München). *In* der Orgel wird die Vibration körperlich miterfahren / mitvollzogen; orgel ART museum rhein-nahe, Windesheim: Architektur als flachgelegte Orgel (Hauptwerk) konzipiert. Ehemals Orgenfabrikant Oberlinger. In heutigen digital gefilterten CD-Orgelmusikwelten wird diese medientechnische Erfahrung abgeschnitten (schon in Kirchen oft das Blasebalgwerk getrennt vom Orgelwerk etwa unter das Kirchendach verschoben). Gegen das Verschwinden des Wissens / der sinnlichen Erfahrung von Tonerzeugung in heutigen MP3-Welten (Miniaturisierung, Reduktion auf Interfaces; die Tastatur / Klaviatur wird heute zum "app" auf Smart Devices von Apple)

- Registeroptionen: etwa *vox humana*, welche von Kempelen zum Bau seiner

Sprachmaschine inspiriert = ders., Mechanismus 1791: 399, und Nachahmung von Streichinstrumenten. Wie in frühen analogen Synthesizern: der Klanginhalt des Mediums Orgel sind andere Klangmedien. Jede Luftsäule (Orgelpfeife) erzeugt von sich aus schon Obertöne, aber normalerweise kaum hörbar. Demgegenüber ausdrückliche Register, die den ersten und den zweiten Oktav-Oberton einspielen.

- CD 90115 *Wassermusik* (Josef Still an der Oberlinger-Orgel in Vallendar am Rhein, St. Marzellinus und Petrus), Tonträger Produktion *organo phon* 1999: Franz Liszt, Fantasie und Fuge über den Choral *Ad nos, ad salutarem undam*. Tatsächlich wird im Wasserwellenmotiv programmusikalisch die Botschaft des Mediums Orgel, nämlich die Schwingung, thematisch

- vgl. *Drone*-Musik mit tieffrequentesten Orgelpfeifen. Einige Epochen setzen diese Schwingungen privilegiert ein; diese Tonerfahrung läuft nicht allein über das Gehör, sondern auch den Körperschall (bio-physikalische Resonanz).

- Barker-Relais (19. Jahrhundert): Mechanismus, der den kraftaufwändigen Hauptanschlag des Tons vermittels eines pneumatischen Relais (Orgel-in-der-Orgel) steuerte. Vorteil: leichter Tastenanschlag; gravierender Nachteil: Ton erklingt erst nach Anschlag, was zur Irritation der Spieler führt. Ein falsch angespielter Ton kann dann, einmal angeschlagen, nicht mehr gestoppt werden. Laufzeitverzögerung.

- zwiefache Zeitlichkeit der Oszillation; Dauerinstallation / -*performance* von John Cages Szenario ORGAN²/ASLSP in Buchardi-Kirche, Halberstadt

- Norbert Wiener weist 1925 - wie später Denis Gabor in seinem Aufsatz über "acoustic quanta" auf das zeitkritische Element, das die formale Fourieranalyse als Modell des Klangs von seinem Ereignis in der realen Welt unterscheidet. In Anspielung auf das Heisenbergsche Unschärfetheorem der Quantenphysik: "Im Idealfall erstreckt sich eine einfach harmonische Analyse zeitlich unverändert von der fernen Vergangenheit bis in die ferne Zukunft. <...> Eine Note zu beginnen und zu beenden, bedingt eine Änderung ihrer Frequenzkombination, die zwar klein sein kann, aber sehr real ist. Eine Note, die nur eine begrenzte Zeit dauert, muß als Band einfacher harmonischer Bewegungen aufgefaßt werden, von denen keine als die einzige gegenwärtige einfache harmonische Bewegung betrachtet werden darf. Zeitliche Präzision bedeutet eine gewisse Unbestimmtheit der Tonhöhe, genau wie die Präzision der Tonhöhe eine zeitliche Indifferenz bedingt" = Norbert Wiener, Ich und die Kybernetik. Der Lebensweg eines Geines [Taschenbuchausgabe von: Mathematik - Mein Leben, Düsseldorf / Wien (Econ) 1962], München (Goldmann) 1971, 91, hier zitiert nach: Martin Supper, Elektroakustische Musik und Computermusik. Geschichte - Ästhetik - Methoden - Systeme, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1997, 35. Hierin liegt das temporale Opfer. Die Fourier-Transformation verrechnet die Zeit des Tonsignals gegen seine numerische Information als Frequenz; was damit verlorengeht, ist die zeitkritische Phaseninformation der Einzelschwingungen.

- verrechnet Wiener Zeit gegen Ton. "Diese Überlegungen sind nicht nur

theoretisch wichtig, sondern zeigen" (und zeitigen) "auch die dem Musiker gezogenen Grenzen" = Wiener, zitiert ebd.; zeigt tiefe / hohe Frequenz nicht nur dem menschlichen Ohr (untere und obere Hörschwelle des Tons, Infra- / Ultraschall), sondern auch dem mechanischen Instrument seine "musikalischen" Grenzen. Wieners Beispiel ist eines, das an Mersennes Spannung eines Seiles (als Saite) über den Hof erinnert, um Schwingungen sichtbar und extrem verlangsamt auch zählbar zu machen: "Man kann auf dem tiefsten Register der Orgel keine Gigue spielen. 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" = Wiener 1925, zitiert nach: Supper 1997, 35

- Dauerinstallation / -*performance* von John Cages Komposition für Orgel ORGAN²/ASLSP in der Buchardi-Kirche, Halberstadt

- Sendung Juli 2015 zur Orgellandschaft rund um die Stadt Luckau (Reihe *Musikland Brandenburg*); betont rbb-Kulturradio-Moderator Claus Fischer, daß die Sanierung einer Barockorgel in den 1980er Jahren nicht zum Rückbau in den historischen Originalzustand geführt hat; operative Präsenz "historischer" Musikinstrumente forsche: ob der historische Originalzustand ein Wert an sich ist oder die musikalische Zeitlichkeit eines konkreten Instruments (die "Hardware") nicht in ihrer prinzipiellen Rekonfigurierbarkeit liegt - ein medienarchäologisches (und nicht historistisches) Argument

Die kosmische Stringtheorie

- deutet Henri Bergson Materie als Vibrationen. In McLuhan / Powers (The Global Village) Nathaniel Hawthorne zitiert, der seinerzeit bereits als "Tatsache" formulierte, "daß unter dem Einfluß der Elektrizität die Welt der Materie zu einem groben Nerv wurde, welcher über tausende von Meilen in einem atemlosen Punkt der Zeit vibriert"; von Michael Green und John Schwarz formulierte Stringtheorie geht nicht mehr vom punktförmigen Elementarteilchen aus, sondern verfolgt ein sonisches Modell: "Energiefäden, die ähnlich wie Cellosaiten schwingen. Man spricht auch von kosmischen Bändern, die als Fäden und Schleifen vibrieren[55] und sich je nach Schwingungsmuster u. a. als Elektronen manifestieren

- worin ein unhistorisches Zeitverhältnis - wenn nicht gar eine Alternative zur Zeit selbst - formuliert wird. Der sonizistischen Epistemologie zufolge ist Zeit im Schwingungszustand / Frequenzbegriff selbst aufgehoben; nahezu energieverlustfreies Modell der Resonanz; Frequenz als Mathematisierung der sonischen (Schwingungs-)Zeit; gegenseitgie Kehrwerte von Symbol (Zahl) und Signal (Saitenschwingung)

---

55 Falko Blask / Ariane Windhorst, Zeitmaschinen. Mythos und Technologie eines Menschheitstraums, München (Atmosphären Verlag) 2005, 33

Tonbandaufnahmen und -maschinen

- Bertelsmann-Lexikon des 20. Jahrhunderts *Unser Jahrhundert in Wort, Bild und Ton*, in Kombination mit "Phono-Box" ausgeliefert; damit im Buch Plastik-Schallfolien abgetastet

- CD *Zeitzeugnisse*. Dem medienarchäologischen Gehör sind solche Musikaufnahmen, an denen die Magnettontechnik selbst noch apparativ hörbar ist, lieber als eine rauschfreie HiFi-Aufnahmen der gleichen Musik; das ästhetische Surplus, die spezielle Brechung, wie Rundfunk aktueller Programme aus antiquarischen Röhrenradios, oder Fernsehen mit Uralt-Apparaten

- "Smaragd"-Tonband; "open reel": Spulen sichtbar / anschaulich

- früheste Sprachaufnahmen aus dem Labor der AEG

- "Wire Recorder" der Marke Webster (Chicago, Bauserie seit 1948, Model 80-1)

- elektromagnetische Signalträger, in ihrem Doppelwesen als Materie und als Latenz. Im Medienarchäologischen Fundus warten Uralt-Magnet(draht)spulen darauf, in ihrem akustischen Gedächtnis wieder zum Erklingen gebracht zu werden

- Diplomarbeit Schüller; *Zeitschichten* (zweite, aktuelle Ausgabe); S. 65 f. eine von Kuper verfasste Inhaltsbeschreibung der Schüller-Diplomarbeit; auf der Diplomarbeit fußende Publikation: Erwin Meyer und Eduard Schüller, Magnetische Schallaufzeichnung auf Stahlbänder, in: Zeitschrift für technische Physik, 13. Jahrg. Nr. 12 (1932), 593

Magnet-Tonband (Magnetophon)

- 1895 Guglielmo Marconi sendet / empfängt drahtlose Signale; Alexander S. Popoff 1894 Gewittermelder; Marconi entwickelt 1902 endlos-Magnetdrahtschleife als Detektor drahtlos gesandter hochfrequenter Telegraphiesignale (Marconi-Magnetdetektor; Bruch, in: Funkschau 26/1982, 68): magnetisierter Draht als Zwischen(-)speicher und Übertragung / 1893 Valdemar Poulsons Magnetdrahtaufzeichnung

- diskursiv darauf eingestimmt / nicht-diskursive Kontingenz: kommen latent bereits vorliegende physikalisch-mathematische Verhältnisse als Artikulation zum menschlichen Vernehmen: bewußte technische Her-Stellung (un-natürliche, mithin: kultur-technische Experimentalanordnung)

- 1888: Hertz - bzw. sein Detektor - (er-)findet / erzeugt Radiowellen; zeitgleich Oberlin Smith's Beschreibung eines magnetischen Schallaufzeichnungsverfahrens (technische Prozedur)

- Elektromagnetische Speicher gerade keine Fortschreibung der Phonographie;

eröffnen eher *ge*funden als *er*funden ein neues medienepistemologisches "Feld". 1888 veröffentlicht Maschinenbauer Oberlin Smith in *The Electrical World* Aufsatz "Über einige mögliche Formen des Phonographen" noch als Fort*schreibung* von Edisons mechanischem Schallaufzeichnungsverfahren: "Ein Elektromagnet soll einen magnetisierbaren Tonträger, z. B. einen Seidenfaden mit eingewebten Stahldrahtstücken, im Rhythmus der von einer Membrane aufgefangenene und in elektrische Ströme umgewandelten Schallwellen magnetisieren. Bei der Wiedergabe sollen dann umgekehrt die magnetischen Impulse elektrische Ströme erzeugen und diese wiederum eine Lautsprechermembrane in Schwingungen versetzen."[56]

- Tonträger in Valedmar Poulsons *Telegraphon* von 1898 zunächst zehn Meter langer, schraubenförmig auf einem Messingzylinder aufgewundener Klaviersaitendraht in unerwarteter Funktion, der an einem elektromagnetischen Tonkopf vorbeigeführt und dabei im Rhythmus der akustischen Schallschwingungen magnetisiert wird. Basis dieser Operation ist Wechselspannung. Der Stahldraht "behält einen remanenten Magnetismus zurück, der es ermöglicht durch Abtastung mit dem gleichen Magneten die Aufzeichnungen wieder wahrnehmbar zu machen"[57]; an die Stelle von Festwertspeichern tritt damit die latente Zwischenspeicherung. Poulsons Patent lautet entsprechend *Verfahren zum Empfangen und zeitweisen Aufspeichern von Nachrichten, Signalen oder dergleichen*[58] - einer Delta-*t* Zustand des Signalspeichers

- Meldung im Freitaler Tageblatt (5./6. September 1931) über Fritz Pfläumers "Lautschriftband"; Ersttonband 1942; Pfleumers mit Eisenpulverschichte versehenes Papierband, 1928 patentiert, rückt ahnungslos in die Nähe jenes unendlichen Bandes, das Alan M. Turing 1936 für seine theoretische Rechenmaschine beschreibt; das Endlosband: für Entwurf der Turing-Maschine theoretische Argumentation "wesentlich, daß der Speicher unendlich sein sollte. Es kann leicht gezeigt werden, daß die Maschinen andernfalls nur periodische Operationen ausführen kann. <...> Der Speicher rmuß nicht unendlich, aber zweifellos sehr groß sein" = Alan M. Turing, The State of the Art, in: Alan Turing, Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 183-208 (186) - womit das elektromagnetische Tonband an die Stelle des Schreibmaschnen-Endlosbandes treten kann

- zunächst keine unmittelbare Nutzung des Magnetbands zur Datenspeicherung in Rechenmaschinen; audiovisueller Sinn lenkt den "Ton"träger von der rechnenden Vernunft ab. Pfleumers Patent an AEG verkauft; parallel dazu dort die Weiterentwicklung des Tonbandgerät durch Eduard Schüller: entwickelt 1933 den "Magnetisierungskopf für Längsmagnetisierung von

---

56 Zitiert nach: Friedrich Naumann, Vom Akakus zum Internet. Die Geschichte der Informatik, Darmstadt (Primus) 2001, 127
57 K. A. Mittelstrass, Magnetbänder und Magnetfilme. Grundlagen und Anwendungen, Berlin (VEB Verlag Technik) 1965, 7
58 Zitiert nach: Friedrich Naumann, Vom Akakus zum Internet. Die Geschichte der Informatik, Darmstadt (Primus) 2001, 128

Magnetogrammträgern" (Ringkopf); 1935 das letztendliche Tonbandgerät *Magnetophon* auf der Großen Deutschen Funkausstellung in Berlin zur Aufführung

EMK / Induktion

- durch Induktion (Vorbeiführung eines magnetischen Feldes in feldlinienschneidener Schräglage) im Leiter eine Induktionsspannung, eine elektromotorische Kraft (EMK), erzeugt

- Elektromagnetismus zwischen Speicher- und Übertragungstechnik; Magnetophon: aufgespeicherte elektromagnetische Energie (ein jeweiliger Zustand), der durch Abspielen re/aktiviert (gelöscht / neu beschrieben) wird, *refresh*. Andererseits Radio: auch elektromagnetische Wellen, die hier aber der freien Übertragung dienen; beide Existenzweise sind nicht grundsätzlich verschieden, sondern lediglich Akzentverschiebungen des elektromagnetischen Feldes; spielt in beiden Fällen dynamisch zwischen"gespeicherte" Energie entscheidende Rolle

Magnetband Video

- Verfahren elektronischer Fernsehbildübertragung als "Klang der Einzeilen-Abtastung" (Bill Viola) ist die Konsequenz angelegt, Ton- zu Bildaufzeichnung zu erweitern. Otto von Bronk macht kurz nach 1900 den Vorschlag, Poulsens Verfahren dafür zu verwenden, ein auf einer Vielzellentafel erscheinendes elektronisches Bild auf "telegraphonischem" Weg zu speichern und "die Bilder zu einer beliebigen Zeit zu übertragen oder zu reproduzieren"[59] - Videorecoreding *avant la lettre*, und eine elektronische Alternative zu John Logie Bairds elektro-mechanischem Fernsehbildspeicherverfahren *Phonovision*. Elektronische Ereignisse, vormals flüchtig im zeitkritischsten Sinne, damit weitgehend invariant gegenüber der emphatischen Zeit, genuin *ahistorisch* verfügbar

- nach WKII Fernsehbildaufzeichnung (Video) auf Basis Schrägaufzeichnungsverfahren mit rotierendem Magnetkopf; Farb-Bildaufzeichnungsgerät BK 3000 Color Grundig (Fürth) 1976; erstmals TV-Aufzeichnung zu vorwählbarer Zeit

Magnetbandspeicher Computer

- Magnetband in 60er Jahren Symbol für Computer, 80er Monitor

- 8 Zoll-Diskette, 128 Byte, IBM, ab 1971; Kunststoff, magnetisierbare Speichereinheit; später 5,25 Zoll, ab 1981 3,5 Zoll; Abtastung steht dem

---

59 Hier zitiert nach: Siegfried Zielinski, Zur Geschichte des Videorecorders, Berlin 1986, 57

Plattenspieler wieder näher denn dem Magnettonband, kann aber (als Plattenarm) springen; Wechsel-Plattenspeicher IBM 1311

- zyklische(s) Magnettrommel/band zur Speicherung von Zwischenergebnissen: 1943 G. Dirks, 1944 Prosper Eckert, 1946 A. D. Booth. Gedanke eines magnetischen Zahlspeicherns Tauschek 1932

- Raymond Scott, Audio-Werbeclip für IBM MT/ST "The Paperwork Explosion" (1967) - erste IBM-Schreibmaschine mit Magnetband als Speichermedium

- Einsatz 1950 Datenspeicherung MARK III und Ferranti-PEGASUS

- Problem der ersten Magnetspeicher: bei Abruf ein Gedächtnis*bit* gelöscht. "Der Begriff der gesammelten Energie tritt in den Hintergrund, der eines fixierbaren und reproduktionsfähigen Vorganges in den Vordergrund"[60] - Kybernetik, Organisationswissenschaft statt Energie / Mechanik; nicht jenseits des Webstuhls von Jaquard: "Speicher in diesem Sinne sind nun tatsächlich die Schallplatte, der Tonfilmstreifen, ferner noch der magnetisierte Draht bei einem neuen Tonaufzeichnungsverfahren und die Notenrolle des mechanischen Klaviers. <...> In der Notenrolle haben wir bereits als Element der Speicherung die Lochung eines Papierstreifens. Dasselbe gilt für die Speicherung von Morsezeichen in Lochstreifen bei der Maschinentelegraphie" = ebd.

- "vulgäre Zeit" (Heidegger) als Verfügbarkeit von Zeitmomenten

Magnetophon / NS

- musikethnologische oder (alt-)philologische Forschung mit Hilfe des Magnetophons / Wire Recorder (Parry / Lord); zeitgleich die Kopplung Rundfunk und Magnetophon (beide technisch ja verwandt - einmal AM als Sendung, einmal als Speicherung bzw. Vormagnetisierung) im NS-Regime. Spezieller Einsatz des Magnetophons zu internen Dokumentationszwecken nicht-öffentlicher Reden - Aufnahmen, die erst nach 1945 zugänglich wurden "und `Geist´ und Charakter deds Regimes sehr viel eindringliche rveranschaulichen, als die ein gedruckter Text je könnte" <Booklet zu CD *Dokumentation Obersalzberg. Tondokumente. Täter-Gegner-Opfer*, hg. v. Albert A. Feiner / Volker Dahm (Veröffentlichungen des Instituts für Zeitgeschichte zur Dokumentation Obersalzberg), München / Berlin (Institut für Zeitgeschichte) 2003; Tonaufnahmen aus der Phonotthek des Deutschen Rundfunkarchivs Frankfurt/M. u. Potsdam-Babelsberg>. Eine mediale, in diesem Sinne "geisterhafte" Qualität: der Ton des NS wird auf Frequenzebene (eine medienarchäologische Ebene des Gedächtnisses an das Regime und zugleich des Regimes - denn es gab dies selbst in Auftrag) aufgehoben, zugänglich, exklusiv, jenseits der Kulturtechnik Schrift/Text.

---

60 Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft, Berlin 1935, Kapitel ”Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens”, 83ff

- "Weihnachtsringsendung des Großdeutschen Rundfunks von allen Fronten" am 24. Dezember 1942 (Nr. 17 auf CD 2003). Die einzelnen Einspielungen wurden zuvor auf Tonband aufgenommen und dann zusammengeschnitten - also keine "Livesendung". Überliefert sind nur die auf der CD tatsächlich wiedergegebenen 4'45 (von urspr. ca. 30 Minuten Sendung).

- http://history.acusd.edu/gen/recording/tapes.html; auf dieser WebSeite u. a. "earliest magnetic recording of Emperor Franz Josef of Austria at the 1900 Paris Exposition, recorded by Valdemar Poulsen on his wire Telegraphone, from Robert Angus, "History of Magnetic Recording,"Audio, August, 1984, Eva-Tone Soundsheet record; ferner: "Charles Apgar used an Edison cylinder phonograph in 1915 to record this Morse code message from the German transmitter at Sayville, Long Island (this rare sample provided by the Antique Wireless Association of Holcomb, N.Y.), from Robert Angus, "History of Magnetic Recording,"Audio, August, 1984, Eva-Tone Soundsheet record"; ebenso "Mozart's Symphony No. 39 recorded by BASF Nov. 19, 1936, during Thomas Beecham's concert in Ludwigshafen, from Robert Angus, "History of Magnetic Recording,"Audio, August, 1984, Eva-Tone Soundsheet record"

Restaurierung Magnetband

- Probleme der Konservierung und Restaurierung von Aufzeichnungen auf Magnetband, Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 13. - 15. November 2006, FB 5 Gestaltung, Studiengang Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik, Schwerpunkt Audiovisuelles und Fotografisches Kulturgut; Workshop im Rahmen des Projekts TAPE (Training for Audiovisual Preservation in Europe) in Zusammenarbeit mit ECPA (European Commission on Preservation and Access)

- Andreas Weisser, Restaumedia, Freiburg; Beitrag "Ethik in der klassischen Restaurierung: Wie sind die dort entwickelten Standards in die audiovisuelle Welt übertragbar?"

- materielle Zeugnisse der Magnetbandepoche aus den letzten fünfzig bis sechzig Jahren; Zerfallserscheinungen; Technologiewandel vermag diese Trägermaterialien in ihrer Substanz nicht mehr einzuspielen; Signalerhaltung durch Digitalisierung als "die einzige Lösung für die
Erhaltung der aufgezeichneten Information"= *abstract* Nadja Wallaszkovits, i. U. zu Wiedergabe analogem, unmodifizierten Transfer

HF-Vormagnetisierung

- mit Gleichstrom-Vormagnetisierung um 1900 bei Poulsen und bis 1941 auch beim Magnetophon, bei den Tonschreibern bis 1945 - Aufnahmen mit akzeptabler Qualität möglich

- Hystereseschleife / HF-Vormagnetisierung verbessert Signal-Rausch-Abstand

- Radioeffekt: erst Umorientierung von der Gleichstrommagnetisierung zur hochfrequenten Vormagnetisierung der Bänder befreit Aufnahme und Wiedergabe vom Rauschen, so "daß sie von der Direktübertagung nicht mehr unterschieden werden kann" = Laszlo von Szalay, Moderne Technik. Elektrotechnik, Berlin (Safari) 1954, 523

- Durchbruch 1939/40; technisch entscheidende Verbesserung durch Walter Weber im Labor (Leitung: von Braunmühl) bei der RRG Berlin: Löschung und Vormagnetisierung mit Hochfrequenz anstelle mit Gleichstrom (wie bisher). HF-Vormagnetisierung: Gleichrichtung der ansonsten stochastisich verstreuten elektromagnetischen partikle auf Band. Damit das Prinzip der Radio-Übertragung (HF-Trägerfrequenz) in die Speichertechnologie verrückt. Die epistemologische Struktur der "zufälligen" (Er-)Findung: Bei Experimenten mit Verstärkern wurden diese zum Sender. Nur *historisch* definierte Anordnungen zwischen Menschen und Artefakten lassen die (physikalisch-potentiell un/endlich vielen) Varianten techno-logischer Verhältnisse (d. h. kulturell angeeignete Naturgesetze) kontingent zur *menschenseitigen* Evidenz kommen. Entsprechend gestimmtes menschenseitiges Wissenwollen, zeitbestimmt durch den historischen Moment läßt hier technische Verhältnisse epistemogen / zum Ko-Agenten werden

- technischer Verdienst beider Physiker, "daß sie die bei ihren Experimenten zur Verbesserung der Dynamik aufgetretenen Schwingungen und deren Folgen (Erhöhung der Dynamik und des Frequenzbereiches) erkannten sowie richtig interpretierten und diese nicht einfach als Fehler behoben. Sie meldeten diesen `Fehler´ sogar zum Patent an (DRP 743411, 1940), die AEG kauftet dieses sofort." Der Öffentlichkeit am 10. Juni 1941 im Ufa-Palast (Bahnhof Zoo) vorgeführt; 60-70 dB Dynamik im Frequenbereich von 50-10.000 Hz = HiFi-Werte; Qualitätsverbesserung "so frappierend, daß sie auch beim rADiohören auffiel: englische und amerikansiche Abhörspezialisten berichteten nach 1945, daß ihnen als erstes auffiel, daß deutsche Sender slebst in ihren Nachrprogrammen scheinbar `live´ sendeten, weil die sonst üblichen Ne/bengeräusche fehlten"

- Engel: Wirkungsweise der Hochfrequenz-Vormagnetisierung nicht allgemeingültig erklärbar; zu viele Parameter kommen hier ins Spiel: teils diametral entgegengesetzte Eigenschaften der Magnetmaterialien in Magnetköpfen und Bändern; zeitlich und örtlich veränderliche Felder vor dem Aufnahmekopf-Spalt, die statistische Verteilung der Koerzitivfeldstärke der einzelnen Magnetpigment-Teilchen

- Engel: Friedrich Krones verglich die Aufzeichnung auf Magnetband gern mit einem Aufzug: die eigentliche Arbeit macht der Motor (das ist der HF-Strom), die exakte Aufzeichnung der Niederfrequenz-Signale entspricht der Aufzug-Steuerung, die also dafür sorgt, dass die Kabine zentimetergenau im gewünschten Stockwerk zum Stehen kommt; gewisser Unterschied zwischen dem "Träger" z.B. einer Rundfunksendung und dem hochfrequenten Vormagnetisierungsstrom bei der magnetischen Aufzeichnung;

medientheoretische Differenz zwischen übertragungs- und speicherorientierten Medien, die gelegentlich konvergieren

- Hysterese: Magnetisierbarkeit ferromagnetischer Substanzen von ihrem Vorzustand abhängig"; analoge Markovwahrscheinlichkeit. "Daher wird das Band vor der Aufnahme zunächst gelöscht", d. h. weniger metaphorisch: "entmagnetisiert". Zur Magnetisierung der Partikel in der Schicht muß die Feldstärke einen Schwellenwert (Koerzitivfeldstärke) überschreiten; zu diesem Behufe wird durch den Aufnahmekopf (Sprechkopf) neben dem eigentlichen Audiosignal (Sprechstrom) ein hochfrequenter Wechselstrom – "die sogenannte Vormagnetisierung (engl. Bias)" – geschickt = https://de.wikipedia.org/wiki/Tonband#Vormagnetisierung (Abruf 24. April 2017); wird *The Bias of Communication* (Innis) damit ganz und gar elektronisch (nicht allein als Regierungstechnik) konkret

- H. J. v. Braunmühl / W. Weber, Verfahren zur magnetischen Schallaufzeichnung, DRP 743 411 v. 28. Juli 1940

- Heinz Thiele, Kein Zufall. Entwickelung der Hf-Vormagnetisierung, in: Funkschau 16/1982, 45 f.; *online* reproduziert auf der Homepage Ulrich Theimann http://www.theimann.com/Analog/History/Vormag

Krapp´s Last Tape (Beckett)

- "Beckett on Film"; Adaption von *Krapp* komplett auf youtube: http://www.youtube.com/watch?v=omcZT8k-km8 (Teil 1)

- liest sich der Titel des Einakters nach der medienarchäologischen Phasenverschiebung im 21. Jh. anders: Mit dem Verschwinden der Spulen-Tonbandtechnik (Magnetbänder auch im Computer, selbst Fest*platte*) zugunsten massiver Festwert-Halbleiterspeicher (RAM, ROM) wird der Protoganist, das Tonband, selbst zum medienarchäologischen Fossil, doppelt kodiert als "last tape".

- für das Tonband mit seiner Akustik in elektromagnetischer Latenz gilt, "daß man hierbei die Tonstellen, die ja mit dem Auge leider nicht wahrnehmbar sind, nicht schnell genug erkennen und genügend genau kennzeichnen kann" = H. Gunka / W. Lippert, Einrichtung zum Auffinden von Tonstellen auf dem Magnetophonband, in: Funk und Ton Nr. 3/1948, 125-134 (126)

- gegen letzt-endliche Regieanweisung Becketts für *Krapp's last tape* "tape runs on in silence" hat Tonbandtechnik die automatische Bandabschaltung entwickelt: ein Stück Eisenband, das einen Impuls induziert, der zur Selbstabschaltung des Geräts führt, auf daß nicht die Spule sich mit dem losgerissenen Magnetbandende endlos weiterdreht

- Zeit = "tape running between two spools": Barker 2012; 59 f., unter Bezug auf: Henri Bergson, The Creative Mind, N. Y. 1934/1992, 164. Siehe auch Alfred

North Whitehead, *Process and Reality*

- "Anrufbeantworter" / *voice mail*

- Speicher halten Zeit auf, katechontisch (die "Unwahrscheinlichkeit der Kommunikation" gemäß Shannon / Luhmann, hier ins Zeitliche gewendet, negentropisch mit Flusser). Das genau ist Krapp's Intention

- Krapp im Stück ist Schriftsteller. Mit seiner Tonbandstimme (im Unterschied zum Tagebuch) geschieht die Aufhebung der schriftlichen "Charaktere" (buchstäblich!) im phonographischen Realen (Signalwelten)

- Krapps genüßliches Wort "Spuuule": Erinnerungsschleife korreliert mit dem technischen Artefakt (Tonbandspule). Bandgedächtnis erlaubt Vor- und Zurückspulen, zeitreversibel (widernatürlich). Das Medium in seiner technischen Formation wird hier zur (Zeit-)Botschaft. Becketts Einakter würde mit einem Mp3-Player so nicht mehr funktionieren: non-lineares Springen zu Stellen im digitalen Raum ungleich Schleifen-Struktur des Tonbandes.

- 1958 Samuel Becketts Einakter *Krapp's Last Tape*; alternder Protagonist immer schon zu spät gegenüber dem Gedächtnis seines Tonbandgeräts; Kopplung Mensch-Maschine bildet Mikrogesellschaft i. S. Latours: Konfrontation / Konfiguration zwischen Mensch und *nonhuman agency*

- Externalisierung von individueller Erinnerung in technisches Gedächtnis als realem und symbolischem Signalspeicher vs. imaginärem (Proustsche Erinnerung); Begriffsverwendung nach Kittler / Lacan; medienontologische Frage nach geschiedenen Zeitwe(i)sen von Speicher, Gedächtnis und Erinnerung

- Becketts *Krapp's Last Tape* genuines Medientheater

- Auslagerung von Sprache nicht mehr symbolischen Kode (Platons Schriftkritik), sondern als Signal in externe phono"graphische" Speicher führt (dann doch Platon's Kritik) zum Verlust von Erinnerung

- Form des Speichers (hier: Magnettonband) unterscheidet sich buchstäblich dramatisch (dies die eigentliche *message* von Becketts Einakter) von Neuroprozessen des menschlichen Gedächtnisses; Krapp verstrickt sich in den (material bedingten) *loops* (Spulen) seines Phono-Tagebuchs; Differenz zum alphabetischen Tagebuch (Goethe)

- Bergson: Mitaktualisierung von Erinnerungen resultiert aus gegenwärtiger Wahrnehmung

- treffen in Krapps Fall Erinnerungen aus seinem Leben, die durch die Stimme vom Band ins Bewußtsein geholt werden wollen, auf eine Tätigkeit, die ausschließlich mit dem materiellen Tonband beschäftigt ist - "present-at hand" (Heidegger); vgl. Turing: Manipulation des un/endlichen Bandes (*tape*), lesen /

schreiben

- Differenz zwischen durch humane Erinnerung hervorgerufene Empfindung und den gegenwärtigen maschinellen Bewegungen; resultiert elektrotechnisch induzierter "Riß" in der Gegenwart (Trauma / *schizo-*)

- wird it der Tonbandaufnahme "latente" Erinnerung (Freud) der (Im-)Materialität des Magnetismus anvertraut; Henri Bergson, Materie und Gedächtnis. Eine Abhandlung über die Beziehung zwischen Körper und Geist, Hamburg (Meiner) 1991

- gerät Edmund Husserls *Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins* am Musikgerät außer sich: nicht mehr exklusiv kognitive Zeitoperation, sondern Pro- und Retention wird technisch operativ in der Rück- und Vorspultaste des Magnetophons

- Wechselstrombeziehungen zwischen Literatur und Telegraphie

- tritt anstelle der mechanischen Bahnung in der Phonographie mit dem Tonband magnetische Latenz. Physikalische Sprachsignale, also Funktionen der Zeit, werden hier induktiv in räumliche Speicherung auf Band transformiert. Erst die Bewegung dieses Speichers (das unterscheidet ihn vom klassischen Archivs) vermag dieser Lokalisation wieder Signale als Funktion der Zeit (und der Bandgeschwindigkeit) zu entlocken.[61] Der technologische Akt der Anamnese ist hier ein dynamischer, im Unterschied zur statischen Fixierung von Notizen in Krapps Inventar. Erinnerung spielt sich nicht in einer räumlichen Topik, sondern technozeitlichen Dynamik ab, näher am neuronalen Gedächtnisapparat des Menschen, als es je eine Kulturtechnik der Schrift vermochte.

- war der Fernseher zur Verfassungszeit des Einakters in Privatstuben noch nicht ubiquitär. Hätte Beckett Jahrzehnte später, in der Epoche früher Videoheimrecorder, das Stück (wie in einer Neuinszenierung in der Schinkel-Kirche von Schloß Neuhardenberg[62]) mit Videocassetten statt Tonbandspulen inszeniert; medienarchäologische List der Geschichte aber liegt darin, daß die Videoaufzeichnung technisch selbst eine Ausgeburt der Tonbandtechnik ist. Und in der medienwissenden Erdung einer von Jacques Lacan entwickelten Begriffs-Trias gehört die phonographische Aufzeichnung der Stimme dem indexikalisch Realen, die schriftliche Aufzeichnung im Inventar dem Symbolischen und die bildhafte Projektion dem Imaginären an - so die zentrale These von Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986. Die Ordnung des Archivs, die von technischen Medien induzierte Temporalität der Signale und der Schauplatz der Imagination gehören strikt verschiedenen (Zeit-)Regimen an

- "historische" Zeit ein Hybrid aus entropischer und symbolischer Zeit, die im

---

61 Siehe Horst Völz, Handbuch der Speicherung von Information, Bd. 3, Aachen (Shaker) 2007

62 Eine Produktion der Stiftung Schloss Neuhardenberg (Premiere 1. Juni 2007), mit Josef Bierbichler, unter der Regie von B. K. Tragelehn

archivischen Register am Werk ist, mit dem Krapp seine Tonbandspulen alphanumerisch - als Mischung aus Datierung und Kommentar - verwaltet und wiederfindet. Genuin medieninduzierte Zeit hingegen ist eine Kopplung aus entropischer und technisch realer Zeit für die Epoche analoger AV-Medien; so kann Krapp von Band seinem *alter ego* ganz entsprechend Jacques Lacans Diangose des frühkindlichen "Spiegelstadiums", nur unter umgekehrten Zeit- und synästhetischen Vorzeichen, lauschen.

Bandecho

- Tonbandstimme nicht länger Ausdruck von Innerlichkeit (Hegel); Konzertsaalstimme. Stockhausens *Gesang der Jünglinge* technisch avanciert bearbeitet, aber als traditionelle Konzertsaalstimme aufgenommen. Resonanz zwischen bestimmter Tonband- und Stimmtechnik; "Laute" = Artikulation, nicht Stimme

- Intervall zwischen Aufnahme und Wiedergabe mit Tonband schrumpft immer weiter zusammen (vom Speicher- zum Übertragungsmedium); zeitkritische Ebene darüber: Zeitzonen-Problem in Radiotechnik USA

- Band-, nicht Schallgeschwindigkeit. Schon im Moment der Aufnahme greift Tonband in die Stimme ein; Tonband macht Zeitlichkeit im Millisekundenbereich medientechnisch verfügbar; ebenso im Computer: Zuse 22 Magnettrommelspeicher

- Haas-Effekt erst durch Tonband handhabbar: Echo wird (von Menschenohren) an Stelle der Klangquelle geortet; Göttingen: auch Billing, Entwicklung Magnettrommelspeicher. Haas-Effekt: Tonband als "buchhalterlisches" Präzisionsmeßgerät (Deutschland, Göttingen) versus slapback-Echo (USA Memphis, Tennessee) als Feedback (Zeitfenster muß nicht präzise sein)

- Echo / Delay / Hall / Reverb / *slab back*: räumlicher Klang bei Liveauftritten in Hallen resultiert bei Gitarristen im Wunsch nach einem transportablem Hall bzw. Echo; röhrengetriebenes Bandecho, Hallspirale, Delay (analog, digital); zunächst in Studios Hall- und Echoräume (leerer Raum mit stark reflektierenden Wänden; an einem Ende ein Lautsprecher, am anderen Ende ein Mikrofon), um Delays aufzunehmen

Das Magnettonband quer zu den Mediengattungen

- TWENTIETH-CENTURY MUSIC, Special Issue: "TAPE", Vol. 14, No. 1, February 2017. Edited by Peter McMurray and Andrea F. Bohlman, einleitend: "Tape: Or, Rewinding the Phonographic Regime. "Editorial" Bohlmann / McMurray: *tape* nicht nur als Spezialgattung der Mediengeschichte thematisiert, auch als "non-human agency" einer anderen, nicht-historisierenden Zeit, als technologische Zeitfigur; das Spiel mit dem Begriff des "rewind" eine geschichtsphilosophische Herausforderung, im Sinne der Entdeckung einer *anderen* Zeitlichkeit

technischer Medien (die sich der Suprematie des historiographischen Diskurses teilweise entzieht, "escaping history"); Akzent auf medienepistemologischem Bruch (im Sinne von Bachelard und Foucault), der sich zwischen phonographischer Inskription und magnetischer Latenz des Tonbands ereignet; Magnetband wird nicht einer diskursiven Medienkulturanalyse unterworfen, sondern techniknah ("bandnah") analysiert, von dort induktiv medienkulturelle Thesen abgeleitet

- frühe Installation von Peter Weibel *ichmasse*, auf einer Tonbandschleife basierend und das Wort "Ich" repetierend. Kuratoren am ZKM in Karlsruhe haben darauf insistiert, daß solch ein frühes Medienkunstwerk auf Originalmaterie präsentiert werden muß, und nicht etwa als digitalisierte Audio-Datei; konzentrieren sich die Kunstmuseen auf Video-tapes und vernachlässigen die Audiokunst - komplementär dazu, wie Themenheft der TCM umgekehrt die Video-Seite weitgehend ausblendet. Aus medienarchäologischer Sicht: Magnetband neutral gegenüber der kulturellen Frage, ob es auditiv, visuell oder zur Datenaufzeichnung verwendet wird - weshalb das Magnetband im Medienarchäologischen Fundus "quer" zu allen Mediengattungen plaziert ist.

- *affordance* von Magnettonbandstechnologie die Unabhängigkeit; Trennung respektive Indifferenz zwischen Träger und Signal; offen für alle möglichen, auch unmusikalischen und unsprachlichen Arten von Schallsignalen (Argument Peter McMurray, April 2017)

Magnetbänder als Agenten und als Gedächtnis der Darmstädter *Ferienkurse*

- Internationales Musikinstitut Darmstadt (IMD) hat alte Tonbänder bearbeitet, um sie vor dem Verfall zu retten, in Zusammenarbeit mit Deutschem Rundfunkarchiv Frankfurt und Potsdam etwa 4000 Mitschnitte aus den Jahren 1948 bis 1978 enthaltenden Magnetbänder jetzt zur "Langzeitsicherung des Schallarchivs" digitalisiert; überwiegend Konzerte und Vorträge der "Internationalen Ferienkurse für Neue Musik" speichernden Bänder "so marode gewesen, daß man sie kaum mehr habe abspielen können. Nach der technischen Bearbeitung konnten die Aufnahmen jedoch wieder der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden", *open access* also nicht rein medienpolitisch, sondern konkret medienarchäologische Herausforderung. "Ferienkurse" seit 1948 in Darmstadt veranstaltet; u. a. Redebeiträge von Adorno und Stockhausen "wiederaufbereitet" und (gesampelt) in Datenbank eingespeist, "deren Nutzer per Computer auf die gespeicherten Informationen zugreifen können" = Musikinstitut rettet alte Tonbänder, Meldung in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 19.12.2000, Nr. 295, 67; Vervielfältigungs- und
Nutzungsrechte mancher Konzerte noch ungeklärt, vorerst nur in den Institutsräumen recherchieren vor Ort = Archivnutzung i. U. zur *online*-Bibliothek. IMD-Direktor Solf Schäfer: geplant, Daten über das Internet zugänglich machen

Tonband-Thesen

- "Die »Steinzeit« des Rundfunks mit krächzenden Wachsplatten zur Aufzeichnung und Wiedergabe ebensolcher Vorträge war kurz. In den 1930er Jahren wurde ein beschichteter Plastikstreifen zum dominierenden Speichermedium für Stimmen, Musik und Geräusche. Aber <...> mit Beginn des digitalen Zeitalters, verschwanden nach und nach Hunderttausende Kilometer Magnetband samt ungezählter Reportagen, Hörspiele, Features und Musikaufnahmen in den Archiven - viele auf Nimmerwiederhören. Ein Nachruf ist fällig. <...> Archivare und Technikerinnen, Toningenieure, Regisseure, prominente Autorinnen und Autoren aus dem östlichen und westlichen Nachkriegs-Deutschland steigen mit dem Autor in die Magazine akustischer Reichtümer - in das radiophone Gedächtnis der Welt" = Ankündigung Sendung *Das Radio als Welterzähler. Ein Nachruf auf die Magnetbandzeit* von Helmut Kopetzky, DLF/SR. SR 2 KulturRadio, 21.11.2009

- Medienarchäologie konkret: Materialität des Tonbands, Restmagnetismus. "Wenn man sich ein Tonband als eine Aneinanderreihung von winzigen Magneten vorstellt, wird klar, dass diese Magnete in der Spule des Hörkopfes Induktionen hervorrufen. Aber gleichzeitig verursachen die Magnetfelder auf dem Tonträger Magnetisierungen an den Bauteilen des Bandpfades wie Umlenkhebel oder den Köpfen selbst. Auch die Köpfe können durch sehr starke Induktionsspitzen (Schaltknacke o. ä.) magnetisch werden. Der Restmagnetismus an Bauteilen kann seinerseits wieder Gleichfeldremanenzen auf dem Tonträger hinterlassen. Dadurch werden die Aufnahmen auf dem Band natürlich angelöscht und dahingehend beschädigt, das ein störendes Rauschen entsteht."[63]

- Zeitachsenmanipulation (als Korrelat zur mechanischen Puppe); im ehemaligen Internationalen Artistenmuseum (Klosterfelde): Originaltonband ("Spezialanfertigung") für die Gegenkontrolle der weltweit einzigen Katja Nick, die Sprache vor- und rückwärts sprechen und singen kann (präsent durch ihr Kleid auf einer Schaufensterpuppe). Mimesis des Menschen an die Maschine (reverse Turing-Maschine)

- magnetophone *Verstimmung*: Magnettonband speichert menschliche Stimme anders, als sie dem Mensch im Gedächtnis sind; laufen dort nicht als Körperschall durch den Kehlkopf und Stimmapparat, sondern durch Mikrophon und Lautsprecher

- magnetische Remanenz: Kehrwert von Strom (als induzierter), gespeichert in magnetischer Remanenz; diese Remanenz korreliert physikalisch (technisch) mit der potentiellen Aktualität von Dokumenten im Archiv, ein dilatorischer Latenzzustand im Zeitkanal

Medienarchäologische Urszene des Magnettondrahts: die

63 http://www.rheinbergnetz.de/home/Tonbaender/Bandkopf_14.htm, Zugriff 28-4-08

elektromagnetisierte Spule

- 1888, zehn Jahre nach Thomas A. Edisons Erfindung des Phonographen, einerseits Weiterentwicklung zur Optimierung der Klangschrift durch Emile Berliners Grammophon; andererseits Eskalation oder vielmehr: medienepistemologischer Bruch zwischen mechanischer Schallaufzeichnung (Logik der Schrift) und elektromagnetischem Feld als "hoch"technischem Medium

- Urszene eine Experimentalanordnung: Oested entdeckt, daß durch ein unter Strom gesetzter Draht eine entfernte Magnetnadel (berührungslos) ablenkt. Das National Museum of Science and Technology in Denmark verfügt über die Kompassnadel, die H. C. Orsted den Elektromagnetismus 1820 anzeigt

- definiert Michael Faraday um 1830 die elektromagnetische Induktion: Die Bewegung eines Magneten bzw. die Dynamisierung eines magnetischen Feldes induziert Strom in einer drahtumwickelten Spule (das Prinzip des Dynamos). Nichts Anderes ist am Werk im Drahttongerät, der den Draht der Spule sozusagen entfesselt, abspult und dann abspielt - wenngleich nicht in seiner primären Funktion als Energiefluß, sondern als nicht-natürliches (im Unterschied zum Luftschalldruck) Vehikel musikalischer Modulation von Schwingungen. Aus Elektrizität wird Ton

- entdeckt Alvin Lucier diesen Effekt in 1970er Jahren neu, indem er eine magnetisierten Draht als lange Schlaufe in einem Raum entlang von Ringkernen laufen läßt. Was sich hier abspult, tut sich als Geräusch (respektive Klang) kund; Videofilm *Soundings* zur gleichnamigen Ausstellung des Neuberger Museums, 1981 (kuratiert von Suzanne Delehanty. Video und Künstlerinterviews: Kit Fitzgerald / John Sanbom)

- elektro-magnetisch *induktive* Prüfung der Festigkeit des Stahlseils bei Standseilbahnen (Beispiel Wurzeralm, unterhalb des Wurzerkampl, Spital am Pyrhn, Österreich), nach dem Prinzip Tondraht

Der Barkhausen-Effekt

- Defekt archaischer Tonbandtechnik gegenüber der (elektro-)mechanischen Schallplatte: die Magnetophone basieren auf Gleichstrom-Vormagnetisierung und -löschung, die in einem Grundgeräusch resultieren, das die Dynamik limitiert; nicht alle ferromagnetischen Partikeln wurden dabei völlig gleichmäßig (statistisch gleichverteilt) ummagnetisiert. "Da wurde plötzlich durch Zufall eine wesentliche Verbesserung entdeckt" <Sutaner 1954: 151>, und zwar als interner, röhrenbasierter (Oszillator-) Radio-Effekt im Versuchslabor der Reichsrundfunkgesellschaft: "Ein Rundfunkverstärker war durch einen Fehler ins Schwingen gekommen und gab eine sehr hohe Tonfrequenz ab. Er diente als Aufsprechverstärker für ein K4-Magnetophon, das auf / einmal mit wesentlich weniger Grundgeräusch arbeitete." Von Braunmühl und Weber untersuchten das Phänomen (denn ihre Wahrnehmung war auf dieses Problem *getunt*, also

buchstäblich "abgestimmt" - Wissensfortschritt durch Zufall muß immer auf einen Resonanzboden fallen, um nicht zu verpuffen) - in einer Fußnote hier definiert: "Phänomen (grch.) = seltene oder schwer erklärbare Naturerscheinung". Braumühl-Weber-Patent; beim Konstruieren von Verstärkern "passierte nun der sogenannte 'Zufall', daß der Verstärker plötzlich - sowas tun Verstärker manchmal - in Rückkopplungsschwingungen geriet, das heißt als Generator, als Sender wirkte, und dem Kopf des Magnetbandgerätes nun eine hohe Frequenz zuführte. Man merkte unverzüglich, daß das auf Band sonst immer vorhandene Störgeräusch bei der Wiedergabe nun verschwunden war"[64]; vgl. (nicht ganz, weil epistemologisch sensibilisiert) "Zufall" der Entdeckung der magnetischen Fernwirkung eines stromdurchschlossenen Leiters durch Oersted

- Hochfrequenz als Lösch- und Vormagnetisierungsspannung setzt das genannte Grundrauschen um ca. 30 db ab - ein Quantensprung in der Qualität: "Das bedeutet im Betrieb ein Spannungsverhältnis Pianissimo zu Fortissimo von 1:1000, was von keinem anderen bisher bekannten Schallaufzeichnungs- und Weidergabegerät jemals erreicht wurde" <Sutaner 1954: 152>; veranstaltete die AEG 1941 im Berliner Ufa-Palast am Zoo die Großeinspielung einer Aufnahme des vierten Satzes der 1. Symphonie von Brahms, gespielt von den Berliner Philharmonikern unter Wilhelm Furtwängler

- basiert Webster Wire Recorder auf Elektronenröhren selbst; entsprechend der Definition von Elektronik, welche erst mit der Steuerbarkeit von freiem Elektronenflug im Vakuum (also der Elektronenröhre) beginnt, nennt sich eine Variante des Webster Wire Recorder (der "18-X") ausdrücklich "Electronic Memory", nicht schlicht "elektrisches" Gedächtnis

- setzt Barkhausen selbst einen (in)direkten Bezug zum Drahtton: "Nicht recht erklärlich ist eine Erscheinung, die bei einem Streifen aus papierdünnem, ganz weichem Eisenblech auftrat. <...> Beim Drehen in ganz geringem Abstande war das Geräusch merkwürdigerweise ganz schwach <...>. Eine genauere Untersuchung wäre, auch im Hinblick auf die praktische Anwendung, beim Magnetdetektor von Marconi und beim Telegraphon von Poulsen erwünscht" = ebd., 402

- Anschluß an Telegraphie und Telephonie, der auch die Namensgeburg der Apparatur von Poulsen (Telegraphon, Telephonograph) erklärt, elektromagnetisch konkret: "Wenn bei einer gewöhnlichen Fernsprechschaltung in das Mikrophon gesprochen wird, so werden <...> durch die entstehenden Stromschwankungen in der sekundären Sule der Induktionsrolle Wechselströme induziert, die den Elektromagneten des Telephons beständig ummagnetisieren oder vorhandenen Magnetismus beständig verstärken und schwächen, so daß die davor befindliche Eisenplatte in schwingende Bewegung versetzt wird und analoge Schallwellen erzeugt. Bei dem Telegraphon ist das Telephon durhc einen kleienn elektromagneten ersetzt, zwischen dessen Polen ein Stahlband hindurchgezogen wird. Dieser wird quer zu seiner Längsrichtugn so magnetisiert, daß die Dichte unddie Richtung der Kraftlinien sich genau entsprechend dem Strome im Elektromagneten ändert. <...> Versuche haben

---

64 Zitiert nach: Bruch in Funkschau 25/1982, 60

gezeigt, daß es vorteilhafter ist, wenn man den Schreibelektromagneten nicht von Wechselstrom, sondern von pulsierendem Gleichstrom durchfließen läßt" = Alfred Holzt, Die Schule des Elektrotechnikers, Bd. 4, Leipzig (Schäfer) o.J., 643. Inwieweit kon- und divergieren hier das Wesen des Schalls (Schwingungen) und das des (Wechsel-)Stroms selbst, so daß also die Energie des Stroms selbst zum Träger des Schall- und Bildereignisses (im Falle von Fernsehen: 50 Halbbilder, analog zu 50 Hz des Wechselstroms) wird?

- infolge von Experimenten mit Elektroakustik zur Detektion feindlicher Schiffe an der Hafeneinfahrt von Kiel im Ersten Weltkrieg entdeckt Heinrich Barkhausen den später nach ihm benannten Effekt (der Wellen bis hin zum Nobelpreis für Physik, nämlich die Computerfestplatte Version Grünberg), daß Eisen beim Ummagnetisieren ein Geräusch gibt. "Bei ganz gleichmäßiger Änderung der magnetomotorischen Kraft klappen die Molekularmagnete sprungweise in ihre neue Lage und erzeugen dadurch in einer darüber geschobenen Spule unregelmäßige Induktionsstöße,die sich im Telephon als Geräusch erkenntlich machen."[65]

- vergleicht Barkhausen dieses akustische Phänomen mit anderen Formen akustischen Wissens, das sich mithilfe des Vakuumröhren-Verstärkers eröffnete, weil damit eine 10000fache Strom-, d. h. eine 100-millionenfache Leistungsverstärkung erzeugen läßt: "Dadurch können noch elektrische oder magnetische Wechselfelder wahrnehmbar gemacht werden, die sich sonst wegen ihrer Schwäche unserer Kenntnis vollkommen entziehen würden. Es ist für sie gewissermaßen ein Mikroskop erfunden worden" <Barkhausen 1919: 401> - eine elektronische Variante des Stethoskops. Auskultation nicht nur am Körper des (medizinischen) Patienten, sondern am elektrotechnischen Artefakt: "So hat W. Schottky kürzlich darauf hingewiesen, daß man bei großen Verstärkungen die Elektronen in den Verstärkerröhren selbst gewissermaßen fliegen hören kann, da der durch sie gebildete Strom gemäß der kinetischen Gastheorie spontane Schwankungen ausführt" = ebd., unter Rekurs auf: Scottky, in: Verh. d. D. Phys. Ges. 20, 71, 1919

Die originäre Alternative zum Phonographen (Oberlin Smith)

- magnetisierter Stahldraht, der an einem spitzen Elektromagneten vorbeigleitet und damit im Rhythmus der Sprach- und Musikschwingungen magnetisiert wird = Definition und Skizze in Rhein 1935: 201, nicht schlicht ein Phonograph mit anderen Mitteln. "Einmal magnetisiert, *behält* der Stahldraht diese Eigenschaft. So kann man ihn Jahre und Jahrzehnte aufbewahren und mitihm - genau wie mit einer Schallplatte - Musik und Sprache konservieren" <Rhein 1935: 201>. Technikgeschichten vernachlässigen die epistemologische Differenz, wie sie an der wesentlich anderen Gedächtnisform manifest wird, die im Falle von Elektromagnetismus Latenz (und Feld) bedeutet, während sie für den Phonographen materielle, lineare Einschreibung ist.

65Heinrich Barkhausen, Zwei mit Hilfe der neuen Verstärker entdeckte Erscheinungen, in: Physikalische Zeitschrift Bd. XX (1919), 401-403 (401)

- schaut klasissche Technikgeschichte zurück, wie auch Oberlin Smith gegenüber Edisons phonographischen Defekt selbst argumentierte: "Man kann nun solchen Draht beliebig oft spielen. Er nutzt sich nicht ab. Und auch das, was er als Konserve in sich trägt, bleibt ungeschwächt und unverändert. Sehr im Gegensatz zur Platte und zum Tonfilmstreifen" = Rhein 1935: 202

- kommt Entropie ins Spiel, und schon spaltet sich die Wahrnehmung in eine physiologisch relevante und eine semantisch-kulturell relevante: "Platte und Tonfilmstreifen werden schließlich wertlos. Sei es, weil sie abgenutzt, abgespielt sind, sei es, weil ihr Inhalt seinen Reiz verloren hat. Der Stahldraht 'veraltet' nicht. Wenn man den von ihm konservierten Schall-Inhalt nicht mehr braucht, dann kann man den Draht sofort für eine neue Aufnahme freimachen; man braucht ihn nur an einemgewöhnlichen Stahlmagneten vorbeizuziehen. Der löscht im Augenblick die alte Aufnahme.

- während sich Wachswalze abnutzt, ist das Erstaunliche an der magnetophonen Reproduktion des Klangereignisses, daß der remanente Magnetismus auch durch beliebige Wiederholung nicht geschwächt wird - geradezu negentropisch <siehe Holzt o. J.: 644>. Die Energie stammt hier vielmehr aus der Bewegung des Bands selbst

- geschieht fast zeitgleich ca. 1888 (und verlangt nach einer Darstellung, die ebenso den historischen Index berücksichtigt, der fast zeitgleich ähnliche Forschungen als Funktion von in der Luft liegenden Diskursen zeitigt, und ebenso die Invarianz der Elektrophysik, der sich nur bestimmte Effekte abtrotzen lassen, und die mit darüber entscheiden - nicht nur das Soziale (Jonathan Sterne) -, was realisierbar ist, welche Alternativen:

• Emile Berliner applies for a patent on the flat phonograph disc.
• Thomas Edison and William Dickson make a sound "motion picture" with a phonograph synchronized with a Kinetoscope.
• Heinrich Hertz detects and produces radio waves.
• Oberlin Smith describes a magnetic sound recording system; Abb. Skizze Oberlin Smith 1888, in: Hagen Pfau (Verf.) und Steffen Lieberwirth (Hg.), Mitteldeutscher Rundfunk, Altenburg 2000, Artikel: Das "HF-Magnetophon" - so gut wie live, 183

- befaßt sich Oberlin Smith bereits ein Jahr nach Edisons Erfindung des Phonographen, 1878, mit "einigen möglichen Verbeserungen" dieses Geräts durch prinzipielle Umschaltung vom mechanisch-physikalischen auf das elektromagnetische Paradigma. Und obgleich hier aus medienarchäologischer Sicht ein dramatischer Bruch zwischen mechanischer Gravur (Einschrift, *graphein*) und elektromagnetischem Feld stattfindet, hinkt der Diskurs mit seinen konservativen (Schrift-)Begriffen hinterher: So hat "die magnetische Schrift vor der gewöhnlichen Phonographenschrift die Vorteile, daß sie durch den Gebrauch, d. h. durch die Wiedergabe nicht schwächer wird, sich nicht verändert und so an Stelle des Abschleifens <= Edisonzylnder> es nur notwendig ist, ein Überfahren der magnetischen Schrift mit einem Magnet

auszuführen"[66]. Der elektronische Effekt ist mag(net)isch - um hier auf McLuhan (*Die magischen Kanäle*) anzuspielen

- Rede ist hier noch von "Schrift" - ganz so, wie Frankreich vom Magnetton als *écriture magnetique* weiß. Wie seit den Zeiten der Kulturtechnik Vokalalphabet steht hier "Schrift" für die Aufdauerstellung dessen, was das Flüchtigste an menschlicher Kultur war - artikulierter Schall (ob Sprache, ob homerischer Gesang). "Das Flüchtige des Telefongesprächs" werde durch Poulsens Telegraphon buchstäblich "aufgehoben".[67] Akzentuiert Levin, "daß es hier um die Mnemotechnik des (telefonischen) Schalls geht" <290>. War das Telephon noch genuin nach dem menschlichen Ohr modelliert (Philipp Reis, Alexander Graham Bell), wird es zum Zweck des Gedächtnisses wieder der Schrift (und damit, McLuhan zufolge, dem abendländischen Primat des Visuellen in Alphabetschrift und Typographie) unterworfen

- elektromagnetische Speicher zunächst eine Fortschreibung des Phonographen, eröffnen aber (eher gefunden als erfunden) ein neues medienepistemologisches Feld. 1888 veröffentlicht der Maschinenbauer Oberlin Smith in *The Electrical World* seinen Aufsatz "Über einige mögliche Formen des Phonographen" als Fortschreibung von Edisons mechanischem Schallaufzeichnungsverfahren: "Ein Elektromagnet soll einen magnetisierbaren Tonträger, z. B. einen Seidenfaden mit eingewebten Stahldrahtstücken, im Rhythmus der von einer Membrane aufgefangenene und in elektrische Ströme umgewandelten Schallwellen magnetisieren. Bei der Wiedergabe sollen dann umgekehrt die magnetischen Impulse elektrische Ströme erzeugen und diese wiederum eine Lautsprechermembrane in Schwingungen versetzen."[68]

- Oberlin Smith, description of magnetic recording, in: *Electrical World,* Sep. 8, 1888, based on his visit to Edison's lab in 1878, using an electromagnet with a string covered with iron filings. He may have built a working model but no device has survived = Internet, Suchbegriff "Magnetic Recording History"

Nachdem Thomas A. Edison 1878 den Phonographen mit Tiefenschrift und Emil Berliner 1887 die Schallplatte mit Seitenschrift erfunden haben, macht der Brite Oberlin Smith 1888 den Vorschlag, Telephoniesignale magnetisch aufzuzeichnen

- Originalskizze Oberlin Smith (1840-1926), in: *Electrcial World,* 8. September 1888: The spoken words are transformed by the telephone A into an electrical sound signal and are recorded in the form of magnetization patterns on the sound carrier C, passing through the recording head B. F = battery, E = take up reel, D = supply reel, J = reel brake"; dazu Heinz Ritter, 1988

---

66 xxx, Das Telegraphon in praktischer Ausführung, in: Phonographische Zeitschrift 4, Heft 4 (1903), 47; hier zitiert nach Levin 1999: 289
67xxx, Das Telegraphon in praktischer Ausführung, in: Phonographische Zeitschrift 4, Heft 4 (1903), 47; hier zitiert nach Levin 1999: 289
68 Zitiert nach: Friedrich Naumann, Vom Akakus zum Internet. Die Geschichte der Informatik, Darmstadt (Primus) 2001, 127

Magnetic Recording History (Poulsens *Telegraphon*)

- Patentschrift Poulsen: "Auf einem Brett ist ein Stahldraht (Klaviersaite) AB gespannt <...>. Der kleine Elektromagnet E kann auf dem Draht AB hingleiten und <...> umfaßt der eine Pol, P, desselben diesen Draht. <...> Es wird vorausgesetzt, daß AB magnetisch rein ist oder doch in solcher Weise magnetisiert, daß bei der Bewgeung von E auf dem Drahte AB in E keinerlei Ströme inducirt werden. E wird <...> mit einem Mikrophon nebst dazugehörender Batterie verbunden. Wenn nunmehr, während E mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 m auf AB hingleitet, in das Mikrophon hineingesprochen wird, werden die durch das Gespräch erzeugten Ströme in der von P ausgehenden magnetisierenden Kraft denen entsprechende <"analog"> Variationen hervorrufen und zwar so, daß die verschiedenen Teile / von AB mit verschiedenre Kraft megnetisirt werden. Nachher wird E anstatt mit der Sprechleitung mit einem Telephon verbunden und in ganz derselben Weise wie vorher auf dem Draht AB hingeführt; das Telephon wird dann wiederholen, was fürher in das Mikrophon hineingesprochen wordenist. Es ist somit infolge der großen Coercitivkraft des Stahles eine Art von magnetischer Wellenschrift in AB zurückgeblieben, eine dem Gespräch entsprechende <"analoge"> sinusoidale Permanenz. Bei der Wiedergabe des Gepräches wirkt das System AB-E wie eine elektromagnetische maschine, deren Wechselströme im Telephon in Schall umgewandelt werden. Wird E mit einer Batterie verbunden und von A bis nach B geführt, so wird, unter dem Einfluß der im Verhältnis zur Intensität der Schallschrift starken constanten Magnetisierung, die Schallschrift ausgewischt" = zitiert nach Hans Sutaner, Schallplatte und Tonband, Leipzig (Fachbuchverlag) 1954, 147 f. Hier greift Poulsen in seiner Beschreibung noch auf die Schriftmetaphern des Phonographen zurück - der denotative *lag* kultureller Semantik. Unter der Hand aber vollzieht das Medium einen Vorgang, der eher der Sprache der Maxwellschen Gleichungen zur Beschreibung des (so Faradays Neologismus) elektromagnetischen "Feldes" angehört - jener dynamische Zeit/Raum, in dem elektromagnetische Kräfte wirken. Das Feld aber ist die stochastische Alternative zur Schrift und keine Kulturtechnik mehr, sondern eine domestizierte (Elektro-)Physik.

- entdeckt Valdemar Poulsen 1894 das magnetische Tonaufzeichnungsprinzip während seiner Tätigkeit als Ingenieur in der Kopenhagener Telegraphengesellschaft; etwas unsicher weiß der Name der neuen Apparatur noch nicht, ob er die Fortsetzung der Telegraphie mit anderen Mitteln oder ein neues Verfahren darstellt. Poulsens Begriff Telegraphon sei "ein merkwürdig erfundenes Wort; denn je nachdem man das 'on' als eine bedeutungslose Endsilbe ansieht oder als zu den vorstehenden Buchstaben 'ph' gehörig, <...> bedeutet es 'Fernschreiber' oder wörtlich übertragen 'Fernschreibtöner', somit einen Apparat zum Niederschreiben von aus der Ferne kommenden Tönen"[69] - Telegra*phon*. Gegenüber einem möglichen Begriff "Telephonograph" aber hat die aktuelle Bezeichnung den Vorteil, daß er eine vorschnelle Identifizierung mit dem vertrauten Phonographen vermeidet, denn: "Nichts wäre unrichtiger,

---

69 August Foerster, Das Telegraphon, in: Georg Malkowsky (Redaktion), Die Pariser Weltausstellung in Wort und Bild, Berlin (Kirchhoff) 1900, 398-400 (398)

als eine solche Annahme! Uebereinstimmend ist beiden einzig und allein das Fixieren von Tönen in Form einer eigenartigen Niederschrift, mit deren Hilfe Töne beliebig später reproduziert werden können" <ebd.> - also ein Zeitverlaufsereignis (Tonschwingungen), das seinerseits invariant gegenüber der Verschiebung auf der historischen Zeitachse ist. Dennoch übersieht auch Foerster, daß hier zwei grundverschiedene Formen von Schrift vorliegen, oder besser: Erstmals eine Kulturtechnik der "Notation", die mit der Schrift ganz bricht

- patentiert Poulsen 1899 sein Telegraphon (Dänisches Patent Nr. 2653), und zwar ausdrücklich als Apparatur "zur magnetischen Speicherung von Sprache oder Signalen", zitiert hier nach: Thomas Y. Levin, Vor dem Piepton. Eine kleine Geschichte des Voice Mail, in: Wissensbilder. Strategien der Überlieferung, hg. v. Ulrich Raulff / Gary Smith, Berlin (Akademie) 1999, 279-317 (289). Hier schreibt sich, neben der manifesten anthropozentrischen Verwendungsabsicht (als eine Art früher automatischer Anrufbeantworter), unter der Hand das neue elektrotechnische Paradigma ein, die Signalverarbeitung. Aus medienarchäologischer und nachrichtentechnischer Sicht (Shannon 1948) geht es tatsächlich nicht um Semantik, sondern das schiere Gelingen der Signalübertragung. "Aus dem in Paris ausgestellten Apparat tönt eine bestimmte, ihm vor längerer Zeit anvertraute Mitteilung gleichgiltigen <sic> Inhalts mitvollendeter Schärfe und deutlichkeit hervor, obgleich sie bereits über 1200 Wiederholungen erfahren hat" <Foerster 1900: 399>: Invarianz gegenüber der Zeitachse (temporale Übersetzung), und semantische Indifferenz ("Gleichgültigkeit"). Erst der Signalbegriff befreit die Wahrnehmung von der schriftinduzierten Fixierung auf Semantik.

- baut Poulsen ab 1896 erste funktionsfähige Magnettongeräte. Als Tonträger verwendete er auf Spulen gewickeltes Stahlband, Stahldraht, gar beschichtete Stahlplatten (womit er die Grundfunktionen der Festplatte in heutigen Computern um 80 Jahre vorwegnahm); zu Poulsens Stahlscheiben-Version siehe Holzt o. J.: 644; durch ein Uhrwerk in Drehung versetzt. Während der Drehung der Seheibe wird der Schreibelektromagnet allmählich vom Rande nach der Mitte hin bewegt, wobei die Drehung mehr und mehr beschleunigt wird, so daß die Scheibe mit gleichförmiger Geschwindigbkeit (etwa 1/2 m/Sek.) unter dem Elektromagneten fortbewegt wird <ebd.> - sonisch erfahrbare Differentialrechnung, mithin ein Differential, und zugleich ein spätes Echo auf Nicole von Oresmes unantiker Reflexion der "ungleichförmigen Bewegung" als Beschleunigung

- erhält Poulsen auf Pariser Weltausstellung 1900 für sein "Telegraphon" mit 1,5 mm Stahldraht als Tonträger den Grand Prix; Abb. Poulsens "Stahldraht-Phonograph" in: Steffen Lieberwirth (Hg.), Mitteldeutscher Rundfunk, Altenburg 2000, Artikel: Das "HF-Magnetophon" - so gut wie live, 183; kann sich dieses Geräte in der Praxis aber durchsetzen, weil die Wiedergabe-Lautstärke stark verrauscht und viel zu gering im Vergleich zu Grammophon (Trichter); noch keine Verstärkerröhre

- National Museum of Science and Technology in Denmark holds the first wire

recorder in the world, invented by Valdemar Poulsen in 1898

- Poulsen a telephone engineer at the Copenhagen Telephone Company in 1893 and began to experiment with magnetism to record telephone messages; frühe Drahttongeräte: Frequenzbereich hat Telephonqualität menschlicher Sprache, keine umfassendere (musikalische) Bandbreite

"6000 Hz sind das wenigste, was wir für eine einwandfreie Übertragung von Sprache und Musik benötigen" = Rhein 1935: 201

- *Stahltongerät LDG 1* der Firma Lorenz ermöglicht, Frequenzen zwischen 150 und 5000 Hz aufzunehmen und wiederzugeben: "Ein Gerät also, das nur für die einwandfreie Sprache zugeschnitten ist. Der Frequenzkurve nach müßte es aber auch mit diesem Gerät möglihc sein, zumindest rhythmische Musik wiederzugeben"[70]; hier wird mit dem Graphen selbst (Frequenzkurve) argumentiert = Bork 1950: 457, Abb. 8

- sichert sich Poulsen 1899 U.S.-Patent 661.619 für einen "vertical wire-covered cylinder, and in 1900 demonstrated improved drum and horizontal wire cylinder models at the 1900 Paris Exhibition. While making these improved models, Poulsen and his partner Peder O. Pedersen discovered the application of a direct current to the recording head, called dc bias, improved the sound quality on a steel tape version of the Telegraphone. At the Paris fair, Poulsen recorded the voice of Emperor Franz Joseph, today preserved in the Danish Museum of Science and Technology as the oldest magnetic sound recording in existence"

- Poulsen stopped his work on magnetic recording and turned to radio after 1902, and only a small number of his machines were made in Denmark and Germany. The American Telegraphone Company acquired the patent rights in 1905 and made dictating machines, selling 50 to the Du Pont Company. However, the signal remained weak without amplification and the wire spools became twisted and were unreliable. The wax cylinder phonographs of the rival Ediphone and Dictaphone companies were cheaper and more reliable. By 1918, the company went into receivership and stopped manufacturing after 1924

- Tonträger an Valedmar Poulsens *Telegraphon* von 1898 ein zehn Meter langer, schraubenförmig auf einem Messingzylinder aufgewundener "Klaviersaitendraht in unerwarteter Funktion", so beschrieben von Poulsen selbst in den *Annalen der Physik* Nr. 12 (1900), 754-760. Der Anfang klingt vertraut - Pythagoras' Monochord; Zeichnung reproduziert in Sutaner 1954: 147, Bild. 109. "Auf einem Brett ist ein Stahldraht (Klaviersaite) AB gespannt <...>. Der kleine Elektromagnet E kann auf dem Draht AB hingleiten" = zitiert in Sutaner 1954: 147. Dieser Draht wird an einem elektromagnetischen Tonkopf vorbeigeführt und dabei im Rhythmus der akustischen Schallschwingungen magnetisiert. Basis dieser Operation ist Wechselspannung. Der Stahldraht "behält einen remanenten Magnetismus zurück, der es ermöglicht durch

---

70 Joern Bork, Die magnetische Schallaufzeichnung auf Draht, in: Funk-Technik Nr. 15 (1950), 456-458 (457)

Abtastung mit dem gleichen Magneten die Aufzeichnungen wieder wahrnehmbar zu machen"[71]; an die Stelle von Festwertspeichern tritt damit die latente Zwischenspeicherung. Poulsens Patent lautet entsprechend *Verfahren zum Empfangen und zeitweisen <!> Aufspeichern von Nachrichten, Signalen oder dergleichen*[72] - einer neuer Zustand des Speichers, aber noch nicht des Archivs (dazu wird der magnetische Speicher erst in Kopplung an seine digitale Berechenbarkeit, bzw. durch seine externe Inventarisierung).

- magnetisierter Stahldraht rückt ahnungslos in die Nähe jenes unendlichen Bandes, das Alan M. Turing 1936 für seine theoretische Rechenmaschine beschreibt.

- Schreibweise "*elektr(on)ische Speichermedien*": Poulsen-Magnetdraht gerade noch nicht elektronisch, sondern schlicht elektrisch (elektromagnetisch), da der Verstärker fehlt. Foerster aber führt den Begriff des "Relais" (Poulsen) und damit den Gedanken des Verstärkers ein

- Vorlauf zur Poulsenschen Magnetaufzeichnung telephonischer Ströme auf Draht: Charles Bouseul, Transmission électrique de la parole, in: L'Illustration, Journal universel, Paris 1854, 139; Vorbild der elektrischen Telegraphie (Relais)

- Eichhorn 1912: Archetypischer und paradigmatischer Fall medienarchäologischer (d. h. technischer wie auch epistemologischre) Ekphrasis

- Unterschied zwischen mechanischer (Phonograph) und elektrischer respektive (mit Verstärker) elektronischer Tonaufzeichnung (Telegraphon).

- veröffentlicht Gustav Eichhorn 1912 seinen Text *Das Telegraphon*, in dem er über eine gleichnamige Maschine Valdemar Poulsens von 1898 referiert, mit der es möglich ist, Töne mittels elektromagnetischer Induktion aufzuzeichnen; er spricht von der „immateriellen Natur der Lautschrift“ in Anlehnung an Semons Begriff der Engramme.[73]

- Aby Warburgs Begriff der mnemischen Energie

- "Diese Lautschrift ist permanent; wie Herr Poulsen mir mitteilte, wurde bei einer Untersuchung nach 10.000 Reproduktionen noch keine Abschwächung konstatiert. Bedeutungsvoll ist auch die immaterielle Natur der Lautschrift, die nicht, wie beim gewöhnlichen Phonographen, der mechanischen Zerstörung ausgesetzt ist" = Gustav Eichhorn, Das Telegraphon, in: Emil Abderhalten (Hg.), Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung, V, Berlin / Wien 1912, 241-

---

71 K. A. Mittelstrass, Magnetbänder und Magnetfilme. Grundlagen und Anwendungen, Berlin (VEB Verlag Technik) 1965, 7
72 Zitiert nach: Friedrich Naumann, Vom Akakus zum Internet. Die Geschichte der Informatik, Darmstadt (Primus) 2001, 128
73 Gustav Eichhorn, Das Telegraphon, in: Emil Abderhalten (Hg.), Fortschritte der naturwissenschaftlichenForschung, Bd. V, Wien 1912, 241-145 <hier ziztiert nach Rieger 1998: 262>

245 (241, Anm. 2) - was in Sachen Urheberrecht und Recht auf Privatkopie einen entscheidenden argumentativen Unterschied macht. Denn anstelle der invasiven Tonschrift bei Edison geschieht hier die Aufzeichnung durch das Vorbeiführen eines Strahldrahtes an einer elektromagnetischen Spule (aus dem Telephondraht als Übertragungskanal wird hier das Speichermedium im Zeitkanal; nicht mehr Signale werden durch die Leitung bewegt, sondern der Leiter entlang dem technischen Hörer). Dazwischen liegt der Spalt am Tonkopf. Bei Eichhorn heißt es (unter Bezug auf Richard Semons Werk *Die* Mneme) weiter: "So dürfte es naheliegen, die, durch direkte Beobactung unwahrnehmbaren, aber nac Jahrzehnten noch zu reproduzierenden 'Engramme' des Poulschen Telegraphons zu der Mnene der lebendigen Substanz in Parallele zu setzen, bzw. in ihrem Wesen eine gemeinsame Beziehung zu vermuten" = Eichhorn 1912: 245. Es handelt sich hier um "die Virtualisierung eines Überlieferungsgeschehens, das ohne Berührung auskommt" = Stefan Rieger, Richard Semon und/oder Aby Warburg. Mneme und/oder Mnemosyne, in: Deutsche Vierteljahrsschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte, Sonderheft 1998 (Medien des Gedächtnisses, hrsg. v. Aleida Assmann / Manfred Weinberg / Martin Windisch), 245-263 (263)

- alternative Form der magnetischen Speicherung: Fritz Pfleumers mit Eisenpulverschicht versehenes Papierband, 1928 patentiert

Schrift *versus* Feld (Schallplatte / Tonband)

- nennt Frankreich Magnettonaufzeichnung (noch) "écriture magnetique". Ist der Prozeß elektromagnetischer Tonaufzeichnung und -wiedergabe eine Fortsetzung der Kulturetechnik Schrift in neuem Gewand oder ein grundsätzlich anderer, genuin medientechnischer, aus dem Wesen der Elektrizität selbst geborenes Ereignis?

- sinnt Oberlin Smith kurz nach der Erfindung des Edinsonschen Phonographen nach einem Weg, den Defekt des Verschleißes von Tonzyklindern bei jedmaligem Abspielen zu vermeiden, und patentierte eine erste (theoretische) Version des Drahttongeräts

1898 gibt Valdemar Poulsen (medienhistorisch vertraut sein Lichtbogensender im Funkbetrieb) seine äquivalente Erfindung des Telegraphons bekannt - ein "Fern/schreiber". Noch von der Tele-Phonie her gedacht, kann Poulsens selbstverfaßte Beschreibung in Band 3 Nr. 12 (1900) der *Annalen für Physik* (Seiten 754-760) nachgelesen werden. Das vertraute Dispositiv des Monochords als Meßinstrument (seit Pythagoras bis Mersenne) taucht hier in völlig anderer Funktion auf: "Auf einem Brett ist ein Stahldraht (Klaviersaite) AB gespannt <...>. Der kleine Elektromagnet E kann auf dem Draht AB hingleiten und <...> umfaßt der eine Pol, P, desselben diesen Draht. <...> Es wird vorausgesetzt, daß AB magnetisch rein ist oder doch in solcher Weise magnetisiert, daß bei der Bewgeung von E auf dem Drahte AB in E keinerlei Ströme inducirt werden. E wird <...> mit einem Mikrophon nebst dazugehörender Battierei verbunden. Wenn nunmehr, während E mit einer

Geschwindigkeit von ca. 1 m auf AB hingleitet, in das Mikrophon hineingesprochen wird, werden die durch das Gespräch erzeugten Ströme in der von P ausgehenden magnetisirenden Kraft denen entsprechende <"analog"> Variationen hervorrufen und zwar so, daß die verschiedenen Teile / von AB mit verschiedenre Kraft megnetisirt werden. Nachher wird E anstatt mit der Sprechleitung mit einem Telephon verbunden und in ganz derselben Weise wie vorher auf dem Draht AB hingeführt; das Telephon wird dann wiederholen, was fürher in das Mikrophon hineingesprochen wordenist. Es ist somit infolge der großen Coercitivkraft des Stahles eine Art von magnetischer Wellenschrift in AB zurückgegblieben, eine dem Gespräch entsprechende <"analoge"> sinusoidale Permanenz. Bei der Wiedergabe des Gepräches wirkt das System AB-E wie eine elektromagnetische maschine, deren Wechselströme im Telephon in Schall umgewandelt werden. Wird E mit einer Batteire verbudnen und voon A bis nach B geführt, so wird, unter dem Einfluß der im Verhältnis zur Intensität der Schallschrift starken constanten Magnetisierung, die Schallschrift ausgewischt" = Hans Sutaner, Schallplatte und Tonband, Leipzig (Fachbuchverlag) 1954, 147 f.

- greift Poulsen in seiner Beschreibung noch auf die Schriftmetaphern des Phonographen zurück - der denotative *lag* kultureller Semantik. Unter der Hand aber vollzieht das Medium einen Vorgang, der eher der Sprache der Maxwellschen Gleichungen zur Beschreibung des (so Faradays Neologismus) elektromagnetischen "Feldes" angehört - jener dynamische Zeit/Raum, in dem elektromagnetische Kräfte wirken. Das Feld aber ist die stochastische Alternative zur Schrift und keine Kulturtechnik mehr, sondern eine domestizierte (Elektro-)Physik

- dazwischen: das Oszilloskop / der Oszillo*graph*? Werden seine Meßspitzen an die Lautsprecherausgänge gelegt, läßt sich Kurzwellenradioempfang sichtbar machen. Diese Momentbilder lassen sich mit Zeitschreibern (auf dem laufenden Band) sukzessive graphisch speichern; läßt sich diese Amplitudenschrift umgekehrt wieder in Ton verwandeln, und steht diese Schrift der Phonographie oder dem Magnettonband näher?

- kommt Fourieranalyse ins Spiel: "Meistens berührt man die Thematik dann, wenn man periodische Vorgänge finden oder untersuchen will, evtl. auch um Abweichungen von einem normalen Verlauf zu entdecken. Wenn man sich einen Kurvenverlauf über der Zeit vorstellt, dann kann man sich auch denken, daß man diese Kurve durch übereinanderlegen kleinerer Einzelkurven erhalten hätte. Nun stelle man sich vor, diese Einzelkurven wären auf Overheadfolien gezeichnet. Legt man alle Folien übereinander, so erhält man den normalen Verlauf über der Zeit, wie man ihn kennt und sieht, z.B. auf einem Plotter oder einem Oszilloskop (kleiner Einwand: ist natürlich nicht 100%tig korrekt, da man die Folien hintereinander sieht, aber eigentlich die Kurven addieren muß - die Idee zählt). Jetzt machen wir eine Fouriertransformation: wir schauen uns die Folien, so wie sie übereinander liegen, von der Seite an. Und benutzen die Nummer der Folie als Index auf der X-Achse" = http://www.baeckmann.de/wavelet_fourier.html; Zugriff: 19-10-06

- Léon Scotts Phonoautograph, die analytische Urform des Phonographen, hat den Zweck, Schalldruckschwankungen sichtbar zu machen, ablesbar zu machen; Abb. Helmholtz 1863

- deutlich wird, daß der Unterschied zwischen mechanischem Phonographen und elektromagnetrischer Stimmaufzeichnung kein kategorialer, sondern ein transitiver ist; insofern erhält die scheinbar mißliche französische Beschreibung des Magnetophons (so passend genannt von AEG unter Umgehung der bisherigen Schriftorientierung in "Phonograph" und "Kinematograph") als "écriture magnétique" eine Rehabilitation.

Webster Wire Recorder

- Durchmesser des Drahts fast durchgängig 0,1 mm; Ausnahme: ein Gerät der Wire Recording Co. of America (0,05 mm)

- Gerät Wire Way dieser Firma hat die Besonderheit, "daß es nicht nur möglich ist, eine Schallplkatte direkt umzukopierne, sondern es läßt sich auch die Schallplatte oder wahlweise die Drahtaufnhame direkt auf jedes Rundfunkgerät drahtlos übertragen. Ein HF-Oszillator im Mittelwellenbereich <...> überbrückt kleine Entfernungen (Magnettonaggregat zum Rundfunkgerät) mühelos" = Bork 1950: 458

- Zufallsbefund am Webster Wire Recorder, daß aus seinem Lautsprecher (bei angeschaltetem Gerät) musikalische Töne entströmten, obgleich die Drahtspule stillstand: Der HR-Oszillator (die Elektronenröhre) sendete nicht, sondern empfind das benachbarte alte Röhrenradio, konkret: dessen UKW-Sender (oder aber die UKW-Wellen der Luft selbst). Womit noch einmal die medienepistemologische Verschränkung von Speichern und Übertragen, die gegenseitig nur Kehr- und Grenzwerte darstellen, akustisch manifest wird, als sonisches Wissen

- Exemplar Webster im NHK Broadcast Museum Tokyo: Magnetic Wire Sound Recorder, Aufschrift "Webster Chicago Electronic Memory" (1946)

- Schaltbild http://www.webster-chicago.com

- ertönt von der Spule auf Webster zuweilen ein Palimpsets; das, was durchklingt, ist die vorherige Aufnahme: erst Umorientierung von der Gleichstrommagnetisierung (die mir ihrer Stromsättigung die vorherigen Aufnahmen lediglich überdeckt) zur hochfrequenten Vormagnetisierung der Bänder befreit die Aufnahme (durch vollständige Entmagnetisierung des Bandes) und konsequent auch die Wiedergabe vom Rauschen, so "daß sie von der Direktübertagung nicht mehr unterschieden werden kann"[74] - der Radioeffekt

---

74 Laszlo von Szalay, Moderne Technik. Elektrotechnik, Berlin (Safari) 1954, 523

Drahttongeräte (z. B. für MEMEX)

- zu "magnetic wire" u. a. Vannevar Bush, "As We May Think" 1945, Beginn von Abschnitt II: "A record, if it is to be useful to science, must be continuously extended, it must be stored, and above all it must be consulted.
Today we make the record conventionally by writing and photography, followed by printing; but we also record on film, on wax disks, and on magnetic wires. Even if utterly new recording procedures do not appear, these present ones are certainly in the process of modification and extension" = http://www.theatlantic.com/doc/194507/bush; Abschnitt V schlägt noch einmal vor, Daten auf Metallblättern statt auf draht zu speichern; Blattnerophon

- Stahldraht zur Bildaufzeichnung

Tondraht / Drahttongeräte (allgemein)

- Ernst Hormann, Zur Theorie der magnetischen Tonaufzeichnung (Mitteilungen aus dem Institut für Schwachstromtechnik der Technischen Hochschule Dresen), in: E. N. T., Bd. 9, Heft 10 (1932),, 388-403; darin u. a. Photo Pfeilspanfelder eines mit 50Hz-Sinuston magnetisierten Drahtes

- David Morton, Wire Recorder history

- erlischt Poulsens Patent 1918; entwickelt Curt Stille 1925 den "Dailygraph magnetic wire recorder as a dictating machine"; seine Stahlbandmaschine wird bei der BBC im Rundfunk eingesetzt. Denn hier gilt der Eingriff den Zeithaushalt (wie später die Entwicklung der TV-Videoaufzeichnung zu Zwecken der Übertragbarkeit in den zeitverschobenen US-Küsten West und Ost vorangetrieben wurde): "Dort hatte der weltweite 'Empire-Rundfunk' schon früh die zeitversetzte Ausstrahlung der Sendungen erfordert, wozu eine 'Riesen-Maschine' mit einem 6 mm breiten und 3.000 m langen Stahlband aufgestellt wurde" = Liebenwirth (Hg.) 2000, 184; zeigt sich die zeitepistemologische Dimension dieser Technologie, die dann in Deutschland von der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft (durch die C. Lorenz-AG) für den mobilen Einsatz weiterentwickelt wurde.

- steht das Tonband für den Gewinn ein Zeitsouveränität, wie sie - lange vor dem Videorecorder[75] - gegenüber dem technologisch angelegten *live*-Diktat des Rundfunks durch das Δt der elektromagnetischen Radioaufzeichnung möglich wurde. Es geht hier nicht primär um endarchivische Speicherung, sondern um eine Ausweitung des Gegenwartsfensters, eine dilatorische Gegenwart: "Heute ist es ja allgemein üblich, die Rundfunkdarbietungen zuächst mit dem Magnettongerät aufzunehmen, damit sie dann zu beliebiger Zeit über die Sender zu Gehör gebracht werden können", heißt es in einem Fachbuch von

75 Dazu Siegfried Zielinski, xxx

1954.[76]

- Semi Joseph Begun (C. Lorenz A.-G.) entwickelt Stahlbandrekorder "Stahtonbandmaschine"; Fritz Pfleumer pulverisiert gerade das Stahlband zu Stahlpulver, mit dem er ein Pergamynpapier beschichtet. Die Patentschrift Pfleumers beim Reichspatentamt (Nr. 500900), ausgegeben am 26. Juni 1939, patnetiert im Deutschen Reich vom 31. Januar 1928 ab, beschreibt den Vorteils seines "Lautschriftträgers" (Titelbegriff) gegenüber dem Drahtton: "Es ist bereits bekannt, Gespräche, Msukstücke u. dgl. auf elektromagnetischemWeg derart aufzuzueivhen, daß man an einem durch den Sprechstrom erregten Magneten ein Stahlband oder einen Stahldraht vorbeibewegt (W. Poulsens Telegraphon). Die Aufzeichnung erfolgt hierbei durch magnetische Polarisierung des an dem Sprechmagneten vorbeibewegten permanentmagnetisierbaren Bandes. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß die magnetische Koerzitivkraft auf das Verschwinden des Schallbildes <!> hinarbeitet, so daß man gewzungen ist, das Band mit einer derartigen Geschwindigkeit durchzuführen, daß die auf dem Band entstehende Lägen der aufgezeichneten Schallwelle höchster Frequenz mindestens gleich lang ist dem Abstand der beiden aufzuzeichnenden Magnetpole. Dies bedingt eine Verschwendung des an sich teuren und schweren Lautschriftmaterials" = zitiert nach Patentschrift = Abb. in: Lieberwirth (Hg.) 2000: 185; ein Gegenstück zum Abtast-Theorem (Shannon/Nyquist)

- Drahtmagnetophon *Tonmeister* ca. 1950, samt "magischem Auge"; Mikro-Draht und Plattenspieler (gleicher Antrieb)

Das Monochord: Mathematik erklingen hören

- "Consider a musical instrument such as the harp. Is this instrument not only a musical one but also a mathematically designed technological tool [...]. To some extent, then, we can hear mathematics" = Friedrich Kittler, in: John Armitage, From Discourse Networks to Cultural Mathematics: An Interview with Friedrich A. Kittler, in: Theory, Culture & Society 2006 (SAGE, London, Thousand Oaks and New Delhi), Bd. 23(7–8), 17–38. Implizit hörbar wird diese Mathematik als operativ implementiertes, medientechnisches Zeitereignis

- schwingende Saite ein potentielles Objekt der Modellierung durch den Analogcomputer. "An anlogy between two physical sytems signifies that these sytsems with different physical qualities follow the same mathematical laws."[77] Hier werden zwei tatsächlich reale physikalische Systeme in Bezug auf einen gemeinsamen mathematischen Nenner in Beziehung gesetzt (eine triadische Relation), während die Gleichung Musik & Mathematik ein symbolisches mit einem weiteren symbolischen Konstrukt in Beziehung setzt. Erst die in der Elektrophysik des Analogcomputes implementierte Mathematik ist real-

76 Hans Sutaner, Schallplatte und Tonband, Leipzig (Fachbuchverlag) 1954, 153

77 E. Kettel, A Survey of the Technique of the Electronic Analog Computer, *abstract* zu ders., Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefunken-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135

klanggleich

Musik und Mathematik

- 17. Jahrhundert entscheidender *take-off* im neuzeitlichen Begriff dynamischer Prozesse, der sich von der Übermacht des ganzzahligen antiken Proportionsdenkens löst, um zu Prozessualität zu finden, auf den erst die mathematische Analysis eine Antwort (und damit ihre spätere Möglichkeitsbedingung einer technologischen Synthese) findet; damit verdient Akustik des Knalls epistemologische Aufmerksam, eröffnet Euler der Welt - und andere "amorphe" akustische Ereignisse: Rainer Bayreuther, Mathematisches Denken in der Musik des 16. und 17. Jahrhunderts, in: Jochen Brüning / Eberhard Knobloch (Hg.), Die mathematischen Wurzeln der Kultur. Mathematische Innovationen und ihre kulturellen Folgen, München (Fink) 2005, 125-151 (136). Logarithmus als Aus*weg* der Neuzeit , als zweiter Anlauf musikalisch-mathematischen Wissens, der mit der physikalischen Akustik im 19. Jahrhundert bis in Gegenwart sich erstreckt

- Friedrich Kittler über die altgriechische Lyramusik, interpretiert mit dem pythagoreischen Ohr: "To some extent, then, we can hear mathematics" = Armitage, Interview with Friedrich Kittler, in: Theory, Culture & Society 23 (2006), Heft 7/8, 17-38 (34); ferner: "Mathematics was invented for music" = ebd., 35; Medienbegriff demgegenüber Eskalation: erst mit dem operativen Instrument wird mathematische Analyse zur Medienmusik synthetisiert, also durch die physikalische Implementierung, als Zeitvollzug in der *physis* (erst mit der Welt kommt dramatische / musikalische Zeit als Vollzug ins Spiel), *zwischen* Mathematik und Musik; in diesem Kanal wird die Verbindung Mathematik / Musik operativ, zum Vollzug gebracht; Bernd Enders (Hg.), Mathematische Musik - musikalische Mathematik (Music in numbers - numbers in music), Saarbrücken (Pfau) 2005; darin u. a. Martin Supper, Kann der Computer komponieren?

Differentialmusik

- auf physikalischer (mikrotemporaler, zeitkritischer) Ebene Definition des Signals als Variable in der Zeit (Akustik); auf kultureller Ebene sprachliche und / oder ästhetische Semantik (Klang); auf makrotemporaler Ebene sogenannte Historie (Musik)

- zeitliche-dynamische Phänomene zeigen der Historiographie Grenzen auf; hier strukturelle Affinität von Klang- und Medienwissenschaft; epistemologisches Momentum: Emergenz eines vom Rhythmus unabhängigen Bewegungsbegriffs stellt den Bruch mit altgriechischer *epistemé mousiké* dar, dynamisch die Epoche prozeßbasierter Medien einläutetend; Mediengeschichte setzt entschieden erst hier an; pythagoräische Insistenz auf der quasi-räumlichen Proportion (Intervallverhältnisse) wird von einer differentialen Harmonie durchbrochen, die dann auch in völlig musikfremden Bereichen ebenso zum

Zug kommt; Rainer Bayreuther, Generalbass und Differentialmathematik: Denkfiguren des 17. Jahrhunderts“, in: Musik und kulturelle Identität. Bericht des XIII. Internationalen Kongresses der Gesellschaft für Musikforschung 16.–21.9.2004 in Weimar, hg. v. Detlef Altenburg / ders., 3 Bde. (Bd. 2), Kassel 2007

- operieren Gabor-Quanten als Grundlage der Wavelets ebenso im Bildbereich (wie MetaSynth). Eskalation stellt Quantenmechanik (mit Wahrscheinlichkeitswellen) dar

- Leibniz´ Bild der sich am Strand brechenden Wellen, in denen Leibniz die Natur sich rechnen wähnt. Der Punkt des Übergangs, an dem die nicht merklichen Wahrnehmungen in die Zone des Merklichen übergehen, betreffen ja das kinematographische Bewegungsbild ebenso wie die Hörschwelle zum Ton (ab 16 Hz); dies ist nun in der Tat ein solches Ereignis wie oben angesprochen, das nicht auf reine Phänomenologie reduziert werden kann, sondern - geradezu gleichursprünglich zu allen "historischen" Epochen - immer wieder neu das kulturelle Wissen wie die Ästhetik zum Verhalten zwingt oder verlockt - insofern also makrozeitlich (diachronisch) invariant, aber in seinen Manifestationen jeweils historisch

Wagner zeitkritisch

- Naturtonreihe; performatives Durchspielen operativer elektroakustischer Ströme. Das *Rheingold*-Vorspiel, "weil sein Rhein reiner Signalfluß ist" (Kittler), beginnt mit einem Es-Dur-Dreiklang der Streicher in tiefster Baßlage, über die dann acht Hörner ein melodisches Motiv legen. "Es ist aber keine Melodie, sondern (wie um musikalische Übertragungsbandbreite abzutasten) eine Fourieranalyse jenes Es vom ersten bis zum achten Oberton, die in stretiger Monotonie (wie Mathematiker sagen würden) zu immer höheren Frequenzen aufsteigen" = Friedrich Kittler, Musik als Medium, in: Bernhard J. Dotzler / Ernst Müller (Hg.), Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur aisthesis materialis, Berlin (Akademie) 1995, 83-99 (96)

- Stockhausens manifeste Übertragung des zeitkritischen akustischen Denkens auf komponierte Musik historisch früher ansetzen; schon intendiert (aber vor-elektronisch kaum realisierbar) beim späten Wagner ab "Tristan und Isolde", dann bei Richard Strauss, Schreker und Krenek, beim frühen, tonalen Schönberg (These Rainer Bayreuther, März 2008)

- Phasenverschiebung in der musikalischen Komposition nicht erst eine Errungenschaft der elektronischen Musik (Stockhausen); die Differenzen dennoch herausarbeiten; etwa das granulare Komponieren mit "Micro-time" (wie es Curtis Roads definiert) sicher erst in einem Medium möglich, welches die (vor diesem Hintergrund geradezu grob anmutende) Notenschrift unterläuft.

- leuchtet ein, daß sich Richard Wagners musikalische Psychotechnik auf die Frage zeitkritischer Prozesse und temporaler Mikrodramatik zuspitzen läßt;

inwieweit dies den zeitkritischen Medientechniken und Informationsästhetiken des 20. Jahrhunderts (Abraham Moles etwa, aber auch Markov in der Mathematik, bis hin zum sonisch-signalverarbietenden Computer) vorläuft. Es könnte uns hier - in konsequenter Fortsetzung unserer Gespräche, die mit dem damaligen Workshop zur Zahl im Mittelalter einsetzte - gelingen, die Frage nach dem Verhältnis von "Musik & Mathematik", die nun allerworts (von Kittler, von Noll u. a.) aufgeworfen und untersucht wird, um jenen Aspekt zu vertiefen, der bislang darin fehlt: die Zeitdimension, etwa das System der (von uns beiden ja angesprochenen) Pro- und Retentionen in der Melodie. Hier können Historische Musikwissenschaft und archäologische Medienwissenschaft sehr präzise ineinandergreifen; noch einen Vertreter der Neurobiologie einbeziehen

- sonische *aisthesis* als *tertium datur* zwischen musikalischer Wahrnehmung und dem ästhetischen Sachverhalt? Wenn Wagner pars pro toto steht, gerne noch Bruckner (zumindest kamen mir beim Lauschen seiner "8." in der Berliner Philharmonie Ihre Sätze zum kompositorischen Spiel mit den Erwartungshaltungen der Hörer, also Protention und dem zeitkritischen Bruch mit den kurzfristig aufgebauten melodischen Versprechungen, in den Sinn)

- woran die grobe Alphabet- und Notenschrift radikal / zeitkritisch scheitert: was sie nur näherungsweise einfangen kann, Mikrointervalle im Signalereignis von Sprachce / Klang, unterhalb der Zeiträume des ästhetisch-kulturellen Sachverhalts

- aus akustisch-musikalischer Sicht Inkubationsphase 17. und 19. Jahrhundert; später erst technisches Apriori von Apparaturen der Klangerzeugung und -messung (Metier der Medienwissenschaft); überlieferten Klänge das Metier der Musikwissenschaft (Argument Rainer Bayreuther, März 2008)

Flusser und die Musik

- gleich Schwingkreis im Radioempfang / Resonanz: Im akustischen Akt des Hörens, was den Körper mitschwingen läßt, sofern er sich für den Musikempfang resonierend in Stellung bringt und damit dazu "eingestellt" ist (Stimmung und Resonanz), wird "durch akustische Massage der Körper zu Geist" = Vilem Flusser, Die Geste des Musikhörens, in: ders., Gesten - Versuch einer Phänomenologie, Düsseldorf (Bollmann) 1991, 193-203 (200). "Die mathematische Schwingung der Haut beinm Musikören, die sich dann auf die Eingeweide, aufs 'Innere' überträgt, ist 'Ekstase'" = Flusser 1991: 201; TS Stern 1930. Keine Anpassung an die musikalische Botschaft, sondern ein Mitschwingen, "wo doch die <sc. akustische> Botschaft selbst dem Hörer ihre Form aufprägt" = Flusser 1991: 197 und damit "eben selbst Musik zu werden" = 198; McLuhan 1964 und Heider 1926

- steht dem Wesen des Computers die elektronische Musik nahe: "Das Universum der Musik ist ein ebenso kalkuliertes und komputiertes wie das der technischen Bilder" = Vilém Flusser, Ins Universum der technischen Bilder, Göttingen (European Photography) 1985; 6. Aufl. 1999 (179), und ebenso "ein

von semantischen Dimensionen emanzipiertes" = ebd. Indem Flusser nun meint, daß die Welt der technischen Bilder "musifiziert" ist, beschreibt er nichts anderes als die Tatsache, daß die sogenannten Bilder einen anderen Daseinszustand angenommen haben. Bild und Musik sind nur noch Begriffe, welche die "path dependence", den Verzug, das Hinterherhinken des Diskurses gegenüber einer schon fortgeschrittenen kulturtechnischen Lage beschreiben. Was Flusser instinktsicher erspürt, aber noch konventionell benennt, ist nichts anderes als eine Welt zeitkritischer Prozesse, die zwischen Symbolen und Physis verrechnet wird - *ludus tonalis* = 181

- unveröffentlichte Essays von Flusser: Vortragsreihe Sao Paolo Lectures 1965, übersetzt von Rodrigo Novaes (aus dem Portugiesischen), in *Flusser Studies* Ausgabe 2014 *online* veröffentlicht = http://www.flusserstudies.net/current-issue; Passagen Flussers über elektronische Musik; durchaus nicht "taub" für die akustische und sonische Dimension; Flusser im Herzen ein "Pythagoräer", gleichzeitig aufmerksam für die neuesten Entwicklungen in der Audio-Technologie und der elektronischen Musik; Rainer Guldin über Musik und Mathematik bei Flusser (*Flusser Studies*)

- Flusser extrem schwerhörig; wenn Hörgerät ausgeschaltet, verstand er nichts mehr" (Hinweis Siegfried Zielinski, Januar 2014); Flussers Essay "Hoerapparate"; Version des Textes "Hörigkeit" im Buch *Angenommen*

- vernachlässigt Flusser die akustische Dimension? Hinweis Anthony Moore (Kölner Kunsthochschule für Medien) 1999 auf der 10-Jahresfeier des Instituts für Film- und Fernsehwissenschaften der Ruhr-Universität Bochum, indem er Flusser (der dort kurz vor seinem Tod lehrte) als Geist im Medium des Akustischen beschwor: ließ Flusser aus den seinerzeit aufgezeichneten Vorlesungen, den Bochumer Tonbandcassetten, für den von Flusser scheinbar vernachlässigten Gehör-Sinn als Geräusch wiederauferstehen - das Kratzen der Kreide, wenn Flusser an die Tafel schrieb. Moore wirft schrift- und bildorientierten Medienwissenschaftlern überhaupt vor, "earless faces" zu haben

- Flusser selbst dazu: "Wie der Leser ja sicherlich mit Überraschung und Unwillen festgestellt hat, habe ich alles, was mit Ohr und Mund, mit Ton und Wort zu tun hat, aus meinen Überlegungen ausgeschaltet" <Flusser 1985/1999: 178>; am Ende räumt Flusser dem auditiven Aspekt eines Universums, das eben nicht nur aus technischen Bildern besteht, sondern einen "audio-visuellen Charakter" hat, einen umso prominenteren Platz ein. Dem Wesen des Computers steht die elektronische Musik nahe: "Das Universum der Musik ist ein ebenso kalkuliertes und komputiertes wie das der technischen Bilder" <Flusser 1985/1999: 179>, und ebenso "ein von semantischen Dimensionen emanzipiertes" <ebd.>. Indem Flusser nun meint, daß die Welt der technischen Bilder "musifiziert" ist, beschreibt er nichts anderes als die Tatsache, daß die sogenannten Bilder einen anderen Daseinszustand angenommen haben. Bild und Musik sind nur noch Begriffe, welche den Verzug, das Hinterherhinken des Diskurses gegenüber einer schon fortgeschrittenen kulturtechnischen Lage beschreiben

Musik dies- und jenseits ihrer Hörbarkeit

- nachrichtentechnischer Kanal; Festlegung der tonkünstlerischen Schöpfungen in Notenzeichen sowie die klingende Ausführung der Werke "nur Mittel, die musikalischen Erlebnisse aus der Phantasie des Komponisten in die des musikalischen Hörers zu verpflanzen" = Hugo Riemann, Ideen zu einer Lehre von den Tonvorstellungen, in: Jahrbuch der Musikbibliothek Peters 1914/15, 1-26 (2); symbolische Notation (platonischer *Musik*begriff) wie auch die konkrete akustische Implementierung (Signalwelten) medientechnische Operationen dar - die beiden Dimensionen des Sonischen

- bedarf Musik ihrer tatsächlichen Implementierung im physikalischen Schall- und Klangkörperraum? diagrammatisches Hören (das "innere" Hören, analog zur "inneren Stimme"): "<...> structural listening can take place in the mind through intelligent score-reading, without the physical presence of an external sound source"[78]. Subotnik zufolge schwebte Adorno eine Zeit vor, in welcher "the silent, imaginative reading of music could render actual playing as superfluous as speaking is made by reading of written material" = 161 f.; brachte einst das Vokalalphabet die Stimme (das laute Lesen, nach Svenbro) zum Verstummen; definiert demgegenüber John Cage Musik radikal vom organisierten und/oder zufallsgesteuerten Klang (*sound*) her (anders als Iannis Xenakis, der den Zufall stochastisch faßt)

Musik, Archäologie, mathematische Serialität

- bedürfen hochtechnische Medien nicht der Narration, weil sie das phänomenologische Existential der Vergänglichkeit an sich schon vollziehen; Halteproblem: "Musik versteht sich auf das Ende" = Ernst Bloch über die klassische Komposition, zitiert hier nach: Klaus Peter Richter, Zeitfenster des Augenblicks, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 128 v. 4. Juni 2003, N3

- neuronale Wahrnehmung einer Melodie auf der Basis eines mikrozeitlichen Mechanismus im Bewußtsein, faßbar als neuronale Korrelation - eine andere, kybernetische Dramaturgie, eher ein Akt der Zeitzählung[79], daher umgekehrt techno-mathematisch modellierbar

Klang / Schweigen

---

78 Rose Rosengard Subotnik, Deconstructive Variations. Music and Reason in Western Society, Minneapolis (Univ. of Minnesota Press) 1996 <???>, chap. 3 ("Toward a Deconstruction of Structual Listenting. A Critique of Schoenberg, Adorno, and Stravinsky"), 148-176 (161) <zitiert nach Diss. Papenburg>

79 Siehe Martin Ebeling, Verschmelzung und neuronale Autokorrelation als Grundlage einer Konsonanztheorie, Frankfurt/M. et a. (Peter Lang) 2007

- deutet Viola Weltmusik aus dem Geist des elektroakustischen Synthesizers mit seiner technologischen Dualität von additiver Synthese (Fourier) / subtraktiver Filter: westliche Musik "baut Dinge auf, indem sie Note auf Note, Form auf Form stapelt <...>: ihre Grundlage ist die Stille, alle musikalischen Klänge entwickeln sich von diesem Punkt aus"; indische Musik geht vom Klang aus: "Alle zu spielenden Noten und möglichen Noten sind vorhanden, bevor die Hauptmusiker selbst mit dem Spiel beginnen. <...> Deshalb geht man davon aus, daß die Hauptmusiker beim Spielen die Noten aus einem bereits bestehenden Klangfeld, dem Summen, herausholen[80]

- eröffnet Cage die Chance, "Musik als Gegenwart wahrzunehmen, befreit von dramatischer Struktur, als bloßes Medium des Klangs'" = Klaus Peter Richter, Grenzen des musikalischen Wachstums. Strategien Minimaler Musik, FAZ 30. Juli 1997, Seite N 6

Unhistorische Klangwahrnehmung / als Archäologie

- gleich Maschinen in Operation / technischen Medien im Signalvollzug: kann "Musik" aus Vergangenheit überliefert, aber nur als gegenwärtige wahrgenommen werden; Antonin Artauds Stimme auf / von Schallplatte: seine Phono-Präsenz als purer Effekt des Apparats; Vinylplatte an sich schweigt, archäologisch.

- lassen Musikautomaten den Lochstreifen-Maschinenkode (die binäre Partitur) durch den (Klang-)Körper der Maschinerie. Technische Aktivierung des Archivs, sein Abruf als energetische Aufladung, nicht human-performatives *re-enactment* (Collingwood)

MPI für Musik

- Initiative ging gerade nicht von Kultur- oder Musikwissenschaftlern, sondern von den Naturwissenschaften aus, deren physikalische und physiologische Akustikforschung sich mit der damaligen Emergenz elektronisch erzeugter Klänge traf; solche Pläne aus dem (Zwischen?)Archiv resonieren wohlklingend in den neuen Räumen am Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft

- Initiative vor allem von Naturwissenschaftlern ausgehend; sollte ausdrücklich etwa von Musikhochschulen getrennt bleiben; gibt es ein Staatliches Institut für Musikforschung (SPK) in Berlin; Michael Custodis, Schwer von Begriff. Pläne zu einem nicht realisierten Max-Planck-Institut für Musik (1965-1972), in: Die Tonkunst. Magazin für klassische Musik und Musikwissenschaft, Jg. 6, Nr. 2 (April 2012), 201-211

- Recherchen im Archiv der Max-Planck-Gesellschaft zum (fehlgeschlagenen)

---

80 Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54 (28)

Plan der Gründung eines MPI für Musik(forschung) aus den Jahren um 1970 Skizze einer damals geplanten internationalen Konferenz; früher Brückenschlag zwischen Musikwissenschaft und dem, was heute Medienwissenschaft heißt: eine epistemologische Erinnerung wert; Absetzung zum Kunstmusikbegriff und in Allianz mit den neuen elektronischen Gerätschaften zur Analyse und Generierung von Klängen und Raumakustik

- Mitinitiator Biokybernetiker Braitenberger; gerade von Vertretern der Naturwissenschaft ein konservatives Musikverständnis hemmend ins Spiel gebracht. Andererseits der naturwissenschaftliche Beitrag zu den diversen Memoranden, frische Perspektiven auf den wissenschaftlichen Gegenstand und die Musik damit von der engen Festlegung auf eine kunstästhetische Form - mit Blick auf elektronische Medien als Meß- wie Erzeugungsapparaturen von Klang - befreiend. Symptomatisch, wie Boulez in seinem Vorschlag vom September 1971 vom "Centre de Recherches Acoustique" schreibt, wohingegen es dann mit dem tatsächlichen IRCAM bei einem auch typographisch evidenten unentschiedenen "acoustique/musique" bleibt; vor dem Hintergrund der aktuellen Debatten darüber, ob die Sound Studies nun innerhalb der klassischen Musikwissenschaft ihren Ort finden oder eine eigenständig Disziplin ausbilden; einen untoten Gedanken wieder zum Leben erwecken, unter den aktuellen Vorzeichen von kognitiver Neurowissenschaft

- Signatur des Faszikels im SIM: 6.4.3 (Vorgang "MPI für Musik"), sowie 4.5.2/71 (Briefverkehr Stiftungspräsident / MPI-Präsident)

"New Music" (Mathews / Shannon)

- Dialog Shannon / Cage / u. a. verfaßt von Mathews, unpubliziert: Typoskript "New Music - John's Problem, Claude's Question and Gerald's Lament"; einige der Kernanliegen des Neologismus des "Sonischen"; Entdeckung von Musik als technologischer Form macht auch Rauschen ästhetisch musikfähig; Nachrichten aus dem Archiv die informativsten, weil nicht (in Redaktion / Reproduktion Durck) redundant

- Musik-zu-Rauschen-Verhältnis, Liveplayback-Konzerte der *Tödlichen Doris*: "Ein Playbackkonzert der Doris wurde so lange in immer neuen Räumen abgespielt, bis die sich daraus entwickelnde Feedbackschleife das Stück „Über-Mutti“ in fast weißem Rauschen auflöste" = Martin Conrads, Die tote Doris, in: zitty 18/1999, 56; Rekopien, xerographisch, von Ulrich Giersch

Begriffsbestimmungen der Akustik

- hat sich in Form (elektro-akustischer) Technologie etwas operativ verdinglicht / logifiziert, was bislang kulturtechnisch-performativ war: zeitinvariante Wiederholung / Wiederaufruf von Sequenzen (umfassende *mousiké*), non-historische, rhythmische Zeitweisen; Bergsons *durée* mediendialektisch nicht das Gegenstück zur mechanisch-mathematischen

Uhrzeit, sondern in deren algorithmischer Wiedereinkehr (*live-coding*) aufgehoben

- seit 1924 als "Technische Akustik" firmierende - Beschallungstechnik manches in der Elektrotechnischen Zeitschrift (ETZ) der Jahre 1926 und 1927; in Telefunkenzeitschrift Oktober 1926 von H. Gerdien "Über klanggetreue Schallwiedergabe
mittels Lautsprecher"

- befaßt sich Akustik mit den physikalisch meßbaren Schallereignissen; "auditiv" die mit menschlichen Sinnen wahrnehmbaren Schallereignisse; Terminologie der Sound Studies (Holger Schulze) http://www.soundstudieslab.org/sound-studies-basic-terminology

- gilt Weltraum als schallos (von der Metaphorik des "Urknalls" abgesehen), läßt aber in Spurenelementen Schallübertagung zu, etwa anhand von Gasen um Gestirne und deren fragiler Exosphäre; Karl Urban (2003), Schall im All?, http://www.raumfahrer.net/astronomie/kosmologie/schall.shtml (Zugriff Februar 2013

Zeitkritische Bandbreiten menschlichen Hörens

- hat Mensch einen implizit sonischen "Zeit"-Sinn allein für die hörbare Bandbreite zwischen 16 und 20000 Hertz; implizit aber ist das Gespür für infra- und ultraschallereignisse durch taktile Resonatoren und im Gehörgang breiter

- höchst Empfindlichkeit liegt bei Tönen rund um 1000 Hz. "Dies entspricht den Grundschwingungen der meisten Gegenstände in der Dimension zwischen 10 cm und 1 m, wenn sie durch Stoß oder Reibung zum Klang oder Geräusch erregt werden. Daraus resultiert die erstaunliche sonische Anpassungsfähigkeit des kulturellen Gehörs, "aus dem Klang, d. h. aus den Eigenschwingungen eines angestoßenen Körpers nicht nur die Größe und die Form <...>, sondern auch das Material <...> zu erkennen, so daß wir die Körper auch im Dunklen gewissermaßen akustisch sehen können" = Heinrich Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre nebst Anwendungen auf mechanische und elektrische Schwingungen, 6. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1958, 81

Extrapolationen des menschlichen Gehörs

- vermag menschliches Gehör (nach Hermann von Helmholtz' Erkenntnis) mehr als die bloße Verarbeitung des Akustischen zu leisten, sondern kognitiv aktiv bei verrauschter Sprachübermittlung aus 66% Silbenverständlichkeit die volle Aussage zu extrapolieren bzw. hochzurechnen. Der Begriff "Hochrechnung" ist hier im Sinne Heinz von Foersters gewählt: Ausgehend von Johannes Müllers physiologischen Untersuchungen über das *Prinzip der spezifischen Nervenenergie* gilt die Feststellung, daß die Qualitäten der Sinneseindrücke nicht im Empfangsapparat kodiert sind, sondern im Zentralnervensystem erst

in der als Wahrnehmung empfundenen Form entstehen: "Sie werden dort, wie ich sagen würde, errechnet"[81]; dies aber nicht im numerischen Sinn, sondern "das lateinische Wort *computare b*edeutet, daß Dinge in einen Zusammenhang gebracht werden" <ebd.> - und zwar diskrete Dinge. Hier kommt der Vorteil des Digitalen zum Zug, der in der Nachrichtenübertragung dem Rauschen obsiegt.

Definition "Musik"

- physikalisch-technischen Ebene: Akustik; sonische Ebene: Klang, physiologisch / kulturtechnisch formiert; *musica* = "un modo <...> di esprimersi mediante suoni coordinati nelle loro successione e nel loro compleso" = Jérôme Joseph de Momigny, La seule vraie théorie de la musique, ital.: La sola e vera teorica della musica, übers. E. M. E. Santerre, Bologna (Gamberini) 1823, 1

- symbolischer Begriff von Musik die Klangorganisation (Boethius); Musik im Mittelalter Zahl *und* Ton: als Mathematik diskret, eine Quantität, daher unveränderlich; als Ton aber Qualität, physikalisch, vergänglich = Max Haas, Vortrag "Dispositionen der Schriftlichkeit im Geiste der lateinischen Musiklehre des Mittelalters", Konferenz *Schriftkulturen der Musik*, 17. Dezember 2007, UdK Berlin; Dualität von Algorithmus als Genotyp und konkretem Klang als Phänotyp

Musik und Schrift (Notation)

- klassische europäische Musiknotation: Dauer + Tonhöhe; frühmittelalterliche Musiknotation nicht Gedächtnisspeicher (Aufzeichnung, *recording*) = Andreas Haug, Vortrag "Funktionen schriftlicher Musikdarstellung im mittelalterlichen Europa", Konferenz Schriftkulturen der Musik, 17. Dezember 2007, UdK Berlin; Phonograph nicht schon im Mittelalter erfunden, weil das individuelle Signal(ereignis) nicht zählt; vor dem Hintergrund einer oral gespeicherten Musik schlicht die Modifikationen notiert, also Steuerzeichen zur Korrektur eklatanter prosodischer Deformationen; *soni* ungleich *verba*: Differenz *vox litterata* / *vox illiterata* (einmal Schrift für artikulierte Sprache, mit diskursivem Sinn behanftet / einmal Klang, Musik)

- Isidor von Sevilla über Klang / Töne: man kann sie nicht schreiben, also nicht speichern; Erich Moritz von Hornbostel (1909), Aufsatz "Vorschläge zu einer Transkription exotischer Melodien", Möglichkeit von Transkription als "eine getreue Wiedergabe des Phonogramms": setzt den Medienspeicher als Ausgangspunkt, nicht die logozentristische Unterstellung eines originalen Ereignisses

Medien und Musik

---

81 Heinz von Foester, in: ders. / Bernhard Pörksen, Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners. Gespräche für Skeptiker, 4. Aufl. 2001, 17

- interessiert am Akustischen und Sonischen gerade nicht die musikalische Dimension (im neuzeitlichen, nicht altgriechischen Sinne), ebenso wenig wie sich Shannons Nachrichtentheorie nicht mit den semantischen Aspekten der Kommunikation befaßt; vielmehr die Option, über den akustischen Kanal dem Wesen elektronischer, also zeitkritischer Prozesse nahezukommen. Akustik und das Sonische sind damit analytische Werkzeuge einer Medientheorie unter hochtechnischen Bedingungen; elektro-akustische Musik eine solche, die wesentlich erst über das technische Medium existiert (Michael Harenberg)

- erlaubt technische Signalaufzeichnung neue Form der Notation, nämlich im Realen. Wie es Edison schon erträumte: nicht irgendein "Hallo" als phonetische Klasse aufzuzeichnen, sondern s/ein individuelles "Hallo" / Ich = "es"

- digitaler Computer eine referenzlose Maschine, die in ihrer Simulation des Akustischen dasselbe symbolisch im Realen aufzeichnet, als Protokolle auf der Festplatte; komputiert, also er-zählt die Signale. Nicht im Akustischen, sondern in seinem Wesen als zeitdiskrete Maschine teilt der Computer einen Wesenszug mit der Musik

Asymmetrien des Audio-Visuellen

- neigt in klassischen analogen elektronischen Medien die Schaltung unter Strom zum Driften; tut sich Asymmetrie von Ton und Bild auf: "Während in der Tontechnik mit Sicherheit schon eine Hi-Fi-Übertragung zu erwarten ist, wenn man lineare und nichtlineare Verzerrungen <...> in erträglichem Rahmen hält, treten bei der Videotechnik noch weitere Probleme auf. Hierbei handelt es sich um Fragen des Impulspegels. Sie sind in dem unterschiedlichen Cahrakter und Endzweck von Ton- und BVideosignal begründet. Tonfrequenzsignale wirken letzten Endes immer auf eine Schallmembrane, Videosignale steuern eine Bildröhre" = E. Langelüttich, Einführung in die Impulstechnik, Beilage zur Funk-Technik Bd. 12 (1957) Nr. 17, 43-46 (44)

- gehört Akustik zum Reich der klassischen mechanischen Physik (Schalldruck); das Bild aber zum Licht (also ein Ausschnitt elektromagnetischer Wellen). Sonisch-mechanische Phänomene sind anderer Natur als optisch-elektromagnetische: "Das Scheitern aller Versuche, die elektrischen Kräfte auf andere bekannte Erscheinungen zurückzuführen"[82], fürte zum Feldbegriff

- Ohr reagiert auf zeitkritische Unschärfen anders als das Auge

- kybernetisch geschultes Ohr; experimentiert Gordon Pask in den 50-er und 60-er Jahren mit analogen Wachstumsprozessen, dabei sowas wie ein Ohr wachsen lassen: sich selbst organisierende Sulfatlösung, die in der Lage war, nach etwas Traning Frequenzen zu unterscheiden (Hinweis Georg Trogemann)

- konvergieren in algorithmischen Maschinen die Differenzen zwischen verziffertem Ton und Bild auf der Basis ein- und dergleichen Datenverarbeitung;

82 Helmut Lindner, Das Bild der modernen Physik, Leipzig / Jena / Berlin (Urania-Verlag) 1973, 92

unterscheidend die Datenformate

Klang als Medium / der Gewalt

- Eduard Hanslick definiert (in *Vom musikalisch Schönen*, 1854): Musik sei "tönend bewegte Form" und dies ihr einziger Inhalt; im Sinne McLuhans also (Medium / Botschaft)

- "Die historische Avantgarde konstituierte sich <...> durch die Forderung, aus jedem künstlerischen Medium alles Medienfremde zu entfernen, um nur das Medienspezifische zu belassen. Aus der Malerei sollte alles Mimetische, Sujethafte, Literarische entfernt werden, um reine Kombinatonen von Formen und Farben sichtbar zu machen" - weil Photographie und Kino dies inzwischen besser leisteten; Groys weiter: "Aus der Poesie sollte alles Narratrive und Bildhafte entfernt werden, um den reinen Klangn der Sprache hörbar zu machen; aus der Musik sollte alles Imitative und Melodisch-Narrative entfernt werden, um den reinen Klang hörbar zu machen. Die Abkehr der modernen Kunst von der Referentialität <...> war <...> eine Folge der systematischen Suche nach der Wahrheit des Medialen, nach der medialen Aufrichtigkeit, bei der sich das Medium, das sich überlicherweise hinter der intendierten Mitteilung verbirgt, so zeigt, wie es ist" = Boris Groys, Unter Verdacht. Eine Phänomenologie der Medien, Carl Hanser Verlag 2000, 95

- breiten sich Wellen in gekoppelten Systemen (etwa Luftpartikel) aus, per Übertragung an Nachbarteilchen. Für den Transport von Schallwellen ist ein Medium erforderlich; elektromagnetische Wellen setzen solch ein Feld, doch nicht physikalisch vorliegend (wie von Aristoteles als *to metaxy* beschrieben), sondern medien- (und nicht schlicht kultur-)technisch geschaffen

- schwingende Saiten das, was Mersennes genuin signalnahe Erkundung von Pythagoras unterscheidet, der in Harmonien verfangen blieb und damit zwar Mathematik für *Musik* entdeckt, aber damit die Aufmerksamkeit auf zeitkritische, d. h. tatsächlich *sonische* Prozesse verbaut

- algorithmische Rekonstruktion der altgriechischen Musiknotation, in Programmierumgebung SuperCollider dann zum Klingen gebracht; Sinustöne, die sich von realen Sängern in menschliche Töne übersetzen lassen. Tobias Perlick: um sich auf die Tonalität altgriechisch einlassen zu können, das musikalischen Unterbewußtsein auswechseln. Mit Mitteln des Computers an die (durch notationelle Fragmente überlieferten) Klänge in Euripides´ Tragödien: genuine Medienarchäologie; sowohl der Computer als auch die altgriechische Musik teilen den Begriff der Mathematik. Gewissermaßen steht der Computer der Antike hier näher als gegenwärtige Ohren

- Mersennes experimentelle Agenda der Frage, wie (bereits Pythagoras') *raison* korrigierend und supplementierend eingreift, wo phänomenale *experiènce* an ihre Grenzen stößt, am Beispiel schwingender Saiten

- im Unterschied zur konzeptionellen Musik *sound* als "Mechanical disturbance from a state of equilibrium that propagates through an elastic material medium" = Encyclopaedia Britannica, 2003

- antike Medientheorie bis 1900 (Äther-These), daß durch Propulsion kleinster Teilchen Klang übertragen wird

- Graduiertenkolleg HU "Gewalt“ / Workshop Hörstürze WS 03/04, Diss. Florian Schreiner über Hören, Hörigkeit, Sein; akustische Gewalt geschieht im Grenzbereich / "slices" von Xenakis; Heidegger / akustische Gewalt / technische Kodierung zwischen Daseinskopplung und technischer Anwendung

Musik, synthetisiert

- Schreiben zum Thema Klavier: das Spiel diskreter Tasten als Subjekt und Objekt

- Lady Lovelace über das musikalische Potential der Analytical Machine von Charles Babbage: "Supposing, for instance, that the fundamental relations of pitched sounds in the science of harmony and of musical composition were susceptible of such expression and adaptions, the engine might compose elaborate and scientif pieces of music of any degree of complexity or extent"[83]

- Bilden Vocoder, welche etwa die spektralen Anteile phonetischer Artikulation auszufiltern und wiederzugeben vermögen, weniger die Sprache ab; vielmehr spricht die Maschine, bzw. entbrigt das Maschinische in menschlicher Artikulation selbst

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

Der Synthesizer (analog / digital)

- Gerhard Steinke in Magazin KEYBOARDS, vierteilige Serie zum Thema "Klangerzeuger Subharchord" (Ausgaben 8/03 - 11/03): ästhetische Hemmschwelle, von der klassischen, klangtransitiven Tastatur zur intransitiven musikalischen Informationssteuerung auf Roland-Masterkeyboard für MIDI-Steuerung zu wechseln. "Damit sind zwar so gut wie alle, auch unmusikalischen Effekte möglich, doch ist damit der Faden zerschnitten, der das Gefühl für Materialität des technologischen Artefakts noch intakt (*tangere*) hält

- Verhältnis des Analogen zum Digitalen; mit dem Abtasttheroem von Shannon/Nyquist kommt diese ontologische Dichtotomie zum Erliegen; über diesen Ansatz die alten analogen Synthesizer mit all ihren klanglichen Unzulänglichkeiten als virtuell-analoge Synthesizer digital wieder auferstehen zu lassen

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

Klang(medien)wissenschaft

- *Klänge* daraufhin zu befragen, wovon sie ein Wissen darstellen; antike *musica* in den gelehrten Traditionen sowohl *ars* als auch *scientia*, also selbst bereits eine Wissenschaft; hatte zunächst nichts mit dem Klingendem zu tun. "Ihre Ontologie (*numerus*, Proportion, Wahrheit) entfaltete sich auch ohne das Klang liche. Verfügt nun auch der *Klang* über ein gleichartig angewandtes und epistemisches Profil? […] Die in den Klängen vorliegenden signaltechnischen rekursiven und algorithmischen Prozeduren, die in Klangobjekten zur Erscheinung kommen, beinhalten im Inneren eine hochtechnische *Analysis* und damit bereits ein eigenes Wissen. Klangwissenschaft erfordert nicht mehr eine wissenschaftlich-hermeneutische *Analyse*, wie sie für Musik/Musikwissen schaft maßgeblich war. Vielmehr sind die Vermittlungsebenen präzise zu exponieren, die zwischen der technischen Operativität von Klängen, ihrer Beobacht barkeit und Zurechen barkeit als relevante Ereignisse sowie ihrer Transformation in kulturel len Sinn bestehen. […] Eine Prämisse wäre, dass im Klang eine auditive *ars* und *scientia* kurzgeschlossen werden. […] Klänge sind […] Kürzel für die Engführung von Technologie und Kognition" = Sebastian Klotz, Klang als Technologie und Kognition. Systemtheoretische und medienarchäologische Hypothesen, *abstract* zur Tagung A*udio Medien Theorie. Methoden einer interdisziplinären Klangwissenschaft* am Lehrstuhl Theorie und Praxis Multimedialer Systeme FB 3, Medienwissenschaft, Universität Siegen, 12. bis 14.2.2010

Musik als Effekt ihrer Medien?

- nicht die kulturelle Form Musik, nicht Melodie das Objekt von Medienwissenschaft, sondern Akustik, Signal, Geräusch, *signal-to-noise-ratio* ;im Kern der mathematischen Nachrichtentheorie selbst ein Begriff aus dem Akustischen); eine Oper als ein „akustischer Datenfluß“ = Kittler 1987: 95 in ihrer kulturtechnischen Bedingung, nicht hinreichend als ästhetische Form definiert

- "If sounds are uninterpretable, they are called `noise´.“ Nicht-Interpretierbarkeit dagegen ist kulturtechnisch relativ; „`noises´ may well be used in a symblic way on a higher level of symbolization" = Heinz von Foerster, Sound and Music, in: xxx, 3-10 (8)

- Unterscheidung des Mittelalters zwischen Musik als *ars liberalis*, geistig (Komposition) und *ars mechanica*, als klangtechnische Implementierung (instrumentale Ausübung) = Kapitel 2.1.1.2. "Trennung von Wissenschaft und Kunst", in: Ästhetik und Kunst, hg. v. Erwin Pracht, Berlin 1987, 130 f. "So galt im Mittelalter real klingende Musik als niedrigste Stufe, nicht als Begründungsform von Musik. […] Musiker nicht Verwalter von Klängen des Kosmos, der unhörbar vor sich hinklingt" (Sebastian Klotz)

- Manifest von Forum 440: Speicher- und Kommunikationsmedien; verändert sich das kulturelle Gedächtnis, wenn es vom menschlichen Körper auf Schrift oder Tonaufnahme verlagert wird; Auswirkungen technischer Mittel, Kanäle und Schnittstellen auf die Produktion und das Verständnis von Musik; Besonderheiten mechanischer bzw. elektronischer Klang(re)produktion

- April 2002 Tagung *KlangKörper* des MPI für Wissenschaftsgeschichte: Einschnitt die Möglichkeit zur Klangspeicherung per Grammophon. Klangkörper erzeugen nicht allein Klänge, sondern empfangen, verarbeiten und speichern Klänge. Klangkörper demnach auch der an cerebrale Sprach- und Gedächtnisregionen gekoppelte menschliche Stimmapparat, das Mikrophon und der elektro-akustische Synthesizer im Tonstudio, Grammophon und Trichter; CD-Player und Lautsprecher; klang-speichernde Klangkörper: Notenpapier, die Schallplatte, die CD, die Musikdatei im World Wide Web, in denen Klänge zum Zwecke des Aufbewahrens oder des Transports vorübergehend zum Schweigen gebracht werden, und die zur Entfaltung ihrer Effekte auf ganz anderes als auf die äußere Einwirkung von (Luft-) Schwingungen angewiesen sind

Musik, ein zeitbasiertes Medium / Geräusch

- setzt Johann Wolfgang von Goethe die räumlich-mathematische Ordnung der Musik über deren akustische, *zeit*basierte Qualitäten, indem er die Architektur als „verstummte Musik“ bezeichnet. Schlegel dagegen spricht von Architektur als „gefrorener Musik“ und betont damit deren besonderen Zeitcharakter.[84] Nicht Musik, Akustik ist zeitbasiert.

- steht *noise* Shannons *Mathematical Theory of Communication*, eingeschrieben; "Medium" im strengen Sinne schlicht der Kanal; die Schnittstelle zur sozialen oder Umwelt liegt nicht an den technischen Orten der De-/Kodierung, sondern erst in Signalsenke

- überwiegen im Gehör, "im Gegensatz zum optischen Gebiet, diejenigen akustischen Wahrnehmungen, die uns von Veränderungen Kunde geben, so beträchtlich diejenigen, die auf unverändert Fordauerndes hinweisen" = Rudolf Arnheim, Das Weltbild des Ohres, in: ders., Rundfunk als Hörkunst und weitere Aufsätze zum Hörfunk [*Radio, London 1936], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2001, 18- (19); Radio-Hörkunst damit eigentliche (Medien-)Szene für dramatisches Geschehen; im Sinne Lessings: "Klangwahrnehmung überhaupt ist immer nur innerhalb eines Zeitablaufs möglich. Für das Auge existiert in jedem Zeitaugenblick ein reiches in drei Raumdimensionen erstrecktes Bild. Daher gibt es auch zeitlose Augenkünste: Malerei und Plastik (neben zeithaften wie Theater, Film, Tanz). Hingegen ist die Vorstellung von einer zeitlosen akustischen Wahrnehmung sinnlos" = Arnheim ebd.; das wäre Stille. „Zum Charakter des Hörbaren gehört die Erstreckung in der Zeit, und daher haben

---

84 Jörg H. Gleiter, "... bis zum Umgekehrten hindurch ...". Nietzsches "Experimental-Ästhetik" und die Architektur, in: Gerhard Schweppenhäuser / ders. (Hg.), Nietzsches Labyrinthe. Perspektiven zur Ästhetik, Ethik und Kulturphilosophie, Weimar (Universitätsverlag) 2001, 34-59 (39)

alle Ohrenkünste (Musik, Rundfunk, Theater, Tonfilm usw.) Zeitcharakter“ = ebd.

Als temporales Geschehen ist M. ein Medium, das, im einmaligen Erklingen sich erschöpfend, weder ausgestellt oder gespeichert, noch auf andere Weise bewahrt werden kann; es sei denn in der Erinnerung es Zuhörers. Zentral für M. ist daher neben Produktion und Rezeption ihre Wiederholung[85]

- zentrales Kriterum technisch aufgezeichneter Prozesse Wiederholbarkeit der Signale; kodiert gespeichert kein Klang, sondern strukturell Musik

Musik, Akustik, Mathematik

- liegt Zeit in Sukzession, in der Zählung: Seele, so Euler, "bekömmt eben dadurch auch den Begriff des Sucessiven, in so ferne sie andre und andre Eindrücke hintereinander empfindet, und daraus entspringet die Idee von der Dauer und der Zeit: sie bemerkt die Verschiedenheit ihrer Empfindungen, die eine auf die andre folgen, und fängt an sie zu zählen, ob gleich dieses Zählen aus Mangel der Zeichen oder Namen, die zu Bemerkung der Zahlen gehören, eben nicht weit gehen kann"[86]

- „bringen die von aller Wirklichkeitsbezogenheit gereinigten Klänge der Musik die akustischen Ausdruckseigenschaften auf so mathematisch strenge Verhältnisse, daß die künstlerische Form mit ihrer Hilfe in sonst unerreichbarer Vollkommenheit realisiert werden kann" = Rudolf Arnheim, Das Weltbild des Ohres, in: ders., Rundfunk als Hörkunst und weitere Aufsätze zum Hörfunk [*Radio, London 1936], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2001, 18- (20). Rein aber ist nur die nicht-implementierte musikalische Komposition wie Algorithmus; jede elektro-physikalische Verkörperung von Verunreinigung = Welthaftigkeit von Medienprozessen; datenverarbeitendes Paradigma der "unscheinbaren mathematischen Gleichungen, mit denen *unter Medienbedingungen* <meine Hervorhebung, W. E.> alle Parameter aller Musik anschreibbar gemacht worden sind" = Friedrich Kittler, "Musik als Medium", erschienen in: Bernhard J. Dotzler / Ernst Müller (Hg.), Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur aisthesis materialis, Berlin (Akademie-Verlag) 1995, 83-99 (84); anschreibbar = inventarisierbar / rechenbar

- macht Medienarchäologie Musik nicht schlicht zu ihrem Objekt, sondern versteht sich selbst als musikalische Funktion; Zusammenhang zwischen Foucaults *Archäologie des Wissens* und der seriellen Musik; "waren die tragenden Begriffe des Ereignisses und der Serie Theorieimporte aus einer Musik, deren mathematischen Kalkül der junge Foucault an Boulez und mehr noch Barraqué geliebt hatte"[87]

---

85 Christian Bielefeldt, Eintrag Musik, in: Pethes / Ruchatz (Hg.) 2001: 389-391 (389)

86 Leonard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie, Nachdruck der Ausgabe Leipzig u. a. 1769-1773, Braunschweig (Vieweg) 1986, 95. Brief, 107

87 Friedrich Kittler, Zum Geleit, in: Michel Foucault, Botschaften der Macht. Der Foucault-Reader.

- mit Pythagoras - Musik eher von der Zahl / vom *computing* her, also von der Mathematik, als vom akustischen Klang denken; realer Klang bedarf der Materialisierung, die Ableitung der musikalischen Idee in operativer Materie = Techno/logie; musikalische und arithmetische Seite der Dinge unterscheiden sich für die Pythagoräer in nichts; Konrad Zuses Begriff vom *Rechnenden Raum*. Konvergenz: Computermusik. Jacob Klein, *Die griechische Logistik* (S. 68) schreibt von „angleichender Seinsidentifikation" = Zitiert nach: Oliver Busch, Logos Syntheseós. Die euklidische sectio canonis, Aristoxenos, und die Rolle der Mathematik in der antiken Musiktheorie, Berlin (SIM Preußischer Kulturbesitz) xxx, 122; Pythagoreern nicht am phänomenologischen Wahrnehmungsbereich gelegen; vielmehr entwerfen sie ihr Modell „ohne jeden Bezug auf die sinnliche Wahrnehmung, sondern aus einem völlig abstrakten Moment heraus“ = Busch xxx: 128. Keine Beurteilung des sinnlich Wahrnehmbaren (*krísis aisthetón*). Nicht Phänomenologie, sondern Kalkül, insofern auf Seiten der mathematiknahen Medienarchäologie. "Pythagoras´ Nachweis, daß die Tonhöhen einer schwingenden Saite zueinander in Brüchen oder Verhältnis sen stehen, die den jeweiligen Saiten längen umgekehrt proportional sind, erlaubte eine elementare Mathemati sierung und Verschriftung von Musik. <...> *Die Musik aber als Zeit, also in Frequenzbegriffen zu beschreiben, trägt erst ihre neuzeitliche Theorie*" (Kittler)

- "die Empfindung des [musikalischen] Vernehmens", frei nach Goethes Farbenlehre, "etwas von trockenen Zahlenverhältnissen ganz Verschie denes", nämlich ein "inneres Hören und Verstehen", überführt die musikalische Physik in eine musikalische Hermeneutik. "Eben das macht sie zur Sache der Philo sophie" (Kittler)

- Musik immer schon Stille als Apriori gleich Mathematikgeschichte des (Null)Punkts (Brian Rotman): "Die westliche Musik baut Dinge auf, indem sie Note auf Note, Form auf Form stapelt <...>: ihre Grundlage ist die Stille, alle musikalischen Klänge entwickeln sich von diesem Punkt aus. Die indische Musik andererseits geht vom Klang aus. <...> Alle zu spielenden Noten und möglichen Noten sind vorhanden, bevor die Hauptmusiker selbst mit dem Spiel beginnen. <...> Deshalb geht man davon aus, daß die Hauptmusiker beim Spielen die Noten aus einem bereits bestehenden Klangfeld, dem Summen, herausholen[88]

- Musik in Proportionen, in Zahlenverhältnissen, in Intervallen gedacht; Anschluß Algorithmisierung, Musikautomaten; gleichrangige Überführbarkeit von Schrift-Bild-Ton-Zahl in diskret rechnende Maschine; Konzeption des lochkartengesteuerten, frei programmierbaren und zwischenspeichernden Rechners von Charles Babbage basiert auf der Inspiration durch den bildwebenden Jacquardwebstuhl, der seinerseits analog zu lochkartengesteuerten *Musikautomaten* zu lesen ist = Ulrike Bergermann,

---

Diskurs und Medien, hg. u. mit e. Nachw. versehen von Jan Engelmann, Stuttgart (DVA) 1999, 7-9 (8)

88 Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54 (28)

Science filzum. Eine Geschichte des Computers: Von Frauen und Weben, in: Frauen in der Literaturwissenschaft. Rundbrief 48 (August 1996), 18-23 (20)

- interaktive kybernetische Musik-Systeme dem Versprechen der Turing-Galaxis nahe: Rechner verwandelt sich von einem Instrument zur Ausfuehrung von Partituren zu einem intelligenten Gegenueber, und das Netz wird von einem Distributionskanal zu einer Kooperationsumgebung; Schlußthese Attali, *Bruits*: Zeit des *composer*, im Sinne einer mittelalterllichen *ars liberalis*

Schallübertragung (Helmholtz)

- tritt Medienbegriff im Kontext der Akustik auf / *arché*, Aristoteles § 419b. "Schallerzeugend ist", so definiert es Aristoteles in *Über die Seele*, "was fähig ist, die einheitliche Luftmasse zusammenhängend bis zum Gehörorgan in Bewegung zu setzen." Tatsächlich Schall in diskreten Schwingungen übertragen; Hermann Helmholtz in seiner Schrift *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* 1863 (Braunschweig: Vieweg 1863, unveränderter Nachdruck Frankfurt/M: Minerva 1981, 16): "Unserem Ohre werden nun die Erschütterungen, welche von den tönenden Körpern ausgehen, in der Regel erst durch Vermittlung der Luft zugetragen"

- Nietzsches Einwand gegen die Musik Wagners: "wozu diese erst noch unter ästhetischen Formeln verkleiden? Ästhetik ist ja nichts als angewandte Physiologie. [...] Und so frage ich mich: was will eigentlich mein ganzer Leib von der Musik überhaupt? Denn es gibt keine Seele" (II 1041); "seelenlose" phonographische Aufzeichnung. Medienarchäologische vs. phänomenologische Deutung von *aisthesis*: "Licht wird erst Licht, wenn es ein sehendes Auge trifft, ohne dieses ist es nur Aetherschwingung" = Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Bd. 1, Braunschweig 41896, 87-117 (98). „Wir hören nicht Luftschwingungen, sondern den Klang der Glocke.“[89] Phänomenologie ist für technische Medieneinsicht taub; in Störung (mit Heidegger) macht sich das Medium bemerkbar

- Inhaltsverzeichnis für das Kapitel "Die Zusammensetzung der Schwingungen": "Während die Wellen continuierlich fortschreiten, führen die Theilchen des Mediums, durch welches sie fortschreiten, periodische Bewegungen aus" = Hermann Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Braunschweig (Vieweg) 1863, unveränd. Nachdr. Frankfurt/M. (Minerva) 1981; physikalisches Medium diskretisiert die Botschaft; im Phonautographen sichtbare Wellen

- Bruchstelle; erinnert Helmholtz schon im ersten Satz der Einleitung seines Buches: "Das vorliegende Buch sucht die Grenzgebiete von Wissenschaften zu vereinigen, welche, obgleich durch viele natürliche Beziehungen auf einander

89 Sybille Krämer, Das Medium als Spur und als Apparat, in: dies. (Hg.), Medien - Computer - Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 73-94 (74)

hingewiesen, bisher doch ziemlich getrennt neben einander gestanden haben, die Grenzgebiete nämlich einerseits der *physikalischen* und *physiologischen Akustik*, andererseits der *Musikwissenschaft* und *Aesthetik*. <...> Der naturwissenschaftliche, der philosophische, der künstlerische Gesichtskreis sind in neuerer Zeit mehr, als billig ist, auseinandergerückt worden, und es besteht deshalb in jedem dieser Kreise für die Sprache, die Methoden und die Zwecke des andern eine gewisse Schwierigkeit des Verständnisses, welche auch bei der hier zu verfolgenden Aufgabe hauptsächlich verhindert haben mag, dass sie nicht schon längst eingehender bearbeitet und ihrer Lösung entgegengeführt worden ist" = Helmholtz 1863: 1

- Um Zahl der Schwingungen genau, also meßbar zu bestimmen, welche elastische Körper als hörbare Töne hervorbringen, radikale Distanz von musikalischer Ästhetik: "Die mathematische Theorie und mannigfaltige Versuche mussten sich zu dem Ende gegenseitig zu Hilfe kommen" = Helmholtz 1863: 21; Differenz - oder weniger platonisch-idealistisch: *différance* - zwischen den mittelalterlichen *artes liberales* und den *artes mechanicae*, "between physically embodied machines, whose ultimate function is to transduce energy or deliver power, and abstract machines, i. e., machines that exist only as ideas" = Weizenbaum 1976: 111

- wechselt Helmholtz, um Klangfarbe und Schwingungsform von Tönen zu erklären, die Artikulationsform, nämlich als Abkürzung komplexer Sachverhalte durch das Bild: "Um das Gesetz solcher Bewegungen dem Auge übersichtlicher darzulegen, als es durch weitläufige Beschreibungen geschehen kann, pflegen Mathematiker und Physiker eine graphische Methode anzuwenden, die auch wir noch oft zu benutzen gezwungen sein werden" = Helmholtz 1863: 33; Étienne-Jules Marey, *Methode graphique*; im Reader *Abbildungen* Seite 45 u. 46; schreibt eine mit Stift versehene Stimmgabel eine Kurve; Mareys *Mouvement de la vie*. Damit Bewegung aufgezeichnet werden kann, notwendig, daß das Meßinstrument selbst sich bewegt: "So thut man am besten, das Papier über einen Cylinder zu ziehen, der durch ein Uhrwerk in gleichförmige Rotation versetzt wird" <34>. Es ist das Medium der Taktung, das hier analoge, kontinuierliche Effekte zeitigt: „Eine solche Zeichnung zeigt also unmittelbar, an welcher Stelle seiner Bahn sich der schwingende Körper in jedem beliebig gewählten Zeitmoment befand, und gibt somit ein vollständiges Bild seiner Bewegung“ = Helmholtz 1863: 35; nutzt Helmholtz das Speichermedium Buch selbst als symbolische Maschine, die auch zur Wiedergabe des Gespeicherten in der Lage ist - grammophon, *avant la lettre*. Aus dem klassischen Träger buchstäblicher Information wird ein Labor, eine Versuchsanordnung. Helmholtz rekurriert auf den *Phonautographen* (und eben nicht Phonographen, denn hier werden Schwingungen vermessen, nicht Effekte des Lebendigen) von Scott und König <ebd., 34>. "Diese Linie, nachdem sie auf das Papier gezeichnet ist, bleibt stehen als ein Bild von derjenigen Art der Bewegung, welche das Ende der Gabel während der tönenden Schwingungen aufgeführt hat" = Helmholtz 1863: 34; *Verbildlichung des Tons*, wie sie mit der optischen Einlesung nicht mehr abspielbarer Wachswalzenzylinder aus der Zeit um 1900 durch digitale Scanner im Jahre 2000 korrespondiert

Musikalische Memetik

- Melodien, Sentenzen, architektonischen Bögenbauen als Beispiele für Memetik; geht über in Kulturtechniken: Musik, Schrift, Erziehung, die Odyssee: Übertragungsform Hexameter; rechtwinkliges Dreieck (Satz des Pythagoras, zeitinvariant), Schach; Dawkins, Das egoistische Gen, Heidelberg, 1988; Dennett, Philosophie des menschlichen Bewusstseins, Hamburg 1994

Wenn Musik- als Mediensoziologie, dann *bruits*

- inwiefern ein technisches Medium den Zugang zu Musik erweitert oder beschränkt; Provokation der Medien*soziologie*: Im Sinne von Jacques Attalis *Bruits* kann jedoch Soziologie als Analyse der akustischen Rhythmisierung einer Gesellschaft betrieben werden

- semiotischer Medienbegriff primär mediensoziologisch orientiert; demgegenüber versteht Medienarchäologie (als wohldefinierte Medienwissenschaft) unter "Zeichensysteme<n> in den Medien" vielmehr nachrichtentechnische Prozesse der Signalübertragung, -prozessierung und -speicherung

- "Einer Epoche, in der dem Menschen nichts als die eigenen Organe zur Verfügung standen (Stimme), folgt die Epoche der Tonwerkzeuge als Extensionen des Menschen ganz im Sinne McLuhans. Die „elektronische Epoche“ aber „stellt den Menschen nur noch an den Beginn des Kompositionsprozesses, schaltet ihn aber als Mittler aus.“ So verschwindet das Mensch-Medium (Faulstich) und der klassische, passive Medienbegriff. „Ihre dehumanisierte Musik ist in der Domäne des reinen Geistes entstanden" = H. H. Stuckenschmidt, Die dritte Epoche, in: die Reihe 1 (1995); Hinweis M. J. Grant. Mathematik jedoch ihrerseits von Anfang an gespalten gedacht: ideell (als „reiner Geist“) *versus* Materialität der Zahl. „Dehumanisiert“ meint andererseits das medienarchäologische Ohr: das primär schweigend das Phänomen Akustik angeht, als Rechenvorgang

"Musik und Medien" - eine *liaison dangereuse*?

- Notation einerseits (Kodierung, *logos*), maschinelle Implementierung andererseits (*techné*) - also Techno/logie. Erst im materialisierten Vollzug in der Hardware (Instrument, menschliche Stimme) erklingt Musik - der ganze Unterschied zwischen Algorithmus als Anweisung und vollzogener Turing-Maschine (1936/37)

- Edison-Walze, die vorrangig für Bürozwecke (als Diktiermaschine und Anrufbeantworter) geplant, Bandbreite von Sprache (ca. 5000 Hz), während erst Emil Berliners Grammophon (Schallplatte, Seitenschrift statt Tiefenschrift) die wirksame Widergabe von Musik und ihre technische massenhafte

Reproduktion erlaubt

- welches nun das historische Klangereignis: medienarchäologisches Ohr hört das Geräusch des Geräts; die aus der Nachrichtentheorie Shannons vertraute *signal-to-noise ratio*; in Audiotechnik wird mit D. <sc. Dynamik> das Verhältnis eines Nutzsignals, z. B. Klanginformationen wie Musik, zu den mehr oder weniger unvermeidlichen Störgeräuschen (Störspannung, Rauschen, Brumm) angegeben; bei Klangaufzeichnung mit einem Tonbandgerät wird die D. beispielsweise durch die größtmögliche Aussteuerung (ohne hörbare Verzerrung durch Übersteuerung der Übertragungselemente) und durch das Eigenrauschen des speichernden Tonbands begrenzt[90]

- *close reading* (nicht "listening") der entsprechenden Tonspuren, wie es optische Scanner zu leisten vermögen, zeigt das nicht mehr symbolische, sondern im Realen operierende diskrete "Alphabet" der Schallaufzeichnung

- erhört medienarchäologisches Ohr nicht nur das Rauschen, also den Anteil des medialen Übertragungskanals von akustischen Signalen; es hört auch die Mathematik darin - ganz so, wie Leibniz einst am Meeresstrand im Brechen der Wellen die Welt sich rechnen hörte

- hat Musik mit technologischen Medien gemeinsam: daß sie sich erst im Vollzug entfalten, anders als etwa das Bild, die bildende Kunst (Malerei, Skulptur, Architektur). Gotthold Ephraim Lessing schreibt im *Laokoon oder über die Grenzen der Malerei und Poesie* 1766, Kapitel XVI, gegen sogenannte Intermedialität, "daß die Malerei zu ihren Nachahmungen ganz andere Mittel oder Zeichen gebrauchet als die Poesie, jene nämlich Figuren und Farben in dem Raume, didse aber artikulierte Töne in der Zeit, wenn unstreititig die Zeichen ein bequemes Verhältnis zu dem Bezeichneten haben müssen" = Ausgabe Reclam Leipzig o. J., durchgesehen v. Rob. Riemann; indexikalischer Bezug; Signalfluß in technologischen Medien teilt mit dem musikalischen (oder klanglichen Ereignis oder gar akustischen) Ereignis das "bequeme Verhältnis" zur Zeit, also den dynamischen Zeichencharakter; Charles Sanders Peirce, der zwischen dem "Unmittelbaren Interpretanten, welches der Interpretant ist, wie er durch das richtige Verstehen des Zeichens selbst offengelegt wird und gewöhnlich die Bedeutung des Zeichen genannt wird," und dem "Dynamischen Interpretanten" unterscheidet, "welcher die tatsächliche Wirkung ist, die das Zeichen als Zeichen wirklich bestimmt"[91]

- Akustik als analytischer Kanal zur Medienanalyse (nicht aus Liebe zur Musik)

- Andreas Luckner, Zeit, Begriff und Rhythmus. Hegel, Heidegger und die elementarische Macht der Musik, in: Richard Klein / Eckehard Kiem / Wolfram Ette (Hg.), Zeit in der Musik, Weilerswist (Velbrück) 2000, 108-138

- Verschränkung von "Zeitmaß, Takt, Rhythmus" = 163 ff.; der musikalische

---

90 Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 67

91 Charles Sanders Peirce, Semiotische Schriften Bd. III (1906-1911), hg. u. übers. v. Christian Kloesel / Helmut Pape, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1993, 145

Rhythmus ist ein "hörbares Modell der Koordinierungstätigkeit des Geistes" = Luckner 2000: 129, in Paraphrase Hegels

- mathematischer Code auf Papier in der Fläche; erst seine Implementierung in maschinelle Prozesse das, was daraus eine Folge von Signalen *in der Zeit* (das physikalische Wesen von Signalen *per definitionem*) macht; Wolfgang Coy, Aufbau und Arbeitsweise von Rechenanlagen. Ene Einführung in Rechnerarchitektur und Rechnerorganisation für das Grundstudium der Informatik, 2., verb. u. erw. Auflage, Braunschweig / Wiesbaden 1992, 5. Medien-im-Vollzug vom Kanal her gedacht, vom Übertragungsakt, von der Prozessualität her: aber nicht nur im trivialen Sinne der physikalisch-akustischen Laufzeitverzögerung, anhand derer Aristoteles eins in *De Anima* (*Peri Psychès*) erst ein "Dazwischen" (*to metaxy*) namens Medien als unsichtbarem Widerstand entdeckte - denn das wäre Klang als Medium nur im Sinne der Physik, sondern in der Gegenwart ist diese Lage eskaliert - was unter verkehrten funktionalen Vorzeichen als frühe Form des Datenzwischenspeichers im Computer eingesetzt wurde: ein Kanal, der mit der Zeit *rechnet*. Musik wird nicht mehr nur auf der kompositorischen Ebene mathematisiert, sondern auf der Ebene ihres Zustandekommens im elektronischen Raum

- spitzt technologische Signalverarbeitung des Akustischen den von Hegel entdeckten Zusammenhang von Sein, Zeit und Ton zu. Damit kommt das zeitkritische Element ins Spiel, denn ein akustisches wie ein elektrotechnisches Ereignis ist nicht schlicht zeitbasiert wie etwa die Kunst des Theaters oder die Entfaltung von Literatur im Erzählfluß, sondern in höchstem Maße empfindlich gegenüber kleinsten zeitlichen Momenten. Die Objekte zählen hier weniger als die Operationen. Das mediale Dazwischen, das Dazwischengeschobene, west hier vor allem in den Intervallen.[92] Kommunikation in der Zeit; Analyse *zeitkritischer Prozesse* ist imstande, das We(i)sen elektronischer Medien zu ergründen

- stehen für Großteil Medienwissenschaft "Sendungen, Genres, Erzähl- und Darstellungsweisen, Inhalte letztlich im Vordergrund medienwissenschaftlicher Analyse"[93]; medienarchäologisches Interesse aber richtet sich auf das Zeilenschreiben des Kathodenstrahls beim Fernsehen, nicht auf die televisuell erzeugten Unterhaltungsinhalte

- hat Marshall McLuhan das "Taktile" des Kathodenstrahls in der TV-Bildröhre mit einer Renaissance des Akustischen verbunden und als Überwindung der (druck-)schriftzentrierten Gutenberg-Galaxis gefeiert

- Daseinsbedingung von Medien in der Zeit; Medienkünstler Bill Viola beschrieb einmal das technische Wesen des Videobilds ausdrücklich und

---

92 Siehe Régis Debray, Pour une médiologie. Définitions premières, in: ders., Manifestes Médiologiques, Paris 1994, 21-33

93 Knut Hickethier, Binnendifferenzierung oder Abspaltung. Zum Verhältnis von Medienwissenschaft und Germanistik. Das "Hamburger Modell" der Medienwissenschaft, in: Heinz-B. Heller u. a. (Hg.), Über Bilder Sprechen. Positionen der Medienwissenschaft, Marburg 2000, 35-56 (54)

unmeetaphorisch als den *Klang der Einzeilen-Abtastung*

- erfand John Logie Baird, Pionier des frühen elektromechanischen Fernsehens, einen Vorgänger der Videodisc zur Speicherung flüchtiger Bildsignale - sogenannte *Phonovision*, auf Schellackplatte. Bis vor Kurzem waren die Signale darauf zwar gespeichert, aber extrem verrauscht und für uns unlesbar, geschweige denn als TV-Bild; ein medienarchäologischer Akt der Art, daß die Archäologen hier die Maschinen selbst sind, und zwar die digitalen, beschert uns nun das Wunder, daß wir TV-Bilder aus der prähistorischen Phase von experimentellem Fernsehen wiedergewinnen konnten. Komplizierte algorithmische Verfahren (Wavelets etwa) vermochten aus den verrauschten, verzerrten Signalen wieder Bildinformation zu destillieren. Das vorliegende Trägermedium, die Schellackplatte, verweist ihrerseits auf das Dispositiv des Grammophons; *sehen* hier von Schallplatte, was sonst nur als Klang vernehmbar: http://users.telenet.be/thomasweynants/television.html

- laden akustische Prozesse zum analytischen (d. h. zeitdiskreten) Zugang ein, die Prozessualität elektronischer und digitaler Medien zu begreifen - audionautische Klangreisen in die Eigenzeit der elektronischen Medien. Mithilfe der Akustik lassen sich Zeitstrukuren und das Zeitbasierte in der Programmierung und den Algorithmen viel besser herausarbeiten, als zum Beispiel am Bild. Denn mit akustischen Phänomenen teilen mediale Prozesse, daß sie erst in der Zeit zum Sein kommen - entscheidungskritische Zeitprozesse. Das Verhältnis von *Sein und Zeit* ist damit technisch implementiert. McLuhan zieht daraus die medienarchäologische Konsequenz: „Die Elektrizität besitzt die gleichen Eigenschaften wie die akustische Welt.“ Im elektronischen Raum kommt damit Medienzeit zu sich. Das Summen des Servers im Signallabor ist das *basso continuo* der Medientheorie - immerfort, während für Hegels *Ästhetik* "ist der Ton eine Äußerlichkeit, welche sich in ihrem Entstehen durch ihr Dasein selbst wieder nichtet und an sich selbst verschwindet" = Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Vorlesungen über die Ästhetik III, in: Werke 15, Frankfurt/M. 1970, 134 f.

- Chladnis Klangfiguren; Darstellung der Schallwellen (einzelner Töne) überführt die Zeitlichkeit, die die Oszillation des Tons ausmacht, in eine "Gestalt im Raume", die "die Zeit ganz *augenscheinlich* organisiert" <Ritter, Fragmente, xxx, 275>. Im Ornament der "Klangfigur" ist also das "organisiert", und zwar "augenscheinlich", was hernach zum phonotechnischen Paradigma wird: *Bewegung in der Zeit*[94]

Elektroakustische Studios

- 1928 eine "Musikalische Funkversuchsstelle", an Hochschule für Musik in Berlin; Gerhard Steinke, xxx, in: Technische Mitteilungen des RFZ, 11. Jahrgang, Heft 4, Dezember 1967. Rundfunk- und Fernsehtechnische Zentralamt (RFZ) hatte seinen Standort in der Agastraße in Berlin-Adlershof (heute: "Media City

94 Bettine Menke, Akustische Experimente der Romantik, in: Claus Pias (Hg.), Neue Vorträge zur Medienkultur, Weimar (VDG) 2000, 165-184 (168)

Adlershof"). Der spätere Name des RFZ war "Zentrum für Funkdienste" (ZFu)

- Labor für akustisch-musikalische Grenzprobleme (Name variiert mit -gebiete) bestand bis ca. 1990, und hieß ab 1971 "Ton-Studiotechnologie". Über die Geschichte des Labors, des Studios in Berlin-Adlershof und die Entwicklung des Subharchords berichtet der ehemalige Leiter, Dipl. Ing. Gerhard Steinke in seinem Rückblick auf das „SUBHARCHORD“ und die Arbeit des "Studios für künstliche Klang- und Geräuscherzeugung" im Rundfunk- und Fernsehtechnischen Zentralamt (RFZ) der Deutschen Post in den Jahren 1960 bis 1970 in Berlin-Adlershof

- Elektroakustik und "Musik" - unverträglich? John Cage faßt Komposition mit Klang ("organized sound") durchaus - geradezu umso emphatischer - als Musik auf: für einen erweiterten Musikbegriff = interviewt durch John Sanborn und Kit Fithgerald, produziert als Video des Neuberger Museum 1981 aus Anlaß der gleichnamigen Ausstellung *Soundings* (1981)

Zur (zeit-)realtivischen Verschränkung von Medien & Musik in der Prgrammierung

- Ästhetik von Maschinensteuerung: seit Programmiersprache Smalltalk (1971) möglich, ein Programm während seiner Laufzeit "on the fly" umzuschreiben. Diese Zeitform entbirgt sich privilegiert am Musikalischen, "insbesondere im Bereich der Klangsynthese, in der die Zeitstruktur von Prozessen gewissermaßen der einzige Gegenstand ist" = Julian Rohrhuber, xxx, in: Volmar (Hg.) 2009: xxx. "Zeitebenen, die miteinander im Widerstreit stehen" = Rohrhuber 2009: xxx: Ein differentielles, zeitrelativisch verschränktes Verhältnis verschiedener Zeiten (als *différance*) tritt besonders dann auf, "wenn das, worauf ein Programm verweist, vollständig in der Zeit verläuft. Verweist beispeilsweise ein Algorithmus zur Klangsynthese auf ein Schallereignis oder auf die Maschnek, id ees erzeugt?" = Rohrhubert 2009: Anm. 29

- Collins, Nick, McLean, Alex, Rohrhuber, Julian, Ward, Adrian (2003): Live Coding in Laptop Performance, in: Organised Sound, Bd. 8, H. 3, 321-330

Methoden der Musikwissenschaft

- Tableau in: G. Adler, Umfang, Methode und Ziel der Musikwissenschaft (1885): Unterteilung "Historisch" (mit ausdrücklich aufgelisteten "Hilfswissenschaften", u. a. Paläographie, Archivkunde); "Systematisch" (mit "Hilfswissenschaften" Akustik, Mathematik, Physiologie, Psychologie = heute: Medienwissenschaft). Trennen: "historische Semantik" von radikaler Archivnutzung und Quellenkritik, also: geschichtswissenschaftliche Methoden ja, aber Verabschiedung des linear-narrativen Zeitmodells. "Historischer Kontext" betrifft die Metadaten. "Historische Hilfswissenschaften" beibehalten, abzüglich: Oberbegriff "Geschichte". Doch "eine Systematik ohne Geschichte ist leer" (Weinzierl, mit Kant)

Von musikalischer Semantik entlasteter Klang: Musikautomaten

- Sebastian Klotz, *Kombinatorik und die Verbindungskünste der Zeichen in der Musik zwischen 1630 und 1780* über Kompositionsmaschinen in Barock und Vormoderne, Kapitel 9

- ein Maschinist / Komponist, dessen Name buchstäblich Programm ist: Marie Dominique Joseph Engramelle Ende des 18. Jahrhunderts Autor des Buches *La Tonotechnie ou l'art de noter les cylindres*

- enthält Bd. 4 von Dom François Bédos de Celles' *L'art du facteuer d'orgues*, Paris (Delatour) 1778 einen Abschnitt zur "Programmierung" von Musikautomaten; tatsächlich "komponiert" hatte dieses Kapitel Engramelle. So heißt das von Dom Bédos eingefügte Kapitel in direkter Übernahme von Engramelle "De la Tonotechnie ou Notage des Cylindes"

- übersetztPatrick Feaster französischen Begriff "noter" im Titel von Engrammelles Buches englisch mit "recording", und der technische Begriff der "notage", so Feaster, hat im Französischen den exklusiven Sinn "setting of pins in barrel organs" <Feaster 2012: 7>. Feaster leitete daraus sein mutiges Verfahren ab, die gedruckten Kupferstich-Illustrationen wörtlich zu nehmen und wie eine phonographische Klangspeicherung zu sonifizieren = Vertonung von Dom François Bédos de Celles' *L'art du facteuer d'orgues*, Paris (Delatour) 1778, Bd. 4, Abschnitt zur "Programmierung" von Musikautomaten, Kupferstich "Plate 120", in: Feaster 2012: 8

- zeitgenössische Variante solch kodierter Musik, nämlich Conlon Nancarrows *Studies for Player Piano* hinwies - Loch für Loch individuell gestanzt, bis in die 1990er Jahre; CD WER 6670 2 (Wergo) conlon nancarrow, *studies and solos*

Experimentierung sonischer Evidenz (HAEL)

- Sebastian Klotz, Klang als epistemische Ressource und als operativer Prozess, in: Axel Volmar / Jens Schröter (Hg.), Auditive Medienkulturen. Techniken des Hörens und Praktiken der Klanggestaltung, Bielefeld (transcript) 2013, 189-206

- nicht schlicht *sound cultures* respektive Sound Studies als klangnahe Kulturwissenschaft; dezidiert der Ansatz musikologischen Wissens, um die disziplinäre Kompetenz der *Musik*wissenschaft ins Spiel bringen, gekoppelt mit akustischem und elektroakustischem Wissen, bis hin zu buchstäblichen Kurzschlüsse zwischen klangtechnischer und musikalischer Semantik: das Potential, das in Momenten der Befreiung des Klangs von der kulturellen Macht der Musik als Kunstform liegt.

- plädiert Sebastian Klotz dafür, daß die Lücke zwischen Klang und Sinn nicht mehr zwangsläufig nur in Form des "pathetischen" Begriffs von Musik zu füllen ist, sondern im Horizont der "Sound and Music Computing" Forschung <191 f.>.

Genau dazu richtet sich nun das Forschungs-*lab* ein: als Ermöglichung, sich forschend auf jener auditiven Ebene zu bewegen, "die noch nicht kulturell-semantisch aufgeladen ist", und sich gerade dazu zumindest zeitweise von technischen Verfahren gegenüber der semantischen Fixierung unseres Verstehens suspendieren zu lassen <194>; Begriff des Sonischen

- damit seit Stumpfs und Hornbostels Zeiten in Musikwissenschaft der Humboldt-Universität erstmals wieder Daten abgenommen; Differenz technisch grundierend im Signalverstärker, der physiologisch analoge Signale a) überhaupt erst lesbar macht und b) in digitale, also mathematisch analysierbare Daten wandelt; kritische Nachfrage: "Was an transkultureller Musik verstärkt der Verstärker?" (Sebastian Klotz, Juni 2016)

- führt Einrichtung des Hornbostel Audio Emergence Lab (Institut für Musik- und Medienwissenschaft, HU Berlin) geradewegs in die Digital Humanities; in Tradition von Carl Stumpfs und Hornbostels Gestaltpsychologie, Psychoakustik, Instrumentenkunde und kritischem Einbezug phonographischer Aufnahmetechniken Wahrnehmungsweisen des Musikalischen erproben, bis hin zur Wissenschaft von *embodied* und *situated cognition*. Die musikpsychologische Erforschung von Aufmerksamkeitssteuerung soll hier um komplexe Konstrukte wie Synchronisation and Empathie erweitert werden, durch Untersuchungsverfahren wie *motion capturing* und *hyperscanning*; hier liegt ein Dialog zu anderen Labs bis hin zur Sportwissenschaft nahe, aber auch am hiesigen Institut selbst (das Labor der Systematischen Musikwissenschaft, das Signallabor der Medienwissenschaft) - praxisnahe Chance, daß aus der Not einer aus heterogenen Instituten zusammengewürfelten Fakultät ein aktives Netzwerk wird.

- angewandte neuromusikalische Forschung am MPI für Kognitions- und Neurowsenschaften in Leipzig; Arbeits- und Untersuchungsfelder des Labors etwa *brain-computer-interfaces*, auch Bio-Feedback-Signalwege; Musikwissenschaft um laborbasierte Arbeitstechniken erweitert; akademische und *Forschungs*kunst zusammenfinden lassen; semantische Lücke zwischen "Sound" und "Sense", zwischen Klang und Sinn(en) austesten

- Kurzbeschreibung HAEL: Lehr-, Demonstrations- und Forschungseinrichtung; kombiniert apparative, introspektive, phänomenologische und qualitative Verfahren, auf audio-basierte kognitive Aufgaben und die resultierenden Prozesse angewendet; *meßmedienbasierte Ermittlung* und Beschreibung von emergenten Prozessen im Kontext musikalischer Situationen im weitesten Sinne; Paradigmen post-funktionalistischer neurokognitiver Forschungen. Strategisch siedelt sich das HAEL unter Forschungslaboren an, die interventionistisch ausgerichtet sind; komplementär zu den etablierten musikpsychologischen Laboren = https://www.muwi.hu-berlin.de/de/musikwissenschaft/trans/hornbostel-audio-emergence-lab-hael-in-gruendung, Abruf Juni 2016

- apparativ zunächst äußere physiologische Indikatoren und ereigniskorrelierte Potentiale (EEG) erfaßt; Implementierung von *hyper scanning* angestrebt, um Phänomene der Synchronisation, joint action und Konsensualität abbilden und

analysieren zu können; Brain Computer Interface und Bio feed-back-Verfahren; werden im Hornbostel Audio Emergence Lab nicht nur die emergierenden Prozesse, sondern auch die Form der Gewinnung von Daten thematisiert. Das Labor somit als spezifisches Arrangement von Akteuren, Expertisen, Technologien, Parametrisierungen und Objektivitäts-Standards im Sinne von ANT erkennbar. Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Daten-Evidenzen und Konzepten von „Musik“, „Bewegung“, „Emotion“, „Affekt“, „Multi-Modalität“, *entrainment*, *embodiment*. Kritische Mit-Thematisierung der "Form der Gewinnung von Daten": "meßtechnische Form", oder auch "medienepistemologische Form"

SCHWINGUNGEN (nicht-klanglich)

Definitionen der "Schwingung"

- Schwingung als periodischer Bewegungszustand eines Teilchens / Körpers. Dagegen Ausbreitung der Schwingungen vom Anregungsort über viele gekoppelte Teilchen hinweg: Welle = Düsing-Schaefer, Experimentalphysik. 24. Aufl. Leipzig (Fachbuchverlag) 1957, 159

- Begriff „Schwingung‟ aus Mechanik; in übertragenem Sinne dort gebraucht, wo es sich nicht um wirkliche Bewegung materieller Körper handelt (Pendel), sondern "Veränderungen irgendwelcher Größen, deren zeitlicher Ablauf durch dieselben formalen Mittel darstellbar ist, wie jene" = Josef Ritter von Geitler, Elektromagnetische Schwingungen und Wellen, Braunschweig 1905 , 49

Technische Schwingungen: die Saite als Meßmedium

- akustische Erkenntnis buchstäblich *von Saiten* des Monochords. Argument Weinzierl (Vortrag "Muß systematische Kulturforschung historisch sein?", 26. Januar 2016, Ringvorlesung UdK Berlin): Schwingungsereignisse gehören der physikalischen Mechanik an; das Klavier aber ist nur kulturhistorisch zu verstehen. Dazwischen aber steht das Monochord: einerseits wissens*historisch*, andererseits als nachvollziehbares Ereignis gleichursprünglich (Kriterium der Wiederholbarkeit des Laborexperiments, wodurch sich Naturwissenschaften von historischer Forschung unterscheiden, der das Ereignis in der Vergangenheit nicht wiederholbar ist)

- 1920/21 entwickelt die Firma Maikhak MDS-Geräte (Maihaks Dauerschwingende Saite). Eine schwingfähig gespannte Stahlsaite fungiert hier nicht der Klangerzeugung, sondern der Analyse (thermo-)dynamischer Prozesse in Physik und Natur (Druck, Dehnung, Neigung, Temperatur) = Monika Wersche, Ingenieur Hugo Maihak. Eine Geschichte, unter http://www.funkstunde.com/de/technik/maihak; Zugriff 5. März 2010

Eingeschwungener Zustand *versus* Transienten

- harmonische Schwingung definiert durch die Zeitabhängigkeit ihrer veränderlichen Zustandsgrößen: sinusförmig. Zugleich Schwingungsdauer T bzw. Frequenz f unabhängig von der Amplitude; Form der Schwingung entsteht in einfachen linearen Systemen ohne Dämpfung = wikipedia.org

- Schwingungen immer erst als Störung zustandekommen; Kernthese Dissertation Heinrich Barkhausens über die *erzwungene* Oszillationen in Elektronenröhren; harmonische Schwingung nicht das Natürliche, sondern Resultat einer Irritation: die mikro-traumatische Spur, die der *harmonía* anhaftet und unbewußt mitgehört wird als etwas Irreduzibels, das von der "zeitlosen" Fourier-Analyse verfehlt wird

- kybernetische List der Elektronenröhre, in Form des Meissner-Schaltung einen sich selbst korrigierenden Schwingkreis einzukoppeln und damit periodisch gleichbleibende Oszillationen zu generieren (die Grundlage aller amplituden- oder frequenzmodulierten Nachrichtenübertragungskanäle)

- Anschlagen oder die Auslenkung einer gespannten Saite aus dem Ruhezustand ist ein Eingangssignal, welches sie in einen nicht-stationären Zustand versetzt; ist diese Schwingung nicht mehr von ihrer Auslenkung oder ihrem Anschlag abhängig, gilt der der Systemzustand als eingeschwungen. "Durch einen Eingriff in das System ändert sich auch dieser stabile Zustand" = http://de.wikipedia.org/wiki/Eingeschwungener_Zustand; Zugriff 16. März 2009

- elektrische oder akustische Transienten zur Klasse genuin zeitkritischer Ereignisse; ihre Zeitweise ist ultrakurz, impulshaft, und zumeist hochfrequente. Signale manifestieren sich in der Steilheit ihrer auf- und (oder) absteigenden Flanken. Der Begriff selbst sagt die Botschaft dieser technischen Ereignisse: *Transient* bedeutet „vergänglich mit der Zeit". Ein biegsamer Körper etwa benötigt nach einer kurzzeitlichen Krafteinwirkung eine Zeit, um wieder in in den Anfangszustand zu kommen; zeitigt diese Einwirkung eine dauerhafte Änderung, wird ein neues Gleichgewicht erreicht. Die Physik prägte dafür den bemerkenswerten Begriff des Materialgedächtnisses. "Transiente Spannungen (Vorgänge) sind zeitlich nicht vorhersehbar (zufällig) sowie von begrenzter Dauer"; wiederholen sich nicht periodisch und lassen sich in ihrer Form nicht eindeutig voraussagen = http://de.wikipedia.org/wiki/Transienten; Zugriff 16. März 2009

Die gestrichene Saite: Modellfall "Historische Aufführungspraxis" in der Musik

- *Die Stahlsaite als Kulturfaktor* des Geigenbauers Franz Thomastik in Wien (1932); extrem verlangsamte, präzise hinschauende Bewegungsanalyse des gestrichenen Tons sieht Prozeß von dramatischer Dimension: wie ein Geigenbogen eine gespannte Saite durch die Adhäsion des Kolophoniums (am Roßhaar) torsionshaft verdreht und gleichzeitig die gesamte Saitenstellung verschiebt - ein genuin differentialdynamischer Prozeß. "Sobald der

Torsionswiderstand größer wird, als der Reibungswiderstand, reißt sich die Saite vom kolophonierten Roßhaar los, dreht sich zurück <...> und schnellt von S(1) durch die Ruhelage nach S(2) hinüber. Der weiterstreichende Bogen nimmt sie wieder nach S(1) mit, tordiert sie inzwischen neuerdings in der Richtung der Pfeilspitze, dann reißt sich die Saite wieder los usw."[95]

- je genauer der Blick, desto medienarchäologischer: "Schon die <...> einfache Bewegungsanalyse macht das hinreichend klar. Dringt man aber bis in die Feinheiten der Produktion vor, so sieht man vollends, daß der gestrichene Ton weder theoretisch noch praktisch irgendwelche Analogien mit dem gezupften und angeschlagenen Ton zuläßt" = Thomastik 1932: 13; der gleichzeitig möglichkeitsbedingende und diskontinuierliche Sprung von der medienarchäologischen Analyse akustischer Medienprozesse zur kulturellen Semantik ("Musik"): "Auch *musikalisch* ist der gestrichene Ton eine Besonderheit. Vor allem besitzt er in vollendetem Maße etwas, was dem gezupften und angeschlagenen Ton gänzlich fehlt: *Modulationsfähigkeit*" = Thomastik 1932: 13; wird die gestrichene Saite zum Radio, denn sich eröffnet die zeitkritische, schwingende *epoché* des Spiels von Hoch- und Niedrigfrequenz (niederfrequente Modulation einer hochfrequenten Trägerschwingung)

- wirklicher Kanal operativer Medien (die sich erst im Vollzug definieren) nicht Materie, sondern die Zeit der Überlieferung

- Möglichkeitsbedingung solcher Musik ihrerseits tonlos: "Die Torsionsschwingung", also der extrem zeitkritische Moment der (in der Geigenspielersprache genannten) "Ansprache" der Saite, "ist natürlich auch bei der Erregung durch Streichen *tonlos*, weil sie keine Möglichkeit hat, Arbeit an die umgebende Luft abzugeben" <ebd., 15>

- gestrichene Saite gleichsam ein Oszillator un/gedämpfter Schwingungen (wie in frühen Löschunkensendern des Radios), eine Verschränkung diskreter (periodischer) Bewegungen zum Eindruck von "analoger" Stetigkeit: "Während der gezupfte Ton musikalisch aufwärts, der angeschlagene musikalisch abwärts akzentuiert ist, hat der gestrichene Ton den Charakter der Stätigkeit <sic>. Dieses dadurch, daß man beim gestrichenen Ton sein Werden ununterbrochen miterlebt, wogegen der gezupfte und angeschlagene Ton immer erst nach der Erregung hörbar wird. Dieses Miterleben <Resonanz?> des inneren Werdens ruht keinen Augenblick und schwankt auch nicht. Grundton und Obertöne werden auf einmal erzeugt, u. z. <= und zwar> die Grundtonlage durch die <...> Impulsierung <!>, die man am richtigsten mit "Differentialpizzikato" bezeichnen kann, und die Obertonanlage durch den von der Strichstelle unmittelbar ausgehenden Zwang zur sofortigen Unterteilung. Gleich bei der ersten Schwingung ist alles da und etnsteht durch den Strich fortlaufend von neuem" = Thomastik 1932: 15

---

95 Franz Thomastik, Die Stahlsaite als Kulturfaktor, Wien (Selbstverlag) 1932, 11

- ist es das Merkmal auch aller (hoch)technischen Medien, daß sie ihre Gegenwart fortwährend neu erzeugen, nicht einfach aus der Vergangenheit fortdauern wie ein Glas Wein auf dem Tisch

- gilt zumal für eine "historische" Aufnahme, etwa eines Guslars, also Epensängers im früheren Südjugoslawien durch die Homerforscher Milman Parry and Albert Lord, der dies dann nicht mehr auf Direktschneidegerät, sondern mit Wire Recorder im elektromagnetischen Feld vornahm; Sprung von Kultur- zu Elektrotechnik; erzeugt elektronisches Abspielmedium für die Magnetdrahtspule aus elektromagnetischen Induktionen den Ton immer wieder neu und zugleich gleichursprünglich (*der* und *das* medienarchäologische Moment)

- steht die medienarchäologische Analyse (Methode) der Kultur (den Geisteswissenschaften) gleich nah wie den mathematischen, technischen und Naturwissenschaften; wird die Stahlsaite zum "Kulturfaktor" (Thomastik) auch im Wire Recorder; kippt von der Kulturtechnik (des Musikinstrument, der Geige) in die Elektronik; bringt auch Magnettondraht den vernehmenden Menschen selbst zur Mitschwingung, also zur Resonanz, und appelliert an dessen ureigenstens Sein- als Zeitsinn, indem er ihn auf dem Niveau des Zeitsinns massiert (auf McLuhans und Fiores Schrift *Das Medium ist Massage* anspielend): "Gleich bei der ersten Schwingung ist alles da und entsteht durch den Strich fortlaufend von neuem. Das verleiht dem gehaltenen Geigenton etwas in sich Webendes, dessen künstlerischer Ausdruck das vibrato und das glißando <sic> ist. Erstens imitiert <sc. er> den gefühlsmäßig erlebten inneren Schwingungsbetrieb äußerlich durch ein wellenförmiges Abfließen lassen <sic> des einzelnen Tones. Das zweite ist die gleitende Verbindung verschieden hoher Töne. Künstlerisches Maß vorausgesetzt, drückt sie musikalisch aus, daß man vom vorhergenden Ton noch nicht recht los kann und daß man seelisch irgendwie die Verbindung mit ihm aufrechterhalten möchte" = ebd., 15 - wie Bergson und Husserl das kognitive Geheimnis der Melodieerfassung definieren

- "Das glißando, dieses *Urphänomen alles Melodischen*, ist neben der menschlichen Stimme *so* nur dem Streichinstrument möglich" = ebd., 15

- spielen Medienprozesse mit menschlichem Zeitsinn in einer Weise, welche die Ordnung der Historie unterläuft

Der sonische Effekt (mit Hanslick)

- privilegierte Macht sonischer Signale über menschliche Empfindung: "ein lebhaftes Assimilationsbestreben mit den *Nerven*, diesen nicht minder rätselhaften Organen des unsichtbaren Telegrafendienstes zwischen Leib und Seele" = Eduard Hanslick, Vom Musikalisch-Schönen. Ein Beitrag zur Revision der Ästhetik der Tonkunst [Leipzig 1854], in: ders., Vom Musikalisch-Schönen. Musikkritiken, Leipzig (Reclam jun.) 1982, 73-145 (103) - hier ganz *unisono* mit Nietzsche: "Ebensowenig hat die im Triumph fortschreitende Wissenschaft der *Physiologie* etwas Entscheidendes über unser Problem gebracht" (ebd.).

- erfaßt Hanslick die "Affekte" als Funktion der "physische<n> E'inwirkung der Schallwellen, welche sich durch den Gehörnerv den übrigen Nerven mitteile" = 104, doch nach dieser Theorie "würden wir durch die Tonkunst nicht andres bewegt als etwa unsere Fenster und Türen, die bei einer starken Musik zu zittern beginnen" = 104; Rensonanz, "vibrational force" (Goodman). "Das ist nur keine *Musik*" = 104, sondern schlicht eine Frage von Akustik.

- wesentlich an technologischen Medien im Unterschied zum rein physikalischen Objekt, daß Menschen durch sie an etwas erinnert werden, was, obgleich zu 100 % aus Materie bestehend, dennoch nicht schlicht vorgefundene Naturkräfte sind, sondern wissend angeeignete, "durchkomponierte" (im Sinne Hanslicks), formatierte *physis* - auch jenseits der "harmonisch" geschlossenen, pythagoreischen Welt, die in der romantischen Naturphilosophie eines Schelling noch einmal zu schließen versucht worden ist.

- reiner Sinuston kein Naturvorkommnis, sondern genuine Sonik von Gnaden technischer Schwingungserzeugung (mechanische Stimmgabel, elektronischer Tongenerator). Gleich der Quartzuhr emanzipiert sich das wissenstechische Artefakt von der Orientierung an der umweltlichen Natur, um die *physis* vielmehr aus ihrem Inneren neu zu erfahren.

- "Die harmonische Progression erzeugt sich auf der gleichbesaiteten Äolsharfe von selbst, gründet also auf einem Naturgesetz, allein das Phänomen selbst hört man nirgends von der Natur unmittelbar erzeugt" = 130; damit beschreibt Hanslick die kulturell dialektisch angeeignete zweite Natur technisch-physikalischer Medien. "Der Mensch muß also fragen, damit die Natur Antwort gebe" = 130; stärker formuliert: Es gibt einen techno-logischen Appell der Mediendinge, von Menschen endlich ge(*alias* "er-")funden und gewußt, und damit in explizites Wissen gewandelt zu werden. In der gegenüber klassischer Kulturgeschichte verkehrten Perspektive des Gleichursprünglichen appelliert implizites technisches Wissen an menschliche Neugierde, zu "Bewußtsein" zu kommen.

- entsteht Tonkunst zunächst "durch unbewußte Anwendung ursprünglicher Größen- und Verhältnisvorstellungen durch ein verborgenens Messen und Zählen, dessen / Gesetzmäßigkeit erst später die Wissenschaft konstatierte" = 130 f. "Dadurch, daß in der Musik alles kommensurabel sein muß, in den Naturlauten aber nichts kommensurabel ist, stehen diese beiden Schallreiche fast unvermittelt nebeneinander" = 131. Genau das unterscheidet Vogelgesang von mechanischer Spieluhr in musikalischer Hinsicht = 130.

Zwar anerkennt Hanslick "daß die Schwingungen der Töne, der Abstand der Intervalle, das Konsonieren und Dissonieren sich auf mathematische Verhältnisse zurückführen lassen" (ebd.), wie es Martin Ebelings Untersuchungen zur neuronalen Autokorrelation akustischer Pulse als Grundlage der Harmonieempfindung bestätigen. Hanslick widerspricht der pythagoreischen Annahme (und Kittlers Einleitungssatz zu *Aphrodite*), "auch das *Schöne* einer Tondichtung gründe sich auf Zahlen); die "'Berechnung' der

Komposition" lehnt Hanslick als "eine Art Kabbala" ausdrücklich ab (ebd.). Zwar liefert "für die Erforschung des physikalischen Teils der Tonkunst die Mathematik [...] einen unentbehrlichen Schlüssel" (ebd.), doch in einer noch so mißlungenen eigentlichen "Tondichtung" höherer Ordnung "ist gar nicht mathematisch berechnet" = Hanslick 1854 / 1982: 91. Hier rührt Hanslick *avant la lettre* an die Gretchenfrage der Digital Humanities: Gelingt der qualitative Sprung jenseits der quantiativen Exploration großer Datenmengen erst unter Anleitung geisteswissenschaftlich angeleiteter Fragen? "Alle Monochordexperimente, [...] Intevallproportionen und dergleichen gehören nich thierher, der *ästhetische* Bereich fängt erst an, wo jene Elementarverhältnisse in ihrer Bedeutung aufgehört haben" (ebd.); mithin begrenzt diese Definition die Reichweite der (medien)archäologischen Analyse, die sich auf die Möglichkeitsbedingung (im Sinne von Kants *a priori*) der Tondichtung erstreckt, nicht aber deren Semantik zu erfassen vermag - bis daß die Kybernetik, in Form von Abraham Moles' und Max Benses *Informationsästhetik*, auch diese Festung zu nehmen suchte. "Die Mathematik regelt bloß den elementaren Stoff zu geistfähiger Behandlung und spielt verborgen in den einfachsten Verhältnissen" = 91; damit korrespondiert die Archaik früher elektroakustischer Experimente und Apparate. "Aber der musikalische Gedanke kommt ohne sie an Licht" = 91 - mithin ein inkommensurables Verhältnis. Hanslick zitiert Oerstedts Frage: "Sollte wohl die Lebenszeit mehrerer Mathematiker hinreichen, alle Schönheiten einer *Mozart*schen Sinfonie zu berechnen?" = zitiert 91. Zeit solch menschlichen *computer* aber wird durch Hochleistungsprozessoren algorithmischer Maschinen längst auf ein nahezu Echtzeit-Fenster gestaucht. Hanslick bekennt ausdrücklich, daß er das nicht verstehe. "*Was* soll denn oder kann berechnet werden? Etwa das Schwingungsverhältnis jedes Tones zum nächstfolgenden oder die Längen der einzelnen Perioden gegeneinander?" = 91 - in der Tat, genau das sind stochastische Übergangswahrscheinlichkeiten, wie sie die kybernetische Informationsästhetik am Beispiel der Analyse von Beethoven-Kompositionen im Vergleich zu Mozart etwa unternahm.

- adressiert Hanslick die kritische Differenz zwischen musikalischem Symbol und sonischem Signal: "Schon das *körperlich* Innige, das durch meine Fingerspitzen die innere Bebung <vibratinal force> unvermittelt an die Saite drückt <und vice versa: Resonanz> oder den Bogen reißt oder gar im Gesange selbsttönend wird, macht den persönlichsten Erguß der Stimmung im Musizieren recht eigentlich möglich. Eine Subjektivität wird hier unmittelbar in Tönen *tönend* wirksam", als Zeitobjekt wie als Zeitsubjekt, "nicht bloß stumm in ihnen formend" = Hanslick 1854 / 1982: 100. Genau dazwischen schiebt sich Liszts "stummes" Reiseklavier zu Fingerübungszwecken. Der Komponist schafft "für das Bleiben, der Spieler für den erfüllten Augenblick" = 100. "Das Tonwerk wird geformt, die Aufführung *erleben* wir" = 100. Das medientechnische Äquivalent: dazu liegt im operativen Signalvollzugs, dessen es bedarf, damit stumme / starre Materie in den Medienzustand gerät; ansonsten bleibt sie schlicht ein Möbelstück (Hardware) oder Text (Programmcode). "So liegt denn das gefühlsentäußernde und erregende Moment der Musik im Reproduktionsakt, welcher den elektrischen Funken aus dunkelm Geheimnis lockt und in das Herz der Zuhörer überspringen macht" = 100 (Hinweis Jan Class van Treeck). Bedarf es dazu der menschlichen Performanz? "Die

künstliche Spieluhr kann das Gefühl des Hörers nicht bewegen" = 100; darauf aber antwortet längst die Technomathematik von *humanizing* in der elektroakustischen Signalverarbeitung (Matthias Zöller) und "post-human rhythmatics" (Kedwo Eshun, Heller als die Sonne).

- gap opens with "posthuman rhythmatics" in contemporary popular music culture. Edgar Varèse, in 1936, predicted machines which could generate any arbitrary sound and beat or micro-durational pause - fractions of time in all ratios and exact repetition[96] - in fact Lev Termen's *Rhythmicon*

- Ende seines Aufsatzes „Von Pythagoras zu Josef Matthias Hauer“ (1947): deutet Heinz von Förster die Zwölftonmusik „in der überwältigenden Gesetzmäßigkeit ihres inneren Ablaufes"; sie wird jeweils quasi algorithmisch aktuell generiert, braucht also nicht von Schallplatte abgespielt zu werden - das generische, algorithmische Prinzip i. U. zur Abspeicherung in Form von Samples.

- Erinnerung an gescheiterten Plan eines Max-Planck-Instituts für Musikforschung

- Neuansatz einer Kybernetik des Sonischen

- Gretechenfrage: Sound Studies und / oder (Tiefe der) Musikwissenschaft; "Berliner Modell" des Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft (HU)

- stellt Musikelektronik nicht die Eskalation, sondern den Bruch mit der alteuropäischen musikalischen Tradition dar; ihre Protagonisten wie Stockhausen forderten - im Schwung der unmittelbaren westdeutschen Nachkriegszeit - einen radikalen Neuansatz, der nicht mehr vom mechanischen Instrument, sondern von den elektronischen Schaltkreisen und Meßgeräten her denkt - wie auch die Kunsthochschule für Medien in Köln mit den klassischen Kunstakademien brach, indem sie überhaupt erst jenseits von Malerei und Bildenden Künsten Medienkunst seit Photographie bis zum Computerdesign ausbildet.

Dementsprechend unterscheidet sich auch eine *Medien*archäologie des Akustischen von der Musikwissenschaft, hinsichtlich der Eskalationen von Instrumenten als Elektronik. Der Begriff der Musik wird tiefergelagert in den rechnenden Raum selbst ("Algorhythmen") - und damit rückverlagert in die von den signalaufzeichnenden Analogmedien gerade erst suspendierte pythagoreische Welt.

Zeitlosigkeit der musikalischen Notation *versus* Flüchtigkeit des Tons?

---

96 "[...] das alles in vorgegebenen Zeiteinheiten, die ein Mensch nie einzuhalten vermöchte": Varèse, as quoted in: Kodwo Eshun, Heller als die Sonne. Abenteuer in der Sonic Fiction, Berlin (ID-Verl.) 2xxx, chap. 6 "Rhythmatische Frequenzen programmieren", 93-110 [EO xxx], 94

Lange galt eine unüberbrückbare Differenz zwischen dem symbolisch Notierbaren, damit auch der kalkulierbaren, aber stummen musikalischen Harmonie in zeitunfähigen Speichermedien einerseits, und dem tatsächlich erklingenden, aber unwiderbringlich flüchtigen Ton. Musik als Notation ist prinzipiell dauerhaft, ahistorisch, weil (weitgehend) verlustfrei kodierbar und kopierbar, in juristisches Neudeutsch also immerfort fähig zur Originalkopie. Und doch unterliegt auch die symbolische Notation und computermusikalische Kpodierung der physikalischen Entropie: "[a]lthough digital information is theoretically invulnerable to the ravages of time, the physical media on which it is stored are far from eternal" = Jeff Rothenberg, Ensuring the Longevity of Digital Documents, in: Scientific American, Vol. 272, No. 1 (January 1995), 42-47 (42)

- gerade der real erklingende Ton als "Zeitobjekt" (Husserl) nicht länger flüchtig wie die Sprache; wurde mit dem Phonograph die Mikrogeschichtlichkeit des Tons, sein Sein-zum-Tode, sein Vergehen (Hegel) selbst aufgehoben. Geschichtlichkeit im Vergehen verschiebt sich auf die Entropie der Speichertechnologien selbst.

- steht von Hegel geschrieben, was pikanterweise ein "mündlicher Zusatz" zum Text war: "Das Wort als *tönendes* verschwindet in der *Zeit*"[97] - womit begründet ist, warum sich in der Akustik (Da-)Sein selbst kritisch zei(ti)gt. Akustik steht daher privilegiert für die Analysierbarkeit zeitkritischer Prozesse; das Gehör unter allen menschlichen Sinnen am engsten mit der Zeit verknüpft. "Der *Ton* ist die flüchtige Erscheinung einer Innerlichkeit, die in dieser Äußerung nicht ein Äußerliches bleibt, sondern sich als ein Subjektives, Innerliches kundgibt."[98] Schwingungen und Wellen entfalten sich allein in der Zeit; ihr implizierter Kehrwert aber ist die mathematische Frequenz, prinzipiell (*en arché*) zeitlos.

Gezeiten rechnen, Pulsare sonifizieren

- William Thomsons (*alias* Lord Kelvins) analogmechanischer Gezeitenrechner ("Tide Predictor") erlaubte 1873 zwar keine Zeit-, aber Gezeitenvorhersagen. Zur zeitdramatischen Verhandlung stehen hier (makro-)zeitkritische Prozesse: "Ende des 19. Jahrhunderts werden harmonische Analysatoren und Synthesatoren auf der Grundlage von Reihendarstellung periodischer Funktionen mittels Sinus- bzw. Kosinusfunktion nach Fourier entwickelt. Diese werden beispielsweise als Tidenrechner der Vorausberechnung von Ebbe und Flut eingesetzt" = Christine Krause, Die Analogrechentechnik unter besonderer

---

97 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Werke in 20 Bd., auf d. Grundlage d. Werke von 1832-1845 neu ed. Ausg., Bd. 10: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse [1830], Teil 3: Die Philosophie des Geistes (mit den mündl. Zusätzen), § 462, S. 279 (mdl. Zusatz)
98 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Werke in 20 Bd., auf d. Grundlage d. Werke von 1832-1845 neu ed. Ausg., Bd. 4: Nürnberger und Heidelberger Schriften 1808-1817, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1986, Philosophische Enzyklopädie für die Oberklasse (1808 ff.), § 159, S. 52

Berücksichtigung der Entwicklung von Analogrechnern in Thüringen und Sachsen; Internet unter der URL xxx

- wird man einen Pulsar als Quelle einer radiomagnetischen Strahlung von hoher Periodizität besser im Medium der Akustik beschreiben denn als Visualisierung (eigentlich: Imaginierung, *imagineering*) kleinen Neutronenstern von sehr großer Dichte und Masse; steht der akustischen Ästhetik der Spektralen Musik im Paris der 1970er Jahre nahe; an den Obertonspektren orientierten Stimmungssystemen brach die Grenze zwischen Harmonik und Klanglichkeit auf und schuf "eine Musiksprache, deren Fokus auf der Oberflächenwirkung der Klänge, nicht auf deren Konstruktion liegt"; Interesse von Gérard Grisey an Pulsaren als klanglichem Phänomen. Im Opus *Le Noir de l´Étoile* für sechs Perkussionsisten und Tonband [Uraufführung 1990] werden die Signale der Pulsare B0359-54 und B0833-45 („Vela“) *live* in den Konzertsaal übertragen und bestimmen mit ihren Frequenzen von etwa 1.4 und 11 Umdrehungen in der Sekunde die musikalische Struktur[99] = medienarchäographisches, sonisches *interfacing*

- "Im Frankreich der 1970er Jahre wollten die Spektralisten die Musik nicht länger als Produkt von Tonsatz und Kontrapunkt begreifen, sondern als Entfaltung und Entwicklung komplexer Klänge in der Zeit“ = Straebel 2002

Die Sensibilisierung für zeitkritische Schwingungen (Barkhausen)

- mit Tatsache, daß elektrische und mechanische Schwingungen weitgehend gemeinsam behandelt werden können, in ständiger Analogie, macht die Natur (Physik) selbst eine Aussage; ausdrücklich analoge Behandlung mechanischer und elektrischer Schwingvorgänge in: Heinrich Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre nebst Anwendungen auf mechanische und elektrische Schwingungen, 6. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1958, Vorwort zur 2. Auflage

- Heinrich Barkhausens Lehrmethode: Sachverhalte in Natur und Technik auf elementare Sachverhalte zurückführen, also gleichursprünglich, um vor diesem Hintergrund bislang unbekannte Effekte als Abweichendes zu erkennen ("Man muß sich wundern können"); Diss. Göttingen 1906 *Das Problem der Schwingungserzeugung mit besonderer Berücksichtigung schneller elektrischer Schwingungen*; 1928 erinnert er sich anläßlich der Verleihung der Heinrich-Hertz-Medaille rückblickend zur Diss. an den "Augenblick, als mir vor 22 Jahren der erlösende Gedanke kam, dass eine Schwingungserzeugung unter normalen Verhältnissen gar nicht möglich sein könne, dass also immer etwas Abnormales dabei im Spiele sein müsse"; Schwingung = Störung des Gleichgewichts: H. A. Lorentz, Sichtbare und unsichtbare Bewegungen, Braunschweig (Vieweg) 1902, 43

- charakteristisch an technomathematischen Medien, daß sich ihr Sein erst im Vollzug preisgibt = dynamisierte Ontologie. Günther, *Radiotechnik (*Abb. 4,

---

99 Volker Straebel, B0359-54, B0833-45, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 147 v. 28. Juni 2002, BS 4

Darstellung des Versuchs, der Hertz zur Entdeckung der elektrischen Wellen führt): "Bringt man in die Bahn dieser Wellen einen Resonator ein, d. h. einen an einer Stelle unterbrochenen Drahtbügel, so verrät sich das Dasein der Wellen dadurch, daß an der Unterbrechungsstelle winzige Funken überspringen"

- Barkhausen Kriegsdienst bei Marine in Kiel; 1917 HF-Wellenerzeugung mit Elektronenröhren, unter Ausnutzung der entdeckten Laufzeit-Schwingungen der Elektronen zwischen Kathode und Anode in einer unüblichen Schaltungsanordnung

"Im Uhrwerk erklingt die Zeit: Bulova *Akkutron*

- Zeitsignal (Schwingung), Kehrwert Frequenz; läßt sich umgekehrt diskrete Zeit auch in Bewegung, und diese in akustische Schwingungen (zurück-)fassen. 1960 stellt die Firma Bulova (USA /CH) ein Armbanduhrwerk ohne Unruhe vor; eine Stimmgabel mit 300 Hz trieb das Werk mechanisch an, also ein zeitanzeigendes Gegenstück zu Hermann von Helmholtz' Einsatz elektromechanisch rückgekoppelter Stimmgabeln als Meßgerät. Anstelle des Tick-Tack hörte man ein Summen; ultrasonische Eskalation: "silicon tuning fork from Quartz watch". Prinzip Quarz-Uhr: Zeiterzeugung durch Schwingung

- Werbung "The Tick vs. The Hum" für Accutron by Bulova: clocks that tick "work on balance wheels, hairsprings and wachtworks. And that's what can make them work wrong. The Accutron timepiece <...> hums. (Musically, between E and F but above Middle C). Accutron opertes on the precice vibrations of an electronic-powered tuning fork. Each vibration splits the seconds into 360 equal parts and Bulova can guarantee accuracy to within on eminute a month. That's am average pf 2 seconds a day"; vgl. Digitalcomputer Parametron auf Basis von Schwingkreisen

- 1973/74 verbessert Omega das Prinzip der Stimmgabeluhr maßgeblich; Oszillationsrate der "Omega megasonic" verdoppelt die 360 hz der Accutron auf 720 hz; http://members.iinet.net.au/~fotoplot/acctech720.htm

- *diapason* nicht nur Oktave, materielle geerdet / prosaisch auch Stimmgabel und Kammerton

Dynamische Erkenntnis: Oszillationen

- materielle vs. dynamische (übertragungstechnische) "Verpackung" als Kanalkodierung: moduliertes Signal genau genommen auch nicht streng periodisch, sondern durch die Modulation mindestens die gleiche Information trägt wie das informierende Signal

- 1947 in Harvard tatsächlich gebaut, was bei Peirce reine Skizze blieb: "The first electrical machine designed solely for propositional logic was built in 1947

by <...> William Burkhart and Theodore A. Kalin. They had been taking a course in symbolic logic with Professor Willard V. Quine and they had chanced upon Shannon's paper on the relation of such logic to switching circuits" = Martin Gardner, Logic Machines and Diagrams, New York / Toronto / London (McGraw-Hill) 1958, 128

- gerät die logische Erkenntnis selbst in Schwingung: "When certain types of paradoxes are fed to the Kalin-Burkhart machine it goes into an oscillating phase, switching rapidly back and forth from true to false" <ebd., 131>. Was hier eine Maschinisierung von Russels Paradox darstellt, ist ein für Norbert Wiener vertrautes Problem der (positiven) Rückkopplung, und ein Äquivalent zum Quantisierungsrauschen in der A/D-Wandlung (Wiener: "time of non-reality").

- Zeitklang vs. -quanten mit Wiener vs. Shannon: Was sich derart zum Zeitklang überlagert, ist einerseits *idealiter* (und zeitlos) mit der von Fouriers Mathematik inspirierten Harmonischen Analyse und andererseits mit Gabors diskreten Zeitfenstern faßbar

- Jean Baptiste Joseph Fourier, Analytische Theorie der Wärme, [*Paris 1822], Berlin (Springer) 1884; ferner Denis Gabor, Acoustical Quanta and the Theory of Hearing, in: Nature Nr. 4044 (Mai 1947), 591-594; ferner Norbert Wiener, The Historical Background of Harmonic Analysis [*1938], in: ders., Collected Works with Commentaries, Bd. II, Cambridge, Mass. / London (M.I.T. Press) 1929, 56-68

- Wiener setzte in seinen Ereignisanalysen zusammengesetzte Schwingungen voraus. Shannons Bewegungsanalyse unterstellte keine nach Mustern gelenkte klangartige Verläufe, sondern das schiere medienphysikalische Ereignis; nimmt für Zeitverläufe Phasenrelationen an, deutet die zeitlichen Veränderungen also in Intervallen. Für Wiener ist eine Botschaft aus periodischen Frequenzen zusammengesetzt; für Shannon besitzt eine Nachricht diskret meßbare, mithin: entropische Übergangswahrscheinlichkeiten in der Zeit.[100]

- "The momentary waves raised by the passing breeze, apparently born but to die on the spot which saw their birth, leave behind them an endless progeny, which, reviving with diminished energy in other seas, visiting a thousand shores, reflected from each and perhaps again practially concentrated, will pursue their ceaseless course till ocean be itself annihilated. The track of every canoe, of every vessel which has yet disturbed the surface of the ocean, whether impelled by manual force or elemental power, remains for ever registered in the future movement of all succeeding particles which may occupy its place" = Charles Babbage, Ninth Bridgewater Treatise. A Fragment, 1837, 37; eine gedämpfte Schwingung nicht endlich; entäußert sich jene Energie, die als Dämpfung scheinbar verlorengeht, als Wärme - eine Frage der thermodynamischen Analyse

---

100 Schrittweise aufgedeckt hat diese Differenz Axel Roch, Claude E. Shannon. Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009

- indem für alles, was oszilliert, der Frequenzbegriff gilt, kann man "auch Lichtwellen als eine Art Uhr betrachten: Ihre Schwingungen ahmen die Bewegung eines Pendels nach. Das Licht eines schrumpfenden Sterns nimmt also immer niedrigere Frequenzen an - die zunehmende Zeitverzerrung macht seine Schwingungen immer langsamer" = Paul Davies, So baut man eine Zeitmaschine, München (Piper) 2004, 58. Licht zählt, paramathematisch

- Ausstellung 'heinrich heidersberger: rhythmogramme - das gestimmte bild' in der Petra Rietz Salon Galerie, Berlin, April bis Juli 2014: das "gestimmte" Bild ist etwa das Oszillogramm der Stimmung von Saiteninstrumenten; dem entsprich im Elektronischen das tuning , das Abstimmen von Schwingkreisen; elektronisches Bild implizit klangzeitlich; Bill Viola, Der Klang der Einzeilen-Abtastung, in: xxx

Die Stimmgabel

- Stimmgabel mit einem Stabe in bestimmtem Rhythmus angeschlagen; der "Stab — und natürlich auch das, was den Stab selbst führt — ist in dieser Koppelung das Führende, die Stimmgabel folgt. Wieder läßt sich an dem Geschehen an der Stimmgabel zweierlei trennen: Die Wellenlänge der Schwingung ist der Stimmgabel eigen, der Rhythmus, in dem die Schwingung einsetzt, ist außenbedingt und nicht charakteristisch für das System, dem dieser Rhythmus aufgezwungen wird. <...> Je mehr ein Gegenstand Medium ist <...> destoweniger kann ich aus den aktuellen Bestimmungen dieses Gegenstandes über ihn selbst erfahren. Stelle man sich eine in hohem Grade durchsichtige Glasscheibe vor; wie kann ich sie erkennen? Keinesfalls, solange ich sie nur als Vermittelndes auf mich wirken lasse, ich kann ja durch sie durchsehen wie durch klare Luft, ohne weitere Differenzierung."

= Heider, Fritz (1930): Die Leistung des Wahrnehmungssystems. Zeitschrift für Psychologie 117(1930), S. 371-394 (Eingegangen am 31. August 1929)

Keine Frequenz bei den Griechen?

- frühgriechische Ablehnung der "objektorientierten" Griffnotation zugunsten abtrakter Notation in pythagoräischer Enharmonik; verfehlt die Physik des Klangerzeugers zugunsten eines (*ideo*)logisch korrigierten Gehörs

- Lev Thermen entwickelt ein "Fingerboard Theremin" - ein durch ihm vertraute Spielweise des Cello (das der Gusle ja nahekommt) inspiriertes Instrument mit Griffsensor. Gerade weil es so ähnlich aussieht, verdeckt es die medientepistemische Differenz um so dissimulativer: "Anstelle eines Griffbretts gibt es einen berührungsempfindlichen Celluloid-Streifen, wie bei herkömmlichen Saiteninstrument erzeugen tiefe Lagen tiefere Töne, das [...] Instrument hat eine Tonhöhenanzeige zum leichteren Erlernen der genauen Intonation" = Katalog Kriesche (Hg.) xxx: 52; Abb. der Formation aus der

Sammlung Andrej Smirnov, in: Katalog Krieschec (Hg.) xxx: 53

- "Bei der Theorie, die die Farbentstehung aus dem Nebeneinanderliegen von Weiß und Schwarz erklärt, muß man <...> mit einer unsichtbaren Größe wie mit einer nicht wahrnehmbaren Zeit rechnen," - Wieners *time of non-reality* - "damit wir den sukzessiven Ablauf der Bewegungen nicht merken und durch den Eindruck der Gleichzeitigkeit ein einziges Bild erhalten" = Aristoteles, Über die Wahrnehmung und die Gegenstände der Wahrnehmung, in: Kleine naturwissenschaftliche Schriften (Parva naturalia), Stuttgart (Reclam) 1997, 58. Aristoteles trifft hiermit auf ein mechanisches (wenngleich nicht elektromagnetisches) Schwingungsmodell, nahe an der Transformation von Stimmen (als akustischen Schwingungen) in elektrische Impulse zum Zweck der Abstrahlung und Übertragung als elektromagnetische Wellen (welche rechtwinklig zueinander stehen)

- "Nicht ein Gegenstandsteil, sondern eine Mediumserregung - nicht beispielsweise ein Farbatom, sondern ein Schwingungszustand - gelangt zum Organ und wirkt auf dieses ein. <...> Was Aristoteles meint, ist ganz offenbar das,was wir als Fortpflanzung von Schwingungszuständen bezeichnen" = Wolfgang Welsch, Aisthesis. Grundzüge und Perspektiven der Aristotelischen Sinneslehre, Stuttgart (Klett-Cotta) 1987, 192; schließt Aristoteles diese Option wieder aus (und damit das zeitkritische Element als Wissensgegenstand): "Es ist wohl unmöglich, daß es eine Zeit gibt, die nicht wahrgenommen werden kann, und die wir nicht merken" <ebd., 82>. Aristotles' Analyse erschließt sich vornehmlich anhand der sonischen Phänomene, denn deren Laufzeiten waren (im Unterschied zur Lichtgeschwindigkeit) auch der noch nicht mit hochtechnischen Meßmedien ausgestatteten Antike sinnlich als zeithafte faßbar. Aristoteles nähert sich jener Allianz von Auditivem und Taktilem, die Marshall McLuhan in seinem Spätwerk für die Epoche der Elektrizität wieder aufgreift: "Die Luftwellen <...> gehen in ihrer Vermittlung auf, so daß wir überzeugt sind, das Ticken unmittelbar zu hören", schreibt Fritz Heider.[101] Es handelt sich also um eine Selbstverausgabung des medialen Kanals als Bedingung seines Gelingens, eine Ökonomie der *dissimulatio artis*

- "Immer hat die Luft in den Ohren eine eigene Bewgung. Der Schall aber ist fremd (kommt von außen) und ist nicht dem Ohr eigen. <...> Der Schall ist ja Bewgung dessen, was sich so bewegen kann, wie das, was von einer glatten Fläche abprallt, wenn man sie anschlägt. <...> das Angeschlagene muß eben sein, damit die Luft in geschlossener Masse abprall und schwingt. Die Unterschiede der schallenden Dinge zeigen sich im verwirklichten Schall; wie die Farben ohne Helligkeit nicht wahrnehmbar sind,so auch nicht ohne den Schall das Hohe (Scharfe) und Tiefe (Schwere). Diese Benennungen werden aus dem Bereich des Tastsinnes übertragen. Das Hohe (Scharfe) bewegt das Wahrnehmungsvermögen auf kurze Zeit stark, das Tiefe (Schwere) auf lange Zeit / schwach" = Aristoteles, Über die Seele, übers. v. Willy Theiler, Berlin

---

101 Fritz Heider, Ding und Medium, in: Symposion 1, Heft 2 (1926), 109-157; Wiederabdruck (gekürzt) in: Claus Pias / Joseph Vogl / Lorenz Engell et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur, Stuttgart (DVA) 1999, 319-333 (321)

(Akademie) 1986, Buch II, Kap. 8, 39; impliziert in der Tat einen Begriff von (Ton-)Frequenz

- eine Lautsprecher-Installation nicht nur Klangkunst, sondern auch Technik; verdeutlicht das ganz buchstäbliche *lay-out* von Lautsprechern in der sogenannten akustischen Laufzeit-Tomographie für lokale Wetterprognosen, welche analog zum Begriff der bildgebenden Verfahren (*imaging*) ein tongebendes Verfahren (sozusagen *sounding*) darstellt. Das von Meteorologen der Universität Leipzig entwickelte Meßsystem besteht aus acht Trichterlautsprechern und zwölf Mikrofonen, ein bis zwei Meter über dem Erdboden installiert. Auch hier Rasterfahndung, akustisch, denn dieses Netzwerk aus Meßpunkten überstreicht eine Fläche von 300 x 700 Metern. Über die Lautsprecher wird alle 30 Sekunden ein kurzes Schallsignal abgegeben. Mikrophone fangen die Signale auf; auf diese Art zeitliche und räumliche Veränderungen der Laufgeschwindigkeit des Schalls gemessen[102]

- erinnert an die akustischen Verzögerungsspeicher der ersten Computergeneration, die Verzögerung von Schallübertragung selbst als Zwischendatenspeicher benutzt haben. Die akustische Laufzeit-Tomographie läßt kurzfristig lokale Wetterprognosen zu, weil die Laufzeit des Schalls (dessen Langsamkeit ihn als Nachrichtenübertragungsmedium im Vergleich zum Licht / zur Photonik ungeeignet macht) besonders durch Lufttemperatur und Wind beeinflußt wird; Abgleich der so gewonnenen Daten mit Modellvorhersagen läßt damit einen drohenden Wetterumschlag ebenso rasch erkennen wie die Luftverwirbelung von startenden oder landenden Flugzeugen messen

- diskutiert Wiener im Zusammenhang mit der Theorie des Wechselstroms mit ihrem (gegenüber Stromleitungen) komplizierteren Fall, nämlich der Fernsprechtechnik: "komplizierter, weil seine Schwingungsfrequenz in der Sekunde nicht feststeht und weil wir jeden Augenblick mit vielen gleichzeitig auftretenden Schwingungsarten arbeiten müssen. <...> Die Leitung muß alle Töne übermitteln können, vom Grunzen bis zum Quietschen. Wir haben es hier mit einemder ältesten Zweige der Mathematik zu tun, der Theorie der schwingenden Saite [...]" = Norbert Wiener, Mathematik. Mein Leben, Düsseldorf / Wien (Econ) 1962, 70

- Tonaufnahmestudio; durch Glaswand sichtbar, aber nicht hörbar getrennt vom Orchester vor Mikrophon; Dirigent nimmt Sichtkontakt mit Tonmeister auf. Geste des Reglers am Mischpult (lächelnd) und des Orchesters völlig verschieden und doch im gleichen Ereignis gründend - nicht Musik *versus* Elektronik, sondern gleichursprünglich

- Pythagoras' Nachweis, daß die Tonhöhen einer schwingenden Saite zueinander in Brüchen oder Verhältnissen stehen, die den jeweiligen Saitenlängen umgekehrt proportional sind, erlaubte eine elementare Mathematisierung und Verschriftung von Musik. "Die Musik aber als Zeit, also in Frequenzbegriffen zu beschreiben, trägt erst ihre neuzeitliche Theorie" =

---

102 <ubi> Lautsprecher für Wetterprognosen. Lokale Vorhersagen mit der akustischen Laufzeit-Tomographie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 139 v. 19. Juni 2002, N2

Kittler. Im Begriff Frequenz tritt anstelle der geometrischen Saitenstrecke als unabhängige Variable die Zeit: "Eine physikalische Zeit, die mit den Metren oder Rhythmen der Musik nichts zu zun hat und Bewegungen quantifiziert, deren Schnelligkeit kein Menschenauge mehr erfaßt: von 20 bis 16000 Schwingungen pro Sekunde. Reales rückt anstelle des Symbolischen" = Friedrich Kittler, Grammophon Film Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 42

***Petits perceptions*: Im Rauschen der Wellen die Welt sich rechnen hören**

- Nietzsche contra Wagner: "Ästhetik ist ja nichts als angewandte Physiologie. [...] Denn es gibt keine Seele" (II 1041)

- gilt für andere Formen von *aisthesis*: "Licht wird erst Licht, wenn es ein sehendes Auge trifft, ohne dieses ist es nur Aetherschwingung" = Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Bd. 1, Braunschweig ^{4}1896, 87-117 (98); steht unser alltäglicher Umgang mit Medien aber quer zu diesen Einsichten: „Wir hören nicht Luftschwingungen, sondern den Klang der Glocke.“[103] Insofern ist die Medien*def*ition hier (englisch) *deaf*, nämlich taub. Erst in der Störung (mit Heidegger) macht sich das Medium bemerkbar.

- "Womöglich sind Wolken keine Computer, die jeden ihrer Regentropfen berechnen, und umgekehrt Computer keine Maschinen, die Wolken das Regnen abnehmen. Physikalisch ist die Church-Turing-Hypothese daher eine Täuschung: Sie injizierte dem Verhalten der Wirklichkeit algorithmische Züge, für die sich [...] keinerlei Evidenzen zeigen" = Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 29.06.1996, Nr. 149, S. B4

- Geräuschböen in einer analogen Telephonverbindung in medienästhetischer Allianz zu den Kompositionen von Xenakis, der die serielle Musik dadurch über sich hinaustreibt, daß unter Rückgriff auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung statistische Häufungen, *cumuli*: also Wolken als Klangklima aufziehen

- Brosl Hasslacher, "Beyond the Turing Machine", in: xx (Hg.); Turing (machine) half a century survey, Berlin (Kammerer & Unverzagt) 1988, 417-434

- Beantwortung dynamischer Prozesse durch die kalkulierende mathematische Analysis seit Leibniz und Newton; rechentechnisch der Analogcomputer, Ableitungen einer Funktion nach der Zeit. Demgegenüber (John von Neumanns zeitkritische Architektur des Digitalcomputers als Antwort auf hydrodynamische Probleme) die numerische Mathematik, die sich "mit der Konstruktion und Analyse von Algorithmen für kontinuierliche mathematische Probleme" und

---

103 Sybille Krämer, Das Medium als Spur und als Apparat, in: dies. (Hg.), Medien - Computer - Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 73-94 (74)

ihrer Implementierung in Rechenmaschinen befaßt = http://de.wikipedia.org/wiki/Numerische_Mathematik; Stand: 3. Dezember 2009

- Zerlegung des Klangs in seine Einzeltöne durch das Ohr, das auch Helmholtz zufolge "rechnet" (Fourier-Analyse). „Zählorgan Ohr“ = Georgiades 1985: 42>, weil es - mit Leibniz - „ohne es zu wissen, zählt“ = zitiert ebd.: 69

- sichtbare Schwingungen; unterscheidet sich der kinematische Akt des Lesens (das *rapid eye movement* im zeilenförmigen Lesen) von der Natur der Zusammensetzung eines Bewegungseffekts durch leicht gegeneinander differenzierte Einzelbilder (Chronophotographie), eher der Tonerzeugung nahe: "Die tönenden Schwingungen fester Körper können wir sehr häufig mit dem Auge erkennen. Wenn auch die Schwingungen zu schnell vor sich gehen, das dass wir jeder einzelnen mit dem Auge folgen könnten, so erkennen wir doch leicht an einer tönenden Saite, oder Stimmgabel <...>, dass dieselben in lebhafter hin- und hergehender Bewegung zwischen zwei festen Grenzlagen begriffen sind, und das regelmässige und scheinbar ruhig fortbestehende Bild <...> lässt auf die Regelmässigkeit seiner Hin- und Hergänge schliessen" = von Helmholtz 1963: 16

- unwillkürliche, analogmathematische Analyse: Brechen sich die Wellen am Sandstrand, werden sich von den Sandkörnern, an denen sich die Wellen brechen, infinitesimal analysiert (implizit berechnet) bzw. im Falle des Kieselsteinstrands buchstäblich *kalkuliert*

- Alain Fournier, *Flags and Waves*: "séquences de dix secondes d´images synthetiques de vagues balayant une plage. <...> Un modèle mathématique simule la surface de la mer et les vagues. <...> L´écume des vagues qui se brisent est caluclée. <...> Celui-ci génère de mulitples trains d´oindes à paramètres régables et parfois aléatoireres"[104]

- Zusammenlese gründet nicht mehr als Lektüre im Groben der alphabetischen Symbole, sondern in deren infinitesimaler Unterlaufung durch kleinste quantenhafte Erscheinungsweisen (also *zugleich* Teilchen wie Welle); kann nur noch akustisch oder quasi-akustisch (als sonisches Zeitwissen) wahrgenommen werden; Jens Papenburg, xxx, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, xxx. Deren Analyse, die Analyse des Dynamischen selbst (die Fassung durch Grenzwerte von Reihen und als Funktionen reeller Zahlen) bleibt nicht bei Elementen stehen, sondern wird zur mathematischen Analysis im Sinne von Leibniz oder in der Bezeichnung Newtons als *Fluxation*, also genuine Dynamik.

- Leibniz' Epistemologie von (Sprach-)Analyse, durch die Distinktheit des griechischen Vokalalphabets denkbar, *stoicheia*: "nichts, das der Zahl nicht unterworfen wäre"; läßt sich "jedem Gegenstand seine bestimmte

---

104 Jean-Louis Weissberg, Espaces virtuels, in: Imaginaire numérique Vol. 1, Nr. 1 (1987), 67; dazu Gérard Raulet, Bildsein ohne Ähnlichkeit, in: Bernhard Dotzler / Ernst Müller (Hg.), Wahrnehmung und Geschichte, Berlin 1995 (Akademmie), 165- (168)

charakteristische Zahl beilegen" = Leibniz 1904: Zur allgemeinen Charakteristik, 30-38 (30); damit maschinenrechenbar (Analog-/Digitalcomputer)

- Differenz von numerischen Kieselsteinen (*psiphoi* / *calculi*) und stochastischem Sand (Archimedes) für die Idee der Kalkulierbarkeit; am Ende: Meereswellen bei Leibniz, nur noch infinitesimal rechenbar / "petits perceptions" bei Leibniz: Zitat in Siegert 2003: 182, der selbst darin "im Kern eine Theorie des Rauschens" entdeckt / statistische Zufallsverteilung

- Norbert Wieners Verschränkung von "time and the machine" - Statistik, Wärme, Ergodik

- "Musica est exercitium arithmeticae occultum nesciens se numerare animi" = Gottfried Wilhelm Leibniz, zitiert als Motto zum Beitrag von Bernd Enders, Mathematik ist Musik den Verstand, Musik ist Mathematik für die Seele. Zum Verhältnis von Ton und Zahl, Klang und Gefühl, Musik und Technik, Sound und Computer, in: ders. (Hg.), Mathematische Musik - musikalische Mathematik, Saarbrücken (Pfau) 2005, 7-37 (7)

- analytische Funktionen, die stetig und kontinuierlich sind, vs. "Sprache der Statistik von Zufallsereignissen oder von nichtkorrelierten Ereignissen" = Axel Roch / Bernhard Siegert, Maschinen, die Maschinen verfolgen. Über Claude E. Shannons und Norbert Wieners Flugabwehrsysteme, in: Sigrid Schade / Georg Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 219-230 (225)

- Rauschen als Zeitserie: nicht deterministisch ein von Entscheidungen bestimmtes Verhalten injiziert, sondern Wahrscheinlichkeitsverteilung

- zickzackförmige Verläufe: definiert d´Alembert Begriff der stückweise stetigen Funktion; die schwingende Saite stellte den Fall einer stückweise linearen Funktion dar. *Fonctions arbitraires*, allein vom freien Willen dessen, der eine beliebige Linie auf Leinwand malt, abhängt.[105] (378); diese aus stückweise stetigen Funktionen zusammengesetzt, also Fourier-analysierbar; interpretiert Wiener solche Linien als delirant; an die Stelle der stückweise stetigen tritt dann die unkorrelierte Bewegung. Wiener sucht - wenn nicht feindliche Flugzeugbewegungen, so doch den Gang eines Mannes zu beschreiben, "der so betrunken ist, daß zwischen der Richtung seines jetzigen und der seines vorigen Schrittes überhaupt keine Beziehung besteht" = Wiener 1962: 73 - Kontingenz in Zeitreihen als Provokation des "Gangs" von Geschichte, Markov-Prozeß nullter Ordnung. "Man erhält eine statistische Gleichverteilung von Auswahlmöglichkeiten. Eine Kurve, die nur aus Entscheidungen besteht (Ecken), die nicht miteinander korreliert sind, ist ein Objekt derselben Klasse wie eine Nachricht, deren Elemente optimal verschlüsselt worden sind und daher von Rauschen ununterscheidbar ist. Ein Maximum an Entscheidungen ist äquivalent mit einem Maximum an Information, wenn in beiden Fällen die

---

105 Leonard Euler, Éclaircissements sur le mouvement des cordes vibrantes, in: Leonhardi Euleri Opera Omnia, series secunda, Bd. X, Bern 1947, 378

Korreliertheit der Elemente verborgen ist" = Roch / Siegert 1999: 227

Mathesis und Mathematik der Schwingung

- Dynamik einer freien Schwingung in die Schwingungsgleichung überführen (eine Differentialgleichung) = Analyse von Zeitverhältnissen, wobei r den Ort und v die Geschwindigkeit nennt: "Die jeweiligen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sind Grenzgrößen, die das Verhältnis zwischen zwei infinitesimalen Größen messe: die Veränderung von r (bzw. von v) während eines Zeitintervalls [Delta]t, das gegen Null geht, und diesem Intervall selbst. Derartige Größen nennt man 'Ableitungen nach der Zeit'" = Prigogine / Stengers 1981: 64

- verblüffende Analogie zu elektrischen Systemen: "Die Schwingungsgleichung kann auch interpretiert werden als Widerspiegelung von Vorgängen gewisser elektrischer Systeme" <ebd.>. Die (Gleich?)Gültigkeit ein und derselben Gelichung für verschiedene Vorgänge bedarf der (medien)epistemologischen Reflexion.

- eine gedämpfte Schwingung erscheint aus mikroskopischem menschlichem Maßstab wie die mikroskopische Vergrößerung einer Kurve in einer Funktion: obgleich objektiv eine gekrümmte Teilstrecke, erscheint sich als gerader Abschnitt und läßt sich daher mit der vertrauten Arithmetik behandeln. Setzen wir nun die leichte Dämpfung einer fast periodischen Schwingung der leichten Krümmung einer Kurve in einem Graph (einer Funktion) gleich, läßt sich auch auf schwingende Prozesse Differentialrechnung anwenden; in Analogie zur (fast) geraden Strecke läßt sich hier auch die leicht gedämpfte Schwingung wie eine rein harmonische behandeln (Fouriers Idealisierung, die Gabor schon wieder kritisiert, im Namen des An- und Verklingens eines Tons)

- Form und Methode von Fouriers Klang-Analyse offensichtlich nahegelegt und induziert von der Kulturtechnik des Vokalalphabets, fließende Prozesse (Sprache, Gesang) diskret zu zerlegen. Was aber, wenn das Ganze mehr als die Summe der Teile (der Einzelfrequenzen) ist und Unschärfen im Sinne der Schrödingerschen Wahrscheinlichkeitswellen zeitigt?

- eine Fourieranalyse elektronischer Bilder, wo sich die Fourieranalyse doch auf Zeitsignale bezieht, also periodische Schwingungen die Grundlage sein müssen? Oder wird davon ausgegangen, daß ein digitales Bild zeilenweise ausgelesen wird und damit einem "sonischen" Signal nahesteht, das der Fourieranalyse offensteht? Die mathematische Operation der Fouriertransformation transformiert eine *beliebige* (aber periodische!) Funktion in den Frequenzraum. Dabei ist es grob gesagt erst einmal egal, ob es sich um ein Signal in der Zeit, also eine f(t), oder um ein Signal im Raum (= ein Bild, f(x, y)) handelt - also auch Bildmuster; vgl. Moiré-Effekt. Eine besondere Variante des "implizit Sonischen". Problem: daß die meisten Bilder (Fotografien, Gemälde) klare Begrenzungen haben, also von sich aus keine periodischen Funktionen sind, die sich „bis in alle Ewigkeit“ wiederholen. Das gleiche gilt

aber genauso für die üblichen Zeitsignale wie Klänge, die man fourieranalysieren möchte

- technischer Kunstgriff: das Signal (Klang oder Bild oder jede beliebige andere begrenzte Signalfunktion) kopiert in alle Richtungen, nimmt also an, dass sie periodisch seien („sich bis in alle Ewigkeit immer wiederholen“). Dann kann man auf diese Funktionen eine diskrete Fouriertransformation anwenden und erhält eine Darstellung desselben Bildes/Klanges/was-auch-immer im Frequenzraum. Dabei geht keinerlei Information verloren, man kann verlustfrei wieder in Zeit-/Ortsraum zurücktransformieren. Abtastung entweder tatsächlich zeilen(pixel)weise, oder auch in einzelnen Bildblöcken - gerade für die Kompression

- aus Sicht der Signalverarbeitung ist die Fourier*Analyse* ja nur die eine Hälfte der Medaille. Einen Großteil der praktischen Anwedungen (aus der Sicht der Signalverarbietung) bietet erst die Fourier*Synthese*. Denn die Verarbeitung der Daten im Frequenzraum (Filterung, Kompression, andere Modifikationen) und die anschließende Rücktransformation in den ursprünglichen Raum (die inverse Fouriertransformation) bieten noch weitaus mehr Möglichkeiten als die „bloße Analyse“ (Maibaum)

- Fouriertransformation liefert also zunächst einmal nichts weiter als die Übersetzung einer mathematischen Funktion in eine andere, aber *äquivalente* mathematische Funktion (Frequenzdarstellung anstatt Zeit-/Orts-/…-/Darstellung). Beide Funktionen, die Ausgangsfunktion und ihre Fouriertransformierte liefern exakt dieselbe Information, nur in unterschiedlichen Darstellungen. Für das mathematische Gelingen der Fouriertransformation ist die physikalische Einheit/Dimension der Eingangsdaten irrelevant. Einzige Bedingung ist, daß sie periodisch sind.

- Edmund Husserls Zeitdiagramm (gedruckt in seinen *Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins* von 1928) faßt das Jetzt nicht als Punkt, sondern als eine Vielzahl von "Jetztpunkten" in einem Zeitfeld, das die aktuelle "Urimpression" sowie Re- und Protention umfaßt.[106] "Daß mehrere aufeinanderfolgende Töne eine Melodie ergeben, ist nur dadurch möglich, daß die Aufeinanderfolge psychischer Vorgänge sich 'ohne weiteres' zu einem Gesamtgebilde vereinige. Sie sind im Bewußtsein nacheinander, aber sie fallen innerhalb eines und desselben Gesamttaktes."[107] Husserl sucht den psychophysischen Mechanismus zu beschreiben, der diesen sonischen Eindruck ermöglicht: "Dies Bewußtsein ist in beständiger Wandlung begriffen; stetig wnadelt sich das lebhafte Tonjetzt in ein Gewesen, stetig löst ein immer neues Tonjetzt das in die Modifikation übergegangene ab. Wenn aber das TonJetzt, die Urimpression, in Retention übegeht, so ist diese Retention selbst wieder ein

---

106 Dazu Alexander Schnell, Das Problem der Zeit bei Husserl. Eine Untersuchung über die husserlschen Zeitdiagramme, in: Husserl Studies Bd. 18 (2002), 89-122

107 Edmund Husserl, Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, hg. v. Martin Heidegger, Halle (Niemeyer) 1928, 383

Jetzt, ein aktuell Daseiendes. Während sie selbst aktuell ist (aber nicht aktueller Ton), ist sie Retention *von* gewesenem Ton." <ebd.>

- läßt sich jede zeitveränderliche Funktion f(t) durch eine Überlagerung sinusförmiger Anteile mit unterschiedlichen Frequenzen beliebig genau approximieren, bzw. mittels Fourierintegralen darstellen" = Skript "Elektrotechnik" ETH Zürich, § 4.1.1

- mit Fourierintegralen das akustische, schwingzeitliche Ereignis - medienarchäologisch (techno-mathematisch, also sowohl in den Operationen der Meßmedien als auch in der mathematischen Analyse) faßbar: nicht aber das Wesen der Musik

- Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre nebst Anwendungen auf mechanische und elektrische Schwingungen, 6. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1958, 30: tabellarischer Vergleich (formuliert in mathematischen Formeln) "Analogie elektrischer und mechanischer Schwingungen". Bei aller Analogie zwischen mechanischen und elektrischen Schwingungen (nur phänomenologisch analog, oder gleichursprünglich?) - Medienwissenschaft setzt mit den elektrischen Resonanzen an und verliert sich nicht schon vorweg in der Kulturgeschichte der Relation von Musik und Mathematik (das wäre kulturtechnisch orientierte Kultur- und Musikwissenschaft); den Schnitt also disziplinärer, am emergierenden Medienobjekt orientiert ansetzen: dort, wo es nicht mehr um die physikalischen "Medien" (*to metaxy* Aristoteles´) geht, und auch nicht um kulturtechnische Artefakte (wie die instrumentale schwingende Saite am Monochord etwa), sondern um erzwungene Schwingungserscheinungen im artifiziellen elektromagnetischen Feld, Grundlage der Medieneskalation im Sinne McLuhans.

- erhört das pythagoäische Ohr an der klingenden Saite des Monochords die ganzzahlige, also mathematisierbare Harmonie der Welt im Klang - nicht aber die Frequenz der Saite selbst. Die aber ist die eigentliche Mathematik als Kehrwert von Zeit. Soweit der Zusammenhang von Musik & Mathematik; mit dem Elektromagnetismus aber wird ein solcher Klang (als kulturelle Artikulation im sonischen, also NF-Bereich) einer HF-Trägerschwingung aufmoduliert, die nichts ganzzahlig-Harmonisches an sich hat, sondern einer komplizierten, von James Clerk Maxwell erst durchdrungene Differentialrechnung zugänglich ist. Hier spielt die Medienmusik; die wahre mathematisch-musikalische Harmonie ist der elektrische Schwingkreis. Dies aber ist nicht mehr musikalische Instrumentation, sondern Instrumentalisierung der Elektrizität als Elektronik, also Mathematisierung des Stroms, Techno/logie als Technomathematik

- Mathematik der schwingenden Saite / *mathesis* derselben, d. h. einmal harte Mathematik als Bewältigung des Phänomens, einmal Erkenntnis, die anhand derselben gewonnen wird - Erkenntnis am Klang (entlang). Ist diese spezifische Form von Wissen eine, die sich erst im Zeitvollzug selbst (mit)vollzieht, also eine resonniernde (denn Resonanz setzt immer schon einen Zeitprozeß voraus)?

- Voraussetzung für den Befreiungsakt von der harmonischen Proportion hin zur Frequenz (die dann mit Fouriertransformation und Gaborquanten unter umgekehrten Vorzeichen wiederkehrt) war, daß die abendländische Kultur auf einem ganz anderen Feld an den Takt und die pendelnde Schwingung kulturtechnisch trainiert worden war. Eine Art analog/digital (A/D)-Umwandlung von aufgespeicherter Energie in übetragene Information wurde erstmals praktiziert anhand der Unruh (Hemmung) der spätmittelalterlichen Uhrwerke. Die Klosterwelt generierte die getaktete Uhr, genauer: die Uhr mit der Hemmung, der Unruh als Mechanismus, der unter der Hand zur Sensibilisierung für Schwingungsvorgänge führt (und in der Frühneuzeit dann zum oszillographischen Weltbild führt, das Fourier komplettiert)

- mit periodischer Oszillation wird die getaktete Zeit (Frequenzen), mithin die Räderuhr, zum Dispositiv der neuzeitlichen Ontologie als Vollzug, ein (Da)Sein in der Zeit

- 1803 schreibt Ritter an Oersted: "Aller Sinnesempfindung liegt Oscillation zum Grunde. <...> überall, wo nur etwas geschieht, geschieht es auch nothwendig oscillatorisch" = zitiert nach Siegert 2003: 300

- Hans Christian Ørsted 1808: "If we imagine a taut string making its slowest vibrations, we are able to distinguish each vibration with our eyes. Let the speed increase, and now we can no longer distinguish one vibration from the other; we see only the entire space through which the string vibrates filled by it. There is a gap between the point where the visibility of the individual vibrations ceases to the point where the deepest tone begins. Now imagine the vibrations proceeding with increasing speed and producing higher and higher tones; in the end the speed of the vibrations becomes too great to be perceived by the ear" = Hans Christian Ørsted, Experiments on Acoustic Figures [1808], in: Selected Scientific Writings of H. C. Ørsted, trans. and ed. Karen Jelved, Andrew D. Jackson, and Ole Knudsen, Princeton (Princeton Univ. Press) 1998, 280

- a “Savart's wheel” (Félix Savart, 1791–1841): "It was invented over and over again, starting—probably—with Robert Hooke (1635–1703). [...] its experimental design demonstrating, visually and aurally, the correlation between frequency and pitch. On the basis of the number of teeth on the cog and its rotation speed, we can calculate how many times the cog strikes per second to produce a given pitch. Clearly excited about his idea, Hooke also told [...] that he would be able to identify the buzz of a fly by counting the frequency at which it flapped its wings. From a musical perspective Hooke's wheel was overshadowed by the invention of the tuning fork only a few decades later. But for a media archaeologist, the wheel, which lays bare the underlying mechanics, has great advantages over the tuning fork. It allows us to 'reverse-engineer' the mechanism of sound generation" = Alexander Rehding, Introduction, in: Journal of the American Musicological Society, Vol. 70 No. 1, Spring 2017, Themenheft "Discrete/Continuous: Music and Media Theory after Kittler", 221-256; http://jams.ucpress.edu/content/70/1/221, unter Bezug auf: Stephen Inwood, The Man Who Knew Too Much. The Strange and Inventive

Life of Robert Hooke, 1635–1703. London (Pan Books) 2003, 223 ff. - als Klangereignis, und als wiederholter Anlauf zu seiner (Er-)Findung in diversen "historischen" - aus medienepistemologischer Sicht jedoch *gleichursprünglichen* - (Ur-)Szenen

- Definition von *Signal*: "the variation *through time* <meine Kursivierung> of any significant physical quantity occuring in a useful device or system. <...> the most apparent feature of a signal is its wave form, that is, simply the graphical depiction of the signal as a time-varying quantity."[108] Demgegenüber entdeckt Leonard Euler *avant la lettre* den Dirac-Impuls (Deltafunktion) von (potentiell un)endlicher Amplitude, aber einer gegen Null gehenden zeitlichen Dauer, ein "digitaler Impuls" <Siegert 2003: 219>. Doch ist unendlich klein nicht Nichts: Zeit vergeht, minimalst, auch im Digitalen.

- Differenz von Schwingung, Frequenz und Impuls; Lochsirene Caignard de la Tour: Luftstöße als Impulse; aus diskrekten Momenten setzt sich der Ton als Frequenz zusammen, zählbar (Frequenz). Luft (als umgebendes Medium) wird mit Luft modulier (Impulse)

- Georg Simon Ohm, Über die Definition des Tones, nebst daran geknüpfter Theorie der Sirene und ähnlicher tonbildender Vorrichtungen, in: Annalen der Physik und Chemie 135, Heft 8 (1843), 513–65

- Eulers Darstellung der Variationsrechnung (Lausanne/Genf 1744); Anhang: Infinitesimale Schwingungen elastischer Körper. Kommentiert Euler: "Man sieht wohl, daß dies durch keinerlei reguläre Funktion von *t* repräsentiertbar ist" = *De la propagation du son*, 430; das Intervall strebt hier gegen Null (als Limeswert *lim*). Aus der (scheinbar) kontinuierlichen Bewegung wird hier ein Moment herausgeschnitten, der nicht mehr nur ein zeitlicher Moment ist, sondern auch ein epistemisches Moment: ein Moment, "der nicht transitorisch gedacht werden kann <...> sondern vielmehr Funke, stroboskopischer Lichtblitz, der die Bewegung für einen Augenblick einfriert" <Siegert 2003: 220, unter Anspielung aus Lessing 1766>. Und ergänzend: "Die ersten Bewegungen, die durch mit Wechselstromfunken erzeugtes Stroboskoplicht beobachtet wurden, waren neben anderem auch schwingende Saiten: Euler diskontinuierliche Funktionen machten die irregulären Kurvenformen der Saite sichtbar" = Siegert 2003: 474, Anm. 135; entdeckt Feddersen durch schnelle Spiegeldrehung den oszillatorischen, schwingenden Charakter der Funken selbst

Aristoteles und/oder Heider

- Aristoteles zufolge Wahrnehmungsmedien (*to metaxy*) wie das Licht oder das Wasser oder die Luft durch Qualitäten (etwa Farben) der Wahrnehmungsgegenstände angestoßen; das vermittelnde Medium nimmt dabei die spezifischen Qualitäten der Gegenstände an udn gibt diese Erregung

---

108 Edward B. Magrab / Donald S. Blomquist, The Measurement of Time-Varying Phenomena, New York et al. (Wiley) 1971, 1

darauf an das humane Sinnesorgan weiter. Dort erfolgt eine analoge Rekonstruktin der aisthetischen Qualitäten. Aristoteles vermag Licht nur immediat zu denken (anders als Luft, als Zeitwiderstand gegen Schall etwa): "Licht setzt die Existenz von etwas in etwas voraus, ist aber keine Bewegung"[109]; Aristoteles vermag Licht als Wellenbewegung (im elektromagnetischen Spektrum) nicht zu denken. "Ortsveränderungen erreichen natürlicherweise zunächst die MItte des durchlaufenen Raums (der Schall ist ja offenkundig die Bewegung von etwas, das seinen Ort verändert)" - Aristoteles weiß hier um den Doppelsinn von lat. *medius* sowohl im räumlichen wie zeitlichen Sinn, quasi differential -, "bei dem aber, was seine Qualität verändert, ist dies nicht der Fall" <ebd.>

- für sonische Vorgänge Aristoteles' feines medienhermeneutisches Gehör; an der Laufzeit raumakustischer Impulse identifiziert er geradezu das irreduzible Wirken eines Dazwischen (*to metaxy*) als Zeitweise

- antizipiert Aristoteles Leibniz' Begriff der *petits perceptions* als zeitkritische Prozesse: "Stimmt es, was einige Musiktheoretiker sagen, daß die Töne nämlich nicht zugleich unser Ohr erreichen, daß es uns nur so vorkommt und daß wir dies nicht merken, wenn es sich um eine nicht wahrnehmbar Zeitdauer handelt? Dementsprechend könnte man auch gleich sagen, daß wir deshalb glauben zugleich zu sehen und zu hören, *weil wir den Zeitabstand nicht merken*."[110] Genau dies ist der kinematographische Nachbildeffekt und der von Bergson und Husserls beschriebene Eindruck einer Melodie. Doch dann Aristoteles' Einspruch: "Das stimmt wohl nicht, und es ist wohl unmöglich, daß es eine Zeit gibt, die nicht wahrgenommen werden kann" = ebd.

- hat Aristoteles einen Begriff des Gegenwartsfensters der Wahrnehmung, nahe dem Begriff der Dauer bei Henri Bergson: Wahrnehmungsobjekt "bleibt in den Wahrnehmungsorganen nicht nur so lange bestehen, wie die Wahrnehmungen aktuell vorhanden, sondern auch noch nachdem sie verschwunden sind"[111] - der kinematographische Nachbildeffekt. Ähnliches sieht Aristoteles für Dinge, die sich in Bewegung befinden: "Auch bei diesen dauert die Bewegung fort, obgleich der Kontakt mit dem Ding, das den Anstoß zur Bewegung gab, bereits gelöst ist. Dieses hat nämlich einen entsprechenden Teil der Luft in Bewegung versetzt, dieser wiederum durch seine Bewegung einen anderen, und auf diese Weise vollzieht ein Ding die Bewegung, in der Luft wie im Wasser, bis es zum Stillstand kommt" <ebd.>. Hier ist Aristoteles nahe am Begriff der gedämpften Schwingung, verbleibt aber in einer (Teilchen-)Physik des kinematischen Stoßes, gelangt damit nicht zur Frequenz

- schließt Fritz Heider auf den ersten Blick unmittelbar an Aristoteles' Medienphysik an; unterscheidet sich durch Radioerfahrung davon, welche das altgriechische Erbe von der Mediengegenwart trennt; so ist bei ihm die Rede

---

109 Aristoteles, Über die Wahrnehmung und die Gegenstände der Wahrnehmung, in: ders., Kleine naturwissenschaftliche Schriften (Parva Naturalia), übers. u. hg.v. Eugen Dönt, Stuttgart (Reclam) 1997, 47-86 (77)

110 Aristoteles, Über die Wahrnehmung und die Gegenstände der Wahrnehmung, in: ders., Kleine naturwissenschaftliche Schriften (Parva Naturalia), übers. u. hg.v. Eugen Dönt, Stuttgart (Reclam) 1997, 47-86 (82); Kursivierung W. E

111 Aristoteles, Über Träume, in: ders. 1997: 119

von SChwingungen und einer Art Modulation der aisthetischen Erfahrung: "Die Art des Geschehens, daß hier an der Stelle des Raumes Schwingungen von der Wellenlängedes Gelb sind, an der anderen Stelle andere Schwingungen, all die ist nur von Eigenschaften des Steins abhängig"[112], beschreibt Heider den von der Sonne beleuchteten Stein, der auf Seiten seiner Materialität (Substrat) "innenbedingt" ist (seine Definition des "Dings", worin das Geschehen dem Substrat zugeordnet ist; innenbedingte Schwingungen sind "Eigenschwingungen". Zu Eigenschwingung begabte Körper (siehe Elektronenröhrentechnik und die schwingende Saite) vermögen Resonanzen zu zeitigen (Prinzip Radiosendung und -empfang etwa), sind also - weil dynamisch - im latenten Medienzustand (ein Begriff von Medien-im-Vollzug, im Unterschied zum ontologischen Dingbegriff). Anderes Mediumgeschehen dagegen ist außenbedingt: aufgewungene Schwingungen. Im AM- und FM-Funk aber modulieren Schwingungen Schwingungen

Spezialfall: Zungenfrequenzmesser, resonnierende Saiten

- nutzt Helmholtz elektrisch rückgekoppelte Stimmgabel als Meßgerät für ultrakurze Zeitmomente; Einsatz des "vibrating wire resonator" in der Physik kleinster Teilchen

- einfaches Netzstrom-Frequenzmeßgerät: Zungen sprechen je nach Resonanz auf Wechselstromfrequenz an, und erzittern jeweils nach Maßgabe der Skala. Es handelt sich hier um einen elektromechanischen Fourier-Analysator, der an Schwingungen die Zahl (skalar) sichtbar macht; *zählt* die (Elektro-)Physik

- leitet Pythagoras aus dem Klang des Schmiedehammers den Daimon ab, fortentwickelt von seinen Schülern zu einer Analyse musikalischer Proportionen, also Mathematik = Friedrich Kittler, in: ders. / Cornelia Vismann, Vom Griechenland, Berlin (merve) 2001, 132; Frage nach historischer Glaubwürdigkeit eines Subjekts Pythagoras medienarchäologisch irrelevant: operativ diagrammatisches Argument gleichursprünglich; schlägt Hammer 16 mal/Sekunde, wird (Brumm)Ton hörbar; in diesem Feld werden Werkzeuge zu (klangerzeugenden) Medien; deren Eigenwahrnehmung unterscheidet keine Hörschwelle: auch Ton immer als Impuls gewußt

- wirkt das hochtechnische Medium im Gegensatz zum Werkzeug nicht auf Stoffe ein; ist vielmehr "ein Modus der Kontrolle"[113]; Hammer eine Technik erst in der Hammermühle oder im Hammerklavier

- "Zeug" das "im Besorgen begegnende Seiende" = Heidegger 1993 = Ausgabe *Sein und Zeit*, 68; demgegenüber "Dinge" nur in der (theoretischen) Betrachtung erfahren. Volksempfänger ist elektronisches Zeug. Das Zeug hat die (vektorielle) Struktur des "um zu". Ein "Hammerding" begegnet uns nicht im Betrachten, sondern nur im Hämmern, in welchem das Zeug "Hammer" sein

---

112 Fritz Heider, Ding und Medium, (Vorwort Dirk Baecker), Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2005, 38

113 Serge Moscovici, Versuch über die menschliche Geschichte der Natur, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 220

"um-zu" hat. Demgegenüber aber ist ein Fernsehapparat nicht schlicht ein "um-zu", sondern "durch-hindurch": der Kanal rückt in den Vordergrund, und das ist nicht mehr schlicht Zeug. Der "Volksempfänger", jetzt sendend, ist ein Medium nicht allein im Sinne der aristotelischen Physik, sondern zweiter Ordnung: das Medium, die Wellen, werden künstlich gesetzt, dann moduliert; beides technologische, nicht mehr schlicht kulturtechnische Akte

- eine Art (Wechsel-)Stromklavier; gleich den Klaviersaiten, deren Eigenschwingung durch einen Anschlag hammerartig angeregt wird, kommt hier die Schwingung durch impulsartige Resonanzanregung zustande: "Ein Wechselstrommagnet mit großer Streuung wird von der zu messenden Frequenz gespeist. Vor dem Magneten sind klene Stahlzungen angebracht, deren freie Enden umgebogen und mit weißen Marken versehen sind. Jede Stahlzunge hat eine bestimmte Eigenfrequenz, die in Stufen von 1, 2 oder 5 Hz von der Frequenzt der nächsten Zunge abweicht. Unter dem Einfluß des magnetischen Wechselfeldes geraten die Zungen in mechanische Schwingungen, wobei diejenigen mit der dem Wechswelstrom naheliegendsten Eigenfrequenz die weiteste Schwingungsamplitude zeigen oder sogar in Resonanzkommen. Zeigen zwei Zungen die gleiche Amplitude, so liegt die zu messende Frequenz dazwischen."[114]

Musik des Telegraphenkabels (Schwingung und Telephonie)

- 1920er und 1930er Jahre überraschende Parallelität von Fernsehtechnikentwicklung in Japan Deutschland, den USA, England, Rußland; medientechnische Forschung nicht schlicht durch "Diskurs" oder gegenseitige Fachliteratur in Resonanz geraten, sondern durch gemeinsame "Erdung" der untersuchten Medienprozesse in Physik und Mathematik; derart geerdete Technik (be)*stellt* Techniker, sich wissend in immer neuen Anläufen zu ihr zu verhalten, wie konkret die schwingende Saite als durchlaufender Gegentand abendländischen Wissens

- Zerlegung der Stimme in ihre spektralen Teile; Bells Mißverständis, daß Helmholtz die Vokale telegraphiert habe, bewegt ihn zur Entwicklung des Telephons; Wolfgang Hagen, Gefühlte Dinge = http://whagen.de/publications/GefuehlteDinge/GEFDING.HTM; publiziert in: Stefan Münker / Alexander Roesler, Telefopnbuch. Beiträge zu einer Kkulturgeschichte des Telefons, Frankfurt/NM. (Suhrkamp) 2002; läßt sich Alexander Graham Bell 1874 vom Helmholtzschen Klavier als Fourier-Analysator für Vokale in ihrer Frequenzzusammensetzung zum Entwurf eines elektromagnetischen Saiteninstruments inspirieren, dem *Harp Apparatus*; Schwingung in jeweiliger Resonanzfrequenz des zu übertragenden Stimmklanganteils induziert Wechselstrom trom in der Spule des Elektromagneten; Robert V. Bruce, Bell. Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude, Boston 1973, 122>

---

114 Hansgeorg Laporte, Die Messung von elektrischen Schwingungen aller Art nach Frequenz und Amplitude, Halle/Saale (Wilhelm Knapp) 1949, 18f (u. Abb. 31)

Interferenzen (Ästhetik der Schwebung)

- Interferenzen aus der Überlagerung von Wellenereignissen gleichen Typs; Wellenringe zweiter Steine im Wasser bilden an Schnittstellen durch Überlagerung neue Muster (Prinzip Huyghens / Wellenfeldsynthese)

- herrscht eine (epistemologische oder analoge?) Vertäuung (zumindest Affinität) zwischen Attraktoren (die Organisation non-linearer Ereignisse durch Schwerpunktbildung) und mechanisch gekoppelten Schwingungen (Doppelpendel Christiaan Huyghens, simulierbar am Analogcomputer); wird dieses kurzzeitige Zustandekommen als Moment der "Schwebung" hörbar; Lissajous-Figuren und Stereoklanganalyse durch Goniometer

- Hörbarkeit des Laufzeitspeichers: Läßt man eine periodische Schallwelle duzrch ein Interferenzrohr laufen (vgl. akustischer Verzögerungsspeicher; Linz Ars Electronica-Installation Kim), wird die Welle geteilt, und beide Wellenfronten setzen sich durch die beiden U-Bögen fort. Wird ein U-Bogenteil etwas verlängert (herausgezogen), legt die Schallwelle dort einen längeren Weg zurück und trifft etwas später (*différance*) mit der Welle des anderen Bogenteils zusammen; zeit- bzw. phasenverzögert. Kommt es dabei zu Auslöschungen, herrscht ein Mikro-Moment der Stille: wenn Streckenutnerschied genau eine halbe Wellenlänge beträgt, weil dann Welleberg und Wellental aufeinandertreffen, so daß "die Frequenzt eines Teiltiones, den man durch Interferenz aus deinem Klang herausgelöscht hat, aus der Rohrlänge berechnet werden kann, und zuwar über die Beziehung Frequenz ist gleich Schallgeschwindigkeit durch Wellenlänge. Ein Interferenzrohr ist also <...> das Gegenteil <oder Gegenstück> eines Resonators, denn der unterdrückt <...> alle anderen Frequenzen außer derjenigen, auf die er eingestimmt ist" = Grieger 1989: 54; inverser Fourier-Analysator

- Schwebe- und Schwebungszustände: akustische durch Überlagerung fast gleicher Schwingungen; physikalisch: Erhebung eines Hubschraubers über der Erde; Schwebung zweiter Ordnung: Empfang derselben Kurzwellensendung, aber durch verschiedene Geräte; stehen (fast) gleichursprüngich zur Sendung. Mit leichter Differenz (Lichtgeschwindigkeit: endlich; analog zu Michelson / Morley: Messung mit Licht zum Ätherwiderstand); erzeugt eine Schwebung, die aber dem menschlichen Ohr, weil zu fein, verborgen bleibt?

Parameter Frequenz

- *Stauchung* der "historischen" Zeitdifferenz im Moment des Erklingens; parallel zu *wirklich* experimentellen Hinterfragungen (nicht nur anekdotisch überlieferten) der Grundlagen der pythagoräischen Verhältnisse: neue Auffassungsweise vom Ton als physikalischem Phänomen; Frage nach der Beschaffenheit von Schallen selbst (schon Archytas) "und damit auch der Frage nach der Übertragungskette Instrument - Raum - Empfängerohr, die offenbar

mit den Schwingungsbewegungen der Saiten zusammenhängen musste" (Volmar)

- stellen Marin Mersenne, Taylor und Sauveur die Untersuchung der schwingenden Saite auf eine physikalische Grundlage, damit die Akustik als naturwissenschaftliche Methode begründend; anders als Pythagoras errechnet Mersenne die Schwingungszahlen, nicht die Streckenproportionen; obsiegt in beiden Fällen die Aussage, daß der Zusammenhang von Medium und Mathematik ein originärer ist: "Gerade in der Theorie der Schwingung <...> und der damit verbundenen Darstellung der Obertöne schlägt ja das Akustische in das Musikalische wieder um, berührt sich die mathematisch-physikalische Theorie wieder mit der mathematisch-ästhetischen in einem Ausmaße, wie das eigentlich nur noch einmal repräsentativ in der Antike gewesen ist" = Max Bense, Konturen einer Geistesgeschichte der Mathematik II. Die Mathematik in der Kunst [1949], in: ders., Ausgewählte Schriften, hg. v. Elisabeth Walther, Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 233-428 (418) - scheinbar rekursiv; ist nicht die Historie am Werk, sondern der Appell des Mediums: die schwingende Saite erzwingt Stellungnahmen des Wissens, die je verschieden ausfallen, sich aber am gleichen Ereignis abarbeiten; der Appell des Mediums (die schwingende Saite) stellt erklingend die Frage nach ihrem Seinsvollzug

- Saiten dadurch zum Tönen bringen kann, indem in der Nähe befindiche gleichgestimmte in Schwingungen versetzt = Arthur Wilke, Die Elektrizität. Ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe, bearb. u. hg. v. Otto Lich, Berlin (Neufeld & Henius) 1924, 692; Experimentalanordnung Hippasos; Tongefäße mit Wasser gefüllt, je nach erregtem Ton klingen Wasseroberflächen verschieden an

- beschreibt Phänomen der Resonanz ein un-historisches Verhältnis der erkennenden Sinne dazu: Das physikalische Phänomen, historisch invariant, fordert der vernehmenden Sinn (Auge, Ohr) durch die schiere Eigenästhetik (Faszination der Entdeckung von Resonanz) im Sinne Heideggers "heraus" und dazu auf, sich zu ihm zu verhalten; setzt sich dieses physikalische Phänomen im elektr(on)ischen Schwingkreis fort.

- Spule (als Bauteil) das materiale Korrelat zur Schwingung: gleichförmig, aber fortschreitend

- veränderliche Ströme (Wechselstrom) nicht zu Zwecken der Musik, sondern der höheren Effizienz der Energieübertragung eingesetzt; Edisons Ablehnung von Teslas Wechselstrom; Thomas Alva Edisons Phonograph bleibt (schon von der Namensgebung) her in der Logik der Kulturtechniken (Schrift / *graphé*) und der Klassischen Physik (Mechanik); pneumatische Druckschwingungen der Luft als mechanische Schrift eingraviert; steht dem nicht als technikhistorische Folge, sondern originäre Alternative (Patent Oberlin Smith) die elektromagnetische Aufzeichnung gegenüber, die nicht mehr in der Welt der *graphé* operiert, sondern der Felder (und damit eine andere Medienepisteme); in Analogie zum elektrischen Telephon wird auf Stahldraht die Schallschwingung induktiv unter Nutzung des Wechselstroms (als objektives

Korrelat zu Sinusschwingungen, aber ganz und gar unmusikalisch zustandegekommen) eingesetzt - ein anderer, transklassischer Typus von Signalen

- nicht mehr Kraftübertragung im Sinne der klassischen Mechanik (Newton), wie sie bis hin zu den kinematischen Beziehungen im Verarbeitungsmaschinenbau eine Rolle spielt (Getriebelehre): "Betrachten wir z. B. eine moderne Druckmaschine und verfolgen den Lauf des Papiers, so stellen wir fest, daß eine große Anzahl periodisch wiederkehrender Bewegungen vollzogen werden muß, bevor der bedruckte Bogen die Maschine verläßt. Diese periodischen Bewegungen, etnstanden aus der Nachahmung manueller Arbeit, sind überhaupt das Kennzeichen der gesamten Verarbeitungsmaschinen" = Gottfried Tränkner, Ziel und Augaben der Forschung im polygraphischen Maschinenbau, in: Die Technik. Messesonderheft 1952, Berlin (Verlag Technik), 114-116 (114); setzt die Harmonische Analyse an: "Mit der Analyse der Gesamtheit dieser Bewegungen beginnt die Forschung. Hier werden zunächst die Bewegungen der einzelnen Arbeitsorganein Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet <...>. Anstelle der Zeit ist der ihr proportionale Drehwinkel der Antriebswelle als Maßstab eingesetzt. <...> Man sollte annehmen, daß diese <...> Art der Darstellung komplizierter Zusammenhänge allgemein bekannt ist, da sie erkennen läßt, ob der Gesamtablauf der Bewegungen harmonisch ist, ob die gegenseitigen Verhältnisse der für die einzelnen Vorrichtungen zur Verfügung stehenden Zeiten jeweils die optimalen Werte besitzen" = ebd.

- macht Einsatz von Schleifen-Oszillographen die Registrierung solcher rasch ablaufenden Vorgänge möglich; Zeitmarken geben hier die Zeitbasis gegenüber den Arbeitszyklen ab - gleich einer Makroversion des Mikrozeitgeschehens in getakteten Computern

- geschieht Übertragung elektrischer Energie von einem Stromkreis mit veränderlichen Strömen (Wechselstrom) auf einen zweiten, davon vollkommen (selbst durch Vakuum) isolierten Leiter (wie nahe auch immer, etwa als Transformator) durch Induktion. Von ganz nah (Prinzip Transformator) zu ganz fern (Telegraphie, Radio, Antenne); vollzieht sich die Übertragung elektrischer (HF-)Energie vom Primärsystem auf das sekundäre Leitersystem durch extrem schnelle Wechselströme im Primärsystem; erzeugt werden Wechselströme, deren Richtung und Stärke sich *in regelmäßiger Weise* (also harmonisch schwingend) ändert, durch Bewegung von Leitern in Magnetfeldern (Prinzip Dynamo). Wird diese Kreisdrehung als Winkelfunktion graphisch aufgetragen, resultiert das Bild einer sinusförmigen Wechselspannung; Zeitraum, innerhalb dessen sich ein einziger derartiger Verlauf der Änderung vollzieht, als Periode oder analog der Bezeichnungsweise bei den Pendelschwingungen als Schwingungsdauer bezeichnet = Wilke 1924: 682; für drahtlose Telegraphie Wechselströme von mindestens 30000 Hz (nicht die ultralangsamen 50 Hz des Stromnetzes)

Grund- und Obertöne von Wissensgeschichte

- wenn die Geschichtsschreibung des Klangs selbst klangförmigen Charakter annähme? Oberwellen des Wissens, etwa: das pythagoräische Monochord-Experiment als Grundton, demgegenüber Fourier als Harmonische des sonischen Wissens; bricht die Erfahrungswissenschaft der Neuzeit mit den axiomatischen, aus der Antike überlieferten Dogmen und filtert vielmehr jene antiken Wissenselemente aus, die sich nach wie vor experimentell verifizieren ließen - etwa die Schwingung am Monochord, die nicht neu erfunden, sondern neu gedeutet wurde - diesmal zeitkritisch, als Schwingungsereignis, nicht mehr im Sinne ganzzahliger harmonischer Mathematik, sondern in Frequenzen analysier- und berechenbar (Fourier)

- Können nur schwingungsfähige Systeme in Resonanz treten, oder auch ihr Kehrwert, die symbolische Ordnung? Resonanz zielt auf die Eigen*frequenz* eines Systems, das "angesprochen" wird - also die implizite Zahl

Resonanzen als Zeitmodell

- Phänomen der Resonanz schwingungsfähiger Systeme; korreliert damit im Zeitfeld der Begriff der "Eigenzeit": "In der speziellen Relativitätstheorie haben gleichberechtigte Bezugssysteme, die sich mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen, jeweils eine eigene, individuelle Zeit"[115]

- Wilhelm Wunds psychophysiologischer Befund lautet, "dass jede Vorstellung geneigt ist, eine ihr *ähnliche* in's Bewußtsein zu rufen"[116] - Superposition, Autokorrelation, Klang; "dass eine Vorstellung sich besonders leicht mit solchen associieret, mit denen sie / *häufig* verbunden gewesen ist, sei es in Folge räumlicher Coexistenz, sei es durch die regelmässige Ordnung in einer Zeitreihe" = ebd., 788 f.

- Fortschreiten periodischer Schwingungen; quer dazu ebenso eine Faltung, eine Überlagerung: der Frühling im aktuellen Jahr weckt Momente der Erinnerung an vergangene Frühlinge (Bergsons Bewußtseinskonus, dessen gegenwärtige Spitze die Fundierung in der Vergangenheit akzualisiert), ausgelöst durch Momente wie etwa den spezifischen Duft eines regennassen, junggrünen Waldes; Überlagerung stellt als Zeitfigur implizit (d. h. nicht notwendig akustisch) ein "Klang" im Sinne Fouriers: eine Superposition gegenüber einem (aktuellen) Grundton; kennt Neurologie solche Faltungen auf der mikrozeitlichen Signalverarbeitungsebene als Koinzidenz und Autokorrelation, die Abbildung eines zeitversetzten Signals auf sich selbst. In der Messung neuronaler Signalverarbeitung, die eher mit Impulsketten denn mit den (allein konitiv existierenden) "kontinuierlichen" Meßdaten konfrontiert ist (Frequenz als Kehrwert der Periodizität), die Rede von Autokorrelation, "wenn die kontinuierliche oder zeitdiskrete Funktion (z. B. ein- oder mehrdimensionale Funktion über die Zeit oder den Ort) mit sich selbst korreliert

---

115 Peter Eisenhardt, Der Webstuhl der Zeit. Warum es die Welt gibt, Reinbek (Rowohlt) 2006, 357 (Glossar)
116 Wilhelm Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, Leipzig (Engelmann) 1874, 788

wird. Beispielsweise x(t) mit x(t+Verschiebung)" = http://de.wikipedia.org/wiki/Autokorrelation; Zugriff 8. Juli 2008; Schauplatz von Autokorrelation hochtechnische Signalverarbeitung ebenso wie die neuronale Wandlung diskreter rhythmischer Impulserinnerungen von Tönen, resultierend in der musikalischen Empfindung; werden vom EEG nicht Einzelneuronen, sondern Summenpotentiale von Frequenzen (neuronale Signale als *spikes*, idealerweise modelliert durch Dirac-Impulse) gemessen. Klänge als überlagerte Schwingungen vermögen ihrerseits überlagerte Erinnerungen in Resonanz zu versetzen, resultierend etwa in Melancholie

- ruft laut Henri Bergson aktuelle Wahrnehmung (die - am Beispiel Licht - selbst als ein schwingendes, hochfrequentes Signal auf "Dauer" angewiesen ist) immer auch erinnerte Wahrnehmung mit auf; resultieren quasi-klanglichen Superpositionen; sogenanntes "Gedächtnis" ist ein selbstmodifizierendes, rückgekoppeltes System von Eigenfrequenzen

- Rezitation eines algriechischen *paian* zur Lyra: Wer oder was singt? In dem Moment, wo die Worte und Notationen durch die Stimme und den Klangkörper von Sänger(inn)en laufen, werden diese selbst zum Medium der Macht der Sprache; diese positioniert den Menschen, stellt ihn (Gestell, Dispositiv), was aber nur gelingt, wenn der performierende Körper hinreichend darauf (auf den Empfang dieses Appells) gestimmt ist, gleich dem Schwingkreis eines Radios

- "There is something about the walls of Rome that moves the inmost depths of man. When a metal plate is struck, the iron resounds and the echoing is stopped only by laying one's finger on it. In the same way, Rome moves the spirit that is in communication with antiquity ... all that was slumbering within him" = Bachofen, zitiert hier nach Gossman, "Orpheus", 46 f.

- Modell des "resonnierenden Intervalls" (McLuhans Plädoyer für eine wahrhaft elektronische, nämlich sonische Wissenskultur) klingt an: "Resonanz ist der Zustand des akustischen Raums" = Marshall McLuhan / Bruce R. Powers, The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft ins das 21. Jahrhundert, Paderborn 1995, 39; gemeint damit keine flache Analogie, sondern speziell jener Zwischenraum, das Intervall von "Figur" und "Grund" (*arché*, Infrastruktur); quasi-radiotechnisch respektive quantenmechanisch identifiziert McLuhan diesen Zwischenraum als resonierend und baut darauf nicht nur ein alternatives Geschichtsmodell, sondern eine Alternative zum Geschichtsmodell (speziell von Medien) selbst

Schwingungen, neurologisch

- prägen sich menschlichen Sinnen *qua* Aisthesis keine Singularitäten, sondern Wellenzüge ein; was an neuen Eindrücken einfließt, resoniert Frequenzebene mit den als Spektren aufgespeicherten Alteindrücken (Schemata), die dann wieder vom Frequenz- in den Zeitbereich zurückverwandelt werden; von daher Erinnerungstäuschungen

- "left-hemispheric one-dimensional time, which can change only from the direction of the past towards the direction of the future, is not sufficient for describing and unifying all physical phenomena. Therefore, we have replaced the left-hemispheric one-dimensional time with a multidimensional right-hemispheric temporal 'space', which comprises at least four independent and perpendicular axes" = Uri Fidelman, Brain Time and Physical Time, in: Susie Vrobel / Otto E. Rössler / Terry Marks-Tarlow (Hg.), Simultaneity. Temporal Structures and Observer Perspectives, Singapur (World Scientific Publishing) 2008, 79-90 (87)

- unterstreicht Bergson in *Matiére et Mémoire*: Farbwahrnehmung recht eigentlich eine Funktion von Lichtschwingungen, und sich Bilder mithin in periodische Ereignisse auflösen

- verfügt menschliche Physiologie über keinen lokalisierbaren Zeitsinn; kommt Zeitempfindung in einem Feld zustande, das durch regelmäßige Pulsfolgen im Gehirn (im Takt von 30 Millisekunden) jeweils aufgebaut wird[117]

Diesseits der Elemente: Schwingungen?

- (sub)elementarer Aufbau der Materie. "Sätze wiederum bestehen aus Wörtern; und risktiert man einen noch näheren Blick, so entdeckt man die Buchstaben als Grundbausteine alles Geschriebenen. <...> Die Frage aber, woraus wohl ein Buchstabe bestehen mag, macht keinen Sinn mehr" = Frank Grotelüschen, Der Klang der Superstrings. Einführung in die Natur der Elementarteilchen, München (Deutscher Taschenbuch Verlag) 2001, 13; seit Altgriechenland in abendländischer Expistemologie unterhinterfragte elementare Buchstäblichkeit; demgegenüber Phongraph und die physiologische Akustik im 19. Jahrhundert (Léon Scott, Hermann von Helmholtz): nicht mehr die Vokale und Konsonanten als kleinste Einheiten annehmend, sondern die Vokale selbst sich in Frequenzen auflösen zu lassen (mit Fourier) - eine Auflösung des Atomismus zugunsten eines medienarchäologischen Zugangs; Theorie der Superstrings, die "nicht von punktförmigen Elementarteilchen, sondern von unmeßbar kleinen Saiten als den letzten Grundbausteinen der Welt ausgeht" = Grotelüschen 2001: 129; damit ist der Begriff Elementarteilchen selbst obsolet zugunsten einer apriorischen Dynamik, der eine mathematische Analysis beikommt, nicht aber die ganzzahlige Proportionalästhetik der Pythagoreer

- sonische Epistemologie der Schwingung; gibt es *per definitionem* nicht den Punkt, erst in der Frequenz manifestiert sich ein Ton. Selbst wenn Schweigen zum musikalischen Argument wird (wie bei John Cage), ist dieses Intervall ein ausgedehntes *spatium* respektive *momentum*

- Max Plancks Kritik des materiellen Punkts als des "elementarsten Begriff<s> der klassischen Mechanik. Die bisherige zentrale Bedeutung dieses Begriffs

117 Dazu Marc Wittmann / Ernst Pöppel, Hirnzeit. Wie das Gehirn Zeit macht, in: Kunstforum International Bd. 151 (2000), 85-90

muß grundsätzlich geopfert werden"[118]; wird die aristotelische Definition von Zeit als Maß*zahl* von Bewegung im diskreten, ganzzahligen Quantensprung *nicht* unterlaufen. Aristoteles´ *Physik* Buch IV (219b 1-2): *touto gar estin ho chronos, arithmos kineseos kata to proteron kai hysteron* - "das also ist die Zeit, die Zahl der Bewegung unterschieden nach Vorher und Später. Ist das Sein einmal als Bewegung definiert (Arist. Phys. II, 192 b 21) und diese Bewegung abzählbar, läßt sich Zeit frequentativ berechnen. Schwingung als Kehrwert von Frequenz, äqivalent im Sinne Fouriers; Sampling-Theorem

Mathematisierung mit Euler und Fourier

- Ereignishaftigkeit akustischer Prozeße von Euler (und asymmetrisch dazu von d´Alembert) mathematisch (auf)gelöst, kulminierend in Fourier, der sich eher für thermodynamische denn akustische Prozesse interessiert; Schwingungsfrage weniger an Musik gekoppelt denn an Akustik; diese selbst lediglich schmaler Ausschnitt aus dem Frequenzspektrum

- mathematische Auswertung phonetischer Kurven auf Kymogrammen; Problem der Eigensinn des Apparats: "Bedingt durch die Konstruktion des Schreibhebels, der aus der geradlinigen Schwingung der Membran eine Bogenbewegung macht (denn der Schreibhebel `pendelt´ um eine Achse), ergab sich eine Verzeichnung"[119]; von daher die Entwicklung spezieller mechanischer Kurvenkorrektoren, "und man glaubte sogar, an Schallschwingungskurven mit Hilfe der Fourieranalyse die relative Amplitude der harmonischen Teilschwingungen bestimmen zu können. Dabei ahebn allein die Eigenschwingungen der Schreibkapseln die Kurven und damit auch die Rechenergebnisse <...> verfälscht" <ebd.>

- gilt für die Wellenschrift auf Grammophon-Schallplatten, daß ihre (Wieder-)Hörbarmachung durch den abtastenden elektromagnetischen *pick-up* nur bedingt eine sonifizierende Form von Fourier-Analyse darstellt (oder auch die Ausgabe dieser minimalsten Ströme am Oszilloskop respektive Mikro-Ampèremeter)

Die Alternative zum Monochord: Der Schwing(ungs)kreis

- am Monochord mechanische schwingende Saite; mit Barkhausens *Schwingungslehre* die Alternative dazu für den elektromagnetischen, mithin genuin medientechnischen Raum definiert - der ganze Unterschied zwischen einem kulturtechnisch angeeigneten, physikalischen Medienbegriff (Aristoteles) und technomathematischen Medienprozessen (gleich der Differenz zwischen Elektrizität und Elektronik): "Wird die physikalische Analogie benutzt, um alle Bewegungen, Druckunterschiede oder sonstigen <sc. dynamischen> Veränderungen innerhalb einer Einrichtung möglichst naturgetreu, d. h. mit

---

118

119 Wingolf Grieger, Führer durch die Schausammlung Phonetisches Institut, Hamburg (Chrstians) 1989, 44

dem gleichen zeitlichen Verhalten und den gleichen Einflüssen aufeinander, durch Elemente der Analogrechner nachzubilden, so hat man das Verhalten dieses Gerätes simuliert."[120]

- beschreibt Feddersen oszillatorische elektrische Entladungen aus den Leidener Flaschen mit entgegengesetzter elektrischer Belegung (+ / -) "derart, daß die Elektrizität in diesem Augenblicke, wo die beschleunigenden Kräfte aufhören, infolge eines ihr zukommenden Beharrungsvermögens ihre Bewegung noch in demselben Sinne forsetzte"[121]: wunderbare Analogie von Mechanik und Elektrizität; Schwingkreis, Trägheit der Stromauf- und -entladungen (Kondensator / Spule), Phase; Heinrich Barckhausens Hinweis auf verblüffende Analogie zwischen mechanischer Pendelbewegung und elektro-magnetischem Schwingkreis in *Schwingungslehre*; "Wollte man sich die elektrische Bewegung als eine Schwingungsbewegung der materiellen Teilchen denken, so läge nichts im Wege, das Beharrungsvermögen in den schwingenden Teilchen zu suchen" = Feddersen 1908: 45 (Fußnote)

- Wechsel der Unordnung von Wassermolekülen / Brownsche Molekularbewegung zu symmetrischen Anordnungen in festen Gittern beim Erstarren zu Eis ein abrupter Symmetriebruch; analog dazu experimentiert (Quanten-)Physik mit periodischen Mustern in der Zeit, sogenannten Zeitkristallen - mithin sonischer, thermodynamisch unwahrscheinlicher, energiesparender Zustand einer beständigen Oszillation = Mike Beckers, Quantenmaterie in endloser Schwingung, in: Spektrum der Wissenschaft, 6.17, 25 f.; "sonischer" Binärcomputer Parametron

Welle oder Teilchen?

- konkrete medientechnische Versuchsanordnung macht manifest, daß die Vorstellung von Welle und Schwingung eine romantische Verklärung darstellt: das Doppelspalt-Experiment. Beschießt man eine Platte mit zwei senkrechten Spalten makrophysikalisch mit Schrotkugeln und beobachtet auf einer dahinterliegenden Fläche deren Auftreffen, ergeben sie das aufrechte Bild der Spalten, verhalten sich also wie Teilchen. Dasgleiche Experiment mit Wasserwellen vorgenommen ergibt (wie von Huyghens erstmals formuliert) deren dahinterliegende Interferenz. Elektronen, obgleich etwa als Schrotrauschen in der Elektronenröhre imaginiert und daher wie Elementarteilchen behandelbar, erzeugen im Doppelspaltexperiment dennoch Interferenzmuster, verhalten sich also wie Wellen - auch dann noch, wenn die Elektronen einzeln hintereinander durch die Spalte geschossen werden. Wird nun, um die medienarchäologische Analyse zuzuspitzen, ein Meßgerät unmittelbar an einem der Spalte installiert, zeigen sich die einzelnen Elektronen wieder als Teilchen; Akt der Messung repektive der Beobachtung nimmt Einfluß auf das Wesen des Experiments. Werner Heisenbergs

---

120 Horst Götzke, Programmgesteuerte Rechenautomaten. Grundlagen, Aufbau, Arbeitsweise. Anwendungen für Digitalrechner, Datenverarbeitungsanlagen, Analogrechner und Hybridsysteme, Leipzig (Fachbuchverlag) 1968, 263

121 [Berend] W.[ilhelm] Feddersen, Entladung der Leidener Flasche, intermittierende, kontinuierliche, oszillatorische Entladung und dabei geltende Gesetze. Abhandlungen, hg. v. Th.[eodor] Des Courdres, Leipzig (Engelmann) 1908, 45

"Unschärferelation" (über Ort und Impuls des einzelnen Elektrons) bringt ursprüngliche Ambivalenz auf den Begriff; Wolfgang Hagen, Funken und Scheinbilder. Skizzen zu einer Genalogie der Elektrizität, in: VVS Saarbrücken (Hg.), Mehr Licht, Berlin (Merve) 1999, 69-118

Wie Wellen und Sand am Meer: willkürliche Funktionen

- sind "optische" Medien im Wesen nichts Optisches, sondern - mit Huygens ebenso wie mit Bergson argumentiert - hochfrequente Schwingungen, mithin sonischer Natur

- Schwingungen sind mathematisch berechenbar; als Formel oder als Diagramm, etwa als "Beschreibung des zeitlichen Verlaufs von errregender Kraft und Amplitude der erregten Schwingung in der Gaußschen Zahlenebene" <Gerthsen 9.1966: 101, Abb. 159>. Eine solche Berechnung / Beschreibung aber schwingt nicht selbst; der Mathematik fehlt die Implementierung in operativer Physik (in Welt, damit Zeitprozessen), obgleich sie ihrerseits Zeitprozesse zu berechnen vermag und eine Definition von Zeit selbst ist (Aristoteles: Zeit als Zahl der Bewegung). Dazwischen ereignet sich das Diagramm: die "symbolische Notation" (Babbage) von Maschinen, von logischen Maschinen zumal, welche die Maschine selbst ersetzen

- dehnte Leibniz seinen Anspruch, die Zusammensetzung der Welt aus der Zahl bis ins Kleinste berechnen zu können, durch seine "Rechtfertigung des Infinitesimalkalküls" aus = G. W. Leibniz, Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie, hg. v. E. Cassirer, Bd. I, Leipzig (Dürr) 1904, Schriften zu Mathematik X, 102 f.; dem Bewußtsein entgeht, was den *pétits perceptions* nicht entgeht: "Jede Seele erkennt das Unendliche, erkennt alles, aber in verworrener Weise; so wie ich, wenn ich bei einem Spaziergange am Meeresufer das gewaltige Rauschen des Meeres höre, dabei doch auch die besonderen Geräusche einer jeden Woge höre, aus denen das Gesamtgeräusch sich zusammensetzt, ohne sie jedoch von einander unterscheiden zu können" = Leibniz 1904 Bd. II: Schriften zur Metaphysik III: Die Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade, 423- (431)

- nicht schlicht die Finger (*digitus*), sondern das Ohr das eigentliche "Zählorgan" am / im Menschen = Georgiades 1985: 42, weil es - mit Leibniz - „ohne es zu wissen, zählt“ = zitiert ebd.: 69

- "Ecoutons Alain Fournier, chercheur à l´Univesité de Standford, nous décrire 'Flags and Waves', séquences de dix secondes d´images synthetiques de vagues balayant unse plage. <...> Un modèle mathématique simule la surface de la mer et les vagues. <...> L´écume des vagues qui se brisent est caluclée. <...> Celui-ci génère de mulitples trains d´oindes à paramètres régables et farfois aléatoireres" = Jean-Louis Weissberg, Espaces virtuels, in: Imaginaire numérique, Bd. 1, Nr. 1 (1987), 67; dazu Gérard Raulet, Bildsein ohne Ähnlichkeit, in: Bernhard Dotzler / Ernst Müller (Hg.), Wahrnehmung und Geschichte, Berlin 1995 (Akademie), 165- (168)

- auch als Farben "nehmen wir darin freilich nur Gestaltung und Bewegungen wahr, jedoch so mannigfaltige und winzige, daß unser Geist in seinem gegenwärtigen Zustande sie unmöglich einzeln distinkt betrachten kann und demnach nicht zu bemerken vermag, daß seine Wahrnehmung sich allein aus den Wahrnehmungen von äußerst kleinen Gestaltung und Bewegungen zusammensetzt" = Leibniz 1904: Betrachtungen über Erkenntnis, Wahrheit u. Ideen, 29; denkt Leibniz in einer Spur, die erst durch die Distinktheit des griechischen Vokalalphabets denkbar war, die *stoicheia*. Unter ausdrücklichem Rückbezug auf Pythagoras: "Ein altes Wort besagt, Gott habe alles nach Gewicht, Maß und Zahl geschaffen." Demnach "gibt es nichts, das der Zahl nicht unterworfen wäre". Und so läßt sich "jedem Gegenstand seine bestimmte charakteristische Zahl beilegen" = Leibniz 1904: Zur allgemeinen Charakteristik, 30-38 (30)

- Differenz von Kieselsteinen (*psiphoi* / *calculi*) und Sand (Archimedes) für die Idee der Kalkulierbarkeit des Universums; am Ende: Meereswellen bei Leibniz, nur noch infinitesimal rechenbar

- Meeresrauschen / "petits perceptions" bei Leibniz: "Um diese kleinen Perzeptionen, die wir in der Menge nicht unterscheiden könne, noch besser zu fassen, bediene ich mich gewöhnlich des Beispiels vom Getöse oder Geräusch des Meeres, welches man vom Ufer aus vernimmt. Um dieses Geräusch, wie <sc. es?> tatsächlich geschieht, zu hören, muß man sicherlich die Teile, aus denen sich das Ganze zusammensetzt, d. h. das Geräusch einer jeden Welle hören, obgleich jedes dieser geringen Geräusche nur in der verworrenen Gemeinschaft mit allen übrigen zusammen, d. h. eben im Meeresbrausen selbst, erfaßbar ist, und man es nicht bemerken würde, wenn die Welle, von der es herrührt, die einzige wäre. Denn die Bewegung dieser Welle muß doch auf uns irgendeinen Eindruck machen und jedes Einzelgeräusch muß, so gering es auch sein mag, von uns irgendwie aufgefaßt werden, sonst würde man auch von hunderttausend Wellen keinen Eindruck haben, da hunderttausend Nichtse zusammen nicht Etwas ausmachen" = zitiert nach Siegert 2003: 182, der darin "im Kern eine Theorie des Rauschens" entdeckt

- wiederholt Leibniz' Veranschaulichung des Zahnrads "in anderer Gestalt das Problem der Apokatastasis panton und der Totalarchivierung der Geschichte" = Siegert 2003: 184; beschreibt Leibniz "die Wahrnehmung eines künstlichen Transparenten, wie ich es bei den Uhrmachern gesehen haben, das durch die rasche Umdrehung eines gezahnten Rades entsteht", wobei das menschliche Auge die Vorstellung der Zähne des Rades ebensowenig bewußt zu entwirren vermag, wie das menschliche Ohr das Meeresrauschen am Strand in seine einzelnen Wellenbrechungen zu zerlegen vermag und dennoch ein analytisches Organ für solche *petits perceptions* hat; nicht nur der stroboskopische oder kinematographische Nachbild-Effekt, die akustische Fourier-Analyse ist *avant la lettre* schon im Räderuhr-Modell von Leibniz angelegt. So verschwinden "die einzelnen Zähne für uns und (erscheint) statt ihrer ein scheinbar kontinuierliches Transparent, das sich aus der sukzessiven Erscheinung der Zähne und ihrer Zwischenräume zusammensetzt, wobei indes die

Aufeinanderfolge so schnell ist, daß unserse Vorstellung an ihr nichts mehr unterscheiden kann. Man findet also wohl diese Zähne in dem distinkten Begriff von diesem Transparent, nicht aber in der verworrenen sinnlichen Auffassung, deren Natur es ist, verworren zu sein und zu bleiben" = Leibniz, zitiert in Siegert 2003: 183

- "Charaktere wie Ausdrücke sind Medien" - ganz im Sinne Lessings. "Die einen operieren im Raum (der Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, die anderen operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen" - als Unterlaufen des Auflösungsvermögens der analysierenden Vorstellung = Siegert 2003: 183

- Brosl Hasslacher, "Beyond the Turing Machine", in: xx (Hg.); Turing (machine) half a century survgey, Berlin (Kammerer & Unverzagt) 1988, 417-434

- Fourier unter Napoleon Präfekt in Ägypten. "Wenn die Luftschichten über der Wüste anfangen, zu flimmern und zu spiegeln, dann wird einem eine neue Mathematik geschenkt" = Siegert 2003: 249

- Norbert Wieners Untersuchung über die Verschränkung von "time and the machine" - Statistik, Wärme, Ergodik; von Dienstzimmer am Mathematics Department am M.I.T. in Boston blickt er 1919 auf die "sich ständig verändernden Kräuselungen und Wellen der Wasseroberfläche" des River Charles. "Welche sprachliche Darstellung <...> konnte ich benutzen, um ein Bild von diesen deutlich sichtbaren Tatbeständen zu geben, ohne mich in die unentwirrbare Verflechtung einer vollständigen Beschreibung der Wasseroberfläche zu verlieren?" Die Antwort ist eine mathematische: Durchschnittsrechnung und Statistik. "So kam ich zu der Erkenntnis, daß das mathematische Werkzeug, das ich suchte zur Naturbeschreibung geeignet sein mußte [...]."[122]

- argumentiert McLuhan nicht auf Ebene der Figur (Poesie, Gesang, Kultur), sondern des Grunds (Perzeptionen, Nervenmassage, Saitenschwingung); waltet in diskontinuierlichen Kurvenformen der Saitenschwingung "eine Andere Intelligenz" = Siegert 2003: 217, mithin das Kontingente

- Natur spricht nicht - wie bei Leibniz, der den Kurven Tangenten anlegt und Infinitesimalrechnung appliziert - "in der der Sprache analytischer Funktionen, Funktionen, die stetig und kontinuierlich sind, sondern in der Sprache der Statistik von Zufallsereignissen oder von nichtkorrelierten Ereignissen[123]; wird Zeitserien nicht mehr ein von Entscheidungen bestimmtes Verhalten injiziert, sondern eine schlichte Wahrscheinlichkeitsverteilung; definiert d´Alembert in seiner Diskussion der schwingenden Saite für zickzackförmige Verläufe den Begriff der stückweise stetigen Funktion; heißen *fonctions arbitraires*, weil alleim vom freien Willen dessen, der etwa eine beliebige Linie auf Leinwand malt, abhängig = Leonard Euler, Éclaircissements sur le mouvement des cordes

122 Norbert Wiener, Mathematik - mein Leben, Düsseldorf / Wien 1962, 36

123 Axel Roch / Bernhard Siegert, Maschinen, die Maschinen verfolgen. Über Claude E. Shannons und Norbert Wieners Flugabwehrsysteme, in: Sigrid Schade / Georg Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 219-230 (225)

vibrantes, in: Leonhardi Euleri Opera Omnia, series secunda, Bd. X, Bern 1947, 378; diese aus stückweise stetigen Funktionen zusammengesetzt, also fourieranalysierbar; interpretiert Wiener solche Linien als delirant; an die Stelle der stückweise stetigen tritt dann die unkorrelierte Bewegung. Wiener sucht - wenn nicht feindliche Flugzeugbewegungen, so doch den Gang eines Mannes zu beschreiben, "der so betrunken ist, daß zwischen der Richtung seines jetzigen und der seines vorigen Schrittes überhaupt keine Beziehung besteht" <Wiener 1962: 73> - Kontingenz in Zeitreihen als Provokation des Gangs von Geschichte; am Ende die *nowhere differentiable function*: "Man erhält eine statistische Gleichverteilung von Auswahlmöglichkeiten. Eine Kurve, die nur aus Entscheidungen besteht (Ecken), die nicht miteinander korreliert sind, ist ein Objekt derselben Klasse wie eine Nachricht, deren Elemente optimal verschlüsselt worden sind und daher von Rauschen ununterscheidbar ist. Ein Maximum an Entscheidungen ist äquivalent mit einem Maximum an Information, wenn in beiden Fällen die Korreliertheit der Elemente verborgen ist" = Roch / Siegert 1999: 227

Schwingungen, (elektro-)mechanisch

- phonographisches Prinzip Emil Berliners die Seitenschrift; sichtbar die Wellenformen als Schwingungskurven (im Sinne Fouriers Superposition der Einzelfrequenzen); wird - ohne Verstärker - vom elektromagnetischen Tonabnehmer die Signalkette direkt an ein Oszilloskop weitergegeben, spiegelt sich dort im Kathodenstrahl exakt das Bild der mechanisch in die Platte eingegrabenen Schwingungen / Wellen wider

- Modell *Topas* (frühe DDR), in Musiktruhe (neben Radioteil) in Schatulle integrierter Plattenspieler / Tonbandgerät, angetrieben von einem Laufwerk; macht es für den röhrenbetriebenen Verstärker keinen Unterschied, ob die Toninformation mechanisch abgetastet (und dann elektrisch weitergegeben, Tonabnehmer) oder von vornherein magnetisch vorliegend ausgelesen wird

Schwingungen, elektromagnetisch

- Erzeugung einer Gleitfrequenz mit Analogrechner (wichtig für Nachrichtentechnik); Diss. Ulmann 2008: 131 f.; Abb. auf Oszilloskop S. 133

- können Schwingungen analog (durch Sinus/Cosinus-Wellen) realisiert werden, oder alternativ durch Impulsfolgen (durch Flipflog-Schaltungen, gefedert durch Kondensatoren), die ab 16 Pulsen/Sek. zum Eindruck eines tiefen Tons verschmelzen; beide Formen von Schwingungen verschiedene Welten. Spiegelverkehrt wird diese Dichotomie durch das Sampling-Theorem noch einmal unterlaufen: diskrete Abtastung (Pulsfolgen also) reichen aus, um ein analoges Schwingungssignal (weitgehend) verlustfrei als Signal zu rekonstruieren, wenn die Pulse wieder in analoger Materie implementiert werden, die dann die Glättung leistet

Saiten und Strings, quantenphysikalisch

- von mathematischer Formel zu Stringbild: www.youtube.com/watch?v=E7FV9aaiwKQ

- mit Mersenne Auflösung der Proportionslehre anhand der schwingenden Saite zugunsten eines bewegten, dynamischen Zugangs; Begriff Elementarteilchen selbst obsolet zugunsten einer apriorischen Dynamik, der allein eine mathematische Analysis beikommt

- Epistemologie der Schwingung teilt Quantenphysik mit der Musik; gibt es *per definitionem* nicht den Punkt; erst in der Frequenz manifestiert sich ein Ton

- Wesen der Zeit für kulturelle Wahrnehmung ein kontinuierliches Dahinfließen der Ereignisse, versinnbildlicht durch Sanduhr - die aber im Kleinen diskret prozessiert. Mit jedem fallenden
Sandkorn ist mehr Zeit verstrichen; Quanten gleich dem latenten Mosaikbild im Ikonoskop; Veränderungen als Indikatoren
für das Verrinnen von "Zeit"

- Strings der Quantentheorie zu klein, um beobachtet zu werden; erscheinen lediglich als Punkt; ergibt sich kein exakter Messakt, also keine Zeit

- Begriff *string* die musikinstrumentale Saite, aber ebenso die Buchstabenkette eines „Wortes“ in der Informatik. Im Vokalalphabet ist ein Wort, wenn laut gelesen, tatsächlich ein Klang, der im Sinne Fouriers in seine einzelnen „Buchstaben“ (Frequenzen) zerlegt werden kann (als Gemisch aus Ton und Geräusch, nämlich Vokalen und Konsonanten). Insofern klingt die prinzipielle Quantisierbarkeit (Sampling, Digitalisierung) eines Klangs im Doppelsinn von „string“ an

- hat Schrödinger nach Entdeckung, daß Elektronen von Wellen begleitet werden, in Zürich die Eingebung: "Suppose the electron in the hydrogen atom is analogous to a string - tied at both ends- in a musical instrument. Such a string emits a very defnite tone together with its overtones, but not hte wavelenghts in between. With this idea in mind, Schröndinger proceeded to generalize one of Hamilton´s fomulations of Newton´s principles and set up a wave equation for the electron. <...> Schröndinger´s theory hinted at a kind of symmetry between the nature of material particles and radiation" = Steve J. Heims, John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death, Cambridge, Mass. / London (MIT) 1980, 103

- in Englisch: Begriff "sonic" an den Schall gebunden, während im Deutschen Neologismus "sonisch" als Kunstwort gerade *nicht* nur den Klang als hörbaren, sondern vor allem auch den Klang als Erkenntnisform dynamischer Prozesse meint

- sonische Evidenz und oszillatorische Operativität des Monochords bislang

durch keine historische Relativierung von Experimentalsystemen außer Kraft gesetzt

Die kybernetisierte Schwingung

- um ungedämpfte Schwingung zu erhalten, *Selbsteuerung* oder *Rückkoppelung*; werden durch das schwingende System in geeigneter Phase Kräfte ausgelöst, die den Energieverlust pro Periode wieder wettmachen = Gerthsen 9.1966: 89; Hemmungsmechanismus in der Räderuhr das vorgängige Dispositiv dieses Begriffs, die vorwegeilende operative Praxis als die Bedingung der epistemischen Denkbarkeit / des Weltbilds solcher gleichschwingenden Prozesse. Oszillationen unterlaufen den entropischen Zeitpfeil, durch Überführbarkeit von Zeit- in Frequenzbereich

- mit Phasen von Schwingkreisen rechnen: Parametron-Computer Japan; jeweilige Amplitudenklimax und Nullpunkt dienen als Repräsentation von Null und Eins

- Erzeugung einer Zwischenfrequenz in Radio / TV als Gemisch aus tatsächlich eingegangener Hochfrequenz und intern künstlich erzeugter Hochfrequenz ("Super")

Medienepistemologische Konsequenzen der Fourier-Analyse

- läßt sich "im Prinzip" (also *en arché*) jede zeitveränderliche Funktion f(t), welche für $-\infty < t < +\infty$ definiert ist und über t integrierbar ist, durch eine Überlagerung sinusförmiger Anteile mit unterschiedlichen Frequenzen beliebig genau approximieren, bzw. mittels Fourierintegralen darstellen."[124]

- läßt sich nahezu rechteckige periodische Funktion ausgedrücken als unendliche Summe von Sinus- und Kosinusfunktionen verschiedener Frequenz; wenn Funktion unstetig: Gibbssches Phänomen als Überspringer an Kippstellen der Schwingungskurven

- Analysis vermag "sogar Erscheinungen beschreiben, die wie Luft oder Licht extrem flüchtig sind" = Joseph Fourier, Analytische Theorie der Wärme, zitiert hier nach: Barbara Burke Hubbard, Wavelets. Die Mathematik der kleinen Wellen, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1997, 32 - bis hin zur elektromagnetischen Induktion, dem Realen mit Mitteln des Reellen beikommen (reele Zahlen, also auch π und die Eulersche Zahl "e", zur Berechnung von Winkelfunktionen für schwingende Prozesse)

- "Alle diese Erscheinungen macht die Analysis erfaßbar und meßbar"[125] - und damit computerrechenbar; Fourier-Transformation übersetzt selbst ansatzweise irreguläre (nicht-periodische) Signale in eine mathematische Form, die dem

---

124 Skript ETH Zürich, § 4.1.1. Fourierintegrale, 68
125 Fourier zitiert nach Hubbard 1997: 32

berechnenden Geist zugänglich ist. Ein zeitlich (etwa Klang) oder räumlich (etwa Bild, aufgelöst in Zeilen) veränderliches Signal wird in eine neue Funktion überführt, die Fourier-Transformierte des Signals, welche angibt, mit welchem Gewicht der (Ko-)Sinus mit der jeweiligen Frequenz im Signal enthalten ist; ein statisches Bild, mit seinen Helligkeits- und Farbwertverteilungen, dabei gleich einem Klang oder einer Hitzewelle behandelt: "sonisch", und damit fouriernalysierbar). Als mathematisches Modell macht Fourieranalyse Signaltransfer diskret rechenbar (komputierbar); die Frage ist, welcher Wirklichkeit es entspricht

- MP3-Format (Kompression) auf Grundlage von Fourier-Analyse: Zerlegung in Einzelschwingungen, erlaubt Eliminierung nicht-hörrelevanter Schwingungen; menschliche Wahrnehmung als Maß der Filterung; "perceptual coding" als Fusion von physiologischer Akustik und Informationstheorie

Kritik der Analyse

- Aristoteles über die "phonetische" Analyse von gesprochener Sprache durch ihre vokalalphabetische Verschriftlichung; in dieser Diskretisierung werden Phoneme als Objekte erst buchstäblich sichtbar. Analog dazu die wissenschaftliche Wahrnehmung, den Klang einer Saite in ganzzahligen Intervallen (Pythagoras) oder in Frequenzen (Mersenne) anzugeben; verfehlt die mathematische Analyse (Spektralanalyse) gerade den zeitlich varianten Charakter von Klang; auf dieses Dilemma antworten Gabor-Quanten und Wavelets

- Röhrenradio-Empfang erst im Vollzug ein Ereignis, das nicht in seinen Schaltplänen und mathematischen Frequenz/Resonanz-Bestimmungen aufgeht; bedarf es der Welthaftigkeit ("Implementierung"), um zum Ereignis zu werden: also des In-der-Zeit-Seins

- die Sicht des Phonographen zählt operativ (d. h. zum Gelingen als akustisches Ereignis) allein die mechanische Auslenkung *einer* Kurve (nicht ihre mathematisch-analytische Zusammengesetztheit, ihre Differentiation in Teilschwingungen); Hüllkurve

Gesumme

- "Musikalisch gesprochen, ist die physische Erscheinung einer Sendung eine Art von Gesumme. Das Videobild wiederholt sich ständig selbst ununterbrochen im gleichen Frequenzbereich" = Viola 1993: 26; "Klang"basiertheit von Video gilt für das digitale Video nur noch eingeschränkt (noch Bildwechselfrequenz, aber nicht mehr lineare Zeilen)

- "In seiner Eigenschaft als Gesumme besteht der bedeutendste Aspekt des Videos darin, daß seine elektronischen Bilder überall gleichzeitig bestehen" - McLuhans *acoustic space*. "Es steht dem Empfänger frei, das Signal an jedem

beliebigen Punkt des Weges aus der Leitung herauszuholen oder an jedem Ort im Ausstrahlungsbereich" = Viola 1998: 30

- "Summen" auch im mathematischen Sinn; Fourier entwickelt mit seinen Analysen, die sich auch auf nichtpriodische Funktionen anwenden lassen, ein Berechnungsmodell für ausdrücklich alle möglichen Naturerscheinungen: neben der Wärme auch "die Bewegungen der Gezeiten, die Ungeichheiten ihrer Bahnen, <...> und das Gleichgewicht und die Oscillationen der Meere, die harmonischen Vibrationen der Luft und der tönenden Körper, die Transmission des Lichtes, die Capillarität, die Schwingungen der Flüsigkeiten, kurz die compliciertesten Effecte aller Naturkräfte" = Jean Baptiste Joseph Fourier, Analytische Theorie der Wärme (1822), dt. Ausgabe Berlin 1884, VII f.

Fourier-Analyse

- erweitert zum Fourier-Integral auch Geräusche analysierbar

- Kittler, Time Axis Manipulation: Klänge, die Menschenohren nur darum als solche hören, weil sie ihre Zusammensetzung nicht mehr in Elemente zerlegen können; endet physiologisches Auflösungsvermögen

- Fourieranalyse hat Signalraum nicht weniger verändert als ehemdem das griechische Vokalalphabet die gesprochene Sprache

- Einzelkurven auf transparente Overheadfolien gezeichnet: alle Folien übereinandergelegt, resultiert der normalen Verlauf über der Zeit; wie Plotter / Oszilloskop; Fouriertransformation: die Folien, wie sie übereinander liegen, von der Seite anschauen; die Nummer der Folie als Index auf der X-Achse benutzen

- Fourier-Transformation als mathematisches Verfahren, mit dem Signale aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich transformiert werden; "dient somit der Bestimmung des Frequenzspektrums eines zeitbezogenen Signals" = http://www.itwissen.info/?id=31&ano=01-012712; Zugriff 19-X-06

- Amplitude Auslenkung einer physikalischen Größe, z.B. einer elektrischen Spannung, aus ihrer Ruhelage (0-Punkt) bis zu einem positiven oder negativen Wert; Angabe der Amplitude kann zeitbezogen sein, zu einem Zeitpunkt t; wird $y(t)$ aufgelöst in eine Berechnung aus Grundschwingung und Vielfachen der Grundschwingung; Fourierkoeffizienten geben die Amplituden der einzelnen Frequenzkomponenten an; Bestimmung der Fourierkoeffizienten einer Funktion harmonische Analyse = http://www.itwissen.info/definition/lexikon//__amplitude %20_amplitude.html; 19-10-06

- bezeichnet Begriff Spektrum von lat. *spectrum* (Erscheinung) ursprünglich sichtbarer Spektralfarben (Regenbogen), "also etwas Sichtbares, aber Unkörperliches. Davon ausgehend hat er eine komplexe Bedeutungsvielfalt erlangt. <...> In der Physik und Physikalischen Chemie das Ergebnis der Messwertverteilung einer Messgröße, speziell in Abhängigkeit von der

Wellenlänge oder Frequenz" = http://de.wikipedia.org/wiki/Spektrum, Zugriff 19. Oktober 2006:

Granularsynthese, alternativ zu Fourier-Analyse

- Physik des Klangkörpers selbst reproduziert - *physical modeling*. "Die Fourieranalyse hat ihre Wurzeln in der Wellentheorie" <Supper 1997: 34>; Dennis Gábor geht dagegen von der Quantentheorie aus, in seinem Aufsatz von 1947 *Acoustical Quanta and the Theory of Hearing*, eine *Zeit*kritik der Fourieranalyse: "Fourier analysis is a timeless description, in terms of exactly periodic waves of infinitive 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(t)*. A mathematical description is wanted which *ab ovo* takes account of this duality" = zitiert nach: Supper 1997: 34

- syntaktische Reihen symbolische Maschinen; eher auf Seiten der Maschine / der Kinematik denn des Menschen (Organik); Form(el) für dynamische Prozesse = kombinatorisches Kalkül; Suprematie der Syntax; jeder Kalkül ein Artefakt

- nicht die Vergangenheit immer schon an Wissenschaftsgeschichte rückkoppeln, sondern an Medienprozesse / Analysen in medienarchäologischer Ästhetik; techno-mathematische Geltung eines Satzes analog zu Naturgesetzen zweiter Ordnung (kulturell dialektisch), gleichursprünglich zum Ausgangspunkt; keine diskurshistorische Relativierung

Definition Frequenz

- Umlauffrequenz das Verhältnis der Anzahl der Umdrehungen U in einer benötigten Zeit

- kommen reine Schwingungen in Natur nicht vor; nicht nur in der Wellenform der Schwingung begründet, sondern der zeitlichen Begrenztheit des Schwingungsvorgangs: Sein-zum-Tode, Endlichkeit; Weltlichkeit; mathematisch exakte Sinuswelle zeitlich unbegrenzt, damit der mit ihr verbundene Energieinhalt unendlich

- jeder zeitlich begrenzte Schwingungsvorgang, selbst wenn ansonsten die Form einer Sinuskurve, immer eine Überlagerung mehrerer Frequenzen; physikalisch realistischer Schwingungsvorgang besteht aus Gemisch unendlich vieler Frequenzen mit jeweils infinitesimalem Anteil der Einzelfrequenzen

- Frequenz des europäischen Wechselstromnetzes 50 Hz, entspricht ca. Ton G.; im amerikanischen Stromnetz 60 Hz, etwa Ton B. "In älteren Tonaufnahmen kann man manchmal ein tiefes Brummen von der Netzfrequenz hören. An der Tonhöhe kann man dann erkennen, ob eine Tonaufnahme z. B. in USA gemacht

wurde"; durch Gleichrichtung der Wechselspannung doppelte Netzfrequenz zu hören = http://de.wikipedia.org/wiki/Frequenz

Digitale Signalprozessierung (DSP)

- James W. Cooley / John W. Tukey, An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series, in: Alan V. Oppenheim (Hg.), Reprint, Papers on Digital Signal Processing (orig. in: Mathematics of Computation, Bd. 19, April 1965, 297–301), Cambridge, Massachusetts, 1969, 146-150

- periodisch wiederkehrende Signale (damit explizit sonische als auch "trans-sonische" Oszillationen) r*echtzeitig* für das reagierende Gehör machen, d. h. Transposition in den Bereich von NF Akustik

- in ihre harmonischen Komponenten zerlegen: Spektralanalysen. "Jeder Klang wurde in seiner Individualität symbolisch, also digital, erfassbar. Das Reale der Unterwasserklänge, ihre Klangcharakteristik" = Shintaro Miyazaki, Das Sonische und das Meer. Epistemogene Effekte von Sonar 1940|2000, in: Andi Schoon/ Axel Volmar (Hg.), Das geschulte Ohr. Eine Kulturgeschichte der Sonifikation, Bielefeld: Transcript 2012, 129-145 (138)

- "in höchster Zeit- als auch Wertauflösung digital", d. h. auf symbolische Weise, "durch Datensätze – annähernd vollständig erfasst" = Miyazaki 2012: 139; signalphysikalisches Zeitreal(e) ins operativ-Symbolische überführt; Unschärferelation bleibt

Seismik, Sonik: Wavelets

- künstlich erzeugte Vibrationen; aus den so registrierten Wellen Informationen ziehen; Mittel dazu Fourier-Analyse. "Dabei *denkt man sich* [existiert als epistemisches Ding im analytischen Feld] das Signal, hier die winzigen Erdbewegungen als Funktion der Zeit, zusammengesetzt aus lauter regelmäßigen Schwingungen verschiedener Frequenz. Jede dieser »Basisfunktionen« [= impliziter "Ton"] mit einer anderen Intensität im Gesamtsignal vertreten; letzteres lässt sich schreiben als Summe aus Termen der Form Intensität mal Basisfunktion; unendlich viele Basisfunktionen / Terme; erfordert theoretischen [und meßtechnischen / komputativen] Aufwand. Wenn Gesamtenergie des Signals endlich – "was auf alle physikalisch / 27 ernst zu nehmende Fälle zutrifft" = Christoph Pöppe, Mathematik Abelpreis für Yves Meyer, in: Spektrum der Wissenschaft 6.17 (2017), 26-28 (26 f.), auch Folge der Intensitäten hinreichend schnell gegen null gehend; beschreibt bereits eine begrenzte Anzahl dieser Intensitäten Signal nahezu vollständig; Zahlen (»Fourier-Koeffizienten«) beanspruchen weniger Speicherplatz als das ursprüngliche Signal; Fourier-Analyse geeignet zur Datenreduktion

- zeitlicher Verlauf des Signals nicht ohne Weiteres aus ihren Werten abzulesen; Licht von fremden Sternen sieht optische Wahrnehmung dessen Vergangenheit

nicht an; anders Photos / Kinematographie: aktuelle Licht(wieder)erzeugung, aufgenommenes Licht chemisch transformiert in etwas Anders: materielle Kristalle

- Fokus auf Laufzeit seismischer/sonischer Störungen / Zeitpunkt besonderer Ereignisse innerhalb eines Signals; als Basisfunktionen nicht gewöhnliche Sinusfunktionen verwenden, die bis in alle Ewigkeit schwingen, sondern nur in kurzem »Zeitfenster« aktiv sind; gefensterte Sinusfunktion "sieht" nur das, was in engem Zeitintervall passiert; da sie plötzlich einsetzt / ebenso plötzlich wieder verschwindet, bereitet sie selbst dieselben Schwierigkeiten wie plötzliche Änderungen im zu analysierenden Signal; gefensterte Basisfunktion sanft einsetzen und wieder abklingen; der zeitlichen Präzision zuliebe so schmal wie möglich; zeitlich verschobene und gestreckte beziehungsweise gestauchte Versionen einer einzigen Wavelet-"Mutterfunktion"; einzige Sinusschwingung nehmen und sie an ihren Enden sorgfältig abdämpfen, kein Sprung; Haar-Wavelets Funktionen, die sprunghaft zwischen den Werten 0, 1 und –1 wechseln: an der Grenze zum Diskreten / Digitalen: plötzliche Änderungen des Signals für glatte Sinusfunktionen unidentifizierbar

- erlauben kurze Zeitfenster genaue Zeitbestimmung, aber die Frequenz ungenau zu ermitteln; bei langen Zeitfenstern umgekehrt; anstelle der Abhängigkeit von der Zeit die vom Ort setzen. Wavelets sollen Auskunft über Zeiten und Frequenzen zugleich geben; nicht beides zugleich mit großer Genauigkeit bestimmbar / Unschärferelation; Gabór 1947 "Acoustic Quanta"

- nicht nur seismische, allgemein Schwingungen als sonische auffassen; Phonone (auch als Schallquanten bezeichnet) Schallwellen, die sich durch ein Kristallgitter fortpflanzen und dabei die Atome in gleiche Schwingung versetzen; Struktur und Funktion hier untrennbar: "Das Phonon ist die Funktion des Kristall-Seins" (Christoph Maurer); Giuseppe Vitiello, My Double Unveiled – The dissipative quantum model of brain, John Benjamins, Amsterdam 2001

- Wavelets analysieren akustische Signale / Bilder – und Fingerabdrücke; Datenanalyse; Standard JPEG 2000 zur Kompression von Bildern; geeignet modifizierte Wavelets, um alte Kunstwerke – virtuell – zu restaurieren; Ingrid Daubechies, Ten Lectures on Wavelets, Philadelphia, Pennsylvania (Society for Industrial And Applied Mathematics) 1992, 1: given a signal $f(t)$ - with t a continuous variable, "one is interested in its frequency content *locally in time*. This is similar to music notation [...] which tells the player which notes (= frequency information) to play at any given moment"; Fourier transform also gives a representation of the frequency content of f, "but information concerning time-localization of, e. g., hight frequency bursts cannot be read off earily"; time-localization achieved by *windowing* the signal f, then taking its Fourier transform: operative Gegenwart

Elektroakustik ungleich Musik

- prägt Werner Meyer-Eppler Begriff der "Elektronischen Musik" mit Blick eines

in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät geprägten Forschers; Erkki Kurenniemis Persepktive 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 file dof electronic music and its production technology freed the composer from the traditional 'composer-score-interpreter' hierarchy" = Petri Kuljuntausta, Forword, 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 Syntheciser - 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 Francais, 1942 gegründet, definiert der Leiter der Groupe de Recherches des Misique Concrète Pierre Schaeffer mit Alltagsklängen als "unmitttelbare Berührung mit dem Klangstoff, ohne dazwischengeschaltete Elektronen"[126] - 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 instruments2) 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."[127]

- 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 zeitglich 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 mitteln emchnaischer Zwischenelemente Wellen erzeugen, die in akustische Schwingungen umformbar sind."[128]

- 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 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

---

126 Pierre Schaeffer, Musique Concrète. Von den Pariser Anfängen 1948 bis zur elektronischen Musik heute, bearb. v. Michel Chion, Stuttgart (Klett) 1974, 15
127 Hans Ulrich Humpert, Elektronische Musik. Geschichte, Technik, Kompositionen, Mainz et al. (Schott) 1987, 90
128 Werner Meyer-Eppler, zitiert nach: Ungeheuer 1992, 80

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"[129]. 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, Thereministes 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?[130]

- 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 nahe, das Nachrichtentheorie ebenso ernstnimmt wie das Signal.

Die Nähe zur Phonetik

- Vocoder als Medienwerden der menschlichen Stimme in einer Kombination

---

129 John Cage on Radio and Audio Tape, edited by Richard Kostelanetz, in: Lexier / Lander (Hg.) 1990, 289-300 (290) <xxx cheque>
130 Siehe Michel Foucault. Archäologie des Wissens [FO 1969], Frankfurt/M. 1973

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.[131] 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 Skeptralkanäle zerlegt, in denen nur die Hüllkurveninformation (Energieverlauf) übertragen wird - womit, anders als in der Definition Norbert Wieners, Energie selbst die Information ist[132]

- 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 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 Kurennimi, 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"

---

131 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 Ausbnutzung des Übertragungsweges, D. R. P. 594976 vom 27. Februar 1932 (Zusatzpatent 722607 vom 14. Januar 1939)
132 Dazu R. Hoffmann, Sprachsynhese 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

des Synthesizers <270> - das technische Gerät ko-artikuliert die Komposition. Das Mastertape besteht aus 22 Clips aus Segementen von Bachs Partitur, die nacheinander in den Synthesizer programmiert wurden, um jeweils auf Tonband gespeichert und schießlich 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 (Chrstians) 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 perfomance; 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.

- Musikinstumentenmuseum 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; genune 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 *klang*spezifisch): 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

Elektronisches "Musikdesign"

Eine Medientheorie des Sonischen versteht sich nicht als Analyse der angewandten Klangindustrie und -kunst im Sinne von Sound Studies, sondern macht sich grundsätzliche Gedanken über das delikate Verhältnis von Musikwissenschaft und Klangforschung; jede konkrete *harmonia* (lehrt Heraklit) ist eine gegenstrebige Fügung - gegebenenfalls ein Modell für Trossingen.

Gibt es nun ein genuin elektronisches Musikdesign oder vielmehr nur elektronisches Klangdesign? Wie gelingt es, "materia musica" technisch in den Griff zu bekommen? Ist Klang die eigentliche Materie der Musik im Sinne der Bauhaus-Utopie von "Design" aus der Logik von Material und Funktion?

Die Schlüsseltechnologie der Tonbandmaschine ermöglichte es, von Noten und Instrumentalklängen zu abstrahieren - gerade weil das Tonband nicht aus dem traditionelles Musikinstrument entwickelt wurde, sondern vielmehr zu Zwecken der elektrischen Signalaufzeichnung. Die Science and Technology Studies, namentlich Trevor Pinch, beharren auf der "sozialen Konstruktion" des Synthesizers; Medienarchäologie aber akzentuiert das unerwartet Neue, das durch solche Technologien in die darauf zumeist gar nicht vorbereitete Kultur gesetzt wird.

Der medienepistemologische Status der Elektronischen (oder Tonband-) Musik ist prekär: zwischen medienontologischer Alterität, also "alien phenomenology" (Ian Bogost) und (musik-)kultureller Erwartung. Das Tonband zeichnete im Pariser Studio Pierre Schaeffers auf und machte manipulierbar, was von der Umwelt als akustische *objets trouvés* generiert wurde; demgegenüber erzeugte das Kölner Studio reine Töne (der von Eimert zum epistemischen Ding erklärte Sinuston) originär aus Meßmedien der Rundfunktechnik.

Der real erklingende Ton manifestiert sich akustisch. Lautsprechermusik als Rückübersetzung des elektromagnetischen Feldes (Wechselstrom) wird zum Ton erst im Vollzug als Zeitsignal; das implizit Chronosonische ist die eigentliche Medienbotschaft (i. S. McLuhans) dessen, was Menschen ansonsten als musikalischen Inhalt erfahren.

Hier kommt die Differenz zwischen der Pariser "musique concrète" und dem WDR-Studio für elektronische Musik Köln mit Stockhausen oder dem BBC Radiophonic Shop mit Daphne Oran ins Spiel - epistemisch befördert durch die kybernetische Informationsästhetik. Der von Max Bense und Abraham Moles geprägte Begriff der "generativen Ästhetik" ist nicht die altehrwürdige *mousiké*, sondern medienaktives "Klangdesign".

Zwischen gleichursprünglichem Nachvollzug und historischer Differenz: Das Dazwischentreten der Elektronik

Jeder *Medien*vollzug ist geerdet im technischen Gerät, bevorzugt im Fall

elektroakustischer Apparate.

Es gibt eine strukturelle Analogie zwischen dem heutigen Bespielen eines historische Hammerklaviers von ca. 1790 mit einer (damals zeitgleichen) symbolisch übermittelten (als Notenwerk überlieferten) Musikkomposition einerseits, und der Wiederinstandsetzung eines antiken Röhrenradioempfängers im operativen Vollzug andererseits. Die Differenz liegt im Dazwischentreten von Elektronik im Unterschied zur Mechanik, sonisch konkret im Unterschied zwischen Niederfrequenz und Hochfrequenz. Während die Mechanik des Klaviers in unmittelbarer Kopplung von menschlicher Taktilität (Klaviaturspiel) und mechanischer Schwingungserzeugung im Körper der Instruments liegt - transitiv für den Menschen also sowohl im Bespielen wie in der akustischen Wahrnehmbarkeit von ca. 16 Hz bis 20000 Hz -, ist diese Taktilität (im Fall von Radio das "Tunen" des Drehkondensators) und die Wahrnehmbarkeit (aus dem Lautsprecher) bereits eine Rückübersetzung der Elektronik an den Menschen (ein Interface); die eigentliche elektromediale Operation liegt auf einer für den Menschen nicht wahrnehmbaren Ebene der HF-Sendung (Erzeugung und Empfang).

(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 Sinustonerzeugng 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; hat Sinuston 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 Enheiten vorhanden sind" = Eimert 1954: 168; buchstäblich medienarchäologische Existenzweise als Möglichkeitsbedingung (im Sinne vpn 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 Erklingen von Intervallen schaltet das Ohr, kulturtechnisch trainiert, ein Korrektiv ein, das Euler das "Zurechthören" nannte. "Aber vielleicht ist es der tiefere Sinn dieser Erscheinujngen, daß das traditonelle 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´ arbeitnden Ohr, geschieht etwas Unerwartetes: der Sinuston befrachtet sich mit Obertönen, mit den sogenannten `subjektiven´, phyisologsich im POhr gebidleten 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 mitmischt

- 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."[133] Der Sinus-Ton, weil ohne Oberschwingungen, "erscheint als eine letzte materiale Gegebenheit von wissenschaftlichem Interesse, als ein reines Element, das zwar akustisch vorhanden ist, aber den Bereich gesltateter Musik nichts angeht" <Eimert 1954: 168> - ganz so wie das Verhältnis von diskretem Buchstaben zur gesprochenen Sprache. "Mit der Einführung er elektrischen Klangmittel hat sich diese Situation geändert" <ebd.>

- für Karlheinz Stochausen 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 bestimmtenZeitabstand Teil-Töne 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; Schwebungssummer 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

---

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

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 Augustiin) einen Zeitsinn für das Infinite erlaubt; aus dieser gegenstrebigen Fügung gebiert sich die neuzeitliche Musikzeit.

- schreibtStockhausen (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 Mikropjhon 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 Interpet; jede Maschine, selbst jeder Generator, jeder Stromstoß - die Einmaligkeit jedes Ereignisses, diese unobjektivierbare, unwiederholbare, subjektive `Chance´ bleibt. Und mir erschient es heute gut so. Das Unerwartete, der ungelöste Rest, das Unbestimmabre möge immer um nicht und über mir sein" = 26. März 1953; Stochausen hier uneindeutig, denn andererseits erwartete er vom elektronischen Klang: "Töne in die Zeit stellen, die kein Eigenleben mehr haben, sondern bereits <u>die</u> 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 Sinustonfähigkeit 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 ExperimentenStockhausen 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 tetas 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; Subharchord 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 Phonautorgraphen 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 analtisches Interesse vorausging, das sie dann technisch resynthezisierten. 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 Synthecizer wird zum medienepistemischen Ding; nicht von ungefähr fallen die Anfänge der String-Theorie (1968) und die der modernen elektrotechnischen Synthecizer (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."[134]

- mahnt Alain Badiou an, den Begriff des „Maschinenhaften“ im Denken Deleuzes ernst genug zu nehmen.[135] D. h., dass der Souverän nicht das 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

---

134 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

135 Badiou 2003: 20

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.[136]

- 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 physioliogshce 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)

- 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"[137]

- lassen sich Wahrscheinlichkeitswellen (Schrödinger) nicht messen, nur wahrscheinlichkeitsmathematisch berechnen. Vor dem Hintergrund seiner Kenntnis der Quantenphysik und Feldtheorie Werner Heisenbergs[138] 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.[139]

- elektroakustische Medien als *quasi*-Analogcomputer, insofern auch letztere mit elektrophysikalischen Prozessen und Werten (Spannungen etwa) quasi-mathematisch operieren; resultierend im Syntheciser quasi als "Analogrechner": "Analog synthesizers can <...> be viewed as a form of analog

---

136 Siehe Friedrich Kittler, Aphrodite. Musik und Mathematik I.1, München (Fink) 2006
137 Uwe Seifert, Systematische Musiktheorie und Mathematik, in: Enders (Hg.) 2005, 82-98 (87)
138 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 Kusnt 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)
139 Reprint des Aufsatzes von Paik (aus Anlaß seiner Ausstellung *Expositionof Music* 1963) in: Ausstellungskatalog *Nam June Paik*, Köln (Kölnischer Kunstverein) 1976, 79

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 ledigliche 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

- "Mit einem entsprechenden Programm berechnet der Computer die additive Klangsynthese ebenso wie die Filterung von gegebenen Klängen (subtraktive Klangsynthese), er setzt Klänge aus winzigen Klangqwuanten 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 Computerpgoramm SSP. Koenig selbst definiert seine Entstehung. Die Macht des Digitalcomputers gerade an den Grenzen zur Zeit(kritik), wo der analogte Synthesizer versagt?

- "Das *Sound Synthesis Program SSP* entstand bald nach 1971, nachdem das Institut für Sonologie an der Univeristät Utrecht (Holland) einen eigenen Computer erhalten hatte. Es sollte der experimentellen Erfoschung 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 aksutsichen Modell (Imitation bekannter Klänge), sondern ist auf das emprisiche Auffinden vorweg unbekannter Klägne durch sytgemtisches Permutieren der Elemente einer Ausgangslage angewiesen. Da diese Ausgangspositionen katalogisierbar sind, wurde angenommen, daß auch die resultierenden Klangstrukturen sytematisch würden beschreiben werden können"[140] - die neuen Archive

---

140 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-

- 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 alnanlog arbeitenden Rechengeräten den Größen, mit denen gerechnet werden soll, physikalische Größen zugeordnet, die sich kontinuierlich ändern können"[141] - und das meint, mit der Physis selbst zu rechnen, mit der Welt

- medienepistemisch erweiterte Bedeutung des Begriffs *analog*: "Die Tatsache, daß es für physikalische Vorgänge eine gesicherte 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.[142]

- 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 Fernehschirm (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

---

61 (53)

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

142 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

Falle ist es notwendig, daß digitale Befehle - hier Steckungen - auf einem Kreuzschienfeld erfolgen."[143]

- "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 Reckteckfrequenz kann der Punkt `eckig´ werden" <ebd.>.

- vermag Videosythesizergleich 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 perfomance.Its resonance filters could emphasize specific overtone regions. The instrument was developed in conjunction with the Hochschule für Music in Berlin were a a research program for compositional manipulation of phonograph recordings had been founded two year earlier in 1928. <...> The German experiments in phonograph manipulation constitute one of the first attempts at organizing sound electronically / that was not based upon an instrumental model." Dunn 1992: 26 f.

- nennt Oskar Sala (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 musikalsichen 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

---

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

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"[144].

- 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 Fernsehtechnischen 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

---

144 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

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 seienm geistigen Auge im Raume als Zustände desselben, als Spannungen, als Wirbel, als Strömungen <...>, aber da standen sie, beeinflußtejn 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 Ebene[145]

- 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 verschiedneer *Maße* bedient" <8>; Anweisungen lauten etwa "verlangsamen / beschleunigen": "So werden Kriterien der Bläsertechnik <...> maßgeblich für die Zeitordnung. <...> entweder müssen alle im glechen Maß der vorgeschriebenen Uhrzeit *synchron* spielen, oder alle 5 fahren in verschiedneen und voennaindenr unabhängigen Zeitschichgten auseinander und durch/einander <...>. Zeitfelder größerer Ausdehnung kommen in die Komposition: Strukturen bewegen sich zwische nstreng 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 / *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);

---

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

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 Bandmanual (von Oskar Salas 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 aners, als daß eine derat kontinjierliche *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 <Stochausen 1957: 36>; "die Zeitveränderungen `fließen´ gewissermaßen kontinuierlich an einem `akustischen Fenster´ vorbei, dem Film vergleichbar"

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) selbst[146]

- 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"[147] - 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 physiolosgischen Ursachen der musikalischen Harmonie“ (1857): "Es ist gleichgültig, ob der Ton gebildet wird durch die schwingenden Saiten des Clavieres und der Violine, durch die

---

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

147 Nils Röller, Leise Musik hört man besser. Luigi Nonos und Massimo Cacciaris 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 Cacciaris Hauptwerk *Dell´inizio*.

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

- hatClaude 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 Tönen[148], doch gerade hier wird das Fourier-Theorem mächtig, demzufolge *jeder* beliebige Schwingungsverlauf, also auch ein geräuschhaft-häßlicher, durch die Addition einfacher 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 Überlagerungs 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 Klangaufnahmen 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 Sinngebung von Schallen eingesetzt" <ebd.>. Erst im Kopplung mit dieser "Sinngebung" wird aus Klang Musik; strikt medienarchäologischer Anteil bescheidet sich mit der Erklärung von Prozessen der Analyse und der Signalübertagung

- 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"

- entlädtOliver 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

---

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

- 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 Diskontinuiäten "den Einbruch modernen technischen Denkekns in die Welt der Musikinstrumente"[149]. 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 Jahrhunderst vollzogen. Hier war von einer unmittelbaren Verbindugn mit dem alten Handwerk kaum mehr die Rede" - keine 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"[150] - also eine *physis* zweiter Ordnung, kulturell vollständig angeeignte 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."[151]

- "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"[152] - vielmehr die elektro-mathematischen Medien selbst

- unterscheiden Elektroniker zwischen "elektrischer" und "elektronischer" Klangerzeugung; erste Gruppe "Instrumente, welche ursprünglich

---

149 H.-H. Dräger, Die historische Entwicklung des Instrumentenbaues, in: Winckel (Hg.) 1955: 39-46 (45)
150 Martin Heidegger, Die Frage nach der Technik, in: Die Künste im technischen Zeitalter, hg. v. d. Bayerischen Akadem. d. Künste, München (Oldenbourg) 1953
151 Dräger 1955: 45, unter Bezug auf: H. Eimert, Elektronische Musik, in: Die Musik in Geschichte und Gegenwart, Kassel 1954
152 Martin Heidegger, Die Frage nach der Technik, in: Die Künste im technischen Zeitalter, hg. v. d. Bayerischen Akadem. d. Künste, München (Oldenbourg) 1953; hier zitiert nach: Dräger 1955: 46

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 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´"[153]

Interfacing **Elektronenmusik**

- Auftauchen von MIDI

- Programm Metasynth der Firma U&I Software ermöglicht die Sonifizierung von Bildern, indem deren x-Achse von scannenden 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, derzusolge ein Klang aus einer Summe von Sinustönen zusammengesetzt wird[154]

- Formen der Analyse klanglicher und anderer Wellenereignisse eröffneten sich mit mit der elektronischen Meßbarkeit von Schwingungsvorgängen (Oszilloskop), der mathematischen Fourier-Analye 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 gezogenen Konsequenz lautet: "Es gibt nur eine unedliche Zahl von akustisch unterscheidbaren

---

153 André Ruschkowski, Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen, Stuttgart (Reclam) 1998, 229
154 Dazu Klaus Sander / Jan St. Werner, Vorgemischte Welt, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2005, 38

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, 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."[155] Belohung 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 Instruments[156]

- 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 Softwaresyntesizer 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

---

155 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

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

- 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

- Differenz der *musique concrète* zur genuin elektronisch generierter Musik eine der medientechnischen Prozessierung; operiert *musique concréte* 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 Garanten 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 verschiedneen Synthesemethoden Klänge nativ erzeugt"[157]. 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 Komposer 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 gesungeenn Töne anhand einer vorgegebenen Skala zurechtzurücken vermag - und im Song *Believe* von Chere 1999 gerade als Verfremdungseffekt eingesetzt wurde,

---

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

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 das tastsächliche Schneiden des Tonbandes zu verändern"[158] - medienarchäologischer Eingriff, ein transitives (und nicht symbolisch über Notenkomposition) vermitteltes Komponieren; Stockhausens Mikroschnipsel als Zeitobjekte (micro-sounds); Burroughs' / Gysins *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 Fakuktät 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

---

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

"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"

- hält 1955 unter dem Titel *Metamorphose der Klangelemente* einen Vortrag, der die mathematische Theorie der Kommunikation auf elektronische Musik "wie überhaupt jedes akustische Geschehen"[159] 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 distanziertem Blick auf menschenferne Medienvorgänge reflektiert

- sofern ein Schwingungsvorgang von begrenzter Dauer ist, läßt er sich stets durch eine endliche Zahl von reelen oder komplexen Amplitudenwerten "völlig eindeutig darstellen"[160] - 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 $n = 2BT$ relle Amplitudenwerte ("Informationsquanten" oder "Logonen") zu seiner Darstellung (im Sinne der

---

159 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
160 Werner Meyer-Eppler, Elektronische Musik, in: F. Winckel (Hg.) 1955, 133-158 (150)

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 sei unendlich lange Zeit währt. <...> 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 parasi/tärer Schwingugnen aller möglichen Frequenzen ausgelöst wird, und zwar um so mehr, je plötzlicher der Schwingungsvorgang einsetzt"[161]

- 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 Mediengeschen 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. Demgegeüber 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 idealiseirten Fourieranalyse entzieht: "Schlägt man einen Ton an, der sechzehn

---

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

Schwingungen in der Sekunde hat, und hält ihn nur eine zwanzigstel Sekunde aus, bekommt man eigentlich nur einen einzigen Luftstoß, ohneirgendeinen 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 Quantentheorie, einen Verhaltensunterschied zwischen den Dingen gibt, die zu sehr kleinen Zeit- und Raumintervallen gehören, und dem, was wir als normalen Alltagsmaßstab nehjmen, und daß die unendliche Teilbarkeit des Universums ein Begriff ist, den die mordern Physik ohne bedeutende Einschränkung icht 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.[162]

- stochastische Musik in Überwindung des klassischen Sinustonparadimas der frühen Elektroakustischen Musik, vertreten durch Iannis Xenakis, der Gaborsche Elementarquanten und -klänge nach dem (Norbert Wienerschen und Andrej Markovschen) Gesetz der Übergangswahrscheinlichkeiten aneinanderreiht; 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 keinewegs 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 haftenkann und araufhin 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 geringfüghig stees voneinaner 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

---

162 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)

- auf Mikroebene Verhalten eines Einzelteilchens nicht vorhersagbar, aber auf der Ebene der oszillatorischen Schwingung spielt das Einzelverhalten zum statistischen Gesamtdurchnitt 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; 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 *Spech 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 Erkennungsmerksmal, 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 entsttehendenFolge zufälliger Spannungssoprünge ist von eine rTaktfrequenzt (engl. *clock*) abhängig, d. h. von der Sample-Anzahl, die in einer bestimten 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"[163] - nicht länger der klassischen

---

163 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

Instrumentalmusik gegenüber, sondern faltet deren Berechenbarkeit auf sie selbst

- auch "im simulierten Instrument sind reale physikalische Gesetze aufgehoben" - wie die *physics* im Computerspiel (etwa Graviation; 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 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 udn Zeit, exakt analysieren kann. Es ist das gleiche Problem wie bei der Aufstellung der *Heisenberg*schen 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 Mirko-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 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 brauchem, 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 TZier gar nicht zutreffen"; die Bewertung akustischer Laufzeitunterschiede (also das zeitkritische Moment) entscheidend <ebd.>

- akustisches Elementarteilchen (*Gabor*sche 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 bestanfalls 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 integrieren[164]

- holt Dennis Gabor im Namen der "subjective acoustics" die Zeit zurück in die Klanganalyse, welche Jean-Baptitste 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 Klagnes 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(t)*. 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 ineinslaufen[165]

- definiert Gabor exakt mathematisch die "uncertainty relation between time and frequency" als Delta *t*: "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*

---

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

165 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

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 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 compelx 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 membrance. 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 immer auch die mathematische meint

- Michel Foucaults *Archäologie* in erster Linie Aussagenlogik: Martin Kusch, Foucault’s Strata and Fields. And Investigation into Archaelogical and Genealogical Science Studies, Dordrecht / Boston / London 1991; Mathematik selbst in Foucaults *Ordnung der Dinge* für die Beschreibung der nachklassischen Epoche (jenseits der Leibniz´schen *mathesis*) weitgehend ausgeklammert; Skepsis des Diskursanalytikers hindert ihn, "ein mathematisch-anthropologisches Argument" weiterzudenken, wie in Norbert Wieners *Kybernetik* = 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 Humanwisesnschaften, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 9. Aufl. 1990, 419

- Schwanken zwischen Wellen- und Korpuskulartheorie in Quantenphysik 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

- Musiktheoretiker der frühen Neuzeit wie Marin Mersenne (seine Harmonie universelle von 1636/37) gerade nicht mehr damit zufrieden, mit pythagoräischen Verhältnissen relative Tonhöhen in proportionaler Geometrie zu beschreiben, sondern zu untersuchen, wie diese zustande kommen, "das Sein der Töne selbst zu ergründen" = Axel Volmar, Parametrisierungsgeschichte der neuzeitlichen Akustik, 15. Juli 2003, www.aesthetik.hu-berlin.de/medien/texte.php

Konstellationen sonischer Zeitprozesse

- medienarchäologische Signalebene (Schwingungen, post-griechische Entdeckung mit Marin Mersenne); geht es demgegenüber der "musikalischen" Ebene nicht mehr um genuine Zeitprozesse, sondern um dramaturgische Semantik symbolischer Zeitordnung

- 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; Klangfarbe das Ergebnis von Zeitstruktur, so daß Komponist - 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: der *implizit sonischen* Medienbotschaft

Zeitfelder (mit Stockhausen)

- schreibt Husserl vom "Zeitfeld" = Ausgabe xxx: 321; den Begriff wörtlich nehmen und ihn epistemologisch auf Michael Faraday zurückführen, 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); darin Begriff der Zeitfelder: "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

- in der traditionellen Musik Zeitmaße wie *Adagio* oder *Moderato* oder *Allegro* usw.; hat ein Mensch heute in seinem Umgang mit Maschinen - seit neuestem auch echtzeitfähige Computer - "wesentliche andere Zeitempfindungen [...], da er vor allem auch gleichzeitig oft ganz verschiedene Geschwindigkeiten, *Zeitschichten* vieldimensional erlebt"; Paul Virilios Dromologie, und Götz Großklaus´ *Medien-Zeit* (1995)

- Verbindung von aufgezwungenem Zeitprozeß und Eigenzeit (Resonanz) der Materialität des Instruments; vermag auch Mathematik erst implementiert im

Computer zeitlich operativ zu werden; Komposition ZEITMASZE: "Handelt es sich doch um Zeitverhältnisse, die nur mit diesen Instrumenten zu verwicklichen sind" = Stockhausen 1956/2002: 10

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

- Hegel, in seinen *Vorlesungen über die Philosophie der Kunst*: "Die Zeit und nicht die Räumlichkeit <sc. gibt> das wesentliche Element ab<...>, in welchem der Ton <...> Existenz gewinnt"; "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 *Medien*arché/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 Nüchernheit der "elenden Gewebe von Zahlenproportionen", "Gestellen von Darmsaiten und Messingdraht" einerseits, und musikalische Empfindung andererseits[166], ist längst in der Variationsrechnung (Euler, d'Alembert) aufgehoben und damit technifizierbar

Sonische Zeitschichten (Akustik - Klang - Musik)

- 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

166 Schiller, zitiert nach: Boeticher 1983: 24

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 Klangfarbe, der sich einer Kontrolle am längsten entzogen hat, 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

- Problem der Fourier-Analyse, daß Klänge nur als Zeit oder nur als Frequenz faßbar sind

- 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 technisch induzierter Medienzeit

- gereichen sonische Prozesse zum Modellfall von Medienanalysen, insofern sie Medienvollzügen wesensgleich sind. Im Unterschied zu den Interessen der 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 weiterentickelte, 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) = Abb. (Photo Peter Moore) in Stooss / Kellein (Hg.) 1999: 81

- konsequent, wenn Paik für seinen Auftritt im Fernsehstudio des WGBH in

Boston 1971 den elektronischen Synthesizer gemeinsam mit dem japanischen Ingenieuer 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.[167] 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, 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 Mesasge nicht vielmehr übrig als das Medium"[168]; 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)[169]

- 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"[170]

- akustischer Kanal medientheoretisch privilegiert: nicht, um wieder auf Musik hinauszulaufen, sondern um auf zeitkritische Prozesse und die Analyse mikro-temporaler Ereignishaftigkeit in ganz andereren Feldern hnzuweisen (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*,

---

167 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)
168 Edith Decker, Hardware, in: Stooss / Kellein (Hg.) 1991: 67-71 (67)
169 Marshall McLuhan, Understanding Media, New York 1964; dt: Die magischen Kanäle, Düsseldorf (Econ) 1968
170 Douglas Davis, Vom Experiment zur Idee. Die Kunst des 20. Jahrhunderts im Zeichen von Wissenschaft und Technologie, Köln 1975, 191

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 das Ohr erreichen: "Folgen diese Schläge gleichförmig auf einandner, oder in ganz gleichen Zwischenräumen, so ist dieser Schall rein regelmäßiger Ton, wie ihn die Musik fordert. Folgen aber diese Schläge ungleichmäßog pder in ungleihcen Zwischenräumen auf einander, so entsteht daraus ein unordentliches Geräusch, das zur Musik ganz ungeeignet ist"[171] = Leonhard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschieden 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; "Modulation" eher 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 enchiriadis*, ca. 875[172]

- sensibilisierte erst Mathematik des Inifintesimalen 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 sensibilierte 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

Laufzeiten, akustisch und elektromagnetisch (Hz / Hertz)

- enthüllt sich an den Laufzeiten des Elektromagnetismus, also auf der buchstäblichen *mittleren* 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 - "tasächlich verfolgen" = Hertz ebd., 102; wird Zeit als Geschwindigkeit hier selbst zum Medium des Mediumgeschehens: "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

---

171

172 Hans Schmid (Hg.), Musica et Scolica enchiriadis una cum aliquibus tractatulis adiunctis, München 1981, 60

Magnetismus treten also Geschwindigkeiten ein, und die Konstante, welche diese Beziehungen beherrscht und in denselben beständig wiederkehrt, ist selber eine Geschwindigkeit von ungeheurer Größe" = 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

- 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 können 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 Zeitteilchen können wir unmittelba rnich tmesesn, 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 dne zehnten Teil des Millimeters genau messen wollen, dürefn wir ihren Anfang nicht durch eine breiten Kreidestrich bezeichnen. Wenn wir eine Zeit auf den tausendsten Teil der Sekudne genau bestimmen wollen, so ist es widersinnig, ihren bedginn 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 (1/30000tel 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 Schlage einer Glocke, zusammensetzt aus einer gorßen Zahl von Schwingungen, von hin- und hergehenden Entladungen,w elche sihc 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 kan auf den Gedanken kommen, die einzelne Schiwnugng als Zeichen zu benützen.Aber leider füllten die kürzesten beobachteten Schwingugne im ernoch 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 hundertmilliontenund dem tausendmilltionten Teil der Sekunde liegt. Freich folgen sich diese Schwingugnen icht in lang anhaltender Reihen, es sind wenige, schnell verlöschende Zuckungen" 107 - wieder nahe am Dirac-Impuls: "Die Möglichkeit des Erfolges ist uns schon gewöhrt, 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 dürftige Musik erzeugen, wenn usn 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 Fuken in dunklem Raum dem bloßen Auge - aufgrund seiner Trägheit - sichtbar <108>. Hertz entdeckt dann rasch, daß die Beziehungen zwischen Sender- und Empfängerdrähten "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 horscht mit dem Resonator an den verscheidnen Stellen des Raumes herum und achtet auf die Schallstärke. Er zeigt, wie dieselbe an einzelne Pukten sehr kelin wird; er zeigt, wie dies daher rührt, deaß hier jede Schwingung aufgehoben wird durch eine andere später abgegangene, welche auf einem kürzeneren 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 Unverzüglichkeit 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 *Differancierung*) dessen ein, was hier noch quasi-Medium war. Das Medium (*to metaxy*) löst sich in Bewegungszeit, einen dynamischen Kanal, auf

- Laufzeiten des Schalls für menschliche Sinne noch wahrnehmbar, die des Lichtes aber nicht; epistemologischer Bruch der Analogie von Schall- und Lichtwellen; Medientheorie als Form der Erkenntnis medieninduzierter Zeitlichkeit (und zeitinduziertem Elektromagnetismus): bestimmen Akustiker

aus den Schwingungsdauern der Gabel die Frequenz: "Nicht anders, sondern genauso verfahren wir mit unseren elektischen 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 peruiodisch folgen - die zeitliche Ausbreitung ist erwiesen, die Wellenlänge ist meßbar geworden" <ebd.>, mithin also im Zeitbereich, insofern ihn Aristoteles (als Maßzahl der Bewegung) definiert

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 Analye 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 gleichranging 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"[173] - *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 inifnite wave-trains of rigorously definied frequencies. But our <...> auditory sensations - insist on a description in terms of both time and frequency"[174]: 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 McCullogh/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 are 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

---

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

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

`information diagrams´ <...>. <...> the frequency of a signal 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-Eppler 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 punktuellem Schallereignis die dynamische Klangbewegung, ja sonische *différance* (frei nach Derrida). "Ein Glissando ist weder Ton not 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 untegeordnet 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"[175]

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

---

175 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 phyiskalischen Modellen (Workshop "Komponieren mit physikaischen Modellen" am ZKM Karslurehe, 24.-27. Juli 2007> Force-Feedback-Deivce; 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 mathemtaische 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 Granulatirät in den schieren 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 kontinuierliche die Geschwindigkeit, so erhöhte sich tzunächst die Brillanz; die einzelne Töne wurden `schärfer´. Steigerte man die Wiedergabegeschwindigkeit noch weiter, so gbegannen isch aus den verscheidenen, auf em Tonabdn nacheiannder

vorhanden Klänge neue, kompelxe Schallereignises zubilden. Aus den diskontinuielrichen Tonband-Aufzeichnugen wurde mit einem Mal ein neuer kontinuierlicher Klang. <...> Es zeigt sich, daß durch gezielte Wahl der zeitlichen Reihenfolge der einzelnen Impulse sowie der Wiedergabegeschindigkeit 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 kleinten 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 1ms < Δt < 10ms). 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"[176]

- 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 Bergonscher (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 <...>.

---

176 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 Rundfunkübertagung 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 ide Wirtschaftlichkeit von Energieproblemen, sondern die genaue Reproduktion eines signals ist. Dieses Signal kann der Anschlag eines Handtasters sein, der als Anschlag eines Telegrafenemfpängers 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 elekroakustische 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 Tonübergeht. 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 Musikprivilegiertden 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 techno-mathematisch 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-Epplerbetont), 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 Sonagrammdas Gesicht desKomponisten selbst aufscheinen, geisterhaftpräsent; 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, unmusikalischenZusammenhängen 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 vonHelmholtz) 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 Persepktive 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 Phonautorgraphen 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 Bandmanual (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 elektromagnetrischen 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 zustandegekommen) 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 Wechselstromgenerator[177], 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 Analogen 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 den "Blockdiagrammen" (= elektrotechnische Baugruppen) Tudors.

---

177 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)

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."[178] Die (selbstredend analoge) Welt ist "in ihren Existenbdeingungen nicht vollkommen beschreibbar"; "alles Digitalisieren ist also immer mit Komplexitätsreduktion verbunden" <ebd., 135>. Schläbitz behauptet von daher "die grundsätzliche Unaufschreibbakriet des Analogen" <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 Analogen zum Digitalen das einer Insistenz; mit dem Abtasttheroem 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 qualitative Herausforderung für ein neues Denken in der Musik, Kassel 1989

---

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

- Trevor Pinch, Analog Days. The Invention and Impact of the Moog Synthesizer

- 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

Zeitklicher 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 wissenswerter 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 Pytharoas / 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 Baufälligkeit 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 Comput*ing* 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 Informationsgefhalt, gemessen als Entropie, tendiert gegen Null), sondern redundant: "Sie sind, wie sie sind. Das trifft auch auf komplexe Computerysteme wie den Fairlight und sogar auf ältere Softwre zu, die nur noch au fhistorischen Computern läuft. <...> sie werden nicht mehr weiterentwickelt"[179] - 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 *Zeitmasze*, 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 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

---

179Martin 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

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 simulieren[180]

- hatten analoge Audiomedien noch einen "Eigenklang"[181], 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

- 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,

---

180 Siehe Harenberg 2003: 78

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

hg. v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 69-93 (78)

- aktuelles Befürfnis 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 Gefüh 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 "digial"; 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 techischen Medien als Protagonisten; ist die Mediendramaturgie hier noch sinnlich faßbar im Unteschied 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-Filmentwicklung[182]

- 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"

182Siehe den gleichnamigen Ausstellungskatalog mit Beiträgen von Karin Mack, Christina Natlacen et al.

- 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"[183]? 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 exerimentiert 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

- electroacoustics derived from measuring media: Karlheinz Stockhausen using "technical devices <...> as dynamic musical instruments quite differently from their original indended 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

---

183"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)

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 Anlogen *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 Instuments

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? zeitreale, 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 Hadware-Zeit der antiken Maschine, immediat (wie es die Software auch vermag) und zeit-tranzendent 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 Orignal; werden im "Remix" gerade alte Rechner zu hybriden Nutzungen der heutigen Computerwelt aufgerüstet , retro-aktive Medienarchäologie; auch museumskonservatorisch beste Form der Bewahrung antiker technischer Artefakte (im Unterschied zu klassischen Kunstwerken) Wiederinvollzugsetzung. "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

- "So liegt denn das gefühlsentäußernde und erregende Moment der Musik im Reproduktionsakt, welcher den elektrischen Funken aus dunkelm Geheimnis lockt und in das Herz der Zuhörer überspringen macht" = Eduard Hanslick, Vom Musikalisch-Schönen. Ein Beitrag zur Revision der Ästhetik der Tonkunst [Leipzig 1854], in: ders., Vom Musikalisch-Schönen. Musikkritiken, Leipzig (Reclam jun.) 1982, 73-145 (100). Bedarf es dazu der menschlichen Performanz? "Die künstliche Spieluhr kann das Gefühl des Hörers nicht bewegen" = 100; darauf antwortet längst die Technomathematik von *humanizing* in der elektroakustischen Signalverarbeitung und "post-human rhythmatics" (Kedwo Eshun, *Heller als die Sonne*)

- 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 imperections, can be made to sound like a machine <...>. <...> this technique has been consolidated into a piece of hardare 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

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"[184]

- 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 Kurenniemis 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"[185]; 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

- Kurenniemis 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

---

184Kittler 1984: 152

185 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

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 (Foucualt)

- 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 technol-logischer 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 Funkenereignis

- 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 Schriftexte strukturiert und können daher ähnich 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 er Bauelemente zu Grund- und Einzelschaltungen und diese weiter zu Funktionseinheiten verbunden. Sinngemäß können die Bauelemente oder Komponenten <...> mit ihren Kurzbezeichnungen <...> als Buchstabe betrachtet und entsprehend der Worbildung zu Grund- oder Einzelschaltungen zusammengeschaltet werden."[186]

Experimentelle Medienarchäologie elektroakustischer Artefakte

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

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

- 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 pohenomenon and not by themselves."[187] 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"[188]

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

- generiert "gefensterte" Fast Fourier Analysis dynamische Spektrogramme / Sonagraphie; 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

---

187 Theodor W. Adorno, Current of Music. Elements of a Radio Theory [1940], hg. v. Robert Hullot-Kentor, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2006, 65
188Gilles Deleuze, Kräfte hörbar machen, die durch sich selbst nicht hörbar sind, in: ders., Schizophrenie und Gesellschaft. Texte und Gespräche von 1975 bis 1995, hg. v. David Lapoujade, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 148-152 (151)

sich technisch dann analog und digital synthestisieren 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 bestimmbaren 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 Seidende 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 begründten Bezuges des Menschen zur Natur"[189], 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

---

189 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

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

- Herni 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: Er/zählung

- 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 Technikhistorie 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 techischen Zerstückelung arbeiten und so dem technischen Bewußtsein die ihm gemäße historisch-technische Darstellung des Geschehens liefern."[190] 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 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

Wiederaufruf: *acoustic space* (McLuhan)

---

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

- "kaltes Gehör" in seiner Nähe zu Naturwissenschaft und Mathematik

- Zeitweisen und Zeitwesen des Sonischen; Resonanzräume bilden Alternativen zum Begriff historischer Zeit

- im Anschluß an McLuhans Begriff des "acoustic space" die Vermutung einer privilegierten Nähe klanglicher, im weitesten Sinne "musikalischer" Ereignisse und hochtechnischer Medienprozesse im gemeinsamen Nenner komplexer Zeitfiguren

- privilegierte Nähe zwischen Akustik als konkreter Manifestation komplexer Schwingungsereignisse und hochtechnischen Medienprozessen

- Aristoteles, der für sonische Vorgänge ein eher meßtechnisches (also medienarchäologisches) denn musikästhetisches Gehör entwickelt hat; identifiziert an der Laufzeit raumakustischer Impulse das irreduzible Wirken eines „Dazwischen“ als Zeitweise.[191] Seine Substantivierung des Adverbs *to metaxy* fand dann durch die Scholastiker im Mittelalter die lateinische Übersetzung als *medium*.

- "I have never ceased to meditate on the relevance of this acoustic space to an understanding of the simultaneous electric world" = Marshall McLuhan, The end of the work ethic, in: M. A. Moos (Hg.), Media research. Technology, art, communication, Amsterdam (G&B Arts International) 1997 [*1973], 92-109 (101). Siehe auch Marshall McLuhan (gemeinsam mit Edmund Carpenter), Acoustic Space, in: dies. (Hg.), Explorations in Communication. An Anthology, Boston (Bacon Press) 1960, 65-70; führt den Begriff des "acoustic space" in Zusammenhang mit seiner Kritik der den Sehsinn einseitig privilegierenden euklidischen Geometrie ein: „Die wahre Natur - und so sollten wir sie verstehen <sic!> - ist akustisch. Der akustische Raum hat kein Zentrum“ = McLuhan 1995: 172; McLuhans Begriff des *acoustic space* in seinen Eigenschaften ein Produkt der Epistmologie des elektromagnetischen Feldes: „Der akustische Raum hat den Grundcharakter einer Sphäre, deren Brennpunkt oder 'Zentrum' überall gleichzeitig ist" = McLuhan 1995: 174

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

- McLuhan denkt eine „Kultur ohne Schrift“[192] und meint mit „Acoustic Space“

---

191 Siehe Emmanuel Alloa, Metaxu. Figures de la médialité chez Aristote, in: Revue de Métaphysique et de Morale, Bd. 106, Heft 2 (2009), 247-262. Das elektronische Gegenstück zu dieser Erfahrung machte Alvin Lucier 1969 mit seinem tonbandbasierten Stück *I am sitting in a* room. Siehe ders., Reflections. Interviews, scores, writings 1965-1994, Köln (MusikTexte) 1995.
192 Herbert Marshall McLuhan, Kultur ohne Schrift, in: Martin Baltes / Fritz Böhler / Rainer Höltschl / Jürgen Reuß (Hg.), Medien verstehen. Der McLuhan-

nicht Sound und Musik, sondern eine implizite Form elektronischer Umwelt - der Raum der Resonanzen. Damit ist zugleich eine andere Zeitlichkeit eingeführt. *Medientheater*: Räume von der akustischen Dimension her zu denken öffnet den Zugang zu zeitbasierten Prozessen - "die Signatur des neuen Medienzeitalters."[193]

- "Der akustische Raum besteht aus unbegrenzten Resonanzen, die in zufälligen Folgen aufscheinen; die euklidische Mathematik aber ist dafür wenig sensibel. Vielmehr haben ausgerechnet die „Boolschen" Konzepte der Algebra einen privilegierten Zugang zum Akustischen.[194] - und umgekehrt. Noch einmal ist es McLuhan, der daraus die medienarchäologische Konsequenz zieht. „Das euklidische Denken betont das Mechanische und ist auf die Herstellung von Hardware konzentriert" <McLuhan 1995: 175>. Die Elektrizität besitzt demgegenüber „die gleichen Eigenschaften wie die akustische Welt: sie ist simultan und überall gleichzeitig" <McLuhan 1995: 178>.

Zum Begriff des Sonischen

- Begriff, der zumindest für deutsche Ohren einen Neologismus darstellt: das *Sonische*; benennt den durch elektrotechnische und technomathematische Medien operationalisierten Klang, der im Rahmen einer "Sonik" (analog zum Begriff der "Elektronik") aus den Dynamiken des elektromagnetischen Feldes resultiert und insofern erstens nicht mehr an herkömmliche Klangkörper gebunden ist und sich zweitens eventuell auch dies- und jensseits der Hörsamkeit befindet. "Die musikalische Vorstellung verlangt heute nach Klängen, die noch niemand gehört hat", äußert Karlheinz Stockhausen 1959.[195] ["Ein halbes Jahrhundert später fragt der kroatische Komponist Marko Cicilani: Braucht Musik überhaupt noch den Klang?[196]

- Friktionen, die bei der Implementierung von "Musik" in "Klang" aufscheinen; Verhältnis von musikalischer Theorie / symbolischer Partitur zu stimmlicher / instrumentaler Implementierung in Klangkörpern als vor-technisches Feld experimenteller Expistemologie / Erkundungen des Verhältnisses vom Symbolischen zum Realen (respektive pythagoreische Pespektive: dem Realen das mathematisch-Symbolische entlocken)

Reader, Mannheim 1997
193 Frank Hartmann, Instant awareness. Eine medientheoretische Exploration mit McLuhan, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg.v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 34-51 (35)
194 Marshall McLuhan im Gespräch mit Bruce Powers, im Kapitel 9 „Von Engeln und Robotern. Vom euklidischen Raum zum einsteinschen Raum, in: dies., The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert, 1995, 169-184 (172)
195 Antwort auf die Umfrage "Was ist Musik?" der Zeitschrift *Melos* für die Märznummer 1959. Zitiert hier nach dem Editorial des Themenhefts "Musik?" von: positionen. Texte zur aktuellen Musik, Heft 90 (Februar 2012)
196 Gisela Nauck (Editorial, a.a.O.)

- Sonik überschreitet einerseits das rein Akustische, insofern sie nicht auf eine historisch unspezifische, pure Physikalität des Schalls reduzierbar ist, und widersteht gleichzeitig der Versuchung, ganz und gar vom Diskurs einer an philosophischer Ästhetik ausgerichteten symbolischen Form namens Musik vereinnahmt zu werden[197] - "toward a non-cochlear sonic art" = lautet der Untertitel von: Seth Kim-Cohen, In the Blink of an Ear, New York (Continuum) 2009, bes. 157: "So <...> can a non-cochlear sonic art present itself in any medium."

- medienarchäologisches Ohr erhört und vernimmt auch Klangweisen, die sich den klassischen musikwissenschaftlichen Kategorien nicht fügen; es erkennt menschenseitig wie von Seiten technischer Sensoren die Rolle der Technologie bei der kulturellen Definition von Klang an. Dieses Gehör verhilft Klangweisen auf der klangarchäologischen Mikroebene zum Bewußtsein: "Beneath the level of note lies the realm of microsound, of sound particles. Microsonic particles remained invisible for centuries."[198]

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

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

Zeitweisen des Sonischen im Analogen

- nicht zufällig, sondern notwendig in Konsequenz dessen, daß Musik und Elektronik zusammentrafen, entstand "Sonik" im engeren Sinne (und angelehnt an Wortbildungen wie "Elektronik"). Denn hiermit wurde ein für die abendländische Musiktheorie neuer Denkraum eröffnet. Dies betrifft einerseits den Klanggegenstand, denn "alles, was begrenzt war, wird unbegrenzt" <Boulez 1961: 81>; andererseits gilt dies ebenso in Hinsicht auf die Archäologen dieses Wissens, die nicht mehr nur Menschen, sondern vor allem technische Apparaturen war. Denn diesen erst eröffnete sich, daß dies- und jenseits des von Menschen Hörbaren viel grundsätzlichere "Klang"weisen, nämlich Schwingungswelten und Rhythmen, sich ereignen - womit Klang zum epistemischen Objekt, zum Subjekt und Objekt einer Erkenntnisweise, wird (das

---

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

198 Curtis Roads, Mircosound, Cambridge, Mass. 2004, vii

Sonische). Deren Latenz zu entbergen verdankt sich Meßmedien. "Die elektro-akustischen Verfahren insgesamt geben uns die Möglichkeit, auf einfache Weise Ungehörtes zu schaffen" <Boulez 1961: 82>. Und entsprechende Apparaturen erzeugen diese techno-ideosynkratischen Schallereignisse selbst dann, wenn kein Mensch sie erhört

- verhalfen die Begriffe der (Elektro-)Akustik in ihrer sonischen, also epistemologischen Dimension, bislang Ungewußtes überhaupt erst zu entdecken: etwa den Wellencharakter des Lichts und den Schwingungscharakter der Materie, der Henri Bergson so sehr verblüffte.[199]

- menschliches Auge nimmt einen bestimmten Ausschnitt des Spektrums elektromagnetischer Wellen als Licht wahr. "This is directly analogous to the audible spectrum of sound waves. Like the ear, the eye has sensory cells (rods and cones) that detect light in different but overlapping frequency bands“ = “Monty“, a.a.O.; betont Videokünstler Bill Viola ausdrücklich "den Klang der Einzeilen-Abtastung", den das elektronische Video- und Fernsehbild darstellt[200]

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

- Pierre Boulez über die "verwirrende Sitation", welchen einen Komponisten um die Mitte des 20. Jahrhunderts bei seiner ersten Begegnung mit den "elektronischen Mitteln" ereilte, die ja in der Tat meist nachrichtentechnische Meßmedien, nicht Instrumente (als Klangkörper) im herkömmlichen kulturtechnischen Sinne waren: "Seine ganzen traditionellen Klangvorstellungen geraten in Unordnung"[201] - eine Öffnung des "Archivs" als Gesetz des Sagbaren (i. S. von Kants Apriori und i. S. Foucaults): "Bedient man sich der natürlichen Klangkörper, so achtet man vor allem auf die Möglichkeiten, die durch sie gegeben sind" <Boulez 1961: 81>; dem steht im Bereich der elektronischen Musik eine "relative Unbegrenztheit der Möglichkeiten" <82> gegenüber - die Wiedereinkehr des altgriechischen *apeiron*. In diesem Fall: "die Erschaffung des Klanges selbst" <82>

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

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

---

199 Maurizio Lazzarato, Videophilosophie, Berlin (b_books) 2002, xxx

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

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

- Samuel Beckett, Krapp's Last Tape; Tonband erlaubte in der Tat, erstmals - und im Unterschied zur Schellack- oder Vinylschallplatte - "beliebige Zeitdauern durch das Mitteln des Bandschnitts herzustellen" <Boulez 1961: 88> - millimeterfeine Mikro-Cut-Ups <92> nicht mehr schlicht im Sinne von Burroughs mit Literaturschnipseln, sondern als technische *samples*. Tatsächlich liefert die Bandmontage den Komponisten "dem Prinzip der ungestalteten Zeit" <91> aus - keine Utopie, sondern eine Heterochronie. Kittler bekennt: "Musik war immer die Schnittstelle zwischen meinen technischen und historischen Interessen. Vielleicht aus dem simplen Grund, weil Musik ideell genommen eine einzige Variable der Zeit ist und deshalb schon in den frühen Siebzigern elektrifizierbar war. Ich habe damals begonnen, Musikelektronik zu bauen."[202]

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

Musik *als* Mathematik: Sonische Erkenntnis

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

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

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

- zwangen Klangwelten zu neuen Mathematiken, weil sie im Unterschied zu

---

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

Bildern und Schriften kaum sicht-, faß- und speicherbar sind[203] - und damit zum Gegenstand der Differentialrechnung werden mußten, die nicht nur das Wesen der Bewegung, sondern - auch an unstetigen Stellen (Euler) - Beschleunigung oder Retardierung darin zu fassen vermag. "Andererseits gibt es dann <...> Situationen, in denen Durchbrüche in der Mathematik plötzlich zu Veränderungen in der Musik führen" = Kittler ebd.

- numerischen Ordnungen und Proportionen, welche den Makro- und Mikrokosmos quasi musikalisch "durchwalten" <Hammerstein a.a.O.>, nicht allesamt auf harmonische, also ganzzahlige Verhältnisse reduzierbar; Zahlen, welche die Welt musikalische durchwalten, sind eine Zeitgewalt. Joseph Fourier analysierte zwar auch komplexe Klänge noch als zusammengesetzte harmonische Schwingungen und machte sie damit in Frequenzen, also Zahlen mathematisch ausdrückbar. Ihnen eignet jedoch darüber hinaus ein zeitlicher, gar zeitkritischer Horizont. Die Klangfarbe eines spezifische Instruments ist nie stationär; ihre Wahrnehmung hängt vielmehr von den zeitlichen Veränderungen und Übergängen im Spektrum während des Einschwingvorganges ab.[204] Dies führte Denis Gábors zur Entwicklung von Begriff und Praxis der "akustischen Quanten" und späthin zur Wavelet-Analyse, die den Zeitfaktor durch zeitdiskrete Erfassung mit einkalkuliert. Das An- und Abklingen von Tönen in ihrer schieren materiellen Implementierung ist der Musikelektronik vertraut als "attack" und "decay".

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

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

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

---

203 Weil das Sein eine Geschichte hat. Ein Gespräch mit Friedrich Kittler (Interview: Alessandro Barberi), in: Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaft Bd. 11 (2000), Heft 4, 109-123 (117)
204 Siehe Boris Yankovski, Akustische Synthese der Klangfarbe, in: Evgeny Sholpo, Theorie und Praxis des gezeichneten Klangs, Manuskript im Theremin Center Archiv Moskau (1932-1940), zitiert in: Andrei Smirnov, Boris Yankowski: Leben im Klangspektrum. Gezeichneter Klang und Klangsynthese in der Sowjetunion der 30er Jahre, in: Daniel Gethmann (Hg.), Klangmaschinen. Zwischen Experiment und Medientechnik, Bielefeld (transcript) 2010,97-120 (104)

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

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

Zeitweisen des Sonischen im Digitalen

- Aristoxenos: *chronoi* als Zeitquanten nach Maßgabe der Prosodie; Unschärfen der tanzenden *mousiké*; *arhythmía*

- dem Zeitwesen digitaler Medien mit medienarchäologischen Methoden auf den Grund gehen

- hat Veit Erlmann in *Reason and Resonance* einen dialektischen Zusammenhang (oder Widerstreit) in der Epistemologie der Moderne rekonstruiert - den zwischen Zahl und Affekt. Medienarchäologisch läßt sich der Titel auch als "Frequenz (*ratio*) und Schwingung" ausdrücken - wobei beide Begriffe ihren gegenseitigen Kehrwert bilden; ist Musik im *Feld* (hier im Sinne Faradays) zwischen Zeit und Mathematik zugleich

- erst in zeitlicher Implementierung werden mathematische Zahlenverhältnisse zu Agenten der Medienkultur, und diese Zeitlichkeit manifestiert sich nicht schlicht taktbasiert, sondern in spezifisch gestalteten und ausdifferenzierten Formen, in chrono-dramaturgischen Ordnungen. Für deren (kognitives wie aisthetisches) Verständnis hält die abendländische Tradition Begriffe bereit, die bezeichnenderweise vorrangig in der Musiktheorie entwickelt wurden, hier aber unerwartet zum analytischen Einsatz im technomathematischen Feld kommen. Shintaro Miyazaki hat den Mut, mit einem entschiedenen Begriffsspiel, dem "Algorhythmischen" als Symbiose aus Algorithmus (mathematisch im strengen Sinne) und Rhythmus (musikalisch im weitesten Sinne), einen wesentlichen Zug dessen aufzudecken, was heute unter digitaler Medienkultur verstanden wird = ders., Algorhythmisiert. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte [Zugl.: Berlin, Humboldt-Univ., Diss., 2012], Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013. Mit dem vollelektronischen Computer wurde die

operative Mathematik binärer Rechnung radikal "dependent on timing" (Stibitz, zitiert ebd.)

- Medienarchäologie von *mousiké* bedeutet "tiefenzeitlicher" (Zielinski) Nachweis der Emergenz einer Struktur: das Aufkommen musikalischer Mensuralnotation und der maschinellen Automaten zur Diskretisierung des Zeitflusses (hemmwerkbasierte Räderuhr) und der epistemologischen Entdeckung der Schwingung resp. Oszillation eum 1300 und um 1800. Beide Epistemologien konvergieren in den digitalen Klangkulturen um 2000

- eine keineswegs theoretisch-abtrakte, sondern materialbezogene Medienarchäologie des Computers richtet - angeregt von Matthew Kirschenbaums informationstechnischer Forensik[205] - ihren besonderen Augenmerk auf die Physik der Speicher. Frühe Formen der Verzögerungsspeicher und der Magnetkernspeicher stellten die Bedingung des nach wie aktuellen von-Neumann-Prinzips der Speicherprogrammierbarkeit dar, und auch sogenannte Festplatten sind erst in Bewegung als Bitfolgen in Rhythmen datenaktiv. Nicht schon im Symbolischen der Codes, sondern erst in ihrer tatsächlichen Implementierung artikuliert sich die Mikrorhythmik" der Programmierung = Miyazaki 2013. Ebenso überraschend wie plausibel ist ein heute zumeist vergessenes Verfahren früher Computistik, nämlich die auditive Diagnose als Ingenieurspraxis. Lange waren die einprogrammierten Algorhythmen, der Taktfrequenz von Relaiscomputern im NF-Bereich geschuldet, noch im sonischen Horizont

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

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

205 Matthew Kirschenbaum, Mechanism. xxx, xxx 2010

Computer ist lupenrein algorhythmisch

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

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

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

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

Audiosignal

- Tonsignal ein elektrisches Signal, das akustische Signale wandelt zum Zweck von Übertragung / Modulation; Wandlung zwischen Schall (mechanischer Druck) und Audiosignalen (elektrisches Mikrophonsignal); im Fall digitaler Audiosignale "die Tonsignale als Zahlenwerte übertragen" = Wikipedia - Transsubstantiation, nicht schlicht "Wandlung" (*transducer*)

- unterscheiden zwischen der Ebene der Physik (also die Beobachterdifferenz) und der physiologischen Ebene (Gehör); parallele Debatte zum Thema "ditiales

Bild": überhaupt noch ein "Bild", und was definiert ein Bild: die Ebene des digitalen Mapping im Rechner oder das, was Menschen wahrnehmen? sicher hat der Computer kein Bild-Bewußtsein, sondern kennt schlicht Formate; anders physiologisch-kognitive *aisthesis*; Frage "kontinuierlich *versus* diskret" ist der Dreh- und Angelpunkt einer medienakustischen Ästhetik

Definitionen des Sonischen

- inwieweit der "implizite Klang" sich überhaupt noch von einer allgemeinen Schwingungslehre unterscheidet (Steve Goodman's "vibrational force")

- die medienepistemologische Seite von "Sound Studies" stark machen; Begriff "Sound" im Unterschied zum rein akustischen "Klang" ein Indiz für elektroakustische Differenz zur rein kultur- oder musikwissenschaftlichen Analyse

- privilegiertes Verhältnis zwischen hochtechnischen und klanglich-musikalischen Prozessen, vermittelt im gemeinsamen Nenner des *Vollzugs in der Zeit*, wenngleich kanalgetrennt: akustische Schalldruck vs. elektromagentische Wellen; medienepistemologisch sensibilisiert durch Hermann von Helmholtz Heinrich Hertz: Übertragung akustischer Begriffe auf Empfänger von EM Funksendungen ("Resonator") im *sonischen* Sinn

- bedarf der Klangbegriff einer Erweiterung durch Termini wie dem Sonischen. Das Sonische, medienarchäologisch begriffen, meint einerseits eine menschenseitige Wahrnehmungswese: das "kalte Ohr"; zum Anderen aber benennt es das, was von technischen Sensoren erfaßt wird. Das Sonische benennt die medienwissenschaftliche Dimension von Schwingungsereignissen

- Klang durch den Begriff und die Praktiken von *sound* in der populären Musikkultur des 20. Jahrhunderts von der Kunstform Musik befreit; mit dem Sonischen löst sich das epistemologische Vernehmen vollständig vom Auditiven, dem selbst der Soundbegriff noch unterliegt

- bildet das Sonische eine Analogie zum altgriechischen Begriff der *mousiké epistéme*, die mehr umfaßt als das, was als die (wohl-)erklingende Musik im deutschen Begriff meint

- benennt der Neologismus des Sonischen im Unterschied zum schlicht instrumental erzeugten Klang, der noch dem Bereich klassischer *Kultur*techniken zuzuordnen ist,

a) *medien*technisch vermittelten Klang (speziell: Sonik in Anlehnung an Elektronik)

b) klang*förmige* (wenngleich unhörbare) Erscheinungen in Physik und Elektrotechnik (die Wellengleichungen der Quantenmechanik etwa). Das Sonische (im Unterschied zum musikalischen und wissenschaftlichen

Klangbegriff) meint uneigentliche, nicht-hörbare Artikulationen diverser Formen von Schwingungssignalen; *Kymatik*; Marco Bischof, Biophotonen. Das Licht in unseren Zellen, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 1995; Begriff der mathematisierten "Kymatik" in Anlehnung an den Begriff von Informatik und Mediamatik formuliert

c) eine spezifische Weise von Zeit, sich zu artikulieren. Es herrscht ein privilegiertes Verhältnis der unabdinglich zeitlichen Existenz sonischer Artikulation zur Vollzugsweise hochtechnischer Medien.

- geht Definition des implizit Sonischen über die Materialität und Technik des Klangs hinaus; faßt vielmehr dessen kognitive und epistemologische Dimension; Klang nicht nur ein (musik- und medienwissenschaftliches) Erkenntnisobjekt, sondern auch eine Erkenntnisform des Dynamischen; ihm zur Seite nicht von ungefähr der nachrichtentechnische Begriff für kanalbedingte Störung, das "Rauschen"; Shannons *noise*; Jussi Parikka, Mapping Noise and Accidents, in: ders., What is Media Archaeology?, Cambridge / Cambridge, Mass. (Polity Press) 2012, 90-112

- zunächst die physikalischen und elektronischen Materialitäten von Klang respektieren: "Sound matters. It mediates between the real and the virtual, connects the physical reality of acoustics with the mental reality of the muses" = Martin Carlé / Anastasia Georgaki, Re-configuring Ancient Greek Music Theory through Technology. An adaptive electronic tuning system on a reconstructed ancient Greek barbiton, in: Journal of Interdisciplinary Music Studies, xxx, xxx

Klangerzeugung auf C64

- www.soundboard.com/index.aspx (Packman-Sound, et al.)

- steht das "Poken" von Werten in den 6581-Chip konkret für Weisen der Klangerzeugung, welche den ursprünglichen Zusammenhang von Musik & Mathematik in der genuin technomathematischen Maschine in einer Weise ausreizt, wie es einem Pythagoras nicht gegeben war: Die Verwendung von reellen (und nicht nur natürlichen) Zahlen erlaubt ein wirklich mathematisches Verhältnis vom Ton, der ihn zugleich vom klassischen, kulturellen Musikbegriff emanzipiert: "Man kann damit nicht nur Musik, sondern praktisch jeden gewünschten Ton erzeugen" <ebd.>. Dies charakterisiert die Welt der Sonik: ein analog zur Informatik oder Kybernetik gewählter Begriff, der den Unterschied technomathematischer zu traditioneller Klangerzeugung markiert.

- erzeugt SID-Chip im C64 wie andere digitale Tongeneratoren in (Home)Computern Pseudo-Weißes-Rauschen mit Hilfe digitaler Schaltung, "linear rückgekoppeltes Schieberegister"; http://de.wikipedia.org/wiki/Linear_r%C3%BCckgekoppeltes_Schieberegister; alternativ als Hardware- oder Softwarelösung; Hardwarelösung im SID ein sogenanntes Fibonacci-LFSR: http://www.exp.univie.ac.at/cp1/cp1-6/node193.html; "dass Tonerzeugung und Zufallszahlen eine so enge Verwandschaft im Digitalcomputer haben"

(Kommunikation Stefan Höltgen, März 2013)

Definitionen von "Ton", "Klang" und/oder "Sound"

- "Ist zuerst die musikalische Struktur da oder zuerst der Klang? Ist der physikalisch reale Klang eine Verkörperung der musikalische Struktur oder ist die musklaische Struktur die Vergeistigung des Klanges? <...> Der Klang ist dann nur Medium" = Gottschewski 1996: 196

- zwischen kultureller Semantik ("Hermeneutik des Klangs") und physikalischem Ereignis; Ton nicht auf den akustischen Schall reduzibel; Helmholtz zufolge vielmehr erst eine subjektive Hörempfindung. "Wenn wir nicht hören könnten, gäbe es keinen Ton" (Wilhelm Stauder 1976)

- sonische Ebene (noch) frei von Blockaden durch die Semantik / Interpretation ("Musik"); die Stärke der Klangaufzeichnungsapparaturen, in ihrer sonischen Indifferenz der sogenannten "Musik" gegenüber

- Ulman, Entstehung des Tonbegriffs / Antike: pythagoreischer Klangbegriff, verfangen in der Ästhetik von Musik & Mathematik: "ein Tongemisch, bei dem die Frequenzen der einzelnen Töne ganzzahlige Vielfache der Frequenz des tiefsten im Tongemisch vorhandenen Tones sind"[206]

- David Espinet, Phänomenologie des Hörens. Eine Untersuchung im Ausgang von Martin Heidegger, Tübingen (Mohr Siebeck) 2009

- Deutungen des Begriffs "Sound" gemäß Frank Schätzlein, Sound und Sounddesign in Medien und Forschung, in: Harro Segeberg / ders., Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien, Marburg (Schüren) 2005, xxx-xxx (26); Schall allgemein (auditiv Wahrgenommenes); Tonebenen der elektronischen Medien (etwa filmische Tonspur, die auditive Ebene von Computerspielen); Geräusch- oder Klangeffekte; charakteristische Klänge (Sounddesign für Waren, Handytöne)

- den Soundbegriff bereits mit Hermann von Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen* (1863) ansetzen, da dessen psychoakustische Untersuchungen nicht länger nur Klang als Zusammensetzung von Tönen in harmonischen Verhältnissen analysiert, sondern radikal unter Schall auch das Geräusch umfaßt; gleichberechtigte Artikulation von Klang und Geräusch in der aktuellen Ästhetik von Sound; ebenso paraakustische Faktoren wie der umgebende Raum; ihn einzubeziehen ist Verdienst der Raumakustik, die jedoch erst mit dem Mikrophon (respektive Lautsprecher, möchten wir ergänzen) technisch steuerbar wird.

- August 2009 im Haus der Kulturen der Welt (Berlin) *Hausklang*, eine Reihe von medienkünstlerischen Erkundungen im Medium der Akustik, unter der

---

206 Hans Borucki, Einführung in die Akustik, Mannheim / Wien / Zürich (Wissenschaftsverlag) 1989

Fragestellung, wie ein Gebäude aus dem Jahr 1957 (heute) klingt; medienarchäologische Erkundung der Raumverhältnisse mit akustischen Meßmedien; metaphorisch aber ist die Bespielung des Raumes mit Klanginstallationen: *Echo Rotation*, eine Installation von Robert Schwarz und Emad Parandian, ließ einen Lautsprecher um zwei Achsen kreisen und dabei Pulse aussenden, an der die Architektur des umgehebenden Raumes faßbar wird.

- Steven J. Waller: Messung der Intentionalität von Echos in prähstorischen Räumen, korreliert mit dortiger Höhlenmalerei, in: C. Scarre / G. Lawson (eds), Archaeoacustics, 2006

- entstammt "Sound" als kurrente Begriffsmünze dem Umfeld des Jazz vor dem Aufkomemn elektroakustischer Tonabnehmer 1936, meint dann jedoch zunehmend den "technisch generierten Klang", mithin die Verknüpfung von technischer Struktur und kultureller Nutzung; dieser Kurzschluß zweier Aussagenfelder ein wahrhaft medienarchäologischer Untersuchungsgegenstand

- "If we ask the question 'what does the ear hear?' the obvious answer is 'sound'. What is sound? Mechanical waves in the air or other medium. <...> We can, for instance, perceive mechanical waves by the sense of touch: it would be as inaccurate to say that a defa man 'heard' a vibrating handrail with his fingers <...>. What characterizes hearing as such is not that is senses mechanical waves but that it senses the distinctions between mechanical waves; just as what characterizes sight is not the perception of electromagnetic waves but the perception of disctinctions between electromagnetic waves."[207]

- Jakob Ullmann, *lógos àgraphos*. Die Entdeckung des Tones in der Musik, Berlin (Kontext) 2006

- langzeitige Schwierigkeit, triftig zwischen Akustik, Ton und Klang, und schließlich Musik zu differenzieren. Um sich hier nicht in einer musik- oder kulturwissenschaftlichen Frage zu verlieren, konzentriere ich mich auf darauf, was die spezifisch medienarchäologische Perspektive dazu beizutragen hat - also eine techno-mathematische Engführung der Frage nach dem Sonischen

- "*Klang* (engl. Sound, Tone), mehrdeutige Bezeichnung für verschiedenen akustische und musikalische Phänome"[208] - *zwischen* (medial, buchstäblich) Physik und kultureller Semantik

- Ton einfache, aber zwingend periodische Schwingung, temporal oder gerade Zeitaufhebung? Klang komplexer Tonzeitverlauf, zusammengesetzt

- für Akustiker Klang "eine hörbare periodische Schwingung, die sich im Ggs. zum Ton, gemeint ist dann der Sinuston, aus mehreren Teilschwingungen

---

207 Fred Turner / Ernst Pöppel, The neural lyre. Poetic meter, the brain, and time, in: Poetry (August 1983), 277-309
208 Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 141

zusammensetzt"[209]

- Sinuston unnatürliche Erscheinung von Schall: ein mit nur einer Frequenz erklingender Ton ist ein Erzeugnis des Labors (seit Hermann von Helmholtz[210]) und damit eine genuin sonische Erscheinung. "Die Synthese von Schall aus Sinustönen führt auf einen neuen Begriff der Materialität des Schalls, der zunächst unter der Sammelbezeichnung *Klangfarbe* gefaßt wird. Insofern der synthetische Schall eine Klangfarbe besitzt, ist sie auch berechenbar" = Kursell / Schäfer 2010: 26

- gegenseitige Verschränkung der Epitheta ("akustisch" nun wieder als *re-entry* in der "musikalischen" Deutung) zeigt Verunsicherung in der Ordnung der Töne, ausdifferenziert nach Natur (Physik) und Kultur (Musik), durch den Begriff des Klangs / des Sonischen an

- "The meaning of the word *sound* is ambiguous, since in common usage *sound* refers to both auditory stimuli (as in discussing the 'speed of sound') and to the sensations that such stimuli elicit as in 'What was the sound I heard?'). Thus <...> it is best to use the phrase *sound stimuli* to designate the physical events that initiative audition, resticting use of the word *sound* to the perceptual consequence of those stimuli"[211]

- im Anschluß an Hermann von Helmholtz' Unterscheidung von physiologischer Audiosignalverarbeitung und "musikalischer Empfindung" = v. Helmholtz 1863; Stefan Weinzierls Betonung des Signalcharakters im Begriff der "akustischen Kommunikation"

- "A sound stimulus can be a brief change" - also Störung - "in local air pressure produced by the more or less instantaneous displacement of air molecules" = ebd.; gestaltet sich demgegenüber Definition von "Musik" schwieriger: "Although everyone recognizes music when they hear it, its precise definition tends to be vague" = Purves (Hg.) 2008: 167; neurowissenschaftliches Angebot: "Complex periodic sound stimuli produced by a variety of physical objects <...> that are appreciated as pleasing to humans and that are implemented formally in the chromatic scale" <ibid.>; ästhetisches Wohlgefallen und emotionale Stimulation die entscheidenden Züge dieser vagen Definition

- "Western music of the last few centuries typically uses 7 divisions that define the *diatonic scale* (the familiar 'do, re, mi ...' scale). The complete set of musical notes that divides an octave entails the 12 notes of the *chromatic scale*, of which the scales just mentined are subsets (although, as musicians will know, these 12 tones don't quite fit into an octave unless some ad hoc

---

209 Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 141
210 Dargelegt in: Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Braunschweig (Vieweg) 1863
211 Dale Purves, Principles of Cognitive Neuroscience, Sunderland, MA (Sinauer) 2008, 152

adjustments in tuning are made)" = Purves (Hg.) 2008: 168; daraus resultierende "coincidence of numerical simplicity and perceptual effectiveness" = Purves (Hg.) 2008: 168; eine gleichursprüngliche Logik am Werk?

- Klang ein physikalisch natürliches Phänomen der Überlagerung eines Grundtons mit seinen Obertönen (ein harmonisches Frequenzgemisch). Demgegenüber ist Sound die (elektro-)technische Reproduktion von Klang. Die Firma Arturia verpsricht "True Analog Emulation" (TAE), also die Reproduktion des Analogsynthesizers in High Fidelity[212] mit Verfahren des *soft* clipping in der Nachahmung analoger Oszillatoren und Filter, welche den Klang "natürlicher" wirken lassen

- Paradigmenwechsel in der digitalen Klangsynthese stellt Physical Modeling dar: von der Nachahmung des Klangs zur Nachahmung seiner materialen Erzeugung, also gleichursprünglich; wird der Computer tatsächlich "modellbildendes" Medium

- "Die *Instrumente* des Physical Modeling virtualisieren im Unterschied zu den Verfahren anderer Klangsyntheseverfahren oder des Samplings nicht mehr Sound im Sinne von Obertonspektren und ihren Modulationen. Physical Modeling simuliert <...> Instrumente in einem ganz poietischen Verfaren, also die physikalischen Paradigmen auditiver Klangerzeugung selbst."[213]

- gilt für virtuelle, also erst im Computer errechnete Klangräume, daß sie - anders als etwa ein virtuelles Bild am Monitor - erst außerhalb des Computers, nämlich nach analoger Ausgabe am Lautsprecher im Luftraum, für Menschen akustisch erfahrbar werden; schweigt der Klang im Computer; Michael Harenberg, Zur musikalischen Ästhetik klingender Räume, in: Peter Kiefer (Hg.), Klangräume der Kunst, Heidelberg (Kehrer) 2010, 125-138 (126)

Klang - ein akustisches "Medium"?

- liegt die Macht eines technischen Mediums darin, seine eigentliche Wirkungsmächtigkeit (seine "Botschaft" als Massage der menschlichen Sinneskanäle) hinter sogenannte Inhalten zu dissimulieren; nennt McLuhan (1964) ausgerechnet die Schallmauer (englisch: die *sonic wall*) als den Moment, wo dieser Pakt aufbricht. Kurz bevor ein Flugzeug dieselbe durchbricht, werden die an sich unsichtbaren Schallwellen sichtbar (wie in der Geschoßbildanalyse von Mach/Salcher); ein sonisches Phänomen (engl. *sonic*) im ganz und gar unmusikalischen Sinne: etwas, das nicht als Klang vernommen wird, kann dennoch sichtbar gemacht werden

---

212 Siehe http://www.arturia.com/evolution/en/products/moogmodularv/tae/intro.html
213 Michael Harenberg, Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)Konstruktion, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg. v. Markus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 89f

- unterscheidet Altgriechenland zwischen *mousiké epistéme* und *mousiké téchne*, d. h.: zwischen der Harmonielehre und einer mit Instrument, Gesang respektive Sprachrhythmus und Notation verbundenen Praxis; harmonische Wissenschaft "hat gerade nicht 'Klang-Objekte' zu <sic> Gegenstand. Ihre Prämisse lautet: strenggenommen gibt es gar keine 'Klang-Objekte', weil 'Klang' nichts anderes ist als die hörbare Sturktur der Wirklichkeit selbst"[214]

- "Als Schall bezeichnet man Störungen eines mechanischen Gleichgewichts, welche sich als Schwingungen durch ein physikalisches Medium fortpflanzen" = Stefan Weinzierl, Grundlagen, in: ders. (Hg.), Handbuch der Audiotechnik, Heidelberg (Springer) 2008, 1-40 (18); Heinrich Barkhausen, eingebender Gedanke seiner Dissertation: Schwingungen durch Störungen induziert

- Definition auf Schautafel im Norwegischen Technikmuseum, Oslo, Beispiel Telephon: "Analogue signals are sent as electrical variations in resonance with sound. In digital transmission, the numbers 0 and 1 are used to transmit the information"; wird aus analoger Resonanz mathematisierte Berechnung als "reasonance" (in Anspielung auf Veit Erlmanns *Reason and Resonance*)

- Medienarchäologie des Akustischen; intrinsischer Zusammenhang von elektronischen und sonischen Prozessen in ihrer radikalen Zeitlichkeit

- Schall in deutschsprachiger Terminologie der physikalische Vorgang, im Gegensatz zum englischen Begriff *sound*, der anthropozentrisch "auch für die auditive Wahrnehmung von akustischen Phänomenen steht" = Stefan Weinzierl, Grundlagen, in: ders. (Hg.), Handbuch der Audiotechnik, Heidelberg (Springer) 2008, 1-40 (18); dt. "Klang"; beide Gegenstand medienarchäologische Analyse aus Sicht des vermessenden Apparats; Begriff der "Hörsamkeit" im meßtechnischen Sinne der Audiokommunikation (TU Berlin); entfaltet sich das Sonische auch unerhört von Menschen

- Klang ein "Medium"? "Wird Klang fakultativ zum Medium? Welche medialen Besonderheiten zeichnen Klang aus? Gibt es eine medienwissenschaftliche Perspektive auf Klang?" = Fragen aus dem *abstract* von Frau Ungeheuer, Beitrag zum Kolloquium *Medien, wie wir meinen*, November 2006, HU Berlin, Seminar für Medienwissenschaft; auf pysikalischer Ebene "Medium" (*to metaxy*, mit Aristoteles) vielmehr die Luft, in der sich Klang überträgt; Klang damit *im* Medium; Definition von Fritz Heider (1926), demzufolge Medium alles ist, was als lose Kopplung zu einer festen informiert werden kann, Klang das Medium für Musik - ein relationaler Medienbegriff, nach zwei Seiten hin verschiebbar; anders gelesen Klang selbst aus dem "Medium" einzelner sinuider Töne zusammengesetzt - wie es die Fourier-Analyse offenbart

- neben klassische Begriffspaarung "Kunst und Technik" ein drittes Element im Sinne altgriechischer *epistemé*; Thomas Macho: „Neue Allianzen – Der Intellektuelle und der Ingenieur“, in: Der kritische Blick – Über interllektuelle Tätigkeiten und Tugenden, Frankfurt am Main:U(we Justus Wenzel) 2002, 139; *wissenschaftliche*, im Sinne Altgriechenland: wissenwollende Erforschung des

---

214 Jakob Ullmann, *lógos àgraphos*. Die Entdeckung des Tones in der Musik, Berlin (Kontext) 2006, 80

Wesens des Klangs konstitutiv für den abendländischen Begriff des Klangs bis hin zu Nicole von Oresmes spätscholastischer Erforschung des *sonus*, der ihn zu Analyse von Beschleunigung und zur graphischen Definition des Parameters *t* führt

- Forderung Avantgarde in Zuspitzung des *Laokoon*-Theorems (Lessing 1766), "aus jedem künstlerischen Medium alles Medienfremde zu entfernen, um nur das Medienspezifische zu belassen; Malerei der reinen Formen / Farben; aus Poesie "sollte alles Narratrive und Bildhafte entfernt werden, um den reinen Klang der Sprache hörbar zu machen; aus der Musik sollte alles Imitative und Melodisch-Narrative entfernt werden, um den reinen Klang hörbar zu machen. Die Abkehr der modernen Kunst von der Referentialität <...> war <...> eine Folge der systematischen Suche nach der Wahrheit des Medialen, nach der medialen Aufrichtigkeit, bei der sich das Medium, das sich üblicherweise hinter der intendierten Mitteilung verbirgt, so zeigt, wie es ist" = Boris Groys, Unter Verdacht. Eine Phänomenologie der Medien, Carl Hanser Verlag 2000, 95

- breiten sich Wellen in gekoppelten Systemen (etwa Luftpartikel) aus, per Übertragung an Nachbarteilchen. Für den Transport von Schallwellen ist ein Medium erforderlich; elektromagnetische Wellen setzen solch ein Feld, doch nicht physikalisch vorliegend (wie von Aristoteles als *to metaxy* beschrieben), sondern medien- (und nicht schlicht kultur-)technisch geschaffen.

- bezeichnet Heinrich Hertz die von ihm eingesetzten Detektoren für elektromagnetische Wellen als "Resonatoren": "An die Stelle der Stimmgabel <sc. in Helmholtz' Akustik-Versuchen> setzen wir den schwingenden Leiter. Anstatt des Resonators ergreifen wir unseren unterbrochene Draht, den wir aber auch als elektrischen Resonator bezeichnen."[215] Wolfgang Hagen liest diese "Verschiebung ins Akustisch als den ersten Expansionseffekt des Elektromagnetischen, das deshalb expandieren muss, weil es an seiner eigenen Stelle sich nicht erklärt und nicht überträgt" <Hagen 2005: 37> - mithin also die Definition des "Realen" bei Lacan erfüllt. Somit tritt das Elektrische zu den bisherigen Kulturbegriffen des Symbolischen und des Imaginären und sucht sich im Akustischen sein Phänomen.

- was Mersennes Erkundung der schwingenden Saite von Pythagoras unterscheidet, der in Harmonien verfangen blieb und damit zwar Mathematik für Musik entdeckt, mit geometrischer Ausrichtung (Proportionslehre) die Aufmerksamkeit auf zeitkritische Prozesse verbaut

- Phasenverschiebung in der musikalischen Komposition nicht erst eine Errungenschaft der elektronischen Musik (Stockhausen); das granulare Komponieren mit "Micro-time" (wie es Curtis Roads definiert) sicher erst in einem Medium möglich, welches die (vor diesem Hintergrund geradezu grob

---

215 Heinrich Hertz, Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität [*1889], in: Hans Wußing (Hg.), Über sehr schnelle elektrische Schwingungen. Vier Arbeiten (1887-1889) von Heinrich Hertz (= Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 251, 2. Aufl. 1996), <Nachdruck> Frankfurt/M. (Harri Deutsch) 2002, 97-115 (109)

anmutende) Notenschrift unterläuft

- eine Rekonstruktion der altgriechischen Musiknotation, durch Sänger / Kitharaspieler zum Klingen gebracht, der sich jedoch, um sich auf die Tonalität altgriechisch einlassen zu können, sein von europäischer Musikkultur geprägtes Unbewußtsein auswechseln muß; technischer Signalverarbeitung gelingt dies mühelos. Mit Mitteln des Computers analytische Approximation der Klänge in Euripides´ Tragödien: genuine Medienarchäologie; sowohl der Computer als auch die altgriechische Musik teilen als gemeinsamen Nenner den Begriff der Mathematik; steht der Computer der Antike hier näher als gegenwärtiges Gehör

- Pessimismus, was die Reaktualisierbarkeit altgriechischer Musik betrifft: „Die Musik der Griechen können wir nicht rekonstruieren"; bei aller Theorie: „Wir können sie nicht wieder zum Erklingen bringen“ = Georgiades 1985: 109. Musik bleibt Theorie, ist aber kein Signalgeschehen, wenn nicht in Materialitäten, Maschinen, Körpern implementiert

- "Die neuen Medien ermöglichen den immediaten Zugriff auf alle Vergangenheiten. Die elektromagnetischen Wellen bilden einen Raum strikter Gleichzeitigkeit."[216]

- stellt das Sonische gegenüber der Dichotomie zwischen verkörpertem Klang und strukturaler Musik eine dritte Form dar: notwendig verkörperter, aber durchaus nicht auditiv (als Schall) hörbarer Klang - etwa elektromagnetischen Hochfrequenzen und andere Schwingungsereignisse

- "Als super-sonisch werden im Folgenden akustische Phänomene im Ultraschallbereich und als trans-sonisch, klangähnliche, das heißt schwingende Phänomene, die aber physikalisch betrachtet nicht durch akustische, sondern zum Beispiel durch elektromagnetischer Verfahren erzeugt werden, bezeichnet."[217]

- begreift Sonik Klang als chrono-epitemisches Ding, nicht als rein auditives Ereignis; hängt demgegenüber für Phänomenologie Klang am menschlichen Gehör: "As part of a larger physical phenomenon of vibration, sound is a product of the human senses and not a thing in the world apart from humans. Sound is a litte piece of the vibrating world" = Sterne 2003: 11

- werden in der nicht mehr nur notationellen, sondern selbst komputierenden Schrift die musikalischen Zahlenverhältnisse hörbar (akustisches *theorein*); Musiknotation nur bruchstückhaft aus Antike überliefert. Unklar bleibt, in welchem Verhältnis dieser archäologisch splitterhaft erhaltenen Notationen zum Klang stand; verweist Johannes Lohmann auf die Verknüpfung von

---

216 Norbert Bolz, Die Wiederkehr des Mythos in der Medienwirklichkeit, in: First Europeans. Frühe Kulturen - moderne Visionen. Katalog zur gleichnamigen Ausstellung in der Großen Orangerie des Schlosses Charlottenburg, Berlin 1993, 90

217 Shintaro Miyazaki, Das Sonische und das Meer. Epistemogene Effekte von Sonar 1949/2000, hier zitiert nach der Typoskriptversion September 2011, demnächst in: xxx, Anm. 4

frühgriechischem Vokalalphabet, Musiktheorie und Mathematik in Ionien; scheiden sich zwei Medientheorien der Kultur: Akzent auf Speicherung gegenüber Akzent auf generativen Algorithmen; karolingische *Musica Enchiriadis* bedeutet „Musiktheorie im Sinne einer *Vorschrift* für konkretes musikalisches Tun, Hervorbringen von Musik“ = Georgiades 1985: 116; Komponieren kein materielles Vollziehen wie in der Malerei, sondern „Vorschrift“ = 202; das Programmatische das, was in der Informatik Programm heißt; eine andere Lesart der rhetorischen *Mimesis*, die nicht schlichtes Nachahmen im Sinne von Imitation, sondern das koexistente Hervorbringen des Vorbilds meint; Aufgabe einer Medientheorie, die Algorithmen (nicht schlicht kulturtechnische Kodierungen) als Mechanismen zu entdecken und zu beschreiben

- "Sound: Mechanical disturbance from a state of equilibrium that propagates through an elastic material medium" (Encyclopaedia Britannica, 2003)

Klangbild(n)er

- aus Waveform erzeugte plastische, materielle Skulptur: Jan Henrik Hansen; http://www.janhenrikhansen.com/project/bassline-1

- Fernsehschirm abgefilmt und Bildzeilen hörbar gemacht (Birgit Hein / Wilelm Hein), *online* http://www.medienkunstnetz.de/werke/625; Bildpnkte *idealiter* ausdehnungslos und damit nicht hörbar, im akustisch Realen bestenfalls Impuls, ein Knacken; Ausdehnungslosigkeit des mathematischen Punktes entspricht der Klanglosigkeit des sonischen Nullpunkts

- elektrostatisch Lichtenberg-Figuren; Chladnis Klangfiguren; entstehen Klang"bilder" im Wasser, wenn Töne darin stehende Wellen erzeugen; Darstellung der Schallwellen (einzelner Töne) überführt die Zeitlichkeit, die die Oszillation des Tons ausmacht, in eine "Gestalt im Raume", die "die Zeit ganz *augenscheinlich* organisiert" = Ritter, Fragmente, xxx, 275; in "Klangfigur" das "organisiert", und zwar "augenscheinlich", was zum neuen Paradigma wird: *Bewegung in der Zeit* = Bettine Menke, Akustische Experimente der Romantik, in: Claus Pias (Hg.), Neue Vorträge zur Medienkultur, Weimar (VDG) 2000, 165-184 (168)

Zur Differenz von Klang und Musik

- Begriff der Sonik eine direktes Indiz dafür, wie unter der Möglichkeitsbedingung elektronischer Klangerzeugung von den Musikern ein neuer Parameter - nämlich "Sound" als deren eigentlicher Medienbotschaft, im Unterschied zum "Inhalt" der musikalischen Komposition - in den Vordergrund rückt; Wicke / Budde, Rock- und Popmusik, xxx, 32 ff.

- *trait réel* (Lacan) eines Klangs; Wirkungsmacht indexikalisch im Sinne von Charles Sanderes Peirce, mit physiologisch kognitiv durchschlagendem Bezug zu Sinneskanälen, im Unterschied zur elaborierten, primär erst in

kulturästhetischer Filterung zustandekommenden "Musik"; Interferenzen zwischen physikalisch realer und imaginärer Dimension erforscht von Helmholtz 1867 in seiner *Lehre von den Tonempfindungen*

- steht und fällt Musikbegriff mit kultureller Semantik; demgegenüber Klang asignifikant

- Flüchtigkeit von Klang macht ihn zum privilegierten Mahnmal des Zusammenhangs von Dasein und Zeit; Ton G. W. F. Hegel zufolge "die erfüllte Äußerung der sich kundgebenden Innerlichkeit" = G. W. F. Hegel, Enzyklopädie (1830), § 459; Jürgen Trabant, Vom Ohr zur Stimme. Bemerkungen zum Phonozentrismus zwischen 1770 und 1830, in: Hans Ulrich Gumbrecht / Karl Ludwig Pfeiffer (Hg.), Materialität der Kommunikation, Frankfurt/M. 1988, 63-79 (64 f.); Hegels *Ästhetik*: "So ist der Ton eine Äußerlichkeit, welche sich in ihrem Entstehen durch ihr Dasein selbst wieder nichtet und an sich selbst verschwindet."[218] Hörbar wird also der Daseinszusammenhang von *Sein und Zeit* und Sein zum Tode, insofern der Ton nur solange besteht, als er wird. Das Tönende konstituiert sich, mit Thrasybolus Georgiades gesprochen, als Zeit <Georgiades 1985: 52>; oder mit Hegel: es macht Zeit als / im Medienkanal erfahrbar

- technisch beschrieben zeichnet das Magnet*ton*band "akustische Zustandsgrößen" auf - ebenso / gleichartig "implizit sonisch" Videosignale

- treten an die Stelle von menschlichen und instrumentellen Klangkörpern, mit denen sich Musikwissenschaft befaßt, klanggenerierende Medien, die nicht mehr mit Hohlraumresonanzen operieren und damit die anthropologische These von Medien als Prothesen des Menschen unterlaufen

- *Klang* "a bank of fixed frequency sine oscillators. Klang is more efficient than creating individual oscillators but offers less flexibility"

- macht Meyer-Epplers Buchtitel es deutlich: Elektrische Klangerzeugung bewegt sich im *Zwischenraum* von Akustik (elektronisch) einerseits, und emphatischer Musik andererseits

Geräusch, Klang und Sound: Beispiele einer medienarchäologischen Differenz

- erweist sich an Differenz von Klang (wie er bislang an klassischen Instrument erzeugt wurde) und Sound (gekoppelt an technische Medien) die Differenz zwischen physikalischen Ereignisse erster und zweiter Ordnung (im Unterschied zur symbolischen Ordnung von Kultur). Medienarchäologische Analyse zielt auf ein ganz spezielles Niveau: den Kurzschluß von technischer Struktur und menschlich-kultureller (d. h. semantischer) Nutzung, unter Umgehung (*bypassing*) der diskursiven Verwässerung (das Ressort kulturwissenschaftlicher

---

218 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Vorlesungen überdie Ästhetik III,in: Werke 15, Frankfurt/M. 1970, 134f

Analyse).

- liegt es nahe, den Soundbegriff bereits in Hermann von Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen* (1863) zu entdecken, da dessen psychoakustische Untersuchungen nicht länger nur beim Klang als Zusammensetzung von Tönen in harmonischen Verhältnissen ansetzt, sondern radikal unter Schall auch das Geräusch umfaßt. Die gleichberechtigte Artikulation von Klang und Geräusch kennzeichnet die aktuelle Ästhetik von Sound. Dies umfaßt ebenso paraakustische Faktoren wie den umgebenden Raum; ihn einzubeziehen ist Verdienst einer regelrechten Subdisziplin, der Raumakustik, die ihrerseits erst mit dem Mikrophon respektive Lautsprecher klangtechnisch steuerbar

- Emanziplation des Geräuschs als akustisches Ereignis eine (im alteuropäischen Verständnis) *unmusikalische* Komponente, der erst die Elektronik zur wirklichen Geltung verhalf; macht Fouriertransformation auch das *noise signal* analytisch beherrschbar

- entstammt "Sound" (Schallereignisse) als kurrente Begriffsmünze dem Umfeld des Jazz schon vor dem Aufkommen elektroakustischer Tonabnehmer 1936, meint dann jedoch zunehmend den "technisch generierten Klang", mithin die Verknüpfung von technischer Struktur und kultureller Nutzung (S. 12f); dieser Kurzschluß zweier Aussagenfelder ein wahrhaft medienarchäologischer Untersuchungsgegenstand; konkrete Untersuchung setzt bei einem kulturellen Filter an: dem Ausschlußkriterium "musically relevant audio features"[219], etwa die Zuordnung symbolischer und elektroakustisch realer Parameter: "The symbolic *score format*
contains information on the notes such as musical onset time, pitch, duration, and other hints concerning dynamics and agogics. The purely physical *audio format* encodes the waveform of an audio signal as used for CD recordings" = ebd.; MIDI ein "Hybrid" <ebd.> beider Formate; wird Sound zur Information

Irrealer Klang in Glocke und Subharchord

- Glocke geeignet, an ihr die Differenz zwischen kulturellem Klang und elektronischer Sonik zu erhören; beschreibt Johann Wolfgang von Goethe in seinem Gedicht Dreistigkeit den geradezu epistemologischen, weil kultursetzenden qualitativen Sprung vom akustischen zum sonischen Ereignis am Beispiel der Glocke: "Jeder höret gern den Schall an, / der zum Ton sich rundet" ("Und so mag des Lebens Erzklang / Durch die Seele dröhnen!") = = Bernhard Siegert, "Erzklang. Kulturgeschichte als Signalanalyse", Vortrag Workshop am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin), 5.-7. Oktober 2006

- Begriff "Erzklang": "Erz-" als präpositionales Äquivalent zu altgr. *arché-*; der Glockenklang steht auf Seiten des medienarchäologischen Gehörs

- seit 1960, seit elektrische Resonatoren die Glocke abzutasten vermögen,

219 Meinard Müller, Information Retrieval for Music and Motion, Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 2007, 17

gelingt durch experimentelle Fourieranalyse das Geheimnis des Glockenklangs zu lüften, als Feststellung der Teiltöne mit elektrischem Abstimmgerät = Berhard Siegert, "Erzklang" oder Kulturgeschichte als Signalanalyse, Vortrag Workshop *Sounds of Science*, MPI-WG Berlin

- vermögen einfache elektronische Klangerzeuger (Orgel, Synthesizer) nur hamonische (Sinus-)Klänge zu erzeugen und können der additiver oder subtraktiver Klangsynthese so Flöten, Streichinstrumente und Piano imitieren; "unharmonische Glockenklänge können jedoch auf diese Weise nicht annähernd erzeugt werden" = Hans-Jochen Schulze, "Im Reich der Unharmonischen - Metalsoundgeneratoren für viele Anwendungsfälle", in: Klaus Schlenzig / Wolfgang Stammler (Hg.), Elektronikmagazin 1, Berlin (Militärverlag) 1989, 98-110 (99); erzeugen Glocken ein subharmonisches Spektrum, Kuhglocken gar ein "unharmonisches regelloses Spektrum" = ebd.; antwortete darauf das Subharchord, 1965 entwickelt im Rundfunktechnischen Zentralamt Berlin-Adlershof

- Erzeugung subharmonischer Klänge, wie sie kein klassisches Instrument, sondern allein Elektroakustik zu erzeugen vermag - seit Oskar Salas *Trautonium* bis hin zu xxx Steinkes *Subharchord*, dem ersten Synthesizer der DDR, inspirierend für Karlheinz Stockhausen

- gleitender Übergang zwischen Klang und Musik: Unharmonische Frequenzspektren können unter Verwendung eines Ringmodulators erzeugt werden, in einer integrierten Schaltung. Wird dabei eine Sägezahnschwingung mit einer Sinusfrequenz multipliziert, "ergeben sich eine große Anzuahl von Differenz- und Summenfrequenzen" = 101. "Werden gar Signalformen mit hohem Oberwellengehalt multipliziert (Rechteck mit Sägezahn usw.), entsteht eine Vielzahl an Teilfrequenzen, die eine musikalische Verwendung nahezu ausschließt. Durch anschließendes Filtern (subtraktive Klangformung) können wieder musikalisch verwendbare Signale gewonnen werden" = 103

- sprengt elektronische Musik (Synthesizer) Musik aus den Fesseln des Alphabets; Kompositionen, für die es keine vorgefaßte Tonleiter mehr gibt

- Opposition von Kultursemiotik *versus* Signalanalyse nicht gleich Opposition akustisch Reales *versus* Imaginäres, sondern wird durch Modellbildung von Seiten der hochtechnischen Medien selbst unterlaufen (These Martin Carlé)

- in Klangfarbe des Glockenklang Pakt des *logos* mit dem Alogischen (siegert); Glockenklang reißt Löcher in die symbolische Ordnung der abendländischen Musikkultur

- vollziehen Glockenklänge einen Ausnahmezustand der physikalischen Akustik; ihr Einsatz erzeugt auf der physiologischen Ebene akustische Gewalt (im Verbund mit der Macht von Kirche). Das gleiche System der Glocke aber, in den benediktinischen Klöstern des Spätmittelalters, generierte unter der Hand - erst vom akustischen Geläut her, dann aber losgelöst davon in eine un-akustische Vorverlagerung der kyberenetischen Regelung dieses Glockenschlags durch

genaue Uhrzeit auch Nachts, in den Köstern den Mechanismus der Waaghemmung - der wieder uenrswartet epistemologische Folgen zeitigt, nämlich Frequenzen erst meßbar macht, dafür sensibiliert. Also unterhalb der Akustik eine Zeitdimension, die zwar aus einem kulturell-diskusiven Zusammenhang geboren wurde, aber eine andere Energie entwickelt, die dann allerdings immer wieder Kurzschlüsse mit der Kultur zurück bildet

- Wellengleichung für schwingende Saiten (d´Alembert) als mathematische Fundierung der Akustik; vorab vergrößert Mersenne Saite vom Hör- ins Sehbare, bis er sie zählen und damit in Frequenz überführen konnte; zeitgleich Robert Hooke; Fourier-Analyse gibt dem eine mathematische Fundierung

- Saiten eindimensional schwingende Körper; komplizierter zweidimensional schwingende Körper (siehe Chladnis Klangfiguren)

- stößt Karlheinz Stockhausen in seinen musikzeitlichen Erforschungen (in seinem klassischen Aufsatz "... wie die Zeit vergeht" (September/Oktober 1956) darauf, wie aus zeitlicher, phasenverschobener Überlagerung von Formanten sich ein gemeinsamer Grundton bildet.[220] Die 1963 von Georg Heike (Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung, Universität Bonn) ergänzten Fußnoten bemerken dazu: "Der so definierte Grundton ist in diesem Fall nicht mit dem Terminus "1. Harmonische" gleichzusetzen, da er reell als Sinuskomponente (gemäß der Fourieranalyse) nicht vorhanden ist. Er wird aber auditiv wahrgenommen. Man bezeichnet ihn auch als virtuellen Grundton oder als Residuum" im Falle harmonischer Spektren mit objektivem Fehlen der 1. Harmonischen" = ebd., Anm. 13; Hüllkurve dieses Vorgangs erhält man, "wenn die Impulsfolge auf ein trägheitsbehaftetes Glied gegeben wird, (z. B. ein Tiefpaß), das eine Integration durchführt" <Heike 1963: a. a. O., 111, Anm. 15> - gleich einem sonischen Analogcomputer. "Diese Zeitbewertung durch Integration kann mit verschiedneen Werten (Zeitkonstanten) durchgeführt werden" <ebd.>. In diesem Sinne ist schon Pythagoras´ Monochord ein Analogrechner (aber nur im Sinne der von ihm gedeuten mathematischen Analogie)

- Akustiker ohne musikalisches Gehör? Umgekehrt hört Musikwissenschaft nur auf Klänge, kaum auf Geräusche; noch anders das "Gehör" von signalverarbeitenden Maschinen / Computer, der diese implizite Mathematik wieder bewußt macht, als Operation in die Welt von Hardware, damit von Klang und Zeit, implementiert

- ca. 1960 elektrischer Resonator tastet die Glocke ab, experimentelle Fourieranalyse, Feststellung der Teiltöne mit elektrischem Abstimmgerät; Mikrophone, Drosselspule, Oszilloskope

- Sprache spricht als Signal-Rausch-Abstand; Wesen der Sprache liegt in ihrem Signalcharakter

---

220 Publiziert in: die Reihe Nr. 3 (Wien 1957), 13-42; hier zitiert nach dem Reprint in: xxx, 99-xxx (110)

- kommt im menschlichen Gehör ein ideophonischer Grundton zustande; Fourier-Analyse des Glockenklangereignisses in der Basilar-Membran vollzogen; hat das Imaginäre eine physiologische Grundlage; demgegenüber die meßtechnische, also wahrhaft medienarchäologische Analyse dieses Klangereignisses

- steht *Subharchord* für die synthetische Erzeugung einer Tonalität, wie sie nur (analog)rechnend (im Rechner, gekoppelt an Ausgabemedien der Audifikation) zustandekommen kann - ein sonisch Reales, das nur als Funktion des mathematisch Reellen hörbar wird

- projizierter "Grundton" als spektrale Gestaltwahrnehmung; können erst technische Medien das Reale des Glockentons anschreiben (Fourier-Transformation), im Menschen fundamentaler Mangel; "Erzklang" reine Klangfarbe.

- Akustiker ohne musikalisches Gehör? hört Musikwissenschaft umgekehrt bevorzugt Töne

- sprengt elektronische Musik (Synthesizer) klassische Musiknotaiton aus den Fesseln des Alphabets; Kompositionen, für die es keine vorgefaßte Tonleiter mehr gibt

- Glockenton ein Pakt des *logos* mit dem Alogischen; Glockenklang riß immer schon Löcher in die symbolische Ordnung der abendländischen Klangkultur (Siegert)

- Glockenklang ein Ausnahezustand der physikalischen Akustik; Glocke ist zum Einen im kultur/semiotischen Einsatz: erzeugt auf der akustischen, physiologischen Ebene Gewalt, im Verbund von Macht und Kirche; technisches System der Glocke aber, in den Klöstern, generiert unter der Hand - erst vom akustischen Läuten her, dann aber losgelöst davon in eine un-akustische Vorverlagerung der kybernetischen Regelung dieses Glockenschlags durch genaue Uhrzeit auch Nachts, in den Köstern den Mechanismus der Waaghemmung - der wieder unerwartet epistemologische Folgen zeitigt, nämlich Frequenzen erst meßbar macht, dafür sensibiliert; unterhalb der Akustik eine Zeitdimension, die zwar aus einem kulturell-diskusiven Zusammenhang geboren wurde, aber eine andere Energie entwickelt, die dann immer wieder Kurzschlüsse mit der Kultur erzeugt

- scheinbare Opposition von Kultursemiotik *versus* Signalanalyse nicht gleich der Opposition akustisch Reales *versus* Imaginäres, sondern wird durch Modellbildung von Seiten der hochtechnischen Medien selbst unterlaufen (Argument Martin Carlé)

- gilt Wellengleichung für schwingende Saiten (d´Alembert) als mathematische Fundierung der Akustik; wird dann sogleich von Euler dekonstruiert; vorab Mersenne: vergrößert die schwingende Saite vom Hör- ins Sehbare, bis er sie so zählen und damit er sie in Frequenzanalyse überführen kann; zeitgleich dazu

Robert Hooke (Siegert 2003)

- Fourier-Analyse erst gibt dem eine mathematische Fundierung

- String-Modell in der Quantentheorie; eine gerade Linie nicht mehr die direkteste Verbindung zweier Punkte im Raum, sondern ein unendlich klein schwingender Faden / Hitze

Signalbasierte und psychoakustische Grundlagen für Dissonanzempfindung

- William A. Sethares, Tuning, Timbre, Spectrum, Scale (1999); hier Ausgabe London (Springer) 2005; kritische Grenze zwischen Kultur- und Klangmedienwissenschaft; stellt kulturelle Prägung einen Faktor der empfundenen Dissoanzen dar, ist aber nicht der entscheidende, vielmehr Dissonanz auf physiologische Ursachen zurückzuführen; unterscheidet von Helmholtz zwischen dem leiblichen Ohr des Körpers und dem geistigen Ohr des Vorstellungsvermögens = Helmholtz 1913: 143; Matthias Rieger, Helmholtz Musicus. Die Objektivierung der Musik im 19. Jahrhundert durch Helmholtz' Lehre von den Tonempfindungen, Darmstadt (WBG) 2006, 155; entscheidend Helmholtz' und Sethares' Methode, nicht vom Ton im Ganzen auszugehen, sondern - quasi alphabetisch - von seinen Partialtönen, also Grundton und Obetöne; kommt der reine Sinuston natürlich kaum vor; annäherungsweise in der Stimmgabel

- macht Helmholtz akustische Schwebung für Dissonanzempfindung verantwortlich, also minimal differierende Schwingungslängen; ansonsten subtrahieren oder addieren sie sich - Klang als Rechnung, das Gehör als Analogcomputer; rhythmographisch oder elektronisch in Form von Lissajous-Figuren optisch ausgegeben, oder Audifikation durch Synthesizer

- analysiert Helmholtz zufolge das menschliche Ohr Klänge in ihre Bestandteile, denn "[...] es löst die Wellenformen, welche nicht, wie die Stimmgabeltöne, schon ursprünglich der einfachen Wellenform entsprechen, in eine Summe von einfachen Wellen auf; es empfidnet den Ton einzeln <...> mag nun die Welle ursprünglich als solche aus der Tonquelle hervorgegangen sein, oder sich erst unterwegs zusammengesetzt haben"[221] - also im Kanal, genuiner Medienprozeß

Psychoakustik (Zwicker)

- Technische Universität München, Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation. Zum vergriffenen Buch Psychoakustik von E. Zwicker (1982) war eine von Zwicker und Fastl erstellte Schallplatte mit Hörbeispielen lieferbar; diese akustischen Demonstrationen ins Web gestellt; in den Erläuterungen sind die zugehörigen Figuren und Kapitel aus E. Zwicker, H. Fastl: Psychoacoustics - Facts and Models, 2nd Ed., Springer 1999, genannt;

---

221 Helmholtz 1913: 143

akustische Demonstrationen unter http://www.mmk.ei.tum.de/fileadmin/w00bqn/www/Personen/Fastl/index.html. "Mit den hier zur Verfügung gestellten (als *.wav-files herunterladbaren) Schalldateien wird der Versuch gewagt, akustische Darbietungen, wie sie ähnlich auch in der Vorlesung "live" dargeboten werden, dem Leser zugänglich zu machen."

Vokalalphabet einerseits, Phonograph andererseits

- Vokalalphabet holt die Musikalität, nicht aber den tatsächlichen Klang der menschlichen Stimme in die Schrift; symbolisch, nicht real phonographisch.; erst der Phonograph das wahre Organ, das der diskursiven Suggestion des Sonischen zu widerstehen vermag, denn er "hört eben nicht wie Ohren, die darauf dressiert sind, aus Geräuschen immer gleich Stimmen, Wörter, Töne herauszufiltern; er verzeichnet akustische Ereignisse als solche" = Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin 1986, 39. Waren Vokalalphabet und musikalische Notenschrift noch "kalte" Medien im Sinne McLuhans, bedeutet der Phonograph eine Aufheizung von "Intervallen zu Frequenzen, von einer Logik zu einer Physik der Klänge" = Kittler ebd., 41 - und damit eine Sprengung der (wahrnehmungsphysiologischen) Begrenzung des Hörens durch das Sonische

- fehlt Léon-Scott de Martinvilles Phonautograph von 1860 Umkehrfunktion der selbständigen Reproduktion; Léon-Scott Typograph, Buchdrucker, Buchhändler, und daher eher an Sprachfixierung denn an Klang orientiert, an Lektürepraxis (das Buch selbst spricht nicht). Das typographische Dispositiv dominiert. Eine andere Welt (*epistemé*) ist das akustische Ereignis gesprochener Phoneme. Ging es dem altgriechischen Adaptor tatsächlich um die Musikalität Homers, oder um den spezifischen Charakter der griechischen Sprache? Analog zur Differenz von *techné* und *logos*: einmal das tatsächliche physikaische Ereignis, einmal die symbolische, gegenüber Entropie weitgehend invariante Notation

Technische und kulturelle Akustik im Widerstreit

- Begriff der "technischen Töne" in Analogie zum "technischen Bild" (Sonik)

- als heuristisches Modell, nicht als Behauptung, eine analytische Schichtung, also künstliche Trennung der Ebenen Akustik - Klang - Musik, analog zu OSI-Modell für Internet: unterste Ebene physikalisch

- Akustik, Klang, Schall, Musik sind Sondefrälle, Spezifikationen von periodischen Ferquzenereignissen (Oszillationen), ein Ausschnitt aus dem Wellekspektrum, der nur aus anthropologischer Sicht (das, was den Ohr-Sinn adressiert) als Objekt (Sopektrum) Sinn macht;

vgl. Audifikation als Handhabbarmachung von Akustiik, "un-natürlich", Simulation

- in/formiert "Kultur" dieses Spektrum, negentropisch, als Ausschnitt (namens Sprache, Musik)

- Ton - Klang (fourieranalysierbar) - Musik

- einer der ersten Medienarchäologen des Klangs Jean-Baptiste Fourier; von der Klanganalyse (Fourier) zur Synthese: Computers als Audio-Medium, Beherrschung von Basistechniken digitaler Audioproduktion. Ein Gesetz technologischer Medien: zumeist als Meßinstrumente physiologischer Prozesse entwickelt (Léon Scotts "Phonautograph" zur Stimmaufzeichnung mittels des rußgeschwärzten Kymographen; dazu Helmholtz 1864 xxx), dann Umschlag zur Darstellung - wie auch Hertz (Funken) und Film (von der bewegungsmessenden Chronophotographie zur Filmprojektion 1895).

- Medienarchäologische Gretchenfrage: Stehen technologische Medien dem Akustischen näher als der Musik? Das Sonische durchdringt das Ereignis des Klangs auf seiner Medienebene, anders als die symbolische Operation der logozentristischen Kultur.

- Akustik diesseits der Hörbarkeit, nicht an menschliche Ohren adressiert, etwa akustischer Verzögerungsspeicher im Digitalcomputer; wird der Stellenwert des Menschen in der Sonosphäre neu positioniert: nur noch am Rande, nicht mehr im Zentrum (Anthropozentrismus wäre die kulturelle / kulturwissenschaftliche Sicht)

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

- "Mit der medientechnischen Zäsur, die die Einführung des Phonographen darstellt, wird die ästhetische Theoriebildung im Medium der Sprache ergänzt durch tonometrische und frequenzanalytische Messungen. Hermeneutische Neugier wird verdrängt durch den Blick in die Cent-Tafel. Diese Tafel gesetattet die Zuordnung von absoluten Schwingungszuahlen zu Intervallvershätlnisssen auf der Grundlage logarithmischer Berechnungen. <...> Mit der neuen Medienpraxis entstehen Arbeits- und Archivierformen, die der traditonellen Musikwissenschaft fremd sind. Jenseits einer schrift- und notentextfixierten Philologie wird Musik als etwas in erster Linien Klingedes rehabilitiert. Die aus der Fremde eingesandten Aufnahmen sind scheinbar autorenlose Schallaufzeichnungen. Sie gehen auf Musizieren als eine Tätigkeit zurück,die Tonspuren hinterläßt. Frei von ästhetischer Werturteilsbildung gestatten ihre vergleichenden Schallanalysen auf der Basis merherer tausend Aufnahmen eine Kartographie musikalischer Tonsysteme" = Sebastian Klotz, Hornbostels Nadelkurven, in: ders. (Hg.), "Vom tönenden Wirbel menschlichen Tuns", Berlin (Schibri) 1998, 191-209 (193 u. 195)

- gehen für von Hornbostel die semantischen, gestalthaften Potentiale

sinnlicher Klangwahrnehmung über das hinaus, was Medien messend zu erfassen vermögen: "Die Klangfarben, Ausdrucksnuancen, melodischen Linien und nicht zuletzt die Konsanzwahrnehmung, die musikalischen Gebärden und musikalischen Vibrationen auf der Hautoberfläche erweisen sich als kulturell geprägte, für den Umgang mit Musik wesentliche Phänoemne, die durch die neuen Medien zwar wiedergebene, nicht jedoch in einer medieneigenene Form als solche identifiziert werden können. Welche Konstellationen als konsonant, welcher Ton als Bezugston einer melodischen Phrase in Frage kommen, geben weder der Phonograph noch die Cent-Tafel als unmittelbar ohrenfällig bzw. visuelle, medial herausgehobene Charakteristika preis" = Klotz 1998: 201

- Erich Moritz von Hornbostel als Kronzeuge des medienarchäologischcen Arguments. Hornbostel hat 1911 "Über ein akustisches Kriterium für Kulturzusammenhänge" geschrieben.[222] Als Chemiker hat er den naturwissenschaftlichen Blick, dem die medienarchäologische Ästhetik (zwischen Natur- und Geisteswissenschaften) nahesteht. Buchstäblich "Medium" seiner Erkenntnis ist der Phonograph; sein Verfahren zur subsemantischen Analyse von Weltmusik ist ein mathematisches. In Anlehnung an die Untersuchungen orientalischer Meßinstrumente "mit exakten physikalischen Methoden" durch Alexander J. Ellis in den 1880er Jahren (bestimmte die Schwingungszahlen der Töne, berechnet die Intervalle in dem von ihm erdachten Centmaß, vergleicht die gefundenen Tonleitern) bedient sich auch v. Hornbostel eines numerischen, mathematischer Verfahrens = Erich Moritz von Hornbostel, Die Maßnorm als kulturgeschichtliches Forschungsmittel (1928), in: xxx, 303- (303)

Sonik: Das Sonische als Funktion der Elektrotechnik

- emergierte neuer Begriff von Klang "from the attempt to produce a sound which does not belong to any aesthetic order, out of presumably ‘pure’ sinusoidal waves" = Exposé Workshop *Sounds of Science*, MPI-WG Berlin

- Klang (als Begriff, der erst im menschlichen Gehör Sinn macht) im Unterschied zur rein physiologischen Akustik immer schon kognitiv *informiert*; Mersennes experimentale Agenda anhand schwingender Saiten: greift "raison" korrigierend und supplementierend ein, wo "experiènce" an ihre Grenzen stößt (Kommunikation Sebastian Klotz vom 8. November 2004)

- im Sinne McLuhans unterscheiden zwischen Inhalten der akustischen Kommunikation und der eigentlichen (Medien-)Botschaft des Akustischen: Klang als zeitliche Wesenform / Zeitweise. “Euclidean and perspectivist space have disappeared as systems of reference along with other former “commonplaces” such as the town, […] [and] the tonal system in music […]"; akustische Raum von den elektronischen Medien mit ihrer Gleichzeitigkeit, Überlagerung, Vernetzung und Dezentralisierung buchstäblich induziert; Richard Cavell, McLuhan in Space, Toronto 2003, 7

---

222 In: Zeitschrift für Ethnologie 43 (1911), 601-615. Wiederabdruck in: Christian Kaden (Hg.), xxx, 1986, 207-xxx

- “[a]coustic space isn't limited to a world of music or sound; the environment of electronic media itself engenders the way of organizing and perceiving the other spaces we intersect" = Erik Davis, Acoustic Space (Riga 1997), http://www.techgnosis.com/acoustic.html

- "That the world of sound is essentially a unified field of instant relationships lends it a near resemblance to the world of electromagnetic waves" = McLuhan, Marshall: Understanding Media. New York 2008 (1964), 300

- das Sonische als durch techno-mathematische Medien operationalisierten Klang, der im Rahmen einer "Sonik" an das elektromagnetische Feld gekoppelt ist und insofern nicht mehr auf Klangkörper referiert, eventuell gar diesseits der Hörbarkeit; übersteigt Sonik das Akustische, insofern sie nicht auf eine historisch unspezifische, pure Physikalität reduzierbar ist; bleibt gleichzeitig diesseits einer an philosophischer Ästhetik ausgerichteten Musiksymbolik (so mit/gelesen von Gerrit Papenburg, September 2008)

- grundverschiedene Genese kultureller Musikinstrumente und elektronischer Musik. Kulturelle Musikinstrumente ausdrücklich zum Zweck der Asuweitung menschlicher musikalischer Artikulationen entwickelt oder ge- und erfunden, als "Prothesen" im Sinne der Medientheorei McLuhans. Anders die elektronische Musik: deren Instrumente waren zumeist "simply the curious byproducts of other researchinto electrical pohenomena", schreibt David Dunn, "A Historty of Electronic Music Pioneers", in: dem von ihm herausgegebenen Ausstellungskatalog mit dem bezeichnenden Titel *Eigenwelt der Apparatewelt*, Linz (Ars Electronica) 1992, 21- (23).

- medienepistemische Eskalation verkörpert im von Friedrich Trautwein entwickelten Trautonium, für das Paul Hindemith, auch Richard Strauss komponierten: "This keyboard instrument was based upon distinctly different technology than the principles previsouly mentined. It was one of the first instruments to use a neon-tube oscillator and its unique sound could be selectively filtered during perfomance.Its resonance filters could emphasize spezici overtone regions. The instrument was developed in conjunction with the Hochschule für Music in Berlin were a a research program for compositional manipualtion of phonograph recordings had been dfounded two year earlier in 1928. <...> The German experiments in phonograph manipulation constitute one of the first attemopts at organizing sound electronically / that was not based upon an instrumental model" = Dunn 1992: 26 f.; eine Medientheorie der elektronischen "Musik" von diesem Momentum her denken (nicht vom globalen Horizont einer Kulturgeschichte der Musik & Technik), in medienarchäologischer Perspektive, d. h. von Seiten der elektrotechnischen Komponenten dieses Geräts

- stellt Protagonist der elektronischen Musik, Pierre Schaeffer (der mit der Manipulation von Schallplatten begann, vor-elektronisch), die Gretchenfrage: "Photography <...> has completely upset painting, just as the recordin gof 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 *Eigenwelt der Apparatewelt*, Linz (Ars Electronica) 1992, 21- (31)

- sonischen Charakter des schwingkreisbasierten Computers *Parametron*; "Musikalität" des dreiwertigen Rechners SETUN

- Friedrich Cramer, Symphonie des Lebendingen. Versuch einer allgemeinen Resonanztheorie, Frankfurt/M. u. Leipzig (Insel) 1996

Klang als "Medium"

- nicht-arbiträre Verbindung zwischen dem Zeitverhalten hochtechnischer Medien und dem musikalischer Prozesse für eine Theorie des Sonischen relevant; wird das anaisthetische Feld konkret über das Zeitverhalten hochtechnischer Medien untersucht, ist ein solches Feld nicht einfach das Nicht-Sinnliche

- zielen medienarchäologischen Analysen vielmehr auf die "unteren" Ebenen, die akustische und sub-sonische; mit dem Zeitverhalten hochtechnischer Medien abgleichen; das Sonisch-Klangliche mit der signalverarbeitenden Maschine Computer verknüpfen

- Onlineplattform PopScriptum, Ausgabe "Das Sonische - Sounds zwischen Akustik und Ästhetik"; dabei "die Spur eines Begriffs aufnehmen, der bei uns am Lehrstuhl schon geraume Zeit kursiert, jedoch noch nie systematisch erfasst wurde" (Jens Gerrit Papenburg); www2.hu-berlin.de/fpm/popscrip/index.htm

- *reentry* von "noise" als ästhetisches Stilmittel in der aktuellen Klangkunst; erst im Moment der Störung manifestiert sich ein Medium authentisch

- die "kulturelle Formatierung von Klang", "körperlos gewordener Klang" oder "Klang als Echtzeitsimulation seiner selbst" = Peter Wicke, Vortrag zum Thema "Samples, Loops und Streams"; definiert Popmusik als "Medium in Klang"; trägt zwar Musik im Begriff, emergiert aber primär aus technologischen Prozessen, die sie bewegt, primär vermittelt, implizit *im* / explizit *als* Klang; "Musik" in medienarchäologisch gestimmten Ohren

- Diss. Jan Hein Hoogstad über "time-(audio-)tracks", Tonbandspuren und Rap-Musik

- Philip Glass 1974 zum Wesen der Repetitive bzw. Minimal Music: "Wenn es offensichtlich ist, daß nichts im üblichen Sinne „passiert“, aber daß stattdessen die stufenweise Entwicklung des musikalischen Materials als Grundlage der Aufmerksamkeit des Zuhörers dient, dann kann möglicherwise ein anderer

Modus von Hören entdeckgt werden <...>. So bleibt zu hoffen, daß man dann in der Lage sein wird, das „Jetzt“ der Musik wahrzunehmen, frei von jeder dramatischen Struktur, als ein reines Medium des Klangs." = zitiert nach Programmheft der Aufführung von *In the Penal Colony*, Musik Philip Glass, Hebbel-Theater Berlin, November 2002, 7

- unterschied Diogenes von Seleukeia zwischen einer naturgegebenen und einer geschulten Wahrnehmungsfähigkeit, einer *autophyés aísthesis* und einer *epistemoniké aísthesis* = zitiert nach Philodem, *De musica* IV,1, in Franz 1999: 393; zur asemantischen Wahrnehmung von Musik bei Philodem Franz 1999: 399 f.

- entwickelte Peter Wicke Kategorie des „Sonischen“ als Ebene zwischen elaborierter Musik und rein physikalischer Akustik; meint auditive Wahrnehmung auf der Ebene der *aisthesis*, doch kodeterminiert durch kulturtechnische, für 20. Jahrhundert spezifisch technische Muster / Filter von Wahrnehmung

Elektronische Analyse von Klangdaten (Meßmedien)

- zunächst die alphabetische oder musikalische Notation des Gesangs: symbolisch, eine Abstraktion; dann die phonographische Aufnahme: das Reale der Stimme, aber als Mechanik noch am Ende der Schriftkultur; erst Aufzeichnung im elektromagnetischen Feld macht die Signale der elektronischen Analyse von Klangdaten durch andere elektromagnetische Meßmedien zugänglich; schließt sich eine Welt zum autopoietischen System, in dem Medien mit Medien kommunizieren, zunächst auch unter Ausschluß des Menschen, insofern ihm dies nicht *qua* graphischer Interfaces /Windows zugänglich wird, oder akustisch zweiter Ordnung). Aktuelle Eskalation die Digitalisierung dieser Elektronik, *computing*. Erst wenn das Signal in digitaler Form vorliegt, läßt sich (etwa in SuperCollider) eine FFT durchführen.

Aus Meßmedien werden Klangmedien

- "In der elektronischen Musik werden <...> Tonfrequenzgenreatoren benutzt, welche tonfrequente (d. h. für den Menschen als Ton hörbare) Schwingungen erzeugen. <..> Alle Generatoren <...> sind ursprünglich Hilfsmittel der <...> Meßtechnik, die für die Überwachung und Instandhaltung aller Geräte und Anlagen der Rundfunktechnik verantwortlich ist. <...> Funkhäuser müssen über ein derartiges technisches Instrumentarium verfügen, also fand beim Rundfunk die erste Begegnung von Komponisten und elektroakustischer Technik statt."[223]

- haftet der Begriff des Klangs - als Überlagerung von Tönen - an der menschlichen Hörbarkeit. Das Sonische umfaßt demgegenüber den erweiterten Bereich sub- und ultrasonischer Klangweisen, die vielmehr das

223 Hans Ulrich Humpert, Elektronische Musik. Geschichte, Technik, Kompositionen, Mainz (Schott) 1987, 71

medienarchäologische Vernehmen erhört.

- das Sonische und die Zahl; verweist sonische Signalverarbeitung im Computer auf ein anaisthetisches Feld; etwa "sonischer" Verzögerungsspeicher

Der Klang des elektronischen Bilds (mit Viola und Flusser)

- stellt Vilém Flusser eine ausdrücklichen Vergleich zwischen Kammermusik und Telematik her: "Das Universum der Musik ist ein ebenso kalkuliertes und komputiertes wie das der technischen Bilder" <Flusser 1985/1999: 179>, und ebenso "ein von semantischen Dimensionen emanzipiertes" <ebd.>. Indem Flusser nun meint, daß die Welt der technischen Bilder "musifiziert" ist, beschreibt er nichts anderes als die Tatsache, daß die sogenannten Bilder einen anderen Daseinszustand angenommen haben. Bild und Musik sind nur noch Begriffe, welche die "path dependence", den Verzug, das Hinterherhinken des Diskurses gegenüber einer schon fortgeschrittenen kulturtechnischen Lage beschreiben. Was Flusser instinktsicher erspürt, aber noch konventionell benennt, ist nichts anderes als eine Welt zeitkritischer Prozesse, die zwischen Symbolen und Physis verrechnet wird - *ludus tonalis* <181>

- Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54

- Maurizio Lazzarato, Video Philosophie, Berlin (b_books) 2002

- John Logie Bairds "Phonovision"; waren bei einer Bildauflösung von 30 Zeilen und einer Bildwiederholfrequenz von 12,5 Sek. die elektrischen Signale - an Lautsprecher gekoppelt - in der Bandbereite des menschlichen Hörsinns, was ihn das seinerzeit dominante Tonträgermedium assoziieren läßt und zum Verfahren der Fernsehbildspeicherung auf Schellackplatten führt. Bildspeicherung wird in sonische Zeit transformiert

- zergliedert elektronisches Fernsehen im Unterschied zur Kinematographie die Bilder selbst, zeilenweise / in verschränkten Halbbildern. Umgekehrt kehrt ein medienarchäologisches Element der elektronsichen Bildübertragung, nämlich die elektrische Abtastung von Lichtsignalen durch Photozellen (und umgekehrt), im Tonfilm wieder ein, als Lichttonverfahren (Selenphotozellen zunächst) - das Fernsehen im Film, das elektronische Moment im ansonsten rein mechanischen Projektionsmedium Film. Beide optischen Medien lösen sich also nicht ab (die makro-medienhistorische Perspektive), sondern sind - wenn von den diskreten technischen Elementen her medienarchäologisch gelesen - hybrid miteinander verschränkt. Fernsehen verläßt hier die lineare Mediengeschichte. Schon für die Frage der Genese von Fernsehen aus der Bildtelegraphie gilt, daß es sich vielmehr um Figuren des *re-entry* handelt; im digitalen Fernsehen (bzw. für "filmische" Photographien: im gepixelten CCD-Chip) kehrt diese Prähistorie wieder ein

Nicht-akustische Klangweisen

- Hegel in Anlehnung an Chladnis *Akustik*: "Die Mittheilbarkeit des Klangs, dessen so zu sagen klanglose, der Wiederholung und Rückkehr es Zitterns entbehrende, Fortpflanzug durch alle in Sprödigkeit u.s.f. noch so verschieden bestimmten Körper <...> zeigt die durch sie frei hindurchziehende Idealität, welche ganz nur deren abstracte Materialität <...> in Anspruch nimmt <...>; dieses Idealisiren selbst ist nur das Mittheilen" = Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse [1830], hg. v. Wolfgang Bonsiepen / Hans-Christian Lucas, in: ders., Gesammelte Werke, Bd. 20, Hamburg 1992, 298; dazu Daniel Gethmann, Die Übertragung der Stimme. Vor- und Frühgeschichte des Sprechens im Radio, Zürich / Berlin (diaphanes) 2006, 16

- Ultraschall ("Raum"orientierung von Fledermäusen)

- "Electric speed is approximately the speed of light, and this consitutes an information environment that has basically an acoustic *structure*."[224] Im epistemologischen Sinn ist *das Sonische* nicht auf das Auditive beschränkt, sondern *Erkenntnis* temporaler (a/periodischer) Prozessualität einschließlich dem Geräusch: Entropie und Informationstheorie als solche

- Begriff der "AV"-Medien privilegiert den schmalen Ausschnitt in der Bandbreite elektromagnetischer und vibratorischer Wellen, den menschliche Sinne wahrzunehmen vermögen; demgegenüber widmet sich der *ontological turn* in den Sound Studies vor allem den nur noch von mathematischer Rechnung oder technischer Analyse vernommenen, impliziten "Klang"; Brian Kane, Sound Studies without Auditory Culture: A Critique of the Ontological Turn, in: Sound Studies 1 (2015): 2–21

Die Harmonische Analyse

- Grenzen eines erweiterten Begriffs des Sonischen: Norbert Wiener sucht den Ausweichmanövern gegnerischer Kampfflieger im Zweiten Weltkrieg durch die Unterstellung quasi-klanglicher Figuren analytisch beizukommen. Doch "the acoustic analogy we suggested is invalid: the response of Wiener's apparatus to the incoming signals was a far cry from that of the human ear in response to sound waves" = Masani 1990: 189. Plötzliche Transienten tendierten dazu, das gesamte Signal zu maskieren.

- Lord Kelvins *Harmonic Analyzer* = Analogrechner für hydrodynamische Probleme: der unerhörte "Klang" der Medien. Dynamische Prozesse werden als klanghaft unterstellt; im Synthesizer als Gegenstück zum ebenso spannungsgesteuerten elektronischen Computer wird es als Klang manifest.

---

224 Letter to Barbara Ward, 9 February, 1973. McLuhan 1987: 466

Die Harmonische Analyse von Tanz (der Moleküle)

- vor dem Film: Kultur darauf angewiesen, Tanzbewegung gleich Musik symbolisch zu notieren. Raoul Auger Feuillet veröffentlicht 1700 in Paris seine *Choregraphie*, die Schritte am Boden noch weitgehend bildhaft (wenngleich abstrahiert) notiert. Ein epistemologischer Bruch ist der zwischen kontinuierlicher Tanzbewegung und diskreter Notation (Segmentierung); dazwischen stehen quasi-mechanische Strichfiguren. Zeit, Raum und Körper sollen hier integriert werden. "Aus dem Verfahren der Musiknotation werden zwei Aspekte auf die Bewegungsnotation übertragen - einmal das Prinzip der Addition (Bewegung setzt sich wie der Klang aus mehreren Elementen zusammen) und zum andern das Prinzip der Dauer (Zeitwerte der Bewegung werden durch die musikübliche Ausgestaltung der Noten vermittelt)" <Jeschke 1999: 17>

- werden auch abrupte Bewegungsdiskontinuitäten als Überlagerung harmonischer Schwingungen anschreibbar (in Anlehnung an Fourier und seine Grenzwerte), wie die Umsetzung des Digitalen im Analogen als Impulse; hat Norbert Wiener damit die scheinbar regellose Brownsche Molekularbewegung mathematisch domestiziert

Eine Medientheorie des Akustischen: "Acoustic space" (McLuhan)

- verschiebt die Theorie des Sonischen die Aufmerksamkeit hin zum medienarchäologisches Gehör; war esMcLuhan, der bereits in *The Gutenberg Galaxy* (1962) auf die einseitige Privilegierung des Ges(ch)ichtsinns durch die lineare Ausrichtung abendländischer Wissensaufnahme, -speicherung und -übertragung im vokalalphabetischen zeilenförmigen Schriftbild (ob nun als Text oder textil) hingewiesen hat; demgegenüber vernahm er mit geradezu medienarchäologischem Gespür für die Epoche der elektr(on)ischen Medien ein Wiedererwachen des "acoustic space" als simultaner Zeitform von Kommunikation[225]

- Electronic Voice Phenomenon als Vernehmen von spiritistischen Botschaften aus dem Rauschen magnetbandgespeicherter Radioübertragungen[226]

- begreift McLuhan den *acoustic space* eher vom Raum denn von der Zeit her,

---

225 Zum Begriff des *acoustic space* siehe das Kapitel "Das resonierende Intervall", in: Marshall McLuhan / Bruce Powers, The Global Village, Paderborn 1995; ferner Tony Schwartz, The Responsive Chord, New York 1974

226 Dazu Joe Banks, Rorschach Audio: Ghost Voices and Perceptual Creativity, in: Leonardo Music Journal, Vol. 11 (2001), 77-83. Doch dieser Text aus der Welt des Buchdrucks scheitert an seinem eigenen Gegenstand, dem sonischen Phänomen. Alles darin ist argumentativ gut nachvollziehbar - doch es ermangelt des akustisch Realen sowie des Schwingungsereignisses, um das der Text kreist. Die Audio-Mitschnitte von EVP sind im Text buchstäblich nur symbolisch präsent.

implizit in Anlehnung an Teilhard de Chardins Begriff der "Noosphäre": "I have never ceased to meditate on the relevance of this acoustic space to an understanding of the simultaneous electric world"[227]

- kam in der Forschergruppe um die Zeitschrift *Explorations* und speziell im *Culture and Communication Seminar* der Universität von Toronto durch den Psychologen Carl Williams der (von E. A. Bott geborgte) Begriff des "auditory space" ins Spiel. "The phrase was electrifying. Marshall changed it to 'acoustic space'", erinnert sich Edmund Carpenter, zitiert in: Theall 2001, 231. "McLuhan suggested to Tyrwhitt that the initial social organization of city spaces was related to the translation of audible forms into spatial forms. The result of this translation is 'writing' of all kinds. In line with an Innisian understanding of media bias, he claimed that orality had previously locked societies into a world of time, removed from any spatial control."[228]

Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler)

- Indem das Sonische umfassender als das Auditive alle möglichen Klänge als Erkenntnisobjekt umfaßt - mithin also die Welt der Schwingungen -, ruft es auch deren Kehrwert: die Mathematik der Frequenzen, auf den Plan; ein Minimum an Mathematik, wenn Medientheorie und Klanganalyse konvergieren; gilt dies zugespitzt für die Medienanalyse von Klang

- studierte Werner Meyer-Eppler Mathematik, Physik und Chemie; seine 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 Fakukltät 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 meßtechnisches Sinnbild das Oszilloskop

- "Beneath the level of note lies the realm of microsound, of sound particles. Microsonic particles remained invisible for centuries."[229]

- bezeichnet *B* die spektrale Breite des akustischen Ereignisses und *T* seine

---

227 Marshall McLuhan, The end of the work ethic, in: M. A. Moos (Hg.), Media research. Technology, art, communication, Amsterdam (G&B Arts International) 1997 [*1973], 92-109 (101)
228 Michael Darroch, Bridging Urban and Media Studies: Jaqueline Tyrwhitt and the *Eplorations* Group, 1951-1957, in: Canadian Journal of Communication, Bd. 33 (2008), 147-169 (156)
229 Curtis Roads, Mircosound, Cambridge, Mass. 2004, vii

Dauer, bedarf es höchstens $n = 2BT$ relle Amplitudenwerte ("Informationsquanten" oder "Logonen") zu seiner Darstellung (im Sinne der sinnesanthropologischen Beschränkung); von hier Schritt zu den Gaborschen "Elementarsignalen", die je aus einer "gaußisch berandeten Sinus- oder Kosinusschwingung" bestehen. Ein akustisches Elementarteilchen (*Gabor*sche Elementarsignale verschiedener effektiver Dauer Δt) läßt sich entweder mathematisch "in reeller Schreibweise" darstellen (Meyer-Eppler 1955: 150, Gleichung), oder in graphischer Form: 151: Abb. 10

- 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: Abb. = ebd., 151, Abb. 11: Kompositions-Matrix; kommt es nicht von ungefähr, daß diese Sicht der Musik vor allem von Physikern, Mathematikern, Kybernetikern (heute sagen wir: Informatiker), allgemein: von Naturwissenschaftlern getragen wurde. Deren Antwort auf die Frage nach der Musik lautet eindeutig: Klang; diesem Appell des Sonischen schließt sich Medienarchäologie an.

- holt Gabor im Namen einer "subjective acoustics" die Zeit zurück in die Klanganalyse, welche Fourier durch seine Transformation vom Zeit- und den Frequenzbereich extrapoliert hatte. Zunächst 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 functionof time, or in its representation by Fourier components *S(t)*. A mathematical description is wanted which *ab ovo* takes account of this duality. Let us therefore consider both time and frequency as co-ordinates of sound" = Gabor xxx: 591

- definiert Gabor zunächst mathematisch die "uncertainty relation between time and frequency" als Delta *t*: "What we have obtained is a classical model of one-dimensional static wave mechanis, in which unity replaces Planck´s constant *h*. Formally this `quantum´ is represented by a cell ofunit (dimensionless) area inthe information diagram. <...> 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>. Es 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).

- fragt Gabor schließlich konsequent "whether quantum theory has anything to learn from the acoustical model. In a formel 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, ther can be nothing inone which is not inmoplicit inthe other" <593f>. Und so gilt es "to distinguish 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. Eine 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 membrance. 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 (im Anschluß an Martin Kuschs Lesart von Michel Foucaults *Archäologie*[230]) immer auch die mathematische meint

Quantentheorie des Sonischen

- Computertaktung noch sonifizierbar, also akustisch zugänglich; Quantencomputing aber liegt im subsonischen Bereich: "In der <...> Quantenphysik hat der Begriff der Resonanz eine Ausweitung erfahren, indem er auch auf Änderungen des energetischen Anregungszustands eines Systems angewendet wird. Grundlage ist hier die Quantenbedingung, die jedem Energiebetrag vermittels der Planckschen Konstante die Frequenz einer Schwingung zuschreibt" = http://de.wikipedia.org/wiki/Resonanz_%28Physik%29; Zugriff Juli 2013; Schwierigkeit für das Verständnis der Wellentheorie (Wahrscheinlichkeitswellen) sieht Max Planck darin, "daß die Materiewellen sicherlich nicht dieselbe Art von Anschaulichkeit besitzen wie etwa die akustischen oder die elektromagnetischen Wellen"[231].

- Vorschlag Seth Lloyd, die Überlagerung mehrerer Bits in einem Quantencomputer analog zur Überlagerung von Schallwellen vorzustellen: Eine 0 oder eine 1 klingt dann (wenngleich übersummativ) wie ein einzelner Ton, eine Überlagerung wie ein Akkord - nur daß der Moment der Messung diese Gleichwahrscheinlichkeit zu einer Eindeutigkeit kollabieren läßt, während das menschliche Ohr den Ton in seiner Vielheit zur Empfindung werden läßt. IBM-

---

230 Martin Kusch, Foucault’s Strata and Fields. And Investigation into Archaelogical and Genealogical Science Studies, Dordrecht / Boston / London 1991

231 Max Planck, Das Weltbild der neuen Physik [*1929], 11. unveränd. Aufl. Leipzig (Johann Ambrosius Barth) 1952, 37

Forscher Peter W. Shor "glaubt, daß dieser symphonische Aspekt des Quantencomputers ihn dazu befähigt, große natürliche Zahlen schnell in ihre Faktoren zu zerlegen" <Röthlein 2004: 113> - so schnell wird aus Musik Kryptgraphie als Primzahlzerlegung. Shor vermeint zu hören, daß die Faktoren einer großen Zahl gegenüber anderen Instrumenten "so deutlich hervortreten wie eine Melodie, die von Geigen, Bratschen und Celli in Oktavparallelen gespielt wird" <ebd.>. Auch Wahrscheinlichkeitswellen bilden so Amplituden, doch dies "bedeutet natürlich nicht, daß ein Wissenschaftler nun statt des Integralzeichens einen Violinschlüssel schreibt; nur in schlechten Romanen denken Wissenschaftler, wenn sie Musik hören, daran, daß der Oktave Logarithmen zugrunde liegen"[232] - genau dies aber ist das medienarchäologische Gehör, wenn es sich als Graph der Intensität von Obertönen eines Cellos bei 280 Hz mit Hüllkurve abbildet. "Um das Singen und Tanzen zu verachten, genügt es, beide in ihre Bestandteile zu zerlegen" = Kaiser Marc Aurel zitiert ebd., 272; genau das ist wissenschaftliche Analyse im Unterschied zu Kunst, und Naturwissenschaften, denen Medienwissenschaft als *Mediamatik* ebenso nahesteht wie den Kultur- und Geisteswissenschaften; vermag "nur jene Erscheinungen zu erkennen, deren Eigenschaften man durch Zahlen beschreiben kann" = ebd., 270; läßt sich Musik gerade in diese Mathematik bringen. Für die quantenmechanisch informierte Kernphysik ist ein Atom ein System von Differentialgleichungen. Dennoch macht es heuristisch Sinn, die Wellenfunktionen der Quantenmechanik mit der schwingenden Saite zu analogisieren - ganz in der Tradition von Huygens. "Selbst wenn im Atom keinerlei reale Schwingungen ähnlich denen der Saite vonstatten gehen, so bleibt diese Anlogie dennoch nicht weniger nützlich" <ebd., 196>; die mathematische Gleichung für eine schwingende Saite ist der Schrödingergleichung sehr ähnlich, gerade weil sie eine Wellengleichung darstellt. Wer es nicht als Formel entziffern mag, dem ist es als Graphik anschaulich. In beiden Fällen erkennen wir Sinuskurven. "Der Sinn dieser Kurven ist klar: Sie stellen die Form der Saite zu einem bestimten Zeitpunkt dar, sie sind gleichsam eine Momentaufnahme ihres Schwingungsprozesses" <ebd., 195> - aber nicht der Ein- und Ausschwingvorgänge, die erst den Schmelz des musikalischen Genusses, der humanen Tonempfindung ausmachen. Ort und Impuls, in der Tat, sind kaum gleichzeitig zu fassen (worauf dann Gabor mit seinen akustischen Quanten antwortet)

- hält sich *eine* Theorie der Elementarteilchen beharrlich an das Bild von *strings*

Sonographie

- kommt Ultraschall funktional zum analytischen Einsatz in medizinischen Sonographie, wenn im Gewebe solche Hochfrequenzen gebrochen werden und als Echo zum Sender zurückkehren, wo sie in elektrische Spannungen und durch A/D-Wandler in Zahlenwerte transformiert werden können - eine Matrix, die dann zu diagnostischen Zwecken als Bild ausgegeben werden kann. Zur Funktion des Sonischen wird hier der medizinische Blick, zum analytischen

---

232 Leonid I. Ponomarjow, Welle oder Teilchen? Eine populäre Quantenphysik, Moskau (MIR) / Leipzig et al. (Urania) 1974, 276

Telephon (Tradition Elektrophysiologie) in technologischer Hinsicht (der piezoelektrische Schallkopf dient als Sender wie als Empfänger für hochfrequente Schallwellen im KHz und MHz-Bereich, die durch Modulation respektive Demodulation der Ausdifferenzierung sonischer Information dienen). Sonografie erzeugt die Signale, die dann zur quasi-bildlichen Ausformulierung kommen, durch einen Signalinput von außen, während sie bei der Magnetresonanztomographie (MRT) im Gewebe selbst durch Induktion entstehen; Kernspineffekt (die Drehung der geladenen Kerne von Wasserstoffatomen um ihre eigene Achse) erzeugt einen Kreisstrom, der gleich einer stromdurchflossenen Spule ein magnetisches Dipolfeld induziert; kann von außen mit einem elektromagnetischen Hochfrequenzimpuls versehen werden, der je nach Synchronisation Quermagnetisierungen erzeugt, die ihrerseits wieder als Spinechosequenzen ablesbar sind; von empfindlichen Apparaturen empfangene Resonanzsignal wird aus der Summe der Signale der einzelnen Voxel gebildet; läßt sich mathematisch der Anteil der einzelnen Voxel am Resonanzsignal destillieren und Bildpunkten zuweisen; wird mit Hilfe der Fourieranalys das Frequenzgemisch in periodische Grundschwingungen samt Signalamplituden und Phasenbeziehungen zwischen den Frequenzanteilen zerlegt - ein implizit "musikalischer" Akt (von der Sonifikation als uneigentlichem "Klang" zum Bild)

Ton *im* elektronischen Bild

- "Durch aufmerksame Betrachtung des Bildes ist es ohne weiteres möglich, defekte Stufen oder Bauteile zu bestimmen"[233]; so deuten sog. Fahnen im Fild auf zu starke Schwächung der tiefen Bildfrequenzen. "Auch ein zu tief abgestimmter Oszillator erzeugt Fahnen, allerdings ist der Ton dann mit Geräuschen vermischt" = ebd., 219; läßt sich auf AM-Langwellenfrequenz ca. 150 kHZ der Ton eines Uralt-Fernsehers vernehmen, während das Bild sich stabilisiert; einmal stabil, ist kein Sonderton mehr zu hören

Das sonische Element im *streaming video*

- kommt Spektralanalyse (Fourier-Transformation) zum Zug, die eine komplexe Wellenform in die sie konstituierenden Einzelschwingungen auflöst; "interpretiert" diese Transformierte im mathematischen Sinn eine willkürliche Wellenform als Serie einfacher Sinuswellen mit verschiedener Frequenz und Amplitude; addiert rekonstitutiert sich daraus das originale Signal. Eine spezielle Variante, die Diskrete Kosinus-Transformation, enkodiert komplexe, über Zeit oder Raum variante Signale in eine Serie diskreter Frequenzkomponenten. "They can be added together to reconstitute the original signal during decoding. Nearly all video codecs transform spatially extended images into sets of simple frequencies" = Mackenzie 2008: 51 - eine Form der "Sonifizierung", und damit selbstredend zeitkritisch: "This allows them to isolate those components of an image that are most perceptually salient to human eyes" = ebd.; auf den ersten Blick diese Verklanglichung kontraintuitiv:

---

233 Karl-Heinz Finke, Fernsehempfänger, Berlin (VEB Technik) 1978, 215

"In what way can a videoframe be seen as a waveform?" = ebd.; kommt ein Begriff des Sonischen zum Zug, der sich von der Akustik vollständig gelöst hat und eine quasi-musikalische Zeitweise meint

(Digitales) Remastering

- Franz Schöler, Digitales Remastering, über die Bearbeitung von Musik am PC, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 11.07.2000, Nr. 158, T1

- Liszt-Einspielungen von Cora Irsen auf O-Flügel des Komponisten im Haus Weimar, digital "re-mastered"; steht die CD nicht mehr im technisch transitiven (semiotisch "indexikalischen") Kontakt mit dem Original, wie die analogen Aufnahmetechnik der Schallplatte / des Grammophons; digitale Übersetzung aus dem Analogen ins Numerische und dessen Rückübersetzung in den Raum arbiträr im Sinne der symbolischen Maschine

Definitionen von "Klang"

- durch Cage, Varèse u. a. wird der Klang-Begriff, in seiner eigentlichen Botschaft als Zeitform betrachtet, von seiner festen Kopplung an das Musikalische befreit. Als implizite zeitliche Ausgestaltung begriffen, entfaltet sich Klang weitgehend unhörbar auf noch andere Weisen, etwa im *diagrammatic reasoning* (Peirce)

- "Musik" auf kulturell-semantischer Ebene eine symbolische, geradezu zeitlose Ordnung; auf der dramatischen Ebene ereignet sie sich tatsächlich erst im Erklingen. Die musikalische Fügung (Partitur) existiert als Kodierung konzeptionell (Komposition) und wird im mikrotonalen Vollzug der Aufführung zeitkritisch - ein *Zeitreal*

- Performance von Marcus Schmickler & Carsten Goertz auf Basis der psychoakustischen Temporalparadoxie des Shepart-Risset-Glissandos: eine Tonfolge, welche die Illusion unendlich auf- und absteigender Tonhöhen erzeugt, obgleich stets nur die gleiche begrenzte Zahl an Tonschritten gespielt wird. "Bei 'Fortuna Ribbons' erzeugen synthetische Klänge und Lichter eine eigenständige, körperlich eindringliche Präsenz, die jedliche Anwesenheit menschlicher Performer vergessen machen [...]" = Pressemitteilung des CTM Festival Adventurous Music & Art (im Haus der Kulturen der Welt Berlin, 21. / 22. April 2016) *Technosphärenklänge # 2*, *online* ctm-festival.de

- "klangliche Materialität als Interventionspunkt gegen die soziologische Schlagseite der Popmusikforschung" (Kommunikation Jens Gerrit Papenburg, August 2015)

- *sonicity* als implizite Klanglichkeit, Fokus auf klangförmige *Zeitformen* verschiedenster Art (dies- und jenseits des Akustischen); problematisch am Neologismus: speichert Phonographie "zunächst einmal nichts als

Schallereignisse. Bereits hier ergibt sich eine Reihe von terminologischen Problemen, denn *Schall* ist als solcher kein *Klang* und schon gar nicht *Musik*. <...> Klang dagegen, und hier herrscht in der vom Klang, Sound und Sonischen begeisterten medienwissenschaftlichen Szene manchmal bgriffliche Verwirrung, ist bereits eine auf die Wahrnehmung bezogene Eigenschaft akustischer Schwingungen und kein ontologischer Urgrund jenseits des menschlichen Hörens" = Rolf Grossmann, Die Materialität des Klangs und die Medienpraxis der Musikkultur. Ein verspäteter Gegenstand der Medienwissenschaft?, in: Axel Volmar / Jens Schröter (Hg.), Auditive Medienkulturen. Techniken des Hörens und Praktiken der Klanggestaltung, Bielefeld (transcript) 2013, 61-78 (63)

- meint das Sonische weder Ton noch Klang, sondern deren operatives Dazwischen; oszilliert zwischen dem Realen des Akustischen und dem Symbolischen des Klangs - ein dynamisches, operatives Dazwischen

- Schwierigkeit, triftig zwischen Akustik, Ton und Klang, und schließlich Musik zu differenzieren; findet sich Klang (engl. "Sound", "Tone") definiert als "mehrdeutige Bezeichnung für verschiedenen akustische und musikalische Phänome"[234] - in der Tat also *zwischen* Physik und kultureller Semantik

- gegenüber Musikbegriff Klang weitgehend asignifikant, aber Baustein für musikalische Signifikation, gleich den Buchstaben des Alphabets

- spezifisch medienarchäologische Perspektive: techno-mathematische Engführung der Frage nach dem Sonischen

- Für welche klanglichen Ereignisse Musikwissenschaft zuständig, und für welche die Medienwissenschaft? Arbeitsteilung Klang und Sonik (analog zu Bildwissenschaft im Unterscheid zu Kunstgeschichte, aber eben auch noch nicht Computervisualistik / Neuroinformatik)?

- in begrifflicher Analogiebildung zur Elektronik (als Begriff für die Steuerbarkeit des freien Elektronenflusses) Sonik als medientechnisch operationalisierte Form von Klang, als spezifische Eskalation einer allgemein sonischen Dimension in der Kultur; genuine Kompetenz der Medienkultur, Differenzen im Klang zu hören, die aber durch die Modi seiner Hervorbringung - also technische Medien - *gesteuert*

Klang und Medium

- Analogie zur schriftlichen Kodierung des Akustischen, wenn Schwingungen in Frequenzen numerisch anschreibbar; Klang komplex wie ein Wort, zusammengesetzt aus Einzeltönen; für Akustiker Klang "eine hörbare periodische Schwingung, die sich im Ggs. zum Ton, gemeint ist dann der Sinuston, aus mehreren Teilschwingungen zusammensetzt" = Enders 1997: 141; kommt frühe elektroakustische Musik (die zunächst einfache Schwingungen, reine Sinustöne oder sinuide Artikulationen produziert) vom

234 Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 141

meßtechnischen Sinuston her

- für Übertragbarkeit Klang *als Schallwellen* ein physikalisches "Medium" erforderlich; *Encyclopaedia Britannica* (2003) definiert Sound als "Mechanical disturbance from a state of equilibrium that propagates through an elastic material medium". Wellen breiten sich in gekoppelten Systemen (etwa Luftpartikel) per Übertragung des Impulses an Nachbarteilchen aus; signaläquivalente Modellierung durch technische Systeme

- auf physikalischer Ebene Klang *kein* Medium; Medium hier (wie von Aristoteles in *Peri psyches* als "to metaxy", als "Dazwischen" beschrieben) vielmehr die Luft, in der sich Klang überträgt; natürlicher oder kultureller Klang schlechthin *im* physikalischen Medium

- im Sinne der Definition von Fritz Heider (1926) "Medium" alles, was als lose Kopplung zu einer festen informiert werden kann; Klang (bis an Rand zum Geräusch) damit "Medium" für Musik - ein relationaler Medienbegriff, nach zwei Seiten hin verschiebbar / skalierbar. Elektromagnetische Wellen aber setzen solch ein Feld selbst, modulieren also nicht etwas physikalisch schon Vorliegendes, sondern erschaffen es nach eigenem medien- (und nicht schlicht kultur-)technischen Recht

- im Anschluß an eine Forderung der künstlerischen Avantgarde der Moderne, an Kunstwerken nur das Medienspezifische aufscheinen zu lassen, McLuhan 1964: das Medium sei die Botschaft. Die Abkehr der modernen Kunst von der Referentialität zeigt das jeweils eingesetzte Medium, das sich überlicherweise hinter der intendierten Mitteilung verbirgt, wie es ist: "Aus der Poesie sollte alles Narrative und Bildhafte entfernt werden, um den reinen Klang der Sprache hörbar zu machen; aus der Musik sollte alles Imitative und Melodisch-Narrative entfernt werden, um den reinen Klang hörbar zu machen"[235]

- Theorie des „Sonischen“, wie sie Peter Wicke als Ebene zwischen elaborierter Musik und rein physikalischer Akustik entwickelt, meint auditive Wahrnehmung auf der Ebene der Aisthesis als schon determinierte, gefiltert durch kulturelle, negentropische Muster von Wahrnehmung, die "kulturelle Formatierung von Klang". Sonik zieht - diesen Ansatz weitertreibend - den Kreis noch enger und meint die technologische Eskalation und Autonomisierung dieser Wahrnehmungssphäre: die Emanzipation von der kulturellen oder anthropologischen Bindung des Klangs, als gegenüber Stimme und Instrument klangkörperlos, ja mathematisch gewordener Klang - der dann umso emphatischer wiedereinkehrt; bedarf es einer subhermeneutischen Analyse / technischen Vermessung des Sonischen, um etwa die Körperlichkeit der und des Beats zu fassen

- in zeitkritischer Hinsicht Klang als Echtzeitsimulation seiner selbst

- unterscheidet musikalische Theorie von alters her zwischen dem äußerlich

---

235 Boris Groys, Unter Verdacht. Eine Phänomenologie der Medien, Carl Hanser Verlag 2000, 95

Wahrnehmbaren und dem nur innerlich Einsichtigen; dieses Innerliche keine metaphysische oder idealistische Kategorie, sondern eine Funktion kulturtechnischer Prägungen. Es gibt eine asemantischen Wahrnehmung von Musik. Diogenes von Seleukeia unterschied zwischen einer naturgegebenen und einer geschulten Wahrnehmungsfähigkeit, einer *autophyés aísthesis* und einer *epistemoniké aísthesis*.[236] Doch es ist das Eine, das Sonische auf der Ebene der Kulturtechniken zu untersuchen; etwas Anderes meint mediengenerierte Sonik im engeren Sinne (der ganze Unterschied von Kulturtechniken und Technologien)

- medienarchäologisches Gehör läßt sich nicht wahllos auf alles ein, was klingt, sondern hört verschärft (*akouein*): Wie funktioniert Klang aus und in techno-mathematischen Medien? öffnet sich eine Differenz zwischen der sonischen Qualität des medieninduzierten Klangs und dem, was kulturell-diskursiv geprägt

- unterscheidet Musikwissenschaft zwischen Musik als dem Geformten einerseits und ihrer materiellen, physikalischen Grundlage (die akustisch-klangliche Realität) andererseits; mit techno-mathematischem Medienbegriff eine sonische Qualität faßbar, i. U. zum rein akustischen Material und zum mechanischen Instrumentenbau

- meint das Sonische nicht schlicht akustische Parameter, sondern eine kulturell klingende Materie - die Bausteine für das, was gemeinhin Musik nennen; das Sonische durch das akustische Material zwar vorgegeben, aber damit nicht hinreichend definiert. Das Sonische ist eine Form, welche die Materialität nicht auflöst im Diskursiven eines sogenannten Sozialen, aber dennoch konkret bleibt in Hinsicht auf seine kulturhistorischen Differenzierungen; meint noch nicht Musik, aber mehr als nur pure Physikalität

- differenziert Roland Barthes gegenüber dem manifesten Phäno-Gesang den latenten Geno-Gesang als den Raum, in dem die Bedeutungen aus dem Inneren der Sprache und in ihrer Materialität selbst hervorkeimen; „ein signifkantes Spiel, das nichts mit Kommunikation, Repräsentation (der Gefühle) und Ausdruck zu tun hat; es ist die Spitze (oder der Grund) der Produktion, wo die Melodie wirklich die Sprache bearbeitet - nicht das, was sie sagt, sondern die Wollust ihrer Ton-Signifikanten, ihrer Buchstaben" = Roland Barthes, Die Rauheit der Stimme, in: Karlheinz Barck et al. (Hg.), Aisthesis. Wahrnehmung heute, Leipzig (Reclam) 1990, 299-309 (302); meint das Sonische eine Ebene musischer Kulturtechniken, nicht reduziert auf die reine Physikalität des akustischen Kanals; eine Kulturgeschichte des Sonischen aber, in einem signaltechnischen Apriori verankert, nicht mehr Kulturwissenschaft, sondern Medien- als Signalanalyse; Begriff des Sonischen verhilft dazu, Musik nicht zu sehr auf das Semiotische zu reduzieren. Mit Klang kann man mehr generieren als Musik oder Kommunikation (Beschränkung des Semiotischen). Einen Schritt dahin: Jacques Attali, Sonosphären unter dem Begriff analysiert, die sie unterlaufen: *Bruits*

---

236 Philodem, *De musica* IV,1, zitiert nach nach: Michael Franz, Von Gorgias bis Lukrez, xxx 1999 393

- zielt Klang als Medium von Musik auf ein dazwischenliegendes Niveau: nicht die reine Physikalität des Akustischen, aber auch nicht die Hochkultur von Musik. Eine Frequenz von 1960 ist etwas anderes als eine Frequenz 1990, kulturell vernommen. Das Sonische meint die historisierten Formen / Operatoren des Akustischen (Martin Carlé). Die Rede sei also eher von klangvermittelten Kulturtechnik denn von „Musik“

- Begriff des Sonischen im Deutschen different vom Klanglichen als sinnliche Erscheinungsform von Musik; das Sonische zielt vielmehr auf das Genealogische am Klang, seine kulturell eingebettete Gewordenheit (im Englischen meint *sonic* beide Niveaus)

- Gretchenfrage nach der Differenz von Ästhetik und Aisthesis; das Sonische eindeutig auf der Seite des Aisthetische anzusiedeln

- im Dazwischen von Musik und Klang ereignet sich das Sonische. Es gibt nur eine Kultur, die Physik erfunden hat als das, was klingt: das Erbe Altgriechenlands = Friedrich Kittler, Aphrodite. Musik und Mathematik Bd. I/1, München (Fink) 2006. Klang ist in europäischen Ohren kulturell spezifisch. Akustik meint physikalische Phänomene; die Filterraster des Akustischen aber sind kulturell; das Sonische damit zwar ein struktureller Begriff, aber mit historischem Index versehen

- ein Ton mit der Frequenz von 440 Herz zunächst ein akustisches, kein musikalisches Ereignis; Ton A fungiert gleichzeitig als Kammerton, als medienakustischer Standard zur Stimmung von Instrumenten. Tatsächlich eine Oszillation physikalischer Materie, doch 440 Hz nicht natürlich "der Fall" (Wittgenstein), sondern eine technische Abstraktio; als Kammerton A immer schon ein diskursiv akkulturiertes Signalereignis

Zur Skalierung von Akustik - Sonik - Musik

- betreffen physiologische und neurobiologische Bedingungen des Gehörs Medienwissen(schaft) nur indirekt. Zu deren Thema werden sie nur insofern es a) Analogiebildungen zwischen menschlichem Hörapparat und technischen Modellen betrifft - etwa die "pseudo-elektrische" Darstellung von Schwingungsverhalten (das Prinzip des Analogcomputers; Barkhausen, Schwingungslehre; Ernst Terhardt, Akustische Kommunikation, Berlin et al. (Springer) 1998, 101; b) insofern durch Meßmedien dem menschlichen Gehör (und der neuronalen Signalverarbeitung) auf die Spur gekommen wird (die meßtechnische Ent-deckung)

- Schwierigkeit für hermeneutisch disziplinierte abendländische Ohren, Klänge (gar Geräusche) nicht immer schon als Musik zu hören

- analytische Schichtung, also künstliche Trennung der Ebenen Akustik - Klang - Musik, gleich OSI-Modell für Internet: unterste Ebene physikalisch, dann logisch, schließlich diskursiv

- Begriff des "Sonischen" unterläuft die Zweiteilung in eine musikalische "Theorie des Schönen" (philosophische Ästhetik) und eine physiologische "Theorie der Wahrnehmung" (*aisthesis*)

- Akustik, Klang, Schall, Sonderfälle, Spezifikationen von Oszillationen, ein Ausschnitt aus dem Wellekspektrum, der nur aus anthropologischer Sicht (das, was den Ohr-Sinn adressiert) als Objekt Sinn macht

- Audifikation als Handhabbarmachung von Akustik, "un-natürlich", Simulation

- findet das Sonische im epistemologischen Sinn (also Klang als Erkenntnisobjekt impliziter Zeitlichkeit) seine technische Verkörperung in elektronischem und informatischem Gerät (Sonik)

- setzt Klangarchäologie kritisch bei Skalierung der Wahrnehmung an; nach seiner De(kon)struktion des musikalischen Materials erkennt Stockhausen, daß "Rhythmus" und "Frequenz" nur durch den anthropozentrischen Maßstab geschieden sind

- Hören einerseits mit einem kulturhistorischen Index versehen, korrespondiert aber mit einem quasi-ontologischen, von der physiologischen Akustik (Terhardt) verteidigten "immer-schon"

- akustische Diagramme" im sonischen Raum?

- das *Sonische* im Deutschen als bewußte Differenz zum englischen "sonic"; soll grundsätzlicheren Charakter von Klang als Erkenntnisobjekt, nicht primär das akustische Ereignis ausdrücken; existieren Klangwelten, welche in nicht-akustischer Form präsent sind; Klangspeicher

MP3-Komprimierung

- basiert MP3-Kompression auf Fourier-Analyse; Klang in Einzelschwingungen zerlegt, erlaubt Eliminierung nicht-hörrelevanter Schwingungen; die menschliche Wahrnehmung als Maß der Filterung; "perceptual coding" als Fusion von physiologischer Akustik und Informationstheorie

- re-sonifiziert Ryan Maguirre jene Anteile von Musik, die beim Komprimieren mit dem mp3-Standard verlorengehen; Projektbeschreibung: http://theghostinthemp3.com/theghostinthemp3.html, Abruf Februar 2015; Differenz extrahieren: "Finding the Ghost: Using the Bregman, pyo, and pydub libraries, along with the LAME MP3 encoder, I begin with an uncompressed WAV file and save it as an MP3 file, 128kbps in this example, which does quite well. <...> I then analyze, compare, and take the difference between both files. <...> Where the two files are the same or similar, the information in the original audio has been largely preserved in the MP3. However, corresponding time-frequency bins which differ significantly between the two files betray

spots where information has been altered or deleted. Different extraction techniques are possible, each leading to slightly different output."

- Karlheinz Brandenburg / Gerhard Stoll, "ISO/MPEG-1 Audio: A Generic Standard for Coding of High-quality Digital Audio", in: Journal of the Audio Engineering Society 42, no. 10 (1994), 780-792

- Sterne, Jonathan. MP3: The Meaning of a Format. Duke University Press Books, 2012; ders., "The Mp3 as Cultural Artifact." New Media & Society 8, no. 5 (2006): 825-842.

- unter dem Titel "Sirenengesang" berichtet *Das Neue Universum*, 49. Jg. <1929?>, Stuttgart / Berlin / Leipzig (Dt. Verlagsges.), 401: "Bei dieser Überschrift werden usnere Leser wophl zuäcsht an das denken, was Homer in seiner Odyssee erzhählt <...>.Der Physiker versteht aber unter eine rSirenen und ihrem Gesang etwas akustisch besonders Einfaches und eshalb für Studien sehr Geiegnetes: liefert doch die Sirene wirkliche Töne fast ohne alle Obertöne, während bei allen Musikinstruemnten den Tönen Obertöne beigemischt sind, demnach nicht Töne, sondern Klänge entstehen. Töne ohne Obertöne sind für das musikalsiceh Ohr wie Speisen ohne Würze für die Zunge; aber akustisch einfacher sind sie als Klänge. <...> Das ist dann der Sirenengesang der Physik."

- das Sonische als mittlere (buchstäblich "mediale") Ebene (im Unterschied zum Akustischen und zur Musik), vergleichbar mit dem Stellenwert und der Funktion des "mittleren Begriffs" (terminus medius) in der Syllogistik, angesiedelt zwischen roher Akustik (alle Art von Geräuschereignis) und elaborierter Musik (kulturelle Semantik der akustischen *stoicheia* / Elemente und der sonischen Syntax)

- impliziter Klang ungleich physikalisch expliziter Schall; Schall nur subjektzentristisch definiert als alles, was durch den Gehörsinn vermittelt wird; "das Wort Schall bezeichnet aber auch etwas Objektives, nämlich die physikalischen Vorgänge, die der Erregung des Gehörsinnes zugrunde liegen <...>. Mit der subjektiven Erschceinung , der Schallempfindung, beschäftigt sich die Psychologie; mit den physikalischen Vorgängen beschäftigt sich die Physik, u. zw. jener Abschnitt, der den Namen Akustik führt. Zwischen der Physik und der Psychologei sthet die Physiologie, die uns berichet, wie die phyiskalische Einwirkung auf das Ohr zur Erregung dieses Sinnesorganes führt und wie die Fortleitung der Erregung ins Zentralnervensystem geschieht" = Ferdinand Scheminzky, Die Welt des Schalles, 2. ergänzte Aufl. Salzburg (Das Bergland) 1943, 17

- Medienarchäologie in der Lage, zum Begriff des Akustischen und der höheren Ebene des Sonischen (des Klangs) beizutragen - nur begrenzt aber zum Begriff der Musik: "Musik ist weitaus schwieriger zu greifen und zu orten als Klang. Der unendliche Diskurs, ob die Aufführung oder die Partitur oder das mentale Konzept der Koponisten oder Klangkünstler als das oder ein Werk an sich anzusehen ist, zeigt an, dass Musik medial nicht fixierbar ist" = Thesenpapier *Auf dem Weg zu einer musikadäquaten Medienästhetik*, verfaßt von Elena

Ungeheuer / Christa Brüstle als Diskussionsvorlage für das Ring-Colloquium "Medienästhetik" an der Technischen Universität Berlin, Wintersemester 2006/07, 20. September 2006

- Medienarchäologie auf dem Weg zu einer *klang*adäquaten Ästhetik; einer der ersten Medienarchäologen des Klangs Jean-Baptiste Fourier

Das Sonische als Funktion der Elektrotechnik

- treten an die Stelle von menschlichen und instrumentellen Klangkörpern als Gegenstand von Musik- und Kulturwissenschaft, klanggenerierende Medien, die nicht mehr mit Hohlraumresonanzen operieren und damit die anthropologische These von Medien als Prothesen des Menschen unterlaufen

- Sonik (im Unterschied zum allgemein Sonischen oder gar der Sonosphäre) bezeichnet exklusive Produkte des elektro-akustischen Raums, etwa die Optimierung der Klangwirkung durch Beifügung der Suboktavtöne zu den Grundtönen: Untertöne, "die elektrisch auf sehr elegante Weise entstehen, für die es jedoch unter den mechanischen Instrumenten kein Analogon gibt" = F. Winckel, Farbiges Spiel auf elektrischen Instrumenten, in: Funk-Technik Nr. 5/1951, 126-127 (126); ders. (Hg.), Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung, Berlin (Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik) 1955; darin u. a. W. Meyer-Eppler, "Elektronische Musik", xxx; Oskar Salas *Trautonium*; xxx Steinkes *Subharchord*

- in der Sprache der Programmierung "Klang is a bank of fixed frequency sine oscillators"

- macht Meyer-Epplers Buchtitel es deutlich: Elektrische Klangerzeugung bewegt sich im *Zwischenraum* von Akustik (elektronisch) einerseits, und emphatischer Musik andererseits

Unerhört: Sonische Speicher

- stehen technologische Medien dem Akustischen deshalb näher als der Musik, weil sie im anaisthetisches Feld operieren und am Klang das "wahrnehmen", was gerade nicht hörbar ist. Genau dies war die Funktion "sonischer" Verzögerungsspeicher in frühen Computern.

- auf Ars Electronica in Linz, September 2006 ein Medienkunstwerk ausgestellt, das die frühen akustischen Verzögerungsspeicher des Computers als ästhetisches und aisthetisches, d. h. tatsächlich nicht nur seh- und lesbares, sondern auch hörbares Objekt erfahren läßt - ein konkreter medienarchäologischer Sonik-Einsatz, ein *re-entry* des Sonischen durch Sonifizierung. Die Installation *Hello, World!* (2004/05) von Yunchul Kim <www.khm.de/~tre> auf der Ars Electronica zeigte einen buchstäblichen "closed circuit", doch nicht als Videoinstallation, sondern als Computer. Im

Zentrum ein 246m langes Kupferrohr, in dem Daten als akustische Signale zirkulierten: "Zeichen aus dem Rechner werden als modulierte Wellen in das Röhrensystem geleitet, temporär gespeichert und am Ende mit einer Zeitverzögerung von 0,8 Sekunden von einem Mikrofon aufgenommen, decodiert und wieder an den Computer bzw. an einen Monitor geleitet. Der Kreislauf beginnt von Neuem, angereichert mit Klängen der Installationsumgebung" = Begleitblatt - hier der ganze Unterschied zur autopoietischen Akustik in der rein technischen *delay line*: "The mercury, or acoustical, delay line employed the stratagem of provoding a looped electrical circuit in which was inserted a 'tank' of mercury. An electric pulse introduced into this circuit could be preserved by circulating it around and around such a loop until needed. The electric pulse would generate a sound wave at one end of the mercury tank, and the sound wave would regenerate the electric pulse at the other end of the tank. Because sound travels more slowly than an electric pulse, a delay would result in the continuing propagation of the signal, hence the name."[237]

- *Sonifizierung* der aktiv gewendet Begriff von Sonik als Operation, die genuin erst im elektronischen Raum (und nicht schon im "Klang"raum von Kulturtechniken) möglich ist; Akustik hier nicht als hörbare, sondern als Laufzeit die entscheidende Rolle

- Akustik diesseits der Hörbarkeit, nicht an menschliche Ohren adressiert: Im Verzögerungsspeicher formieren sich Bit-Ketten (als "Worte" etwa) zum quasi-Klang; wird der Stellenwert des Menschen in der Sonosphäre neu positioniert: nur noch am Rande, nicht mehr im Zentrum (denn dieser Anthropozentrismus wäre die kulturelle / kulturwissenschaftliche Sicht)

Elektronische Analyse von Klangdaten (Meßmedien)

- beschreibtPhysikalische Akustik nicht schlicht das, was da ist, sondern durch Messung bringt sie das Akustische in dieser Aisthesis erst hervor.

- "Developments in nineteenth-century physiology contributed to an increasingly material conception of sound. With this an interdisciplinary form of research came into being that involved physics and instrument making, musicology, phonetics or ethnology. The functioning of the ear was recreated in laboratories: sounds were synthesized and new sound sources invented. All of this caused sound to be heard in new ways."[238]

- akustische Physiologie des 19. Jahrhundert eine Funktion ihrer Meßmedien - technisceh Apparaturen, die dann als Zweitverwendung in Massenmedien umschlagn, wie der Phonautograph Léon Scotts zu Edisons Phonographen und

---

237 Kent C. Redmond / Thomas M. Smith, Project Whirlwind. The History of a Pioneer Computer, Bedford, Mass. (Digital Press) 1980, 49

238 Exposé zum Workshop *Sounds of Science / Schall im Labor (1800-1930)*, Workshop am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin), 5.-7. Oktober 2006
http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/workshops/en/Sounds-of-Science.html

Berliner Grammophon

- "Hearing was resolved into a series of processes of registration, transmission and transformation, which were then emulated and reenacted experimentally. Technical devices that could perform these functions served as a model in these processes, and at the same time new technologies of recording, broadcasting and reproduction of sound found their model in the ear. The “méthode graphique” or the “phonautograph” allowed repeated access to their recordings of fleeting sound events. Ensembles of sirens, resonators, the harmonium and tuning forks enabled the arbitrary production of well-defined sound. With the use of the phonograph and gramophone, sound became independent of its original context. The media technologies of recording transmission and transformation made a new phenomenality of sound audible. In sound there were tones and clangs, signals and noise, information and distortion, and the vibration of a sounding body was only one form of energy among others" = Exposé Workshop *Sounds of Science*, MPI-WG Berln

- zunächst alphabetische oder musikalische Notation des Gesangs: symbolisch, eine Abstraktion; dann die phonographische Aufnahme: das Reale der Stimme, aber als Mechanik noch am Ende der Schriftkultur; erst Aufzeichnung im elektromagnetischen Feld macht die Signale der elektronischen Analyse von Klangdaten durch andere elektromagnetische Meßmedien zugänglich (hier schließt sich eine Welt zum autopoietischen System, in dem Medien mit Medien kommunizieren, zunächst auch unter Ausschluß des Menschen, insofern ihm dies nicht *qua* graphischer Interfaces /Windows zugänglich wird, oder akustisch zweiter Ordnung); aktuelle Eskalation: die Digitalisierung dieser Elektronik, *computing*; läßt sich eine FFT erst durchführen, wenn das Signal in digitaler Form vorliegt

Das Sonische als Effekt seiner Meß- und Aufzeichnungsmedien (der Phonograph)

- beschreibt Physik das, was akustisch vorliegt - bzw. durch Beschreibung, also Messung bringt sie das Akustische in dieser *aisthesis* erst hervor

- gibt es für Meyer-Eppler "keinen qualitativen Unterscheid zwischen gestalteten, sprich: komponierten, Mikroklangformen, etwa dem klanglichen Ausgangsmaterial, und komponierten Makroklangformen, also dem resultierenden Klangganzen."[239] Auch die von Curtis Roads definierten *Microsounds* operieren auf der (zeitkritischen, archäologischen) Ebene akustischer Medien, ganz so, wie Vokalanalysen die kleinste Einheit des Alphabetes (die Buchstaben) unterlaufen: "Beneath the level of note lies the realm of microsound, of sound particles. Microsonic particles remained invisible for centuries" = Curtis Roads, Mircosound, Cambridge, Mass. 2004, vii; erst Meßmedien brachten dieses Niveau zutage - eine veritable Medienarchäologie von Sound

---

239 Elena Ungeheuer, Wie die elektronische Musik "erfunden" wurde ... Quellenstudie zu Werner Meyer-Epplers Entwurf zwischen 1949 und 1953, Mainz et al. (Schott) 1992, 79

- kommen technische Medien hier als Meß- und als Speichermedien ins Spiel; das Sonische kann immer nur gekoppelt an die Medien seiner Aufzeichnung erforscht werden - ganz praktisch (als Bedingung für Analyse, wie auch Filmwissenschaft ohne Videorekorder kaum denkbar)[240]

- Klang an sich asemantisch; sonische Ebene ist der Steuerung durch die dramaturgische Semantik und narrative Interpretation nur ansatzweise unterworfen; liegt hier die Stärke der Klangaufzeichnungsapparaturen, in ihrer sonischen Indifferenz der sogenannten "Musik" gegenüber

- altgriechisches Vokalalphabete holte einst auf der subsemantischen Ebene schierer Buchstäblichkeit zwar nicht die individuelle Musikalität der Gesänge Homers, aber den Klang von menschlicher Stimme überhaupt in die Schrift - symbolisch, nicht real (Phonographie als Kulturtechnik); technisch-mechanischer Phonograph das technische Organ, das der diskursiven Suggestion des Sonischen zu widerstehen vermag, mithin mit dem distanten medienarchäologischen Ohr begabt ist, denn der Phonograph "hört eben nicht wie Ohren, die darauf dressiert sind, aus Geräuschen immer gleich Stimmen, Wörter, Töne herauszufiltern; er verzeichnet akustische Ereignisse als solche"[241]. Medienarchäologische Klangwahrnehmung mit dem Phonographen: Waren Vokalalphabet und musikalische Notenschrift noch "kalte" Medien im Sinne McLuhans, bedeutet der Phonograph eine Aufheizung von "Intervallen zu Frequenzen, von einer Logik zu einer Physik der Klänge" <Kittler ebd., 41> - und damit eine Sprengung der (wahrnehmungsphysiologischen) Begrenzung des Hörens durch das Sonische.

Das Sonische und die Zahl (*computing*)

- Wolfgang Heises These (Skript einer Vorlesung, aufbewahrt im Heise-Archiv), daß sich die pythagoreische Epistemologie der Welt-als-Zahl als Realdiskurs vom seinerzeit neuen Zirkulationsmedium Geld (aufgeteilt in abzählbaren Münzwerten) ableitet; Gegenthese (Kittler), daß Pythagoras seine Einsicht in harmonische Zahlenverhältnisse der Musik verdankt, d. h. seiner operativen sonischen Erkenntnis am Monochord

- *schwingenden* (und nicht nur klingenden) Saiten das, was Mersennes genuin mediale Erkundung von Pythagoras unterscheidet, der in Harmonien verfangen blieb und damit zwar Mathematik für Musik entdeckt, aber damit die Aufmerksamkeit auf zeitkritische Prozesse verbaut

- Sonik nicht nur eine Frage aktueller Klangmedienkultur, sondern ebenso ein epistemologisches Argument; scheiden sich Analyse und Synthese. Eine

---

240 Siehe Heinz Hiebler, Der Sound zwischen technischen Möglichkeiten und kulturellen Ansprüchen. Eine Medienkulturgeschichte der Tonträger, in: Harro Segeberg / Frank Schätzlein (Hg.), Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen iin den Medien, Marburg 2005
241 Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin 1986, 39

Rekonstruktion der altgriechischen Musiknotation läßt sich zwar mit klassischen wissensarchäologischen Mitteln der Forschung leisten, doch nur durch ein computerimplementiertes Programmierumgebung (SuperCollider) wirklich zum Klingen bringen. Heutiger Sänger, um sich auf die Tonalität altgriechisch einlassen zu können, muß er sein musikalischen Unbewußtsein entleeren. Mit Mitteln des Computers die altgriechischen Klänge annähern: genuin medienaktive Archäologie, denn sowohl der Computer als auch die altgriechische Musik teilen den Begriff der Mathematik; steht der Computer der Antike hier näher als gegenwärtige Ohren; Computer hier Medienarchäologe des Akustischen, des Klanglichen oder der Musik? differente Klanghervorbringung durch den Computer

- Verflechtung von Musik & Mathematik im Mittelalter: Johannes de Muris definiert 1321 in seiner *Notitia artis musicae*: "musica est de numera relato ad sonos" = hg. v. Ulrich Michels, American Institute of Musicology, 1972, 49

- Leonhard Euler, Dissertatio physica de sono, 1727

- Klang(medien)kunst zwar auf dem Vormarsch; wird zumeist deren Möglichkeitsbedingung akusmatisch im Verborgenen (um nicht zu schreiben: in der Stille) gehalten. Die Klanginstallation *SoundBits01* von Robin Minard im (entleerten) *Hallen*bad Oderberger Straße in Berlin machte den wasserlosen Raum zum *Hall*bad und erinnerte schon im Titel daran, daß Bits und Bytes an sich indifferent ihrer Übersetzung in Töne oder Bilde sind; erst menschliche Sinne, die keine Zahlenkolonnen begreifen, verlangen nach Interfaces oder Interears (also deren Sonifizierung). Eine Wand von Miniaturlautsprechern ließen hier einen Teppich von Geräuschen entstehen.[242] Zu jedem Lautsprecher hinführende Kabel auf dem Boden erinnerten (stolpernd) daran, daß auch solch scheinbar immaterielle Raumeffekte auf Übertragungskanälen basieren. Auch im akustischen Raum damit an die Unhintergehbarkeit von Hardware erinnert, so verborgen sie sich auch zugunsten scheinbar immaterieller Effekte geben mag - das Akusmatische, das Michel Chion in *Audio-Vision* als „sound one hears without seeing their originating cause“ definiert hat. In Medien wie Radio, Phonograph und Telephon wird es konkret, aber ebenso im *offscreen sound* des Kinos. Dem stellt Chion den *visualisierten Klang* entgegen. Geräusche drängen nach räumlicher Lokalisierung. Die Echolokation kann (selbst beim Menschen, besonders aber bei Delphinen) „das Sehen ersetzen dank der Mobilität des *scanning*, das Abtasten über Ionen-Paare“ <Charles 1984: 71f.; Zukunft akustischer Suchmaschinen als Interface zum Datenraum des Internet

- „Die Töne tötend. Zerlegt´ ich die Musik wie eine Leiche Und prüfte Harmonie an Algebra" = A. Puschkin, Mozart und Salieri, zitiert als Motto in: J. J. Barabasch, Algebra und Harmonie, in: „Kontext“. Sowjetische Beiträge zur Methodendiskussion in der Literaturwissenschaft, hg. v. Rosemarie Lenzer / Pjotr Palijewski, Berlin (Akademie) 1977, 15-94 (15); reflektiert eine akustische Konfiguration die eigene Mathematik und ist damit schon ein

---

242 Dazu Jürgen Otten, Die Hydra auf dem Trockendock. Sinn und Sinnlichkeit der Neuen Musik: Eine Klangkunstmeile beim 20. Berliner Festival „Inventionen“, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 157 v. 10. Juli 2002, 37

medientheoretischer Ort. Gewissen Musiken, etwa den Fugen Johann Sebastian Bachs, aber auch der Minimalmusic von Riley, Reich und Glass, eignet ein selbstreflexives Medienwissen

- das Sonische von den Techniken seiner Hervorbringungen nicht zu trennen (Peter Wicke)

- Sonik mit der Entwicklung elektronischer Musikinstrumente angesetzt, die sich fundamental von denen klassischer kultureller Instrumente unterscheiden und eher als Nebenprodukte einer Beschäftigung mit dem elektromagnetischen Feld entwickelt wurden; folgen zwei Phasen: die Epoche "analoger" Synthesizer, wo also das Klangereignis analog zur Volt-Spannung der elektrishcen Medien, die Klang erzeugen, sich verhalten. Folgt dann die Eskalation der Computermusik, erst die Illiac Suite (Hiller), als algorithmische Kompiosition, und später dann die Produktion der Klägen selbst aus dem Computer: Hier wird die Zahl, die Mathematik operativ, und hier kommen mathematische Formeln und Funjktionen ins Spiel. "There´s a big difference in whether you deal with linear versus exponential functions of the control level <...>" <zitiert Dunn 1992 Don Buchla, 41> - die ganze Differenz zu Moogs Synthecizer. Mit der Mathematik halten stochastische akustische Ereignisse Einzug in die "Musik" - so bei Yannis Xenakis

- Rolle der Speichermöglichkeiten auf Magnetband: Magnetton, resultierend in speziellen "music for tape"-Kompositionen, und invers als Datenspeicher für Computer

- treten im speicherprogrammierbaren Computer dann *realtime performances* an die Stelle aufgezeichneter Musik "on tape" - ein anderes akustisvhes Zeitregime; definiert Dunn am Ende: "I will define live electronic music as that in whic electronic sound generation, processing and control predominantly occurs in realtime during" = 48

- Differenz zwischen elektrotechnischem "Synthesizer" (der seinen Namen nicht zu recht trägt, dazu Dunn 1992: 37), und dem mathematischen Sampling (Fourier)

- hat arabische Kultur keine Schreibpraxis entwickelt für Musik, i. U. zu Abendland (der mathematische Zugang); Frage nach dem Wissenssystem, das im Sonischen wirkt (Peter Berz); Ebene des Notationellen ist nur möglich auf einer sonischen Ebene, in der das Diskrete schon eingeschrieben ist (im digitalen Raum zumal)

- Klangerzeugung verschiebt sich im digitalen Raum zum stufenförmigen Ereignisse, wenngleich in Lautsprecherausgabe nicht diskret, sondern als Klangstrom manifestiert; darunter, auf der Ebene der Klangerzeugung, liegt ein Raster des Diskreten

Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler)

- teilt Meyer-Eppler als Dozent für experimentelle Physik die Hinwendung zu akustischen Prozessen aus naturwissenschaftlicher Perspektive mit Kollegen wie Hermann von Helmholtz, Sigmund Exner sowie Erich Moritz von Hornbostel. 1955 hält er unter dem Titel *Metamorphose der Klangelemente* einen Vortrag, der die mathematische Theorie der Kommunikation auf elektronische Musik "wie überhaupt jedes akustische Geschehen"[243] anwendet. Dieses sich-Einlassen auf Shannons Mathematik bedeutet zugleich eine radikale Abwendung von den "analogen" Vorstellungen und (Meß)Medien der Musik. "Nicht der kontinuierliche Schwingungsverlauf, das Oszillogramm, ist deshalb das angemessenste Beschreibungsmittel, sondern das diskontinuierliche Schema, die Matrix" = zitiert ebd.; gemeint hier 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

- 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. Hier ist der medienanthropologische Maßstab (und damit die Beschränkung) des Sampling-Theorems in aller Deutlichkeit ausgesprochen. Sampling-Theorems zufolge läßt sich jeder Schwingungsvorgang, insofern er von begrenzter Dauer ist, stets durch eine endliche Zahl von reelen oder komplexen Amplitudenwerten "völlig eindeutig darstellen"[244] - ein neuer Begriff von (*high*) *fidelity*, von "Treue", geboren aus der Medienästhetik selbst, insofern sie eine techno-mathematische ist

- diese Sicht der Musik vor allem von Physikern, Mathematikern, Kybernetikern (heute Informatiker), getragen; mathematisch-naturwissenschaftliche Antwort auf die Frage nach der Musik lautet eindeutig: Klang; diesem Appell des Sonischen schließt sich Medienarchäologie an

Quantentheorie des Sonischen

- präzisiert Denis Gabor die Fourier-Analyse, die ihrerseits schon eine Algebraisierung von Wellenphänomenen ist, in Richtung Wavelets und wählt den Begriff der "acoustic Quanta", um Wellenmechanik zu illustrieren: "Acoustical phenomena are discussed by mathematical methods closely related to those of quantum theory" = Denis Gabor, Acoustical Quanta and the Theory of Hearing, in: Nature Nr. 4044 (Mai 1947), 591-594 (591); holt Gabor im

---

243 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
244 Werner Meyer-Eppler, Elektronische Musik, in: F. Winckel (Hg.) 1955, 133-158 (150)

Namen der "subjective acoustics" die Zeit zurück in die Klanganalyse, welche Fourier durch seine Transformation vom Zeit- und den Frequenzbereich extrapoliert hatte; referiert Gabor die durch von Helmholtz entwickelte Theorie des Hörens, demzufolge das hörende Ohr rechnet, weil es Klang anlysiert: "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 if infinite duration. On the other hand, it is our most elementary experience that sound has a time pattern as well as a frequency pattern. <...> Let us therefore consider both time and frequency as co-ordinates of sound" = ebd., 591. Folgt ein Verweis auf die analytische Verwendung der "`sound spectrography´ developed by the Bell Telephone Laboratories during the War" = 592; Kriegsbezug des Sonischen lag konkret in der Herausforderung, Piloten(tele)kommunikation auch in lärmenden Flugzeugen noch aufrechterhalten zu können - "communication in the presence of noise" (Claude Shannon)

- entscheidende Differenz in der Klangwahrnehmung zwischen Mensch und Medium; erneut kommt die Rolle 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" = 593; beschreibt Gabor "the two mechanisms of hearing" - einmal die Ohren als Resonatoren, dann der "almost certainly non-mechanical" Mechanismus "one might be tempted to locate it in the brain" = ebd., 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

Das Sonische und die Zeit

- spezifische Wirkungskomponente von Klang seine "temporal indexicality", gleich dem von Barthes für die Photographie definierten *punctum* besticht er durch seinen durchschlagenden Bezug auf die Zeitlichkeit des Hörenden. Die Flüchtigkeit von Klang macht ihn zum privilegierten Mahnmal des Zusammenhangs von Sein und Zeit

- weckt Musik "zum feinsten Genusse der Zeit“ (so Settembrini in Thomas Manns *Der Zauberberg*); im Ton ist Zeit existentieller präsent. Als Musik ist sie, die Zeit, ganz augenscheinlich *organisiert*; so überspielt die musikalische Komposition gerade diese Zeit- als Todesverfallenheit durch Entgegensetzen einer bewußten anderen Zeitlichkeit namens Dramaturgie (negentropisch). Musik hat eine dramaturgische Funktion, insofern ihre Handlungsorientiertheit eine performative ist (Theater, Tanz, Ritus). Gerade der Zusammenhang zur Bewegung aber ist im Klang ein anderer: die Operativität (im Unterschied zur Performativität) von medialen Ereignissen liegt unterhalb der dramatischen, narrativ konfigurierten Handlungsschwelle; "affektive Wirkung von Klang"

(Brüstle) operiert über "zeitliche Strukturierung" - aber nicht auf dramatischer (Hans-Thies Lehmann), sondern mikrozeitlicher Ebene. Mit elektroakustischen Medien löst sich Klang von der (sichtbaren) Bewegung; die Bewegung wird dann in der Eskalation zur Computermusik endgültig ins Algor(h)ithmische verlagert - ein mathematischer Begriff von Bewegung. Werner Meyer-Eppler beschreitb in seinem Buch von 1949 *Elektrische Klangerzeugung. Elektronische Musik und synthetische Sprache* die neue Möglichkeit zur kompositorischen Musikgestaltung "unmittelbar auf Magnetband" = Eintrag "Studio für elektronische Musik", Wikipedia, Zugriff November 2006 - also immediat zum Medium, unter Umgehung aller kulturellen Performanz, diesseit der Kulturen des Performativen

- läßt sich Klang nur als Signalstrom in der Zeit fassen; mit akustischen Technologien aber wird diese Zeit aktiv: Tonbandspuren und Rap-Musik zeitigen "time-tracks" (Dissertation Jan Hein Hoogstad)

- Diskussionsvorlage von Elena Ungeheuer / Christa Brüstle *Auf dem Weg zu einer musikadäquaten Medienästhetik* (Berlin, September 2006); verschleiert Kategorie "Medialität" den analytischen Blick auf das Sonische; durch ein Cluster an dynamischen Konfigurationen / zeitkritische Klangereignisse ersetzen

- gegenüber Klangbegriffen, die vormals weitgehend invariant gegenüber der Zeit als Parameter blieben (auch die Fourier-Analyse), entdeckten die Physiologie und Psychologie des 19. Jahrhunderts die wesentlich temporale Nature des Klangs; Workshop *Sounds of Science* (MPI für Wissenschaftsgeschichte, Berlin)

- gibt es eine nicht-arbiträre Verbindung zwischen dem Zeitverhalten hochtechnischer Medien und dem musikalischer Prozesse für eine Theorie des Sonischen. Wenn man das anaisthetische Feld konkret über das Zeitverhalten hochtechnischer Medien untersucht, dann ist doch ein solches Feld nicht einfach das Nicht-Sinnliche, sondern vielmehr vielleicht das, was Gilles Deleuze in "Differenz und Wiederholung" das "<Zeit->Sein des Sinnlichen" nennt. "Insofern würde das (subliminale) anaisthetische Feld eine entscheidene Funktion für die Wahrnehmung ausüben, auch wenn es selbst den Sinnen nicht direkt zugänglich ist" (Jens-Gerrit Papenburg).

- "Wenn es offensichtlich ist, daß nichts im üblichen Sinne 'passiert', aber daß stattdessen die stufenweise Entwicklung des musikalischen Materials als Grundlage der Aufmerksamkeit des Zuhörers dient, dann kann möglicherweise ein anderer Modus von Hören entdeckt werden <...>. So bleibt zu hoffen, daß man dann in der Lage sein wird, das 'Jetzt' der Musik wahrzunehmen, frei von jeder dramatischen Struktur, als ein reines Medium des Klangs" = Philip Glass 1974 zum Wesen der Repetitive bzw. Minimal Music, zitiert hier nach Programmheft der Aufführung der Berliner Kammeroper von *In the Penal Colony*, Musik Philip Glass, Hebbel-Theater Berlin, November 2002, 7. Genau dies geschieht in techno-populären Artikulationen von Klang in Form von Samples und Loops

- die *wissenschaftliche* Erforschung des Wesens des Klangs konstitutiv für den abendländischen Begriffs von Zeit bis hin zu Nicole von Oresmes spätscholastischer Erforschung des *sonus*, der ihn zum Begriff von Beschleunigung und zur graphischen Definition des Parameters *t* führt

- erst "since early modernity sound has been explored experimentally: acoustical research investigated the motions of vibrating bodies and the supporting medium of sound. But neither acoustical nor music theory prior to the nineteenth-century conceived of sound as material. Instead music was thought to consist of 'tonally moving forms' (Hanslick 1854) and the field of physical acoustics sought a formal description of sound waves" = Exposé Workshop MPI-WG *Sounds of Science*, mit Fourier's mathematischer Analyse der periodischen Schwingungssignale

- Petra Maria Meyer (Hg.), Acoustic Turn, München (Fink) 2008; Titel auf Buchumschlag in *Lautschrift* gedruckt

- "Klang ist flüchtig. Daraus resultiert <...>, dass klangfremde Medien zur Speicherung und zur Bearbeitung von Klang notwendig sind" <Thesenpapier Ungeheuer / Brüstle 2006> - vom Vokalalphabet (Powell 2002) bis hin zum Magnetophon

- "Die schnelle Vergänglichkeit von Klang bedeutet auch, dass das Wesen der Musik nicht unumstölich an eine Form der Gegenständlichkeit wie etwa beim Bild gebunden ist" = ebd.; Lessings Laokoon-Theorem 1766

- "feuern" manche Nervenzellen in regelmäßigen Zeitabständen, oszillieren also in einer bestimmten Frequenz: "Für komplexe Wahrnehmungsinhalte und Denkprozesse muss aber die Aktivität vieler Nervenzellen integriert werden. Ein mögliches Lösungsmodell dieses <...> `Bindungsproblems´ basiert auf die Synchronisation der Oszillationen. Die Synchronisation würde dann bestimmen, welche Nervenzellen als zusammengehörig erkannt und welche Teilinformationen integriert werden. Wenn die Teilinformationen neu geordnet werden sollen, würden die Nervenzellen dieses Verbundes wieder in ein asynchrones Aktivitätsmuster übergehen. Ein Beispiel aus der Musik für solches Wechselspiel zwischen Snychronizität und Asynchroniziztäz finddt sich in der `phasing´-Technik, wie sie Steve Reicih etwa in seinem Werk `piano phase´ von 1967 angewendet hat"[245]

- privilegierte Nähe zwischen akustisch-sonischen, neuroinformatischen und zeitkritischen Medienprozessen; diese Nähe eine medientheoretische Metapher oder tatsächlich? ungeklärt bislang, "ob allerdings diese Verbindung zwischen musikalischem und neuronalem Rhythmus üebr die metaphroische Ebene hineausgehen und ob tatsächlich bestimmte Gesetzmäßigkeiten der Musik auf physikalischen Konstanten der Nervenzellenaktivität beruhen" <ebd.>

---

245 David Linden, Das Spiel der "Brain Players. Rhythmen im Gehirn", in: Junge Akademie Magazin <Berlin> No. 4 (2006), 16f (17)

- raumakustische Wahrnehmung eine Funktion zeitkritischer Signalverarbeitung (Axel Volmar), und "die Gestalt im Raume ist nichts, als die Klangfigur dieses Tons“[246]

- interpretiert Kittler die Lyrics von Pink Floyds Song *Brain Damage* nicht als "lyrisches Ich", sondern als fortschreitende Artikulation elektro-technischer Tonalität: Raumakustik von Stereo bis hin zur Quadrophonie, in: Aufsatzsammlung *Die Wahrheit der technischen Welt*

Akustik und Klang, zeitbasiert (mit Oresme)

- Frage nach sonischer Zeit zwischen Akustik und Klang einerseits und Musik andererseits ausdifferenzieren; Akustik *ist* zeitbasiert. "Als temporales Geschehen ist M. ein Medium, das, im einmaligen Erklingen sich erschöpfend, weder ausgestellt oder gespeichert, noch auf andere Weise bewahrt werden kann; es sei denn in der Erinnerung des Zuhörers"[247] - oder auf Magnetband

- "Wenn ein Lebenwesen existieren würde, das nicht die Fähigkeit des Kurzzeitgedächtnisses (retentiva) besäße und nicht fühlen könnte außer in der Gegenwart, dann wäre es nicht in der Lage den sonus wahrzunehmen. Denn da der sonus wie die Bewegung eine res successiva ist, muss er auf irgendeine Weise aus der Vergangenheit rekonstruiert oder zusammengesetzt werden"[248]; handelt es sich bei der Periodizität von Schwingungsvorgängen, generell: der Zeitlichkeit des Schalls "um eine prozesshafte Erscheinung" = Taschow 2003: Bd. II, 674

- *Soundxchange*: Im Rahmen des gleichnamigen Soundforums 2002 an der Berliner Universität der Künste; Komponist Konrad Rennert am 15. November unter dem Titel „Ein Klang, einmal geschehen - nicht wieder gutzumachen“

- "Musizieren begibt sich nur mit akustischer Materie, Schall und Klang und ihrer Erzeugung im nacheinander. Ob Dissonanz oder Konsonanz, <...> Töne müssen in Höhenlagen sukzessiv dargeboten werden <...>. Dank ihrer Eindringlichkeit <...> und Voluminosität <...> besitzen Töne Impulswert und lassen sich rhythmisch gliedern. Mit Farben und optischen Figuren, rein als solchen, geht das nicht. Sie haben - als „ebene“ Qualitäten (eine Formulierung E. Herings) von sich aus keinen Zeitbezug. Der muß ihnen von außen kommen und irgendwie szenisch motiviert sein <Plessner 1970/1980: 348>

- Im Weltbild des Ohres (also besser: im akustischen Weltgehör) „überwiegen, im Gegensatz zum optischen Gebiet, diejenigen akustischen Wahrnehmungen,

---

246 Johannes W. Ritter, Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur, Heidelberg (Mohr & Zimmer) 1810; Nachdruck Hanau (Müller & Kiepenheuer) 1984, 275
247 Christian Bielefeldt, Eintrag "Musik", in: Pethes / Ruchartz (Hg) 2001: 389-391 (389)
248 Nicole Oresme, Quaestiones de anima, zitiert nach: Taschow 2003, Bd. II: 673

die uns von Veränderungen Kunde geben, so beträchtlich diejenigen, die auf unverändert Fordauerndes hinweisen, daß die Hörkunst viel ausschließlicher das dramatische Geschehen kann als die Augenkunst“[249] - ganz im Sinne Lessings: "Klangwahrnehmung überhaupt ist immer nur innerhalb eines Zeitablaufs möglich. Für das Auge existiert in jedem Zeitaugenblick ein reiches in drei Raumdimensionen erstrecktes Bild. Daher gibt es auch zeitlose Augenkünste: Malerei und Plastik (neben zeithaften wie Theater, Film, Tanz). Hingegen ist die Vorstellung von einer zeitlosen akustischen Wahrnehmung sinnlos" = ebd. - das wäre Stille. „Zum Charakter des Hörbaren gehört die Erstreckung in der Zeit, und daher haben alle Ohrenkünste (Musik, Rundfunk, Theater, Tonfilm usw.) Zeitcharakter“ <ebd.>

- beginnt Rudolf Arnheim seine Erkundung der Materialbedingungen des Radios mit der Analyse des "Weltbilds des Ohres", das im Sinne einer akustischen Kinematographie vor allem die Klangäußerungen von Tätigkeiten, von Dingen in Bewegung vermittelt. Klangwahrnehmung selbst ist nur als Zeitablauf möglich: Schwingungen, die das Ohr wahrnimmt

- liegt Zeit in der Sukzession, in der Zählung: Die Seele, so Euler, "bekömmt eben dadurch auch den Begriff des Sucessiven, in so ferne sie andre und andre Eindrücke hintereinander empfindet, und daraus entspringet die Idee von der Dauer und der Zeit: sie bemerkt die Verschiedenheit ihrer Empfindungen, die eine auf die andre folgen, und fängt an sie zu zählen, ob gleich dieses Zählen aus Mangel der Zeichen oder Namen, die zu Bemerkung der Zahlen gehören, eben nicht weit gehen kann"[250]; Aristoteles über "arithmos kineseos"; gilt Musik seit Pythagoras als tönende Mathematik; Artikel "Musik und Mathematik", in: Die Musik in Geschichte und Gegenwart, hg. v. Ludwig Finscher, Sachteil 6, Kassel u. a. (Bärenreiter / Metzler) 1997, 790

- bei Oresme (dokumentarisch gesehen) "erstmals" explizites Indiz für eine bewußte Quantifierung, also Digitalisierung musik-zeitlicher Vorgänge; die "Abstraktion einer zeitlich-sukzessiven Qualität als gemometrische und somit statische Figur" = Taschow 2003: 87; als Fourier-Transformation begegnet später die Umwandlung einer Zeitfunktion oder Folge von Signalen in ein Spektrum wieder; eine Selbstreferenz von Theorie selbst, nämlich die Bevorzugung des Auges als buchstäblich "theoretisches" Organ gegenüber dem Ohr: "Die Spektraldarstellung ist in den meisten Fällen anschaulicher als die Darstellung im Zeitbereich" - ein Darstellungsproblem

- entwickelt sich Notenschrift zunächst auf der als Linie abstrahierten Saite, worauf (wie in der *Musica enchiriadis* im 9. Jh.) das qualitative Klangereignis in der Zeit, d. h. als Folge eingetragen wird = Taschow 2003: 89, zu: Musica enchiriadis, Bamberg, Staatsbibliothek, Msc. Var. 1, folio 57r; Bill Viola, Der

---

249 Rudolf Arnheim, Das Weltbild des Ohres, in: ders., Rundfunk als Hörkunst und weitere Aufsätze zum Hörfunk [*Radio, London 1936], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2001, 18- (19)
250 Leonard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie, Nachdruck der Ausgabe Leipzig u. a. 1769-1773, Braunschweig (Vieweg) 1986, 95. Brief, 107

Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54

Der Klang der Poesie: Linguistik und Philologie als Klangwissenschaft (Fallstudien Guslari)

- Goethes Gedicht über die (in Frz. Revolutionskriegen zu Kanonen umgegossene) Glocke "negiert das Alphabet" (Siegert). Alle nicht-periodischen Anteile (also Geräusche) in der akustischen Umwelt müssen Goethes zufolge von der Poesie ausgefiltert werden (die "Rundung" des Schalls zum Ton), zum vokalischen Alphabet; Aufhebung des Schalls zum verinnerlichten "Ton" als Operation der Poesie / Subjekt

- kritisiert Friedrich Nietzsches Basler Antrittsrede eine Philologie, die sich in Texteverbesserung als "Rebusrathen" verliert.[251] Demgegenüber lesen Ferdinand de Saussures Anagramm-Studien genau jene Insistenz der Buchstaben (wie später auch Jacques Lacan) mit Gewicht; der lateinische *carmen* - unter Absehung seiner Versfüße - ist für ihn ein Hinweis darauf, "daß der Dichter sich mit der lautlichen Analyse der Wörter beschäftigte und diese Beschäftigung üblicherweise zum Berufe hatte: eine solche Wissenschaft von der klanglichen Form der Wörter war es vielleicht, die seit den ältesten indoeuropischen Zeiten die Überlegenheit, die besondere Eigenschaft des Kavis bei den Hindus, des *Vates* bei den Lateiniern usw. ausmachte"[252] - Lingustik als Klangwissenschaft;Indogermanistik Johannes Lohmann hat darauf eine musikalische Theorie des Vokalalphabets gebaut[253]

- Formelhaftigkeit der mündlichen Poesie steht der aktuellen Rap-Musikkultur nahe; wird klar, was altgriechische Ohren dazu bewog, auf Verschriftlichung der Stimme durch ausdrücklich Vokalzeichen (sprachanalytische Schärfung des syllabischen Alphabets) zu insistieren, denn das Wesen der formelhaften Dichtung liegt in der Tonalität, im Klang: "Aus der Analyse der serbokroatischen Vortragspraxis hatte bereits Jakobson 1933, 141, geschlossen, daß dort ein phonologisches Idealschema für den Vers bestehe, das dem Versganzen, und besonders dem Versschluß, den beiden Halbversen, den Versfüßen (= Kola) und schließlich den Verssilben ein chrakteristische Gepräge gebe; als entsprechendes Fazit hatte er fomuliert: `Dieses Schema schwebt dem

---

251 Nietzsches Basler Antrittsvorlesung, in: Friedrich Nietzsche, Nachlaß 1875-1879. Kritische Studienausgabe, hg. v. Giorgio Colli / Mazzino Montinari, München (dtv) Neuausgabe 1999, Bd. 8, 23 (März 1875). Dazu Johannes Fehr, "Die sogenannte *homerische Frage*" - Eine Nachstellung, demnächst in: Liechtensteiner Exkursionen <ediert von Hans-Joerg Rheinberger?>, 27-57 (2007)
252 Ferdinand de Saussure, Linguistik und Semiologie. Notizen aus dem Nachlaß. Texte, Briefe und Dokumente, Gesammelt, üebrsetzt und eingeleitet von Johannes Fehr, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1997, 449
253 Johannes Lohmann, Die Geburt der Musik aus dem Geist des Alphabets, xxx; siehe auch Friedrich Kittler / W. E. (Hg.), Die Geburt der Literatur aus dem Geist des Vokalalphabets, München 2006

Rhapsoden vor, wenn er auch nicht im Stand ist, es zu abstrahieren und zu definieren [...].´ Das Phänomen des intuitiven Wissens um und des präzisen Einhalts von festgelegten Rhythmus-Einheiten ist weitverbreitet (z. B. im Jazz), bes. bei den Solo-Improvisationseinlagen), hat aber, weohl wegen seines philologsich `unsauberen´ Irrationalität (die höchst rational ist), in der Homer-Interpretation bisher leider kaum Beachtung gefunden."[254]

- war Milman Parry zu seinen homerischen Forschung in Südjugoslawien tatsächlich von Lomax (Vater & Sohn) angeregt, die den Ursprüngen des Jazz in den US-Südstaaten nachforschten, mit damals hochtechnischen Tonträgeraufnahmen

- Geppert 1840 über die Formeltechnik mündlicher Poesie: "Es ist, als ob die Dinge selbst sprächen und icht der Dichter, der sie beschreibt"= zitiert nach: Latacz 2002: 45 - eine autokorrelative Poesiegenerierungsmasachine, algorithmisch eher (im Sinne von David Link) denn schriftpoetisch

- Düntzer 1868: "Gerade der Umstand, daß alle diese Wörter immer metrisch verschieden sind oder durch den Anlaut, insofern derselbe vocalisch <sic> oder consonatisch <sic> ist, eine verschiedene Verwendung im Verse gestatten, gerade dieser Umstand hat entschieden beweisende Kraft" <zitiert nach Latacz 2002: 51>

- A. A. Markovs Analysen von Puschkins *Eugen Onegin*

- https://soundcloud.com/kateemoore/violins-and-skeletons-2010; https://soundcloud.com/kateemoore/sensitive-spot

- archaeonautics of the Acoustic; sono-drama of temporal patterns which unfold in differential variations touche neo-minimalistic musical nerves; amazing potential in musical compositions that bridge distance in favor of immediacy - even if all digitally processed in transmission

- G. E. Lessings Laokoon-Theorem von 1766 gemäß eine der jeweiligen Medienumgebung affine (Klang-)Ästhetik entwickeln

- definiert Begriff "sonicity" eine implizite Klanglichkeit, d. h. klangförmige Zeitformen auch dies- und jenseits des Akustischen

- imlizite Klanglichkeit von Medientechnologien; Verhältnis von technischen Standards und Wahrnehmung

- Mastering nicht allein Formatwechsel zwischen Technologien, sondern Schnittstellen zur Ästhetik prozessiert (Hinweis Jens Gerrit Papenburg); Musik etwa mit Tonband im Studio produziert und als Platte veröffentlicht

---

254 Joachim Latacz, Formelhaftigkeit und Mündlichkeit, in: ders. (Hg.), Homers Ilias. Gesamtkommentar, Prolegomena, 2., durchges. Aufl. München / Leipzig (Saur) 2002, 39-59 (57)

(Popular) Music Studies als techniknahe Wissenschaft

- Phänomen des "Rauschens", in seiner radikalen Sinnferne; Ralf von Appen, Ästhetische Dimensionen und Urteilskriterien in populärer Musik, Bielfeld (transcript); Einbezug des Dröhnenden bei Wagner führt zu eienr Verweltlichung der Musik als Akustik bzw. das Sonische steht für das Eindringen der Welt in die Musik (Dobberstein 2000: 448 f.)

- Tibor Kneif, Anleitung zum Nichtverstehen eines Klangobjekts, Aufsatz 1973, vom Begriff des Verstehens in Bezug auf Musik ablassen

- medientechnische Verfahren zur klangnahen Analyse der Eigenheiten von "populärer Musik" (etwa Signalverarbeitung), wie sie etwa Jonathan Sternes Genealogie des MP3-Players leistet (2012): dezidierte Schnittstellen zwischen Musik- und Medienwissenschaft als Forschung, welche die Sound Studies nicht schon leistet, spezifisch an einem Institut für akademische Musikwissenschaft und techniknahe Medienwissenschaft

- innovative Meßverfahren zur klangnahen Analyse der techno-affektiven Eigenheiten von "populärer Musik" (Signalverarbeitung, Motion Tracking); Jonathan Sterne, Mp3. The Meaning of a Format, 2012, abgeleitet aus den wissensgeschichtlichen Bedingungen dieser technischen Entwicklung eines Musikgeräts

- "Klangsemantik", welche die Tiefe musikologischen Wissens abruft

- Einbezug elektronischer Avantgarden in Klang und Musik: die Kenntnis ihrer technischen Bedingungen; Synthesizer; Radio-Klangkunstexperimente; Informationsästhetik (Moles)

- Hörpraktiken / Körpertechniken und Bewegungsformen als Wissensform: Thomas Altemeier (Sportsoziologe, Lüneburg). Spezifisches auditives Wissen. Hörpraktiken gekoppelt an Lautsprecherdispositive (Stefan Weinzierl); Yohei Yusokawa, Walkman Culture: wird Körper vom Walkman oder umgekehrt gesteuert? Tanzen als Hörpraktik; Seth Kim-Cohen, In the blink of an ear. Towards a non-cochlear sonic art, London / New York (continuum) 2009; Begriff der *sonicity*; Sebastian Matthias (2015), *Groove Feeling - Somatischer Sound und prartizipative Performance*. Neurophysiologie / cognitive studies; sensomotorische Synchronisation. "Stillstellung von Sinn" (Barthes). reenactment (Nachstellung). "Technologien des Selbst". "... nicht mehr das Tonstück fühlen wir, sondern die Töne selbst, die Musik als gestaltlos dämonische Gewalt, wie sie glühend an die Nerven unseres ganzen Leibes rückt" (Eduard Hanslick 1854). Klang präziser: Klanggeschehen, nicht schlicht Melodik; mehr als seine Physik: kulturelle Einschreibungen. Hören: *auch* Schall; in einem kulturell aufgeladenen Raum aber ist Schall mehr als nur Physik; Forschungen / Vortrag Binas-Preisendörfer, 23. Mai 2016, HU Berlin (Musikwissenschaft)

- "Das in der Forschung zum Sonischen unternommene Plädoyer, Klang einmal nicht in Hinblick auf siene Wahrnehmungsattribute [durch Menschen, also medienphänomologisch betrachtet], sondern auf die operativen Voraussetzungen in tehcnicshen Systemene zu betachten, in denen Klänge vorfallen" = Sebastian Klotz, Klang als epistemische Ressource und als operativer Prozess, in: Axel Volmar / Jens Schröter (Hg.), Auditive Medienkulturen. Techniken des Hörens und Praktiken der Klanggestaltung, Bielefeld (transcript) 2013, 189-206 (200). "Klänge werden hier nicht von der Musik her, also von einer *ars bene modulandi*, entwickelt, osndern als *modus operandi* technischer Systeme. Damit enfallen auf iene nSchlag die Diskurse um narrativität, Logizität, Emotionalität, Formgebung, Autorschaft und die aus ihne hervorgehenden persuasiven Qualitäten, Ästhetiken und Audio-Semantiken, die in *musikalischen* Kommunikations- und Sozialstrukturen eingebübt worden sind" = ebd.; hebt sich die Analyse von der Musiksoziologie ab. "In dieser strategischen Ausrichtung kann die Klangwisesnschaft den semantische nDruck lindern und die methodiscen Erwartungen relativieren, die die unterschwlelige Nähe zu MUSIK mit sich bringt" = ebd.

- John R. Pierce, Klang mit den Ohren der Physik, Heidelberg (Spektrum der Wissenschaft) 2. Aufl. 1989

- Schafer, R. Murray, Klang und Krach. Eine Kulturgeschichte des Hörens [*The Tuning of the World, Toronto / New York 1977], Frankfurt/M. 1988

"Musik und Medien" - eine *liaison dangereuse*?

- akustische Prozesse als privilegierter Kanal der operativen Medienanalyse; drei Ebenen im Verhältnis Musik/Medien: die rein akustische Ebene (Physik); trennen von der kulturtechnisch imprägnierten Ebene des Klangs respektive des Sonischen; schließlich *semantisch* explizit: Musik

- Friedrich Kittler, *Grammophon - Film - Typewriter* 1986 unter Rückgriff auf Jacques Lacans *Grundbegriffe der Psychoanalyse* auf Medien übertragen: Medien, die auf der Ebene des Realen operieren (Akustik, der wir mit offenen Ohren sozusagen schutzlos ausgeliefert sind - insofern wir nicht, wie von Odysseus zum Schutz gegen die verführerischen Klänge der Sirenen anbefohlen - mit Wachs verstopfen; Wachs aber ist bei Edison gerade ein Medium der Tonaufzeichnung und -wiedergabe geworden); dann solche, die auf der Ebene des Symbolischen operieren (kulturell relative Empfindung - frei nach Helmholtz - von "Klang"); schließlich das Imaginäre: Musik (Wagner etwa)

- meint Musik medientechnisch Notation einerseits (Kodierung, *logos*), maschinelle Implementierung andererseits (*techné*) - also Techno/logie. Erst im Vollzug in der Hardware (Instrument, menschliche Stimme) erklingt sie - der ganze Unterschied zwischen abtrakter Turing-Maschine (1936/37) und dem real implementierten Computer

- Moment, wo Medientechnik unmittelbar umschlägt in populäre Musik bzw. die

Möglichkeitsbedingung für die Popularisierung von Musik ist: der Sprung von der Edison-Walze, die vorrangig für Bürozwecke (als Diktiermaschine und Anrufbeantworter) geplant war und eher die Bandbreite von Sporache hat (ca. 5000 Hz), während erst Emil Berliners Grammophon (Schallplatte, Seitenschrift statt Tiefenschrift) die wirksame Widergabe von Musik und ihre technische massenhafte Reproduktion erlaubt

- denkt Thomas A. Edison 1877, als er seinen Phonographen erstmals der Öffentlichkeit vorstellt, primär an eine Nutzung als Diktiergerät, nicht an technische Reproduktion von Musik. "Louis Glass, Manager der Pacific Phonograph Company, einem Ableger von Edisons Phonograph Company, wies dieser Erfindung 1889 den Weg in die Zukunft [...]. Glass rüstete eine Reihe von Diktiergeräten mit einem Münzmechanismus aus, installierte in ihnen mit Musik bespielte Zylinder und stellte die Geräte in San Franciscos Palais Royal Saloon aus. Das sollte nicht nur die Geburtsstunde der Musicbox werden, es verhalf auch dem von Emile Berliner ein Jahr zuvor als Patent angemeldeten Gramophone zum Durchbruch. [...] die Musicbox blieb bis zur Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts das eigentliche Ziel der Schallplattenproduktion" = http://www2.hu-berlin.de/fpm/texte/pop20jh.htm = Peter Wicke, Jazz, Rock und Popmusik, Abschnitt "Soziale, ökonomische und technologische Voraussetzungen", in: D. Stockmann (Hg.), Volks- und Popularmusik in Europa, (= Neues Handbuch der Musikwissenschaft Bd. 12), Laaber (Laaber-Verlag) 1992, 445-477

Klangästhetische Konsequenzen aus der Theorie: Mit medienarchäologischem Ohr hören

- hört das *medienarchäologische* Ohr das Geräusch des Geräts, nicht nur die humane kulturelle Botschaft

- die aus der Nachrichtentheorie Shannons vertraute *signal-to-noise ratio* sowie nebenbei eine präzise Definition von Musik im Unterschied zum reinen Klang; wird in Audiotechnik wird mit Dynamik "das Verhältnis eines Nutzsignals, z. B. Klanginformationen wie Musik, zu den mehr oder weniger unvermeidlichen Störgeräuschen (Störspannung, Rauschen, Brumm) angegeben. Bei einer Klangaufzeichnung mit einem Tonbandgerät wird die D. beispielsweise durch die größtmögliche Aussteuerung (ohne hörbare Verzerrung durch Übersteuerung der Übertragungselemente) und durch das Eigenrauschen des speichernden Tonbands begrenzt" = Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 67

- *close reading* (nicht "listening") der entsprechenden Tonspuren, wie es eigentlich nur optische Abtastung zu leisten vermag, zeigt das nicht mehr symbolische, sondern im Realen operierende Ereignis (nicht "Alphabet") der Schallaufzeichnung

Medien und Mathematik

- hört medienarchäologisches Ohr nicht nur das Rauschen, also den Anteil des medialen Übertragungskanals von akustischen Signalen, sondern auch die Mathematik darin - ganz so, wie Leibniz einst am Meeresstrand im Brechen der Wellen die Welt sich rechnen hörte

- teilen Klang, Akustik, mit operativen Medien die Eigenschaft, daß sich beide erst im Vollzug entbergen: "Das Sagbare (Tonspur) artikuliert seinen Sinn sukzessiv und trennt das Aktuelle scharf vom Virtuellen. Das Sichtbare dagegen kann simultan Sinn und Gegensinn enthalten (qua Tiefenschärfe, Bildmontage, etc.)" = Katalogtext Fink-Verlag zu Mirjam Schaub, *Gilles Deleuze im Kino. Das Sichtbare und das Sagbare* (München: Fink, 2. Aufl. 2006

- im übertragenene Sinne: Signalfluß in technologischen Medien teilt mit dem musikalischen (oder klanglichen Ereignis oder gar akustischen) Ereignis das "bequeme Verhältnis" (Lessing 1766) zur Zeit, also den dynamischen Zeichencharakter (im Sinne der Semiotik von Charles Sanders Peirce, der zwischen dem "Unmittelbaren Interpretanten, welches der Interpretant ist, wie er durch das richtige Verstehen des Zeichens selbst offengelegt wird und gewöhnlich die Bedeutung des Zeichen genannt wird," und dem "Dynamischen Interpretanten" unterscheidet, "welcher die tatsächliche Wirkung ist, die das Zeicen als Zeichen wirklich bestimmt".[255]).

- Akustik nicht aus Liebe zur Musik, sondern als analytischer Kanal zur Medienanalyse

- Georg Friedrich Wilhelm Hegel in seinen Vorlesungen über die Ästhetik <Bd. III; Theorie-Werkausgabe Bd. 15, Frankfurt/M. 1970>: weshalb der Ton das Subjekt in besonderer Weise ergreift; Innerlichkeit als solche "resonniert" hier (tautologisch formuliert) mit dem Material der Musik = Hegel 1970: 152; Ton trifft das Verhältnis von Sein und Zeit: ""Ich ist in der Zeit und die Zeit ist das Sein des Subjekts selber. Da nun die Zeit <...> das wesentliche Element abgibt, in welchem der Ton in Rücksicht auf seine musikalische Geltung" - im Unterschied zur bloßen Akustik? - "Existenz gewinnt und die Zeit des Tons zugleich die des Subjetks ist, so dringt der Toon dieser Grundlage nach in das Selbst ein, faßt dasselbe seinem einfachsten Dasein nach und setzt das Ich durch die zeitliche Beegung und deren Rhythmus in Bewegung. <...> Dies ist es, was sich als wesentlicher Grund für die elementarische Macht der Musik angeben läßt" = Hegel 1970: 156. Folgt Hegels Ausführung über die Verschränkung von "Zeitmaß, Takt, Rhythmus" = 163 ff.

- spitzt technologische Signalverarbeitung des Akustischen den von Hegel entdeckten Zusammenhang von Sein, Zeit und Ton zu; kommt das zeitkritische Element ins Spiel, denn ein akustisches wie ein elektrotechnisches Ereignis ist nicht schlicht zeitbasiert wie etwa die Kunst des Theaters oder die Entfaltung von Literatur im Erzählfluß, sondern in höchstem Maße empfindlich gegenüber kleinsten zeitlichen Momenten. Die Objekte zählen hier weniger als die

---

255 Charles Sanders Peirce, Semiotische Schriften Bd. III (1906-1911), hg. u. übers. v. Christian Kloesel / Helmut Pape, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1993, 145

Operationen. Das Dazwischengeschobene, west hier vor allem in den Intervallen (Régis Debray); verlagert sich medientheoretisches Interesse von der Substanz auf Beziehungen oder sogenannte Kommunikation in der Zeit; Analyse zeitkritischer Prozesse ist imstande, das We(i)sen elektronischer Medien zu ergründen

- wird die exklusive Allianz von menschlicher Physiologie (die Hermann von Helmholtz zu seinen Studien über die Entstehung der Tonempfindung im Menschen 1864 anregte) und physikalischem Klangereignis nun von Computern signaltechnisch simuliert

- Während ein mathematischer Code noch auf Papier in der Fläche stehen kann, ist erst seine Implementierung in maschinelle Prozesse das, was daraus eine Folge von Signalen *in der Zeit* (das physikalische Wesen von Signalen *per definitionem*) macht.[256] Medien werden nachrichtentechnisch vom Kanal her gedacht, vom Übertragungsakt, von der Prozessualität her; schon im trivialen Sinne der physikalisch-akustischen Laufzeitverzögerung, anhand derer Aristoteles eins in *De Anima* (*Peri Psychès*) erst ein "Dazwischen" (*to metaxy*) namens Medien als unsichtbarem Widerstand entdeckte - denn das wäre Klang als Medium nur im Sinne der Physik; ist diese Lage in der Gegenwart eskaliert - was unter verkehrten funktionalen Vorzeichen als frühe Form des Datenzwischenspeichers im Computer eingesetzt wurde: ein Kanal, der mit der Zeit *rechnet*. "Musik" wird nicht mehr nur auf der kompositorischen Ebene mathematisiert, sondern auf der Ebene ihres Zustandekommens im elektronischen Raum.

- für Großteil der kommunikations- und kulturwissenschaftlich ausgerichteten Medienwissenschaft "stehen Sendungen, Genres, Erzähl- und Darstellungsweisen, Inhalte letztlich im Vordergrund medienwissenschaftlicher Analyse"[257]; medienarchäologisches Interesse richtet sich auf das Zeilenschreiben des Kathodenstrahls beim Fernsehen; hat Marshall McLuhan das "Taktile" des Kathodenstrahls in der TV-Bildröhre mit einer Renaissance des Akustischen verbunden und als Überwindung der (druck-)schriftzentrierten Gutenberg-Galaxis gefeiert

- beschrieb Bill Viola das technische Wesen des Videobilds ausdrücklich und unmetaphorisch als den *Klang der Einzeilen-Abtastung*; entwickelte John Logie Baird einen Vorgänger der Videodisc zur Speicherung flüchtiger Bildsignale - die *Phonovision*, auf Schellackplatte. Bis vor Kurzem die Signale darauf zwar gespeichert, aber extrem verrauscht und für unlesbar, geschweige denn als TV-Bild; ein medienarchäologischer Akt der Art, daß die Archäologen hier die

---

256 Siehe Wolfgang Coy, Aufbau und Arbeitsweise von Rechenanlagen. Ene Einführung in Rechnerarchitektur und Rechnerorganisation für das Grundstudium der Informatik, 2., verb. u. erw. Auflage, Braunschweig / Wiesbaden 1992, 5

257 Knut Hickethier, Binnendifferenzierung oder Abspaltung. Zum Verhältnis von Medienwissenschaft und Germanistik. Das "Hamburger Modell" der Medienwissenschaft, in: Heinz-B. Heller u. a. (Hg.), Über Bilder Sprechen. Positionen der Medienwissenschaft, Marburg 2000, 35-56 (54)

Maschinen selbst sind, und zwar die digitalen, beschert uns das Wunder, daß wir TV-Bilder aus der prähistorischen Phase von experimentellem Fernsehen wiedergewinnen konnten; algorithmische Filterverfahren (Wavelets etwa) vermögen aus den verrauschten, verzerrten Signalen wieder Bildinformation zu destillieren; gibt eine Schallplatte etwas zu *sehen* , was sonst nur als Musik erwartet wird; http://users.telenet.be/thomasweynants/television.html

- implizit sonische Prozesse als analytischen Zugang, die Prozessualität elektronischer und digitaler Medien zu begreifen - audionautische Klangreisen in die Eigenzeit der elektronischen Medien. Mithilfe der Akustik lassen sich Zeitstrukuren und das Zeitbasierte in der Programmierung und den Algorithmen viel besser herausarbeiten, als zum Beispiel am Bild. Denn mit akustischen Phänomenen teilen mediale Prozesse, daß sie erst in der Zeit zum Sein kommen - entscheidungskritische Zeitprozesse. Das Verhältnis von *Sein und Zeit* ist damit technisch implementiert. McLuhan zieht daraus die medienarchäologische Konsequenz: „Die Elektrizität besitzt die gleichen Eigenschaften wie die akustische Welt.“ Im elektronischen Raum kommt damit Medienzeit zu sich. Das Summen unseres Servers - hier unter mir im Keller - ist das *basso continuo* meiner Medientheorie; laut Hegels *Ästhetik* "ist der Ton eine Äußerlichkeit, welche sich in ihrem Entstehen durch ihr Dasein selbst wieder nichtet und an sich selbst verschwindet"[258]

- sagen McLuhan / Powers ein akustisches Zeitalter voraus: simultan, emotional, kreativ (rechte Hirnhälfte), nicht wie bislang von der linken Großhirnhälfte dominiert (der Sitz des logisches, linearen, intellektuellen Denkens), das an die Vorherrschaft des (lesenden) Auges gebunden ist: die Dinge nacheinander abtastend (anders als Lessing es sieht / liest); Ohr dagegen nimmt Schallwellen simultan wahr (sagen McLuhan / Powers, die das "Robotismus" nennen, nicht korrekt; dgg. Helmholtz u. technischer Charakter des Fernsehbilds); Gefahr der Kombinatorik simultan aktualisierbarer Tradtionen birgt die Gefahr des Eklektizismus = Sven Kramer, Die Figur und ihr Grund, über: Marshall McLuhan / Bruce R. Powers, The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert [*USA 1988], Vorwort v. Dieter Baacke, dt. v. Claus-Peter Leonhardt, Paderborn (Jungermann) 1995, in: Süddeutsche Zeitung Nr. 234 v. 1. Oktober 1995, L 23 (Beilage)

- Chladnis Klangfiguren; Darstellung der Schallwellen (einzelner Töne) überführt die Zeitlichkeit, die die Oszillation des Tons ausmacht, in eine "Gestalt im Raume", die "die Zeit ganz *augenscheinlich* organisiert" = Ritter, Fragmente, xxx, 275; im Ornament der "Klangfigur" also das "organisiert", und zwar "augenscheinlich", was zum neuen Paradigma wird: *Bewegung in der Zeit*[259]

- Musik nicht auf Klangereignis reduzieren, sondern Musik als Tätigkeit, weit über das akustische Signal hinaus; Notation als mathematisches Ereignis (Gert Rienecker)

---

258 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Vorlesungen über die Ästhetik III, in: Werke 15, Frankfurt/M. 1970, 134f
259 Bettine Menke, Akustische Experimente der Romantik, in: Claus Pias (Hg.), Neue Vorträge zur Medienkultur, Weimar (VDG) 2000, 165-184 (168)

- Formatierung von Klang durch technische Medien: mehrspurig (*tracks*) auf Magnettonband; operativer Aspekt der Medien; Laufzeiten von Langspielplatten

- Ebene des Sonischen zwischen dem physikalischen Klang und dem Ästhetoischen des Musikalischen; technische ebenso wie kulturelle Formatierung des Sonischen

- das Gemeinsame von Musik und Medien das Prozeßhafte / Operative; diese Prozessualität nicht im alltäglichen Zeitbegriff; ist der algorithmische Begriff der Mathematik hinzugetreten

- implementieren technische Medien immer mehr das, was früher musikalische Kompetenz war

- gegen Verengung des Musikalischen auf semiotische Prozesse vielmehr "Signalmusik" (Martin Carlé); Signalvarbeitung (Computer, Mathematik) tritt an die Stelle der (für Musik) gescheiterten Semiotik

- Einfluß der Zeitmeßgeräte auf Erkenntnis; Edmund Husserls *Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins*

- bildete die Musik einst das Modell für eine Theorie der Mathematik, nun für eine *Medientheorie* des Zeitkritischen

- das musikalische Wissen der Körper performativ, das der Maschinen operativ

akustische Orientierung im Raum (durch Hall) meint nicht Akustik, sondern Raum. Es geht nicht exklusiv ums Hören, sondern ebenso Orientierungssinn (wahrnehmen)

- keine Reduktuion auf strukturelles Apriori (Kant und *l'archive* im Sinne Foucaults), sondern Vollzugscharakter

- das Akustische prototypisch für computerbasierte Signalverarbeitung

- Akustik als epistemologisches Sprungbrett (etwa bei Mersenne) zur Entdeckung des Wellencharakters

- *mercury delay line* (akustische Laufzeit); Modem / Akustikkoppler; Schnittstelle Echo / Computer: akustischen Verzögerungsleitung (*acoustic delay line*) als Zwischenspeicher im frühen elektronischen Digitalcomputer

- Verschränkung des physikalischen Raums mit der Simulation von Räumen (Nachhall, natürlich und künstlich)

Verzeitlichung des Raums in der Akustik; wird physikalischer Raum vierdimensional (d. h. auch zeitlicher Parameter); medienwissenschaftliche Methode zur Bestimmung des akustischen Raums: Meßmedien; binaurale

Laufzeitdifferenz, Faltungshall

- Computer inzwischen nicht mehr nur algorithmisch-operatives, sondern auch signalverarbeitend-performatives Medium (DSP)

- Aufzeichnung akustischer Signale paradigmatisch für Medienentwicklung generell: Tonträgerentwicklung den anderen Medien, da eindimensionale Signale, meist zeitlich voraus (Phonograph / Film; elektroakustische Schallplattenaufnahme); hat kulturelle Rezeptionsmuster / die Asymmetrie des Audio/visuellen selbst einen technischen Grund: TV-Bildübertragung technisch komplexer; etwa Magnettonband zu Videoband; Frequenzbandbreiten; Synchronisation; Radiotechnik handbabbarer

Akustik als zeitkritischer Vollzug

- benötigen nur einen Bruchteil von Sekunden, um einen Radiosender einzustellen; kann nicht ratiomorph erklärt werden (Bio-Akustik); Konstanz im Radiohören, anders als Zapping beim Fernsehen

- "der *Ton*, die erfüllte Äußerung der sich kundgebenden Innerlichkeit."[260] Diese Tonalität ist konzeptuell; der akustisch konkrete Ton besteht nur solange, als er wird. Das Tönende konstituiert sich als Zeit <Georgiades 1985: 52>; umgekehrt steht die Kunstform Musik für sonisch erfahrbare Zeit

- "Im Tone, dem Wort, der Sprache, der Musik, ist sie, die Zeit, ganz augenscheinlich organisiert, und die Gestalt im Raume ist nichts, als die Klangfigur dieses Tons.“[261] Ritter bezieht sich hier auf die Klangfiguren von Ernst Florens Friedrich Chladni (publiziert als *Theorie des Klangs* erstmals 1787) - eine Visualisierung als Theorie.[262] Zielinski schreibt von „Chladnis Bildwerdung des Tons“[263], die Bill Viola als „Klang der Einzeilen-Abtastung“ (seine Definition für das Videobild) wieder aufgreift. Viola hat in seinem frühen Aufsatz *Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung* daran erinnert, daß die zeitbasierte Technik des Fernseh- und Videobilds auf die frequenzbasierte Schallplatte und das Tonband zurückgehen. Musik als Abfolge akustischer Ereignisse existiert nur in der Zeit.[264]

---

260 G. W. F. Hegel, Enzyklopädie (1830), § 459 (= Werke, Frankfurt/M. 1970, Bd. 10, 271). Dazu Jürgen Trabant, Vom Ohr zur Stimme. Bemerkungen zum Phonozentrismus zwischen 1770 und 1830, in: Hans Ulrich Gumbrecht / Karl Ludwig Pfeiffer (Hg.), Materialität der Kommunikation, Frankfurt/M. 1988, 63-79 (64f)
261 Johannes W. Ritter, Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur, Heidelberg (Mohr & Zimmer) 1810; Nachdruck Hanau (Müller & Kiepenheuer) 1984, 275
262 Ernst Florens Friedrich Chladni, Entdeckungen über die Theorie des Klanges, Leipzig (Weidmann & Reich) 1787
263 Siegfried Zielinski, Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens, Reinbek . Hamburg (Rowohlt) 2002, 207
264 Siehe Honke Rambow, Rhythmus, Zeit, Stille, in: Kunstforum International

- "Sonisch gesprochen, ist die physische Erscheinung einer Sendung eine Art von Gesumme. Das Videobild wiederholt sich ständig selbst ununterbrochen im gleichen Frequenzbereich. Dieser neue allgemeine Zustand des Summens stellt eine bedeutende Verschiebung in unseren kulturell abgeleiteten Denkmodellen dar" = Viola 1993: 26

- Flyer warb einmal unter dem vielversprechenden Namen *Timetechnik* für einen TV-Reparaturdienst; Chladni versetzt dünne, mit Sand bestreute Scheiben aus Glas oder Metall durch einen Bogen gleich einer Violinensaite in Bewegung: hier *kalkuliert* Klang sich selbst als Sand (das älteste Medium von Mathematik)

- Soundkünstler Anthony Moore (Kunsthochschule für Medien in Köln) hat eine gewisse Ohrenlosigkeit (den „earless faces“) der vornehmlich visuell orientierten Medienwissenschaften (als Film- und Fernsehwissenschaften, als Ästhetik und Geschichte der Photographie; als Medien- und Internetdesign) beklagt; Cassetten-Mitschnitte der Bochumer Vorlesungen von Vilem Flusser speichern dementsprechend nicht die Schrift seiner Notizen an der Tafel, sondern deren Kratzspuren

- Akustik als Objekt und Subjekt von Medientheorie, insofern sie etwa Rechenzeit in Schallwellen zu übertragen vermag und Musik mithin für menschliche Ohren ein Interface zum *rechnenden Raum* (ein Begriff Konrad Zuses) bildet

- Herbert Marshall McLuhan, Kultur ohne Schrift, in: Martin Baltes / Fritz Böhler / Rainer Höltschl / Jürgen Reuß (Hg.), Medien verstehen. Der McLuhan-Reader, Mannheim 1997; meint mit „acoustic space“ nicht schlicht Sound und Musik, sondern eine spezifische Form elektronischer Umwelt - der Raum der Resonanzen. Damit ist eine andere Zeitlichkeit eingeführt. Diesen Raum zu bauen ist Programm einer in jeder Hinsicht zeitkritischen Medientheorie. Räume von der akustischen Dimension her zu denken öffnet den Zugang zu zeitbasierten Prozessen - "die Signatur des neuen Medienzeitalters.“[265] In seinem Text „Das resonierende Intervall“ durchleuchtet McLuhan den Grenzbereich zwischen akustischem und visuellem Raum"; diesen Grenzbereich medientheoretisch *definieren*, jenseits des klassischen Bindestrichbegriffs der Audio-Visuellen Medien

- Kommentar zur Installation *Klangfeld* von Christina Kubisch in der Hörgalerie der Berliner Parochialkirche: "Wo nicht mechanische Objekte Klang erzeugen, dient die Lautsprechermembran als Mittler zwischen der elektronischen Welt der Datenspeicher und der aktustischen des Hörens. Versteckt man sie, erscheinen ihre Klänge unweigerlich als Illusion, ohne eigenen Ort frei im Raum, plaziert man die Lautsprecher sichtbar in der Installation, werden sie

---

265 Frank Hartmann, Instant awareness. Eine medientheoretische Exploration mit McLuhan, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg.v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 34-51 (35)

unweigerlich optischer Bestandteil derselben"[266] - und damit *theoretisch* einsehbar; waren im Glockenraum Lautsprecher zu einem seriellen Feld in acht Reihen angeordnet (Juni 2002), aus dem verfremdet Glocken tönen. Volker Straebel erinnert an die Bedeutung des *diapason* in der altgriechischen Musiktheorie: das vollkommene Intervall der Oktave, hier visualisiert und akustisch versinnlicht „zwischen serieller Reihung, absichtsloser Klangfolge und historischer Konnotation“. Daß eine Lautsprecher-Installation wie die von Christina Kubisch gleichzeitig Kunst und Technik sein kann, verdeutlicht das ganz buchstäbliche *lay-out* von Lautsprechern in der sogenannten akustischen Laufzeit-Tomographie für lokale Wetterprognosen, welche analog zum Begriff der bildgebenden Verfahren (*imaging*) ein tongebendes Verfahren (sozusagen *sounding*) darstellt. "Das von Meteorologen der Universität Leipzig entwickelte Meßsystem besteht aus acht Trichterlautsprechern und zwölf Mikrofonen, ein bis zwei Meter über dem Erdboden installiert; Rasterfahndung, akustisch, denn dieses Netzwerk aus Meßpunkten überstreicht eine Fläche von 300 x 700 Metern. Über die Lautsprecher werden alle 30 Sekunden ein kurzes Schallsignal abgegeben. Mikrofone fangen die Signale auf; auf diese Art können zeitliche und räumliche Veränderungen der Laufgeschwindigkeit des Schalls gemessen werden" = <ubi> Lautsprecher für Wetterprognosen. Lokale Vorhersagen mit der akustischen Laufzeit-Tomographie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 139 v. 19. Juni 2002, N2

- akustische Verzögerungsspeicher der ersten Computergeneration, die Verzögerung von Schallübertragung selbst als Zwischendatenspeicher benutzt haben; akustische Laufzeit-Tomographie läßt kurzfristig lokale Wetterprognosen zu, weil die Laufzeit des Schalls (dessen Langsamkeit ihn als Nachrichtenübertragungsmedium im Vergleich zum Licht / zur Photonik ungeeignet macht) besonders durch Lufttemperatur und Wind beeinflußt wird. Ein Abgleich der so gewonnenen Daten mit Modellvorhersagen läßt damit einen drohenden Wetterumschlag ebenso rasch erkennen wie die Luftverwirbelung von startenden oder landenden Flugzeugen messen

- Akustik ein radikal zeitkritisches Ereignis im medialen Kanal; das epistmologisch Revolutionäre am in kurzer Zeit vom Edinsonschen Phonographen zum Grammophon konvertierten Tonträger war nicht nur die Speicherbarkeit flüchtiger Töne, sondern auch die Zeitachsenmanipulation ihrer Ordnung - was vom Film, in der Montage, dann auch für den visuellen Bereich übernommen wurde.[267] Zeit ist eine Funktionen von Kalendern und Apparaten, also Kulturtechniken und technischen Medien, die - analog zu *bildgebenden* Verfahren - Zeit nicht schlicht messen, also kontrollieren und - wie der Film - in Zeit-Containern aufheben (speichern), sondern überhaupt erst in Vollzug setzen

- willkommen im Reich des Realen, d. h. des Physischen, um hier einen prägnanten Moment aus dem Film *The Matrix* (R: Wachowski Brothers, USA 1998) zu modifizieren. Denn für einen Moment reißt der Datenschleier aus

---

266 Volker Straebel, Geheimnisvoll materiell, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 126 v. 4. Juni 2002, BS 4
267 Friedrich Kittler, Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig / Stuttgart (Reclam)

Kodes auf, und dahinter erscheint die Ruine der materiellen Welt. In *The Matrix* - daran erinnerte im unmittelbaren Anschluß an den 11. September 2001 Slavoj Zizek - begrüßt der Anführer des Widerstands, Morpheus, den aus der virtuellen Illusion (eine neuro-interaktive Simulation) in den Ruinen Chicagos aufgewachten Protagonisten mit den Worten: "Willkommen in der Wüste des Realen." Doch zur Wüste des Realen gibt es, für die Ebene des Imaginären (um hier ein wenig Jacques Lacans Typologie medientheoretisch zu aktivieren) ein Gegenbild im selben Film. Der Protagonist Neo besucht dort nämlich im Computerlab den Dekodierer, den menschlichen Monitor der Matrix. „Ist das die Matrix?“, fragt er. „Ja.“ / „Und Du siehst sie Dir nur kodiert an?“ Es geht gar nicht anders, lautet die Antwort, denn als Bildstream wäre sonst zuviel an Daten parallel zu verarbeiten. Und dann noch ein Nachsatz: „Ich sehe gar keinen Code mehr. Ich sehe nur noch Blond<haarig>e, Rote, Brünette.“

- wird Videobildern zumeist immer noch nicht das ihnen elektronisch Wesentliche wahrgenommen: daß ihre Substanz geradezu die Zeitbasiertheit ist. Der eigentliche Gegenstand der Betrachtung ist hier die zeilenweise entfaltete Signalwanderung; erfordert eine medienspezifische Betrachterkompetenz ein, mithin: *theorein*; auch nach über 100 Jahren Film ist die menschliche Medienkultur zwar soweit eskaliert, bewegte Bilder mit physiologischer Selbstverständlichkeit zu prozessieren (am Anfang bedeutete die Projektion eines einfahrenden Zuges bekanntlich noch einen Schock), doch die Einzelbilder, die einzelnen Frames sind hier immer noch Photos, keine Zeit-Bilder *in sich*. „Heterochronie“ (Boris Groys, in Modifikation von Foucaults Begriff der räumlichen „Heterotopien“) elektronischer Phänomene viel deutlicher als Musik, wie sie tatsächlich eine Form von „Musealisierung der Zeit“ darstellt

Akustik als sinnlich wahrnehmbare Medientheorie

- "Wort und Sprache erzeugen Sinn, Bilder zeigen, Zahl und Mathematik strukturieren Welt, Töne sind Ereignisse. Die Künste aber spielen "zwischen" ihnen: Sie bewegen sich auf ihren jeweiligen Grenzen, lassen diese zuweilen sogar überspringen, um ein Medium im anderen zu spiegeln.W[268]

- akustische Wahrnehmung eine physiologische Möglichkeit, *im Medium* zu sein - real existierende Medientheorie; *Minimal Music* stellt eine ausdrückliche Verbindung von Mathematik und Schallereignis her, eine Implementierung von Medientheorie in Hardware der anderen Art; musikhistorische Urszene der *Minimal Music* ist Terry Rileys Komposition *In C* von 1964; an HU Berlin im Jahr 2002 Friedrich Kittlers Seminar unter dem Titel „Musik Programmieren in C“ und dabei weniger *Minimal Music* denn die gleichnamige Programmiersprache meint (um nicht bei Pythagoras stehenzubleiben - oder um zu Pythagoras zurückzufinden); waren auch die tragenden Begriffe des Ereignisses und der Serie in Michel Foucaults *Archäologie* „Theorieimporte aus einer Musik, deren mathematischen Kalkül der junge Foucault an Boulez und mehr noch Barraqué

---

268 ***Dieter Mersch, Ankündigung seiner Vortrags- und Seminarserie an der Universität der Künste in Berlin (Juni 2002)***

geliebt hatte"[269]

- Philip Glass, der sich früh für Mathematik und Philosophie an der University von Chicago einschrieb, in jenem Jahr (1937) geboren, als Alan Matthison Turing den Urtext des uns vertrauten Computers publizierte: *On computable numbers* - eine algorithmischen, oder verspielter geschrieben: algorhythmischen Ästhetik

- Medientheorien immer schon von der Spur ihrer materiellen Implementierbarkeit charakterisiert - "embodied mathematics" (David Bolter, *Turing´s Man. Western Culture in the Computer Age*, Harmondsworth 1986) und nicht schlicht mechanisierte Mathematik; Turings Maschine eine abtrahierte Schreibmaschine

- macht Frieder Nake anhand des taktilen Interface zwischen Mensch und Computer - der Eingabe an der Tastatur (oder Mausbewegung) - deutlich, daß in diesen Momenten eine Zeichen-Signal-Transformation vonstatten geht. Er legt dabei den beide Begriffe gleich einleitenden Buchstaben beispielhaft zugrunde, als Kopplung von Semiotik (Semiose) und Signalverarbeitung: "Sobald <...> die Taste bestätigt ist, wird aus dem Buchstaben "S", den wir angeschlagen hatten, und der für uns als Teil eines längeren Wortes einen Sinn besaß, ein Signal. Alle Bedeutung, die wir dem Zeichen zumessen, fällt von ihm ab beim Durchgang durch das Interface. Nichts bleibt als der Code"[270] - eine medienarchäologische Kur, die Entschlackung von aller hermeutischen Aufladung. Ein trivialer, weil determinierter Prozeß: "Das externe Zeichen wird beim Durchgang durch das Interface zum internen Signal, das zu einer vorbestimmten Manipulation führt" <ebd.>; umgekehrt können wir (Menschen) bei der Ausgabe des Signals nicht umhin, es zeichenhaft zu interpretieren. Je nach Perspektive findet also bei Mensch-Computer-Interaktion eine unsymmetrische Semiose (der menschliche Blick) oder eine Realisierung, die Verwandlung von Zeichen in physikalische Impulse (der Blick des Computers) statt. Für die Musik steht dafür analog das Klavier, wie Wolfgang Scherer zwingend rekonstruiert hat. Die Orgel hingegen ist, anders als das Klavier, dem sie oft beiseitegestellt wird, kein Schlaginstrument und steht mithin dem Analogen näher als dem Digitalen, dem Stetigen näher als dem Diskreten. Wir haben es hier mit einem medienarchäologischen Donosaurier zu tun. Aus der Antike ist als Zeichnung eine Art Orgel überliefert, die griechische *Hydraulis*. Das stumme Bild erlaubt keine Rückschlüsse auf Tonschritte und Intervalle; lediglich aus der Zahl der Pfeifen, nämlich 8, läßt sich zurückschließen, daß der wohlvertraute Oktavumfang der antiken Tonarten „zugrunde lag“ (archäologisch also).[271] „Daß und ob solche Instrumente überhaupt zu einem mehrstimmigen Spiel und

---

269 Friedrich Kittler, Zum Geleit, in: Michel Foucault, Botschaften der Macht. Der Foucault-Reader. Diskurs und Medien, hg. u. mit e. Nachw. versehen von Jan Engelmann, Stuttgart (DVA) 1999, 7-9 (8)
270 Frieder Nake, Begegnung mit Zeichen. Informatik Medium Design, in: Entwerfer. Jahrbuch 4 der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig, hg. v. Holger van den Boom, Köln (Salon) 2000, 174-186 (183)
271 Reinhold Hammerstein, Macht und Klang. Tönende Automaten als Realität und Fiktion in der alten und mittelalterlichen Welt, Bern (Francke) 1986, 26

regulierter Musik taugten, <...> scheint indessen mehr als zweifelhaft“, schreibt Reinhold Hammerstein in seinem Werk mit dem schönen Titel *Macht und Klang. Tönende Automaten als Realität und Fiktion in der alten und mittelalterlichen Welt*. Hier wird die organologische Metapher der Medien als Prothesen des Menschen im Namen einer Instrumentenwissenschaft konkret: „Der Klang muß nach organologischen Erkenntnissen laut und sozusagen roh gewesen sein“ <ebd.>. Die medienarchäologische Aufarbeitung des aktuell umstrittenen Verbunds von Apparaten und Organismen, Maschinen und Leben bringt im Falle der Orgel zutage, daß dieselbe vielmehr als tönendes Machtzeichen, als akustische Form der *Kodierung von Gewalt*, noch konkreter aber als abschreckende Kriegsmaschine eingesetzt wurde, wie es Texte aus Byzanz überliefern. Muristus etwa nennt ein solches Instrument der Griechen schlicht *organon*. Eine Orgel-Komposition aus dem späten 18. Jahrhundert versucht sich an einer musikalischen Landschaftsdarstellung, als sei es Kanonendonner, indem durch Druck auf die Pedale Wettergrollen (tiefstes Rauschen) dargestellt wird - ein frühes Beispiel von *clustering* jenseits der diskreten Notation; Sirenen-Motiv in Homers *Odyssee* liest sich als poetisches Klangbild jenes Vokalalphabets, das in seiner Mächtigkeit, die Musikalität der menschlichen Stimme selbst aufzeichnen zu können, überhaupt zum Zweck der klanggetreuen Notation von Homers Epos *Ilias* erfunden wurde.[272] In der hernach verfaßten *Odyssee* wird diese Kulturtechnik der Verschriftlichung sprachlicher Sonizität nunmehr selbstreflexiv, im verführerischen Gesang der Sirenen Thema - eine andere Form von Poesie. Von dort ist die Eskalation zum technischen Medium nur konsequent. Leonard Euler beschreibt in seinen populärwissenschaftlichen *Lettre à une princesse d´Allemagne* (1768) eine Sprechmaschine, "die man mit der größten Anmuth würde vergesellschaften können. Die Prediger und Redner, deren Stimme nicht stark oder angenehm genug wäre, könnten alsdann ihre Predigten oder Reden auf einer solchen Maschine spielen so wie jetzt die Organisten musikalische Stücke spielen"[273]. 1789 präsentiert Wolfgang von Kempelen seine Sprechmaschine, deren technische Beschreibung neben einer Theorie der Stimme und der menschlichen Sprechwerkzeuge auch die Optionen zur künstlichen Erzeugung von Lauten und die von ihm konstruierte Maschine beschreibt; aus der Instrumentengruppe der Aerophone liegt ihm dabei u. a. das Modell der Bordunpfeife böhmischer Dudelsäcke vor.[274] Von der Tastatur bis zur Pfeife erweist sich die Orgel als medienepistemisches Ding.

- vermag Kempelens Maschine mit jeweils distinkten Operationen nicht allein Vokale, sondern auch stimmlose Konsonanten sowie Zischlaute hervorzubringen. Das Reich der Vokale ist eines der periodischen Frequenzen, das der Konsonanten eines der aperiodischen Artikulationen; im Maschinenwerden fällt die Einheit des Vokalalphabets auseinander. Aufgesprengt und zugleich nachempfunden, neu- und wiedererfunden wird das

---

272 Dazu der Beitrag von Barry Powell in: W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), Der Ursprung des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie. Schrift, Ton und und Zahl im Medienverbund, Paderborn (Fink) 2006, xxx
273 dt.: Briefe an eine deutsche Prinzessin, xxx, 137. Brief v. 16. Juni 1761
274 Wolfgang Kempelen, Mechanismus der menschlichen Sprache nebst Beschreibung einer sprechenden Maschine [Wien 1791], Stuttgart 1970

altgriechische Vokalalphabet schließlich durch die Entwicklung phonetischer Alphabete, die noch näher am Ereignis des Zustandekommens sprachlicher Artikulation liegen, also der sowohl zur Physik einerseits und der kulturellen Semantik andererseits anschlußfähigen medienarchäologischen Ebene. Nur auf dieser Ebene wird Sprache auf einer noch viel differenzierteren und präziseren technischen Analyse ihrer phonetischen Bestandteile aufzeichenbar; technisch übertragbar (also buchstäblich *telephonisch*) wird sie, wenn einmal Frequenzen an die Stelle von kruden Buchstaben treten. An die Stelle kosmischer Harmonien ganzzahliger Verhältnisse und die reine Mechanik tritt die Frequenz. Einmal von ihren Schwingungen her begriffen, wie es in der pythagoreischen Antike nur ansatzweise geschah, wird die lautliche Artikulation zeitkritisch und ermöglicht eine Allianz mit oszillatorischen Übertragungsmedien selbst. Ausgerechnet der Vater von Alexander Graham Bell, dem amerikanischen Erfinders des Telefons, nämlich Alexander Melville Bell, propagiert 1864 eine *visible speech*, und die Motivation zu Thomas Alva Edisons Phonographen von 1877 war die Entwicklung einer technischen Lautschrift, die nicht mehr aus dem symbolischen Reich der Codes, sondern aus der Materie des Klangs selbst entwickelt wird - was allein Apparaturen vermögen, die nicht in erster Linie einer kulturellen Logik folgen.

- liegt es in der Natur von notationellen Texten, daß sie den Leser in Hinsicht auf den Klang im Stich lassen

- Differenz von pneumatischer Orgel und Hammerklavier eine maschinale Analogie zur Differenz von Vokal- und Konsonantenalphabet

- bedarf es für als *computing* implementierte Algorithmen unhintergehbar eines Speichermediums; haftet der generative Algorithmus (Papier) / das computermusikalische Programm (magnetische Ladung) an der materiellen Spur der Aufzeichnung

- können mit mathematischen Gleichungen in digitaler Matrix alle Parameter von Musik adressiert werden = Friedrich Kittler, Musik als Medium, in: Bernhard J. Dotzler / Ernst Müller (Hrsg.), Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur aisthesis materialis, Berlin (Akademie-Verlag) 1995, 83-99 (84)

- geben Glass´ Kompositionen einen Einblick in komputative Techno-Rhythmen: "The constant beat and yet subtly shifting rhythmic cycles over a seemingly static harmonic structures gives the listener a heightened sense of time and, instead of long development sections, progression is achieved through the increasingly complex repetitions and overlapping lines" = Christopher Bowers-Broadbent, a. a. O.

Musik als operative Mathematik

- mit Pythagoras Musik als impelementierte Mathematik (miß?)verstanden; Mathematik ein Modell zur Beschreibung von Musik oder *ist* Musik mathematisch?

- Musik, als implementierte Mathematik verstanden (gehört, vernommen), wird quasi-medientechnisch begriffen; physische Operativität von Symbolen in der Zeit sind maschinal / algorithmisch, nicht mehr oder weniger als auch elektromagnetische Prozesse von elektrophysikalischen zu elektronischen in dem Moment werden, wo sie logisch beherrscht (gesteuert, kalkuliert, am Ende auch geschaltet) werden, also zu mathematischen Maschinen werden, techno/logische und elektro/mathematische Medien

- das Zahlenmaterial selbst ist nicht der Klang; existiert keine digitale Musik an sich; was Menschen wahrnehmen, sind Klänge; dgg. Leibniz ("petites perceptions")

Technische Begriffe des "Sonischen"

- Zeitobjekte: "Oresme hat als erster entdeckt, daß Bewegung nur wieder durch Bewegung dargestellt werden kann" = Giedion 1982: 35

- das Sonische als Klang in seiner technischen Vermittlung; der Mitklang des (technischen) Mediums; mp3 schneidet 95 % der (unkomprimierten) wave-Datei weg

- macht elektronische Musik macht das Hören selber als Frequenzereignis / Signalwandlung zum Thema / zur Botschaft

- arbeitet die elektronische Musik ohne das Alphabet der Musik (Noten); vielmehr sonische Diagramme. Sie manifestiert sich im Klang und ist digital gespeichert, und das Digitale lÃ¤sst sich nur wieder analog darstellen. "Es gibt keine digitale Musik" (Florian Sprenger, Rezension von: KLEINER, Marcus S./SZEPANSKI, Achim (Hrsg., 2003): Soundcultures. Ãœber elektronische und digitale Musik. Suhrkamp, Frankfurt/Main). Auf CD gespeicherte Musik ist immer schon digital gespeichert - Rekursion der Partitur

- Daniel Gethmann (2003): Das Zittern der Luft. Die Erfindung der mechanischen Stimme. In: EPPING-JÃGER, Cornelia / LINZ, Erika (Hg., 2003): Medien/Stimmen. DuMont, Köln

"Acoustic turn"? Ein vernachlässigter Sinnes- und Medienkanal

- korrespondiert McLuhans Begriff des "acoustic space" mit Leibniz' Betonung der fluiden *petits perceptions*: "Die nicht abstellbare Präsenz des Akustischen umgibt uns wie ein Fluidum, wie ein Kontinuum, das keine feststellbare Grenze hat, das ins Unendiche weist. <...> Die petits perceptions bilden einen Raum, eine Sphäre, die uns umgibt" = Jürgen Trabant, Der akroamatische Leibniz: Hören und Konspirieren, in: Paragrana Bd. 2, Heft 1/2 (1993), 64-71 (69), unter Bezug auf: Gottfried Wilhelm Leibniz, Nouveaux essais sur l'endtendement humaine, Ausgabe Paris (Flammarion) 1966

- diskrete Zeitweisen des Sonischen: Takt, Rhythmus, Algorithmik; Metrum bezeichnet die Betonung des Takts; Takt wird zum reinen Impuls; Metronom als *akustische* Signalgebung; verschwindet (so Jonathan Sterne) mit digitaler Uhr); chronoakustische Sphäre; Wolfgang Auhagens Kritik an These xxx zu halbierten historischen Tempo (Metronom)

- Neumen geben Tonhöhen an; erst Mensuralnotation kennt Parameter der Tonlänge (die in antiker Prosodie nicht aufzuschreiben nötig war, da sie sich aus der Silbenlänge der gesprochenen Sprache ergab); eigenständige Pausenzeichen (analog zur Null als ausdrückliches Symbol in der Mathematik und zur Leertaste an der Schreibmaschine)

- Mensur als "Ab/teilung"; insofern dem etymologischen Wortsinn von "Zeit" nahe

- "emerging synchronization" (Sebastian Klotz): antike Musik (und Prosodie) pendelt sich selbst ein (wie ein Chor / ein Orchester); später: externe Taktgebung (Metronomisierung). Vgl. Heideggers Kritik an der "vulgären Zeit"

- erst seit Denkbarkeit von Zeitanalyse (in Elementen) als aristoxenische *chronoi* macht technischer Uhrtakt Sinn

- Stimmgabeln dienen Hermann Helmholtz (1863) nicht zu Zwecken der musikalischen Snychronisation, sondern der Generierung kleinster Taktungen im zeitkritischen Bereich; gelingt durch (Rück-)Kopplung von Stimmgabelschwingungen und elektromagnetischen Relais. Mithin wird Zeit in diskrete Elemente quasi-alphabetisch zerlegt (die Möglichkeitsbedingung für zeitdiskrete Abtastung)

- komputativer Datenfluß entspricht dem "Rhythmus"

- im zeitkritischen Takt: antike Prosodie. Indem antike Prosodie im Vokalalphabet grammophon notiert wurde (was noch Augustin in Buch XI seiner *Confessiones* im Zusammenhang seiner Spekulationen über die Natur der Zeit ausdrücklich beschreibt), vermochte sich dieses Zeitmaß als zeitdiskretes Alphabet zu tradieren; überliefert sich eine Zeitmaschine aus eigener Kraft - ein anhistorischer Daimon: "We can claim knowledge of the rhythms of ancient music because <...> they are reflected within reasonable fidelity in the metres of those verse texts which we know to have been sung (and in many cases danced). The metres are quantitative, based on patterns of long and short notes. The repetitive nature of these patterns usually makes their rhythmical character obvious" = West 1994: 130

- läßt sich aus der algriechischen Hochzeit von phonetischem Alphabet und Vokalmusik, allem historiographischen Relativismus kultureller Diskurse zum Trotz, ansatzweise sogar im naturwissenschaftlichen Sinne das absolute Tempo antiker Prosodie rekonstruieren; Zeitgesetz silbenbasierter Artiklation in indoeuropäischen Sprachen ist ein gegenüber historischer Transformation

weitgehend invariantes und unerbittliches: "There was a natural limit to the speed at which it could go, in the speed at which the words could be articulated <...>. Nor is it likely that they were sung much more slowly than they would be uttered in ordinary speed, because short slylables cannot support undue lenthening in delivery. That is a fundamental feature of the opposition between short syllables and long ones: long syllables can be prolonged ad lib, short ones cannot" = West 1994: 154

- stellen McLuhan / Powers buchstäblich am Rande einer Seite von *The Global Village* eine medienanthropologische Frage: "Was macht Tekkno mit der mentalen Struktur der Jugendlichen?"[275]; die zeitkritische Frage aus medienarchäologischer Sicht: die Frage nach (Algo-)Rhythmen

- das Dasein des Sonischen: Schwingungen

- Möglichkeit, die Wirkungsweise des Protagonisten aller elektronischen Medien und das Elementar"teilchen" aller Medienwissenschaft, das Elektron, darzustellen (das sich nur als Phänomen, nie als Positivität fassen läßt), ist der "Vergleich mit periodischen Phänomenen <...>, wie sie insbesondre bei Musikinstrumenten zu finden sind."[276] Voraussetzung dafür ist, das Elektron nicht als Partikel, sondern als Wellenfunktion *(psi)* bezüglich der Distanz zwischen Elektron und Atomkern zu begreifen. Überhaupt gilt für die Minimalstmasse des Elektrons: "Das Elektron ist zwar gewiss ein winzig kleines Objekt, doch von einer 'Größe' kann man <...> eigentlich gar nicht mehr sprechen. Aufgrund eines 1923 von Louis de Broglie entdecktne quantenphysiaklsichen Gesetzes kann man ihm allenfalls eine Wellenlänge zuordnen, die mit zunehmender Energie immer kürzer wird" = ebd., Eintrag "Elektron"

- "Die bindende Wellenfunktion ähnelt einer schwingenden Cellosaite in einem bestimmten Augenblick, wenn der Bogen den Grundton gestrichen hat; die antibindende Wellenfunktion ähnlet derselben Saite, wenn der Bogen den Ton gestrichen hat, der dem ersten harmonischen Oberton entspricht, dessen Nulldurchgang in der Saitenmitte liegt. Diese tief greifende Analogei mit anderen Schwingungsphänomenen (schwingenden Flächen wie einem Trommelfell oder Interferenzen) findet sich auch in der mathematischen Beschreibung der Elektronenwelle" <ebd., Eintrag "Elektronenwelle", 206f>. Auf wundersame Weise kehrt hier die pythagoreische ganzzahlige Harmonik als wohlgeordneter Kosmos wieder: "Die Ladungen aller in der Natur beobachtbaren Teilchen, wie auch der elektrisch geladenen makroskopischen Objekte sind ihrem Betrag nach stets ganzzahlige Vielfache der Ladung des Elektrons" = ebd., Eintrag "Elektron", 204f (205)

- Fourier-Analyse als Bewältigung von Klängen und klangähnlichen Gebilden

---

275 Marshall McLuhan / Bruce R. Powers, The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert, Paderborn (Junfermann) 1995, 94
276 Michel Serres / Nayla Farouki (Hg.), Thesaurus der exakten Wissenschaften, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 2001, Eintrag "Elektronenwelle", 205-207 (206)

- Spektralanalyse eine Verallgemeinerung der Fourieranalyse; läßt sich auf die Erforschung sämtlicher Schwingungsphänomene anwenden. "Zu den wichtigsten Phänomenen dieser Art gehört das Licht" <Serres / Farouki (Hg.) 2001: Eintrag "Spektralanalyse", xxx-895 (894)>. Newton spaltet das Sonnenlicht in seine Spektralfarben zwar mit seinem Glasprisma, blockiert aber mit seiner Korpuskeltheorie lange die Analyse von Licht als Wellenphänomen; ab dem 19. Jahrhundert (mit Fraunhofer) setzt sich Spektroskopie durch

- Sonagramme, erstellt im Spektrographen, approximieren ein Schallsignal, indem es durch Filter in separate Frequenzbänder aufgeteilt und photoakustisch sichtbar gemacht wird. An die Stelle der zweidimensional angeordneten Analyse tritt die Analyse der Prozessualität selbst, "weil außer der Zusammensetzung des Schalls auch dessen Verlauf visualisiert wird" <Kursell / Schäfer 2010: 32>

- Fouriers Theorem von 1822, daß jede *kontinuierliche* Funktion (oder Kurve), unabhängig von Material und (Ir-)Regularität, als Summe von Sinuskurven (Grundfrequenz f0 plus Obertöne in ganzzahligem Verhältnis n = 1,2,3 ...) dargestellt werden kann: $nf0$. "But how can we be sure that what has been proven mathematically also occurs in nature <...>? <...> There is nothing in Fourier's analysis to suggest that it is litte more than a mathematical fiction, 'permissible for facilitating calculation, but not necessarily having any corresponding actual meaning in theings themselves'" <= Helmholtz, *Lehre*, 56; engl. Übers. S. 34 (?); zitiert nach Erlmann 2010, xxx; entwickelt Helmholtz die von ihm so genannten Resonanten zum Nachweis; Kittler, "Fiktion und Simlation": gerade Artifizialität macht es technisierbar

- Helmholtz'sches Gespür für „kleinste Zeittheile“ – und eine damit verbundene, neu implementierte und dem Zeitkritischen nahestehende Denkweise

- getaktete, also zeitdiskretisierende Meßmedien über die Grenze der menschlichen Introspektion hinaus in der Lage, die „rechnenden Weisen“ von Augen zu fassen und damit Blickbewegungen auf der Seite des Diskontinuierlichen zu verankern; zeitkritischce Meßmedien im *eye-tracking*.

- Wieners maßgebliches Beispiel für kybernetisches Feedback, entwickelt im Zweiten Weltkrieg, ist die agonale Abwehr gegnerischer Kampfflugzeuge, und seine Methode die harmonische Analyse: Bei einer nach einem Muster gelenkten Bewegung wird dabei die Abweichung der wirklich durchgeführten Bewegung davon als neue Eingabe benutzt, um den geregelten Teil zu veranlassen, die Bewegung dem Muster näher zu bringen.[277] Claude Shannon in den Bell Labs dagegen unterstellt keine klangartigen Verläufe von Flugbahnen, sondern analysiert sie als medienphysikalisches Ereignis. Shannon nimmt für eine Flugbahn Phasenrelationen an, deutet die zeitlichen Veränderungen also in Intervallen; Wiener hingegen unterstellt (gleichsam pythagoräisch)

---

277 Norbert Wiener, zitiert im Vorwort Alexander von Cubes zur Neuauflage von: ders., Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine, *1948 (MIT), Düsseldorf / Wien (New York (Econ) 1992, 6

zusammengesetzte, mithin Fourier-analysierbare Schwingungen in einer Flugbahn. "Für Wiener ist eine Botschaft aus periodischen Frequenzen zusammengesetzt, für Shannon besitzt eine Nachricht meßbare Übergänge in der Zeit; die signalästhetische Differenz heißt hier also Musik (Wiener) *versus* Medienarchäologie (Shannon).

- Klang(v)erkennungen: Audifikation und Sonifikation; unter umgekehrten Vorzeichen: *visible speech* als Verfahren, das auf der Grundlage von Spektrogrammen in telephonischer Analyse Laute sichtbar macht; Potter et al. 1957

- Sonifikation "the use of non-speech audio to convey information"; "tools for interactive data exploration, which make use of sonification for data presentation"; "model-based sonification [...] a concept to design auditory displays. [...] particle trajectories in a 'data potential' is a sonification model to reveal information about the clustering of vectorial data"; *data-sonograms* = T. Hermann / H. Ritter, "Listen to your Data: Model-Based Sonification for Data Analysis", *online*

- Deutschlandradio, Sendeformat "Sonarisationen" ; www.dradio.de/dkultur/sendungen/sonarisationen

- Unterschied zwischen "Electric Walks" (Kubisch) und "Detektors" (Miyazaki) in ihrer [De-]Modulation; Detektor vermag FM- und AM-Signale von 100Mhz bis 5 Ghz zu demodulieren; damit vor allem die mit den Kopfhörer von "Electric Walks" unhörbaren kabellosen Datennetzwerke wie WLAN, Bluetooth, aber auch die Signale der Mobilfunknetze hörbar; http://detektors.org; ewa die Eskalation von GSM (1. Generation des Mobilfunks) und UMTS (3. Generation): "Während die Signale von GSM noch gepulst und dadurch eine gut hörbare Tonhöhe und Rhythmen besitzen, hörst sich ein demoduliertes UMTS Signal nur noch wie ein Rauschen an" = Kommunikation Shintaro Miyazaki, November 2011; ders., Diss. / Publikation *algorhythmisiert*; Wortspiel ein operatives Modell, das im Dazwischen von Symbolischem und Realem des Klangs oszilliert

- sonische Gegenwartsfenster; Verklanglichung von Wahrscheinlichkeitsketten in Echtzeit: Julia Kursell, Sequenz, Akkord, Kette. Roman Jakobsons Verskalküle, in: Philipp von Hilgers / Wladimir Velminski (Hg.), Andrej A. Markov. Berechenbare Künste, Zürich / Berlin (diaphanes) 2007, 137-158 (154 ff.)

- elektronische Bilder als implizite Klänge; Herkunft der Videoästhetik Nam June Paiks aus der (elektronischen) Musik; war selbst lange Zeit (1958-1963) Mitwirkender am Studio für elektronische Musik in Köln (Stockhausen); erste Ausstellung (in der Galerie Parnaß, Wuppertal) heißt konsequent: *Exposition of Music - Electronic Television* (März 1963)

- Bildsignal im elektronischen Fernsehen im (Zwischen-)Akt der Übertragung buchstäblich zusammengesetzt aus dem, was die Akustik Klang nennt: die Überlagerung (Modulation) eines Grundtons (HF-Trägerfreqenz) mit dem eigentlichen Bildsignal ("Videosignal") als Gleichspannungswert (Amplitude) der

Bildabtastung, die im Extremfall (das rechnerisch modellierte Limit maximaler Bild"punkt"zahl) ihrerseits eine Hochfrequenz bilden kann

- Verfahren elektronischer Fernsehbildübertragung als "Klang der Einzeilen-Abtastung" (Bill Viola); umgekeht Ton- zu Bildaufzeichnung erweitern. Otto von Bronk macht kurz nach 1900 den Vorschlag, Poulsens Verfahren dafür zu verwenden, ein auf einer Vielzellentafel erscheinendes elektronisches Bild auf "telegraphonischem" Weg zu speichern und "die Bilder zu einer beliebigen Zeit zu übertragen oder zu reproduzieren"[278] - Videorecoreding *avant la lettre*, und eine elektronische Alternative zu John Logie Bairds elektro-mechanischem Fernsehbildspeicherverfahren *Phonovision*; elektronische Ereignisse, vormals flüchtig im zeitkritischsten Sinne, damit weitgehend invariant gegenüber der emphatischen Zeit, genuin *ahistorisch* verfügbar

- Resonanzphänomene im außermusikalischen Bereich: "morphische Resonanzen" (Sheldrake); für eine "musikalische" Theorie von Zeitverhältnissen

- "Vernunft" und "Resonanz" - ein gegenseitiger Kehrwert (Erlmann), im Sinne von: mathematisierbare Frequenz ("Ratio", Zahl) als Kehrwert der Schwingung (musikalische Resonanz / Zeit)

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

- wird die klassische Übertragungsmetapher unterlaufen; beschreibt Erich Jantsch Kommunikation analog zum Phänomen der (elektro-)physikalischen Resonanz, derzufolge Schwingungen in einem Spektrum verwandter Frequenzen nahezu ohne Übertragung von Energie induziert werden; Nicola Tesla allerdings suchte unter verkehrten Vorzeichen Energie drahtlos in gekoppelten Schwingkreisen zu übertragen; läßt sich aus dem elektrotechnischen Modell der wechselseitigen Kopplung eine Alternative zum historischen Begriff der Wissenstradierung ableiten: "Selbstorganisation von Wissen durch wechselseitige Stimulierung"[279]; Rupert Sheldrake baut auf solche Resonanzen als Erklärung von Evolutionsmustern[280]

- "Im akustischen System wurden Neuronen gefunden, die auf ein kurzes akustisches Signal hin vorübergehend mit einer festen Frequenz (ihrer

---

278 Hier zitiert nach: Siegfried Zielinski, Zur Geschichte des Videorecorders, Berlin 1986, 57

279 Erich Jantsch, Erkenntnistheoretische Aspekte, in: xxx, 171, hier zitiert nach: Norbert Bolz, Am Ende der Gutenberg Galaxis. Die neuen Kommunikationsverhältnisse, München (Fink) 1993, 41

280 Rupert Sheldrake, Das Gedächtnis der Natur. Das Geheimnis der Entstehung der Formen in der Natur, Zürich / München (Piper) 2. Aufl. 1996, 156 [AO The Presence of the Past, New York (Time Book) 1988]

Eigenfrequenz) feuern. Sie sind besonders leicht von Tönen anzuregen, deren Frequenz ihrer Eigenfrequenz entspricht (daher die Bezeichnung: Resonanz)"[281]

- Speicherung von Klängen und sonische Speicher; galt Klang lange als weitgehend flüchtig (Hegel-Zitat); setzt mit Phonautograph und Phonographie die technische Speicherung und Reproduzierbarkeit akustischer Signale ein; macht Mercury Delay Line in frühen Computern Klang selbst zum Speichermedium digitaler Impulse

Wahrscheinlichkeitswellen, Saiten und Strings: der Klang der Quantenmechanik

- mit Mersenne Transformation der geometrischen Harmonielehre zugunsten eines dynamischen Zugangs der schwingenden Saite; Theorie der Superstrings, die nicht von punktförmigen Elementarteilchen, sondern von "unmeßbar kleinen Saiten" als prozessualen Grundbausteinen der Welt ausgeht" = xxx: 129; Erwin Schrödingers "Wellengleichung" weniger monochordischer denn mathematischer Natur. Epistemologie der Schwingung teilt Quantenphysik mit der Musik; gibt es *per definitionem* nicht den Punkt, denn erst in der Frequenz manifestiert sich ein Ton; selbst wenn Schweigen zum musikalischen Argument wird (wie bei John Cage), dieses Intervall ein ausgedehntes spatium respektive *momentum*

Klang und sein Anderes: Rauschen

- Philipp Schweighauser, The Noises of American Literature, 1890-1985. Toward a History of Literary Acoustics., Gaineswill, FL (University Press of Florida) 2006; Weaver in Shannon / Weaver 1948 trennt zwischen semantischem Rauschen auf Seiten des menschlich-semantischen Senders (äquivalent zu Shannons Begriff der kryptographischen senderseitigen Kodierung) und kanalbedingtem, unintendiertem Rauschen; Oxymoron der "literary acoustics"; inwiefern das Reale im Symbolischen repräsentiert werden kann; medienarchäologisch streng: im Symbolischen keine Akustik; toleranter demgegenüber Begriff des Rauschen, wenn nicht akustisch, sondern nachrichtentechnisch verstanden (*sonicity*); kommt es zu einem unerwarteten *re-entry*: Digitale Signalverarbeitung holt Rauschen im Regime des operativ-Symbolischen ein (vermögens intra-maschineller, subliterarischer Programmierung). Begriff des "acoustic space" bei McLuhan, der die elektronische Sphäre meint, als radikale Herausforderung der Gutenberg-Galaxis

- "In the theories surrounding media archaeology, noise, not meaning, is quite often the focus <...>. The technical formulation of diagrammatics of noise and noise reduction acts as a recurring reference point for explaining the novelty of signal transmission and media in the age of telecommunications and digitality" = Jussi Parikka, Mapping Noise. Techniques and Tactics of Irregularities,

---

281 Hartmut Birett, Funktionsmodelle. Versuche zur biologischen Nachrichtenverarbeitung, Frankfurt a. M. / Berlin / München (Diesterweg) 1974, 49

Interception, and Disturbance, in: Erkki Huhtamo / ders. (Hg.), Media Archaeology. Approaches, Applications, and Implications, Berkeley / Los Angeles / London (University of California Press) 2011, 256-277 (256)

"Optophonie": Licht als Ton (Hausmann, Viola)

- Hausmanns Beschreibung der Optophons in *Hyle I* (S. 109); Arseni M. Awraamovs Methode der "geometrischen Musik", ähnlich Methode Pfenninger: Streifen auf Film zeichnen, dann akustisch abtasten; Eva Züchner, (Hg.), Scharfrichter der bürgerlichen Seele. Raoul Hausmann in Berlin 1900-1933, Berlin (Berlinische Galerie) / Ostfildern (Hatje) 1998, 380 u. 410

- entwickelt Dziga Vertov analog zum Kino-Auge (Kinoglaz) das Radio-Ohr (Radioglaz), eingesetzt im Film *Entuziazm*; Vlada Petric, Constructivism in Film, Cambridge 1993, 135

- Peter Keenes "Nach"bau des Optophons: *Raoul Hausmann Revisited* (1999). Medienarchäologie konkret (vgl. Projekt Bau Memex); Abb. in: Donguy 2001: 219, Fig. 3; vergleicht Hausmanns Optophon mit John Logie Bairds *Televisor* (1923); dazu Dongui 2001: 219; Baird's "Phonovision"

- engl. Patentschrift 21. September 1934 (Daniel Broido / Raoul Hausmann): "the debvice works expremely rapidly owing to the fact that th ephot-cell works withouth any time-lag" = zitiert nach: Dongui 2001: 218

- beschreibt Hausmann in einem Brief vom 20. Dezember 1963 an Henri Chopin (Archives Henri Chopin) das Optophon als "the only exact electronic device for controlling a new sound system, with considerable independence from human meddling" = zitiert nach: Dongui 2001: 219 - eine genuin medienarchäologische Ästhetik (im Sinne Henri Fox Talbots)

- Plessner regt 1892 an, "mit Hilfe des Optophons <...> den Nachweis erbringen zu können, daß zwischen dem bildlich, also räumlich Schönen in der Natur, und dem hörbar, also zeitlich Schönen ähnliche Wechselbeziehungen existieren, wie zwischen den mannigfaltigen Formen, in denen wir die Kräfte der Natur ihre Wirksamkeit äußern sehen" <51>

- "Die neuesten Ergebnisse der 'Farbe-Ton-Forschung' erfordern ihr fysikalisches <sic> Fundament <...>. Praktische Möglichkeiten einer positiven Lösung <...> würden <...> gegeben sein, wenn es gelänge, Licht und Schall von ihren Trägern - Äther bzw. Luft - unabhängig zu machen oder außerdem elektrische Wellen zu Trägern für beide gemeinsam zu bestimmen" = Walter Brinkmann, angeregt durch Raoul Hausmanns Arbeiten am Optophon, zitiert nach: László Moholy-Nagy, Malerei Fotografie Film, xxx, 20 ff., in: Michael Erlhoff, Raoul Hausmann, Dadasoph. Versuch einer Politisierung der Ästhetik, Hannover (zweitschrift) 1982, 269 - Emanzipation eines technischen Mediums

- Berliner Patentamt lehnt Patent für Raoul Hausmans Optophon ab; reicht es

am 25.9.1934 erfolgreich beim Londoner Patentamt gemeinsam mit Daniel Broido als leicht variiierten Baupläne und Erläuterungen nun als "Calculating Apparatus" ein; Lichtabtastung von Lochkartenmaschinen. Erlhoff 1982: Reproduktion der Patentschrift 298-308; Betonung auf Beschleunigung der Datenverarbeitung: "the photo-cell works without any time lag" (298) - Datenverarbeitung in Lichtgeschwindigkeit, abgeleitet vom elektromagnetischem Dispositiv von Licht / Ton als Welle

Begriffsfelder des "Sonischen"

- das Sonische innerhalb / außerhalb "Sound Studies"

- anglophonen Sprachraum Adjektiv *sonic* wohlvertraut, entspricht aber primär dem deutschsprachigen Begriff von "Klang"

- erscheint das "Sonische" in deutscher Sprache sperrig, geradezu als Neologismus. Gegenüber Begriffen wie "sound" und "Klang" besetzt er ein epistemisches Feld, bringt es auf einen konzeptuellen Begriff

Vermessung des Sonischen

- das Sonische ganz wesentlich eine Funktion elektronischer Meßgeräte zum Zweck der Klanganalyse - die dann als neue Instrumente elektronischer Musik auch synthetisch zum Einsatz kamen, etwa im frühen Kölner Studio für elektronische Musik. Insofern es sich hierbei um elektronische Artefakte und Prozesse handelt, macht - in Anlehnung an Kybernetik und Informatik - begrifflich "Sonik" Sinn

- tretenMeßmedien buchstäblich zwischen Schallereignis und menschliche Tonempfindung, sei es zu analytisch-forschenden oder zu darstellenden Zwecken (Audifikation / Sonifikation; Erdbebenforschung); medizinische Sonographie: de la Motte-Haber / Rötter (Hg.) 2005: 50 ff.

- neurowissenschaftliche Vermessung musikalischer Empfindung (Hanslicks "tönend bewegte Form") im Großhirn durch EEG und fNRIS (Infrarotstrahlung / reflexion); bedarf es ihrerseits einer korrespondierenden / korrelierenden implizit klangförmigen, kurz: sonischen techno-musikalischen Mit-Empfindung von Seiten der Meßtechniken, um in Resonanz mit solch dynamischen, schwingungsförmigen neuronalen Prozessen zu treten; gibt es ein "sonisches Mitverstehen" auf Seiten der Apparate

Zwischen physikalischer Akustik und hochkultureller Musik

- stellt das Sonische eine Zwischenebene von Akustik und Musik dar, und das im Wortsinn: am akustischen Dazwischen (*to metaxy*) stellte Aritoteles das Vorhandensein einer medialen Zwischenebene der Kommunikation (als rausch-

und zeitanfälliger Kanal im Sinne Shannons) fest; resultiert die Frage nach akustischen Figuren zwischen historischer Prägung und naturwissenschaftlich-gesetzlicher Invarianz, wie sie die Musiktheorie und die Musikpsychologie seit langem umtreibt: Ist die harmonische Empfindung der Oktave physiologisch natürlich oder kulturell konditioniert? Vielleicht hat die mathematische Ästhetik, der mathematische Gleichklang, die unsichere Ordnung stabilisiert; de la Motte-Haber / Rötter (Hg.) 2005: 56 ff.

- neben kulturtechnisch prägende, konditionierende Zwischenebene tritt eine medientechnische (klangmessende und -gebende Apparaturen, technomathematische Medien); wider die verführerische Metaphorik der "Ausgrabung", die im Archäologiebegriff angelegt ist, ist Medienarchäologie mit Mathematik befaßt: Algorithmen als *aletheia* eines Wissens

Das Sonische und die Zeit I

- strukturelle Analogie zwischen "musikalischen" und medientechnischen Ereignissen, insofern sich beide erst im Vollzug in ihrer Seinsweise (einmal performativ, einmal operativ) entfalten

- wiederholter Anlauf zum Verstehen des Klangereignisses durch das Monochord: „Das musikalische Hören hat eine unumkehrbare Geschichte, so sehr auch der rein physiologische Hörvorgang als solcher zu allen Zeiten invariable sein mag"[282] ; parallel gilt für die musikalische, d. h. klangkulturelle Stimmung: "Die Beziehung auf die Geschichte der Musik wird <...> auch deshalb nötig, weil wir hier Beobachtung und Experiment zur Feststellung der von uns aufgestellten Erklärungen meist nicht anwenden können, denn wir können uns, erzogen in der modernen Musik, nicht vollständig zurückversetzen in den Zustand unserer Vorfahren, die das <...> erst zu suchen hatten."[283] Dem gegenüber steht eine Medienarchäologie des Akustischen: "Seit Helmholtz' Tagen und Medien tritt neben die "Experimentalisierung des Lebens" in Laboren eine Art "Experimentalisierung der Geschichte" in Simulationen. Sofern im Rahmen von Medienarchäologie und Simulationstechnologie heute ganze Theorien simulierbar sind, beginnen wir beständig tunnelartige Verbindungen durch die Historie zu graben, wodurch selbst unwägbar scheinende Zusammenhänge erkennbar werden und erforschbar sind. Indem wir aber Zeitobjekte vergangener Zeiten als solche reinstanziieren, läuft das "Wissen von der Musik" immer mehr selbst und von selbst in Musiktechnologie. Sie verleiht dem Hören eine Tiefe, die den alten Streit zwischen akustischen Daten und musikalischen Phänomen aufzuheben beginnt."[284]

---

282 Reinhold Hammerstein, Musik als Komposition und Interpretation, in Deutsche Vierteljahresschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte Bd. 40, Heft 1 (1966), 1-23 (20)

283 Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik [*1863], Braunschweig (Vieweg) 1913, 411

284 Martin Carlé, Geschenke der Musen im Streit ihrer Gehörigkeit. Die antike Musiknotation als Medium und

- mathematischer Begriff musikalischer Harmonie, doch "[n]umber does not produce sound" = Mersenne, zitiert hier nach: Paolo Gozza (Hg.), Number to Sound. The musical way to the scientific revolution, Dordrecht / Boston / London (Kluwer) 2000, xi. Mit medientechnischen Signalereignissen teilt der operative Begriff von Musik, daß sie sich nur im Vollzug, in einer konkreten (implizit sonischen) Implementierung ereignet: "Musica est disciplina quae de numeris loquitur, qui invenientur in sonis" = Isidor von Sevilla, Etymologica, Liber III "De mathematica"

- Klang "in der Zeit angesiedelt"; besonders im Tonfilm "scheint für die *Zeit* der Ton auf entscheidende Art zu intervenieren, und zwar weil er, viel mehr als das Bild, Träger eines Zeitlichkeitspotentials ist" = Michel Chion, Die audiovisuelle Phrasierung, in: Petra Maria Meyer (Hg.), Acoustic Turn, München (Fink) 2008, 541-562 (545)

- das Temporäre Klangmuseum, geleitet von Barbara Holzherr & Kalle Laar, http://www.soundmuseum.com

- "Klang ist flüchtig. Daraus resultiert <...>, dass klangfremnde Medien zur Speicherung und zur Bearbeitung von Klang notwendig sind" <Thesenpapier Ungeheuer / Brüstle 2006> - vom Vokalalphabet (Powell 2002) bis hin zum Magnetophon. "Die schnelle Vergänglichkeit von Klang bedeutet auch, dass das Wesen der Musik nicht unumstößlich an eine Form der Gegenständlichkeit wie etwa beim Bild gebunden ist" = xxx ebd.; Lessings Laokoon-Theorem 1766

- Nervenzellen "feuern" in regelmäßigen Zeitabständen, oszillieren also in einer bestimmten Frequenz. Daraus resultiert ein Problem aller Netzwerke: "Für komplexe Wahrnehmungsinhalte und Denkprozesse muss aber die Aktivität vieler Nervenzellen integriert werden. Ein mögliches Lösungsmodell dieses <...> `Bindungsproblems´ basiert auf die Synchronisation der Oszillationen. Die Synchronisation würde dann bestimmen, welche Nervenzellen als zusammengehörig erkannt und welche Teilinformationen integriert werden. Wenn die Teilinformationen neu geordnet werden sollen, würden die Nervenzellen dieses Verbundes wieder in ein asynchrones Aktivitätsmuster übergehen. Ein Beispiel aus der Musik für solches Wechselspiel zwischen Snychronizität und Asynchroniziztät findet sich in der `phasing´-Technik, wie sie Steve Reich etwa in seinem Werk `piano phase´ von 1967 angewendet hat" = David Linden, Das Spiel der "Brain Players. Rhythmen im Gehirn", in: Junge Akademie Magazin <Berlin> No. 4 (2006), 16 f. (17)

- privilegierte Nähe zwischen akustisch-sonischen, neuroinformatischen und zeitkritischen Medienprozessen; eine medientheoretische Metapher oder tatsächlich? Zeitschichten: "Music involves periodicity at many levels, from the signal itself to high-level structure."[285] In der Periodizität liegt der Kern der

---

Scheideweg der abendländischen Wissenschaft, in: MusikTheorie. Zeitschrift für Musikwissenschaft, Themenheft 4: Zur Aktualität des antiken griechischen Wissens von der Musik, hrsg. v. Sebastian Klotz, Laaber (Laaber-Verlag) 2007, 295-316 (313f)

285George Tzanetakis et al., Computational Ethnomusicology, in:

temporalen Allianz von sonischen und hochtechnischen Signalen.

- ungeklärt bislang, ob diese privilegierte Nähe auch für die Verbindung zwischen musikalischem und neuronalem Rhythmus gilt oder auf der metaphorischen Ebene verbleibt, und "ob tatsächlich bestimmte Gesetzmäßigkeiten der Musik auf physikalischen Konstanten der Nervenzellenaktivität beruhen"[286], und "die Gestalt im Raume ist nichts, als die Klangfigur dieses Tons"[287]

- MA-These Axel Volmar: Raumakustische Wahrnehmung als Funktion zeitkritischer Signalverarbeitung

- Wellenfeldsynthese (basierend auf eine bereits von Christiaan Huygens durchgeführten Analyse) dekonstruiert die autoritäre, buchstäblich phonozentristische Metaphysik der singulären Klangquelle. Diese wird ersetzt durch eine Ästhetik und Wahrnehmung im Sinne der Epistemologie des elektromagnetischen Feldes und der Fourier-Analyse: Zusammensetzung eines Klangs aus dynamischen Einzelkomponenten

Akustik und Klang, zeitbasiert (mit Oresme)

- differenzieren, in der Frage nach der Zeit, zwischen Akustik und Klang einerseits und Musik andererseits; Akustik *ist* zeitbasiert. "Als temporales Geschehen ist M. ein Medium, das, im einmaligen Erklingen sich erschöpfend, weder ausgestellt oder gespeichert, noch auf andere Weise bewahrt werden kann; es sei denn in der Erinnerung des Zuhörers"[288] - oder auf Magnetband.

- Nicole Oresme: "Wenn ein Lebenwesen existieren würde, das nicht die Fähigkeit des Kurzzeitgedächtnisses (retentiva) besäße und nicht fühlen könnte außer in der Gegenwart, dann wäre es nicht in der Lage den sonus wahrzunehmen. Denn da der sonus wie die Bewegung eine res successiva ist, muss er auf irgendeine Weise aus der Vergangenheit rekonstruiert oder zusammengesetzt werden."[289] Kommentiert Taschow, daß es sich bei der Periodizität von Schwingungsvorgängen, generell: der Zeitlichkeit des Schalls "um eine prozesshafte Erscheinung" handelt = Taschow 2003: Bd. II, 674

- *Soundxchange*; im Rahmen des gleichnamigen Soundforums 2002 erinnerte

286 David Linden, Das Spiel der "Brain Players. Rhythmen im Gehirn", in: Junge Akademie Magazin <Berlin> No. 4 (2006), 16f (17)
287 Johannes W. Ritter, Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur, Heidelberg (Mohr & Zimmer) 1810; Nachdruck Hanau (Müller & Kiepenheuer) 1984, 275
288 Christian Bielefeldt, Eintrag "Musik", in: Pethes / Ruchartz (Hg) 2001: 389-391 (389)
289 Nicole Oresme, Quaestiones de anima, zitiert nach: Taschow 2003, Bd. II: 673

der Komponist Konrad Rennert am 15. November daran unter dem Titel „Ein Klang, einmal geschehen - nicht wieder gutzumachen.“

Musizieren begibt sich nur mit akustischer Materie, Schall und Klang und ihrer Erzeugung im nacheinander. Ob Dissonanz oder Konsonanz, <...> Töne müssen in Höhenlagen sukzessiv dargeboten werden <...>. Dank ihrer Eindringlichkeit <...> und Voluminosität <...> besitzen Töne Impulswert und lassen sich rhythmisch gliedern. Mit Farben und optischen Figuren, rein als solchen, geht das nicht. Sie haben - als „ebene“ Qualitäten (eine Formulierung E. Herings) von sich aus keinen Zeitbezug. Der muß ihnen von außen kommen und irgendwie szenisch motiviert sein <Plessner 1970/1980: 348> - Lessing 1766 pur

- Im Weltbild des Ohres (also besser: im akustischen Weltgehör) „überwiegen, im Gegensatz zum optischen Gebiet, diejenigen akustischen Wahrnehmungen, die uns von Veränderungen Kunde geben, so beträchtlich diejenigen, die auf unverändert Fordauerndes hinweisen, daß die Hörkunst viel ausschließlicher das dramatische Geschehen kann als die Augenkunst" = Rudolf Arnheim, Das Weltbild des Ohres, in: ders., Rundfunk als Hörkunst und weitere Aufsätze zum Hörfunk [*Radio, London 1936], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2001, 18- (19) - ganz im Sinne Lessings: "Klangwahrnehmung überhaupt ist immer nur innerhalb eines Zeitablaufs möglich. Für das Auge existiert in jedem Zeitaugenblick ein reiches in drei Raumdimensionen erstrecktes Bild. Daher gibt es auch zeitlose Augenkünste: Malerei und Plastik (neben zeithaften wie Theater, Film, Tanz). Hingegen ist die Vorstellung von einer zeitlosen akustischen Wahrnehmung sinnlos" = ebd. - das wäre Stille. „Zum Charakter des Hörbaren gehört die Erstreckung in der Zeit, und daher haben alle Ohrenkünste (Musik, Rundfunk, Theater, Tonfilm usw.) Zeitcharakter" = ebd.

- Erkundung der Materialbedingungen des Radios beginnt Arnheim mit der Analyse des *akustischen Weltbildes*: Das "Weltbild des Ohres" (Rudolf Arnheim) vermittelt vor allem die Klangäußerungen von Tätigkeiten, von Dingen in Bewegung; Klangwahrnehmung ist immer nur innerhalb eines Zeitablaufs möglich; die Schwingungen, die unser Ohr wahrnimmt, unterscheiden sich in Bezug auf gleichbleibende oder wechselnde Tonhöhe sowie Vokalcharakter; eingeschränkt auch Raumabstände und Raumbeschaffenheit gehört

- liegt Zeit in der Sukzession, in der Zählung: Die Seele, so Euler, "<...> bekömmt eben dadurch auch den Begriff des Sucessiven, in so ferne sie andre und andre Eindrücke hintereinander empfindet, und daraus entspringet die Idee von der Dauer und der Zeit: sie bemerkt die Verschiedenheit ihrer Empfindungen, die eine auf die andre folgen, und fängt an sie zu zählen, ob gleich dieses Zählen aus Mangel der Zeichen oder Namen, die zu Bemerkung der Zahlen gehören, eben nicht weit gehen kann."[290]

---

290 Leonard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie, Nachdruck der Ausgabe Leipzig u. a. 1769-1773, Braunschweig (Vieweg) 1986, 95. Brief, 107

- seit Pythagoras: Musik als tönende Mathematik[291]; bei Oresme "erstmals" (*arché* / archivisch gesehen) das Indiz für eine bewußte Diagrammatisierung klanglicher Vorgänge; die "Abstraktion einer zeitlich-sukzessiven Qualität als gemometrische und somit statische Figur" <Taschow 2003: 87>;

- Fourier-Transformation: die Umwandlung einer Zeitfunktion oder Folge von Signalen in ein Spektrum; die "eingefrorene" Zeit

- Sägezahn- und Rechtecksignale als zwei buchstäblich naheliegenden Schaltungen des Minimoog; "über das verhältnis von magnettonband zu tonkopf dachten wir rundfunkmenschen spätestens dann nach, als wir um 1990 anfingen, digital zu schneiden und abzuspielen. dann kamen kyma und melodyne, die froren sound ein" (Erinnerung Maximilian Schönherr, Januar 2013)

- symbolische Notenschrift eine Zeitlang nahe am Realen des Kalngs: die als Linie abstrahierte Saite. In einem Diagramm der *Musica enchiriadis* aus dem 9. Jh. ist das qualitative Klangereignis in der Zeit, d. h. als Folge eingetragen; Taschow 2003: 89; Georgiades 1985: 112 ff.

Glockenklang als Zeitansage

- Töne zählen (die Turmuhr); Gestell der Glocke in Klöstern als Weckruf generiert unter der Hand - erst vom akustischen Läuten her, dann aber losgelöst davon in eine un-akustische Vorverlagerung der kybernetischen Regelung dieses Glockenschlags durch genaue Uhrzeit auch Nachts, in den Köstern den Mechanismus der Waaghemmung - der wieder unerwartet epistemologische Folgen zeitigt, nämlich Frequenzen erst meßbar macht, dafür sensibiliert. Also unterhalb der Akustik eine Zeitdimension, die zwar aus einem kulturell-diskusiven Zusammenhang geboren wurde, aber eine andere Techno-Logik entwickelt, die dann wieder Kurzschlüsse mit der Kultur (zurück-)bildet

- Bewegungswahrnehmung und deren Echogedächtnis spannt ein Zeitfenster namens Gegenwart auf und enthebt sie damit ihrer Reduktion auf das momentane Jetzt; gilt selbst für Operationen wie das Zählen des Puls- oder auch Glockenschlags; erst im kurzzeitigen Nachhall, als temporales *reverb*, kommt Zählen kognitiv zustande. Die im Nu verklungenen Schläge (gleich einer Melodie) bleiben kurzfristig im Arbeitsgedächtnis haften und können damit überhaupt erst die Differenz der zu zählenden Reihe bilden. Zählen ist die Grundbedingung diskreter Zeitwahrnehmung, führt aber zur Entsinnlichung des Phänomens; sukzessiven Glockenschläge der Kirchenuhr ergeben keine kontinuierliche Melodie im Sinne von Musik, bilden aber - analog dazu - eine diskrete Serie

- Impulsfolgen erzeugen erst) im intentionalen Hören einen Bewußtseinsakt in

---

291 Siehe Artikel "Musik und Mathematik", in: Die Musik in Geschichte und Gegenwart, hg. v. Ludwig Finscher, Sachteil 6, Kassel u. a. (Bräenreiter / Metzler) 1997790

Gang, ein "Zeitobjekt" (Husserl): eine kurzdauernde, sich über den reinen Moment erhebende Gegenwart; die damit verbundene Phänomenologie von Augustin bis Husserls = Jullien 2004: 11

- Husserls privilegiertes Beispiel des im Sinne physikalischer Akustik unmöglichen Vernehmens einer Melodie; als reales Signal vernommen wird nicht die Melodie, sondern allein der jeweils gegenwärtige Ton. Damit nähert sich Husserl dem, was Datenprozessierung (samit kurzfristiger Zwischenspeicherung) als *pre-emptive computing* heißt; zwischen Kurzzeitgdächtnis und "vorblickenden Erwartung" (Husserl)

- basiert die von Bergson und Husserls thematisierte musikalische Melodieerkennung neurophysiologisch und psychoakustisch auf der zeitlichen Antizipation - hier verwandt der von Norbert Wiener entworfenen Harmonischen Analyse (*linear prediction*)

- Husserls Chronoanalysis der Entfaltung musikalischer Gestalt überträgt Husserl von der harmonikalen Ebene ("Melodie") grundsätzlicher auf das (nach dem Modell des Vokalalphabets) elementare akustische (mithin medienphysikalisch faßbare) Ereignis: "Jeder Ton hat selbst eine zeitliche Extension, beim Anschlagen höre ich ihn als jetzt, beim Forttönen hat er aber ein immer neues Jetzt, und das jeweilig vorangehende wandelt sich in ein Vergangen.[...]“ = Edmund Husserl, Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, hg. v. Martin Heidegger, Halle (Niemeyer) 1928, 384 f.

- Mißverständnis von akustischem Delta-*t* (Nachhall) als sonischem Ereignis und Begriff von Musik; letztere kommt als symbolische Ordnung auch ohne *reverb* (so das gleichnamige Festival in der Minoritenkirche des Historischen Museums Regensburg, 15. September 2017, Konzeption Peter Anrosch) zustande. Verkörperung von Musik im Klang bedarf der zeitlichen Extension

- sonischer Zeitmoment im eigentlichen Sinne kann ohne Formen von Zwischenspeicherung nicht festgehalten werden, um zu anderen addiert zu werden, ansonsten bereits verklungen; demgegenüber musikalische Arithmetik aufgehobene Zeit, *temps différé*. "Lösen sich die Töne aus ihrer Verbindung, so lassen sie eben damit leere Intervalle zwischeneinander entstehen. [...] Also vollzieht sich der Vorgang des Zählens im Raume" = Henri Bergson, Zeit und Freiheit [franz. Original: Sur les données immédiates de la conscience, 1888], Hamburg (Europ. Verl.-Anst.) 1994, 68

- zieht Bergson Vergleich mit dem Uhrpendel, dessen Schwingungen in diskrete Zeitzeigerpunkte umgesetzt, aber als sukzessive Linie vorgestellt werden - eine veritable Form von AD-Wandlung, von diskreter Abtastung (*sampling*); neuronale Zeitwahrnehmung leistet demgegenüber die DA-Wandlung, indem die getakteten Schwingungen der Uhr sich als Gedächtnis und Vorwegnahme im Gegenwartsfenster der Wahrnehmung zu Zeitklängen überlagern

- falten sich in Pendeluhr dynamischer Schwingungsprozeß als das periodisch

wiederholte Zeitereignis und diskrete Zählfolgen als Zeitergebnis beobachtungsunscharf übereinander

- "Ich sage z. B., daß soeben eine Minute abgelaufen ist, und will damit ausdrücken, daß eine Uhr, die die Sekunden anzeigt, 60 Schwingungen vollzogen hat. [...] Wenn ich mir andererseits diese 60 Schwingungen sukzessive vorstellen will, [...] werde ich an jede Schwingung für sich zu denken haben, indem ich hierbei die Erinnerung an die vorhergehende ausschalte; denn der Raum hat keine Spur ihrer aufbewahrt."[292]

Klangspeicher: Die akustische Verzögerungsleitung

- *re-entry* des Sonischen durch Sonifizierung, wie in der Installation *Hello, World!* (2004/05) von Yunchul Kim <www.khm.de/~tre> auf der Ars Electronica in Linz, September 2006: ein buchstäblicher "closed circuit", worin die frühen akustischen Verzögerungsspeicher des Computers als ästhetisches und aisthetisches, d. h. tatsächlich nicht nur seh- und lesbares, sondern auch hörbares Objekt erfahren läßt - ein konkreter medienarchäologischer Einsatz von Sonik. Im Zentrum steht hier ein 246m langes Kupferrohr, in dem Daten als akustische Signale zirkulieren; das Begleitblatt erklärte: "Zeichen aus dem Rechner werden als modulierte Wellen in das Röhrensystem geleitet, temporär gespeichert und am Ende mit einer Zeitverzögerung von 0,8 Sekunden von einem Mikrofon aufgenommen, decodiert und wieder an den Computer bzw. an einen Monitor geleitet. Der Kreislauf beginnt von Neuem, angereichert mit Klängen der Installationsumgebung"; Unterschied zur technischen *delay line*

- c*locking* im Computer zeitigt ein dynamisches Gedächtnis in Form der der Acoustic Delay Line. Die Ultraschall-Verzögerungsleitung "zwischenspeichert" Information in Form einer Sequenz von Pulsen: "Because the pulses travelled at the speed of sound, they were not only sorted in space but in time, too. The distance from one crystal to the other and the time that the wave took to traverse this distance provided the basic beat. In addition a clock drove the line so that symbols could be positioned within the flow of time."[293]

- Installation *Hello World* von Yunchul Kim (2004/2005) hat diese Form der rhythmisierten Zwischenspeicherung zum Medienkunstwerk nobilitiert. Akustische Pulse (kodierte Computerworte) durchlaufen hier in modifizierbarer Iteration einen Kanal aus 246 Meter Kupferrohr; aufgrund der Laufzeit wird damit zwischen beiden Enden eine Verzögerung von 0,8 Sekunden erreicht, bevor die Datenkette wieder in das geschlossene Systgem eingespeist wird. Gerade weil diese Zirkulation auf akustischer Basis erfolgt, vermögen akustische Störungen (etwa das Klopfen an den Rohren) hier Rauschen den Signalen zuzumischen und deren Entropie zu erhöhen; ausgestellt u. a. Ars Electronica 2006 in Linz. Siehe http://www.khm.de/~tre

---

292 Bergson 1888/1994: 80

293 David Link, There Must Be an Angel. On the Beginnings of the Arithmetics of Rays, in: Siegfried Zielinski / ders. (Hg.), Variantology 2. On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies, Köln (Walther König) 200xxx, 15-42 (30)

Flüchtige Speicher: Der Klang der Mercury Delay Lines

- regenerative Arbeitsspeicher in frühen elektronischen Computern wie die Quecksilberverzögerungsleitung (wie später auch der Ferranti-Nickeldrahtspeicher), ein sonisches (Zwischen-)Gedächtnis: "The serial mercury delay line took a series of electrical pulses an dused a crystal to transform them into sound waves, which would make their way relatively slowsly down the mercury tube. At the far end, the sound waves would be amplified an reshaped. One tube could usually store / about one thpusand binary bits at any given moment."[294]

Datenklang (die "Datassette")

- wird "Klang" parametrisch in den RAM eines C64-Computers "gepokt". Das Programm wird geschrieben und läßt sich nach dem Kompilieren ("run"-Befehl) als Ton aus dem angeschlossenen Fernseher hören; sodann wird das Programm abgespeichert auf externer Datasette. Von hier aus ist es später abrufbar ("LOAD"-Befehl) und erklingt dann wieder aus dem C64. Obgleich dasgleiche Speichermediendispositiv ("Cassettenrekorder", "Toncassette"), wird hier der Ton ganz un-tonal darauf gespeichert. Dieser dialektisch ins Gegenteil verkehrte Ton, der jedoch unerwarteterweise wieder an den ursprünglich epistemologisch entdeckten Zusammenhang von Musik & Mathematik erinnert, definiert das Sonische im Unterschied zum klassischen, von Akustik und Musik her gedachten "Klang"begriff (die Arbeitsweise des Computers als Medienarchäologie des Klangs im Sinne des Sonischen)

- bedurften flüchtige Programmspeicher in frühen Computern externe Magneto"phonie" in Form von Datenkassetten (und speziell für den C64 von Datasetten). Hier schreibt sich das Sonische als Sonik (begrifflich analog zu Informatik und Kybernetik) fort - nämlich als Zeitweise des Klanglichen, über den Klang hinaus (ganz so, wie im Sinne der Definition Bill Violas auch das Videobild recht eigentlich eine Klangweise darstellt)

Klang von C64 (SID)

- brutaler POKE-Befehl in frühen Heimcomputern wie Commodore C64 oder der Sinclair ZX80 als Möglichkeit, Werte gezielt in Speicheradressen schreiben zu können und damit "sofort Ergebnisse"[295] zu erhalten. Im Unterschied zum institutionellen Archiv aber schweigt dieses nicht, sondern vermag das Ergebnis durch entsprechende D/A-Wandlung und anschließendes Interface akustisch

---

294 Wendy Hui Kyong Chun, The Enduring Ephemeral, or the Future Is a Memory, in: Critical Inquiry Bd. 35, Heft 1 (Herbst 2008), 148-171 (165f)
295 William B. Sanders, Einführungskurs Commodore 64. Eine praxisnahe Anleitung für die Bedienung, Haar b. München(Markt-und-Technik-Verlag) 1984, 155

kundzutun

- Digitalcomputer vermag dynamisch-kontinuierliche Vorgänge nur zu erfassen, indem er sie (also zeitlich-physikalische Prozesse) als deren Kehrwerte, mithin als Frequenzen, erfaßt und damit *zählt* ("Computer"). Hierin liegt die wesentliche Musik des Digitalrechners: "More oscillations per second correspond to higher frequencies, or tones."[296]

- Begriff des Tons hier ein funktionaler, nicht mehr ein im klassischen Sinne musikalischer; dieser Begriff von Ton ist Sonik

- wird Zeitfaktorsinnlich erfahrbar am Begriff der Simulation dort, wo operative Medien und die Zeitweisen sonischer Prozesse ("Musik") sich ausdrücklich treffen. Um hier wieder auf den C64 zurückzukommen: Neben seinen 64 KByte RAM und seinen Grafikfähigkeiten ist vor allem auch sein programmierbarer dreistimmiger (also polyphoner) teils analog, teils digital operierender Sound-Chip legendär: der MOS Technology 6581 SID (Sound Interface Design) Chip (SID-Sound-Synthesizer-Chip).

- SID-Chip auf der nackten Platine identifizieren; den medienarchäologischen Blick praktizieren, nahe der non-invasiven Chirurgie

- "Aufgrund der hohen Popularität des C64 entstanden sehr viele Kompositionen für den SID <...>. Um diese Musik auch auf heutigen Computern abspielen zu können, entstand das *SID-Dateiformat*. Player für dieses Format gibt es für praktisch alle Plattformen <...>. Bei diesen handelt es sich überlicherwiese um einen Emulator des Prozessors und des Soundchips des C64" = Eintrag "MOS Technology SID", unter: http://de.wikipedia.org/wiki/MOS_Technology_SID; Stand: 21. April 2009

- von Seiten des entsprechenden Wikipedia-Eintrags die sich am Sonischen für das menschliche Ohr (als seinem Ersatz-Zeitsinn) hochsensibel entfaltende Differenz von Emulation und Simulation elektronischer *versus* technomathematischer Klanggenerierung: "Wegen des halb-analogen Aufbaus des SID wurde eine exakte Emulation des Klangbildes bisher noch nicht erreicht. Deshalb gibt es auch einige Hardware-Synthesizer mit echten Sid-Chips zur Klangerzeugung" = ebd.

- funktionales Element am Klang(generator) erweist sich an seiner Umnutzung als Zufallszahlengeber im C64: "Select the noise waveform for the SID's voice 3 oscillator and set voice 3's frequency to some nonzero value (the higher the frequency, the faster the random numbers are enerated). It is not necessary to gate (turn on) the voice. Once this is done, random values appear in location $D41B."[297]

---

296 Ralph H. Abraham / Christopher D. Shaw, Dynamics. The Geometry of Behavior, 2. Ausg. Redwood City et al. (Addison-Wesley) 1992, 74
297 Neil Boyle, Random Numbers in Machine Language for Commodore 64, in: Compute!, Ausgabe 72 (Mai 1986), 77ff

Praktiken der Sonifikation ("auditory display")

- Rasterkraftmikroskop ermöglicht das Mikroskopieren atomarer Oberflächen gerade deshalb, weil es nicht mehr mit optischen Medien (Licht und Linse) operiert, sondern die betreffende Oberfläche mit einer auf einer Feder gelagerten Tastspitze (etwa aus Wolfram) zeilenweise überstreicht - verkehrtes TV, näher an der Praxis der phonographischen Spitze und der CD-Abtastung von Vertiefungen. Aus dem Mittelwert von solcherart gewonnenen Daten in der x-, y- und z-Achse wird dann etwas errechnet, was gegenüber dem Menschen auf Interfaceebene als Bild erscheint:

"Das Bild baut sich nach und nach, zeilenweise auf dem Bildschirm auf. Doch wichtig für den Mikroskopierer ist zunächst nicht das Auge, sondern vor allem das Ohr. Denn dank einer zweifachen Verstärkung kann der Messende seiner Spitze, während sie über die Probe fährt, zuhören. Diese Geräusche sind wesentlich näher dran am Geschehen als das Bild. Man hört, wie die Nadel zeilenweise über die Probe rumpelt. Sie produziert in der Verstärkung ähnlich Geräusche, wie die Plattenspielernadel beim Scratchen."[298]

- manifestiert sich privilegierte Nähe von hochtechnischen Medien und Akustik: daß beide erst im zeitlichen Vollzug in ihrem Element sind

- eignet sich akustischer Sinneskanal für analytische Zwecke besser als der optische, weil er Einzelereignisse mit höherer Präzision aufzulösen vermag als der optische.

- Nachrichtenmeldung (Info-Radio des RBB) vom 11. Juli 2009: "Die akustische Suche nach dem Flugschreiber des im Atlantik abgestürzten Air France-Jets ist abgebrochen worden", da nach einer definierten Zeit die Black Box keine akustischen Signale mehr sendet - eine Form der akustischen Kommunikation diesseits der humanen Semantik (strukruell eher auf Seiten des Morsecodes selbst, der Radiotelegraphie)

- Begriff des "akustischen Wissens"

Ultraschall / Sonographie (in der Medizin)

- Formen des medienarchäologischen Gehörs (als Alternativ zum Blick), in denen die technologische Apparatur selbst zum Ohr wird. Elektrotechnisch erzeugte Ultraschallwellen gehören zwar noch der Welt der mechanischen Schwingungen an, oszillieren aber jenseits des menschlichen Gehörs (analog zu Mikrowellen, die aber Schwingungsphänomene des elektromagnetischen Raums darstellen). Tiefgefrorener und vorbelichteter Film vermag - analog zur Hochfrequenzvormagnetisierung im Tonbandbereich - solche Wellenmuster

---

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

frequenzbasierter Phänomene aufzuzeichnen und zu speichern.[299] Zum analytischen Einsatz kommt Ultraschall als ein funktionaler in medizinischen Sonographie, wenn im Gewebe solche Hochfrequenzen gebrochen werden und als Echo zum Sender zurückkehren, wo sie in elektrische Spannungen und durch A/D-Wandler in Zahlenwerte transformiert werden können - eine Matrix, die dann zu diagnostischen Zwecken als Bild ausgegeben werden kann. Zur Funktion des Sonischen wird hier der medizinische Blick, zum Radio in technologischer Hinsicht (der piezoelektrische Schallkopf dient als Sender wie als Empfänger für hochfrequente Schallwellen im KHz und MHz-Bereich, die durch Modulation respektive Demodulation der Ausdifferenzierung sonischer Information dienen)

- erzeugt Sonografie die Signale, die dann zur quasi-bildlichen Ausformulierung kommen, durch einen Signalinput von außen, während sie bei der Magnetresonanztomographie (MRT) im Gewebe selbst durch Induktion entstehen.[300] Der Kernspineffekt (die Drehung der geladenen Kerne von Wasserstoffatomen um ihre eigene Achse) erzeugt einen Kreisstrom, der gleich einer stromdurchflossenen Spule ein magnetisches Dipolfeld induziert. Dieses kann von außen mit einem elektromagnetischen Hochfrequenzimpuls versehen werden, die je nach Synchronisation Quermagnetisierungen erzeugt, die ihrerseits wieder als Spinechosequenzen ablesbar sind. Das von empfindlichen Apparaturen empfangene Resonanzsignal wird aus der Summe der Signale der einzelnen Voxel gebildet; mathematisch läßt sich der Anteil der einzelnen Voxel am Resonanzsignal destillieren und Bildpunkten zuweisen. Mit Hilfe der Fourieranalys wird das Frequenzgemisch in periodische Grundschwingungen samt Signalamplituden und Phasenbeziehungen zwischen den Frequenzanteilen zerlegt - implizit "musikalischer" Akt (von der Sonifikation als uneigentlichem "Klang" zum Bild)

Uneigentliche Existentiale des Sonischen

konkret: Bewegtbildwahrnehmung in klanglichen Begriffen; Bill Viola, "Der Klang der Einzeilen-Abtastung" als Definition des elketronischen Bilds / Video; filmische Sequenzen als quasi-Klänge (Ute Holl); neuronale Ton-Bild-Verrechnungen (Synästhesie)

- McLuhan / Powers verweisen auf "die scheinbar paradoxe Situation, die von Tony Schwartz in *The Responsive Chord* (Der antwortende Klang) bezüglich des Fernsehbildes beschrieben wird: 'Wenn wir fernsehen, funktionieren unsere

---

299 Siehe Keigo Iizuka, A Method for Photographing Microwave With a Polaroid Film (März 1968), *online* unter: http://hdl.handle.ne/2060/19680012566; ferner: C. L. Strong, Sound Waves and Radio Waves Recorded on Film by Means of a Precooling Process, in: Scientific American (November) 1972
300 Auf der Grundlage einschlägiger Fachliteratur prägnant beschrieben von Teresa Busjahn in ihrem Testat *Medien in der Medizin: Bildgebenede Verfahren als (Re-)Konstruktion der Wirklichkeit* zur Vorlesung "Mediengeschichte als Medienarchäologie" (W. E.), Sommersemeseter 2006

Augen wie Ohren'."[301]

- stellt McLuhan eine medienanthropologische Frage: "Was macht Tekkno mit der mentalen Struktur der Jugendlichen?" = ebd.

Schreib- und Registrierweisen des Sonischen

- als Aufzeichnungs- und Analyseverfahren ("graphische Methode"); Sonagramme

Das Sonische, mit medienarchäologischem Ohr erhört (vernommen)[302]

- *live*-Überträgung eines symphonischen Konzerts (per Radio) aus dem Konzertsaal und / oder ihre Reproduktion (Schallplatte, Magnetophon); überlagern sich die vor-technischen Nebengeräusche des Dispositivs (aus dem Konzertsaal) mit denen, die aktuell vom Gerät (respektive Speichermedium) mitproduziert werden: Bandrauschen, Stromknacken. Für alle Stufen gilt: Das, was als störend empfunden bzw. in der psychophysiologischen Wahrnehmung als Störung ausgefiltert wird, gehört recht eigentlich mit zum (Medien-)Dispositiv und verdient, miterhört zu werden; schließt das Sonische technisches Rauschen mit ein

- ereignen sichZeitweisen des Sonischen (die kybernetisch-systemische Sicht) sowohl in Menschen als auch in Maschinen (anders als der exklusiv anthropozentrische Begriff von Musik - falls nicht auf Platons Variante einer kosmischen Musik zurückgegriffen)

- Medienkunstgruppe *radioqualia* definiert "Radio" u. a. wie folgt: "An agent of audification: radio instruments allow the elctromagnetic spectrum to be heard" = Honor Harger, Radio: An Agent of Audification?, in: Heidi Grundmann et al. (Hg.), Re-inventing radio, Frankfurt/M. (Revolver) 2008, 459-470 (459); steht eine unklangliche Musik im Vordergrund: ein Wissen, das sich über den Sinneskanal des Akustischen überhaupt erst phänomenal entbirgt, vornehmlich in seiner Zeitlichkeit

- Audifikation als "direct signal-to-sound conversion. This differs from sonification, in that data is treated directly as a sound waveform and is not mathematically or digitally altered"[303], also in medienarchäologischem Direktgehör

---

301 Marshall McLuhan / Bruce R. Powers, The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert, Paderborn (Junfermann) 1995, 94

302 Siehe den gleichnamigen Beitrag W. E. in: *PopScriptum X: Das Sonische – Sounds zwischen Akustik und Ästhetik* (2008), http://www2.hu-berlin.de/fpm/popscrip/themen/pst10/index.htm

303 Ebd., 4xx, unter Bezug auf: Gregory Kramer, An Introduction to Auditory Display, in: ders. (Hg.), Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces, Reading, MA. (Addison Wesley) 1994

Akustik und Klang, zeitbasiert II

- Frage nach der Zeit zwischen Akustik und Klang einerseits und Musik andererseits; Akustik radikal zeitbasiert; Verwechslung mit prinzipiell atemporaler musikalischer Komposition: „Als temporales Geschehen ist M. ein Medium, das, im einmaligen Erklingen sich erschöpfend, weder ausgestellt oder gespeichert, noch auf andere Weise bewahrt werden kann; es sei denn in der Erinnerung des Zuhörers" = Christian Bielefeldt, Eintrag „Musik”, in: Nicolas Pethes / Jens Ruchatz (Hg.), Gedächtnis und Erinnerung. Ein interdisziplinäres Lexikon, Reinbek bei Hamburg (rowohlt) 2001, S. 389-391 (389) - oder auf Magnetband

Der Unterschied zwischen Akustik und Klang ist einer zwischen Newtonscher Physik und elektromagnetischer Induktion. So beschreibt die Bedienungsanleitung eines Tonbandgeräts die Rückwandlung elektrischer Schwingungen in Schall. Zunächst erzeugt der Stromfluß durch die an der Membran eines Lautsprechers befestigten ein wechselndes Magnetfeld, dessen Kräfte gegen die gleichmäßig starke Kraft des feststehenden Lautsprechermagneten wirken und die Spule mit der Membrane "im Takt des Wechslstromes" bewegen. "Die Membrane <sc. des Lautsprechers> versetzt ihrerseits die Luft in Schwingungen und erzeugt so ein, dem mit dem Mikrofon aufgenommenen Schallereignis gleichwertiges, Klangbild."[304]

- Kern von Magnetophonie steht der Aufnahmemagnetkopf: "Zur Verstärkung der magnetischen Wirkung ist die Spule des Aufnahme-Kopfes um einen ringförmigen Eisenkern gewickelt, der eine mikroskopisch feine Unterbrechnung, den <...> Luftspalt besitzt. Die magnetischen Feldlinien breiten sich vorzugswise in diesem Eisenkern aus <...>, und schließen sich über den Luftspalt, den sie bogenförmig überbrücken. Für den Speichervorgang auf dem Tonband sind nur die Feldlinien über diesem Luftspalt wirksam. <...> sie stellen in ihrer wechselnden Richtugn udn Stärke ein getreues abbild des sie erzeugenden Wechselstromes und damit des aufgenommenen Schallereignisses dar" = ebd., § 1.2; Abbild zweiter, elektronisch gebrochener Ordnung

Bilder als Töne (über die Zeit)

- wird dem Licht einmal der Wellencharakter abgelesen, erweist es sich als impliziter Klang, mithin: sonisch im Sinne der Frequenz. Immanuel Kant: "Eine Farbe, z. B. die grüne eines Rasenplatzes, ein bloßer Ton (im Unterschied vom Schalle und Geräusch), wie etwa der einer Violine, wird von den meisten an sich für *schön* erklärt; obzwahr beide bloß die Materie der Vorstellungen, nämlich lediglich Empfindung, zum Grund zu haben scheinen <...>." Kant insistiert, "daß die Empfindugne der Farbe sowohl als des Tons sich nur sofern für schön zu gelten berechtigt halten, als beide rein sind; welches eine

---

304 Aus der Bedienungsanleitung zu Philips Tonbandgerät 4307, § 1.5

Bestimmung ist, die schon die *Form* betrifft" = Immanuel Kant, Kritik der Urteilskraft (Originalausgabe B, 1793), § 14, 39 f. = Band V. der Akademieausgabe von Kants Werken, S. 224, zitiert hier nach: Jens Schröter, Die Form der Farbe. Zu einem Parergon in Kants "Kritik der Urteilskraft", in: Ursula Franke (Hg.), Kants Schlüssel zur Kritik des Geschmacks, Sonderheft des Jg. 2000 der Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft (ZÄK), Hamburg (Meiner) 2000, 135-154; Friedrich Kittler, Farben und/oder Maschinen denken, in: HyperKult. Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien, hg. v. Martin Warnke / Wolfgang Coy / Georg-Christoph Tholen, Basel 1997, 83-99. An dieser Stelle kommt ein für Medien charakteristisches *double-bind* zwischen physikalischem und logischem Begriff zum Zug, das *double-bind* von Materie und Operativität

- Menschensinne - so Kant - werden durch äußere Reize affiziert, doch diese werden erst durch apriorische Verstandesbegriffe gefiltert. Diese apriorische Sinnlichkeiten sind Raum und Zeit (in der transzendenten Ästhetik der *Kritik der reinen Vernunft*), nicht verunreinigt / verrauscht durch sinnliche Empfindungen

- Koordination in der Zeit heißt Synchronisation; in der Tat liest Kant mit Euler Licht und Ton zeitkritisch; besteht "das Wesen *jeder Farbe* in einer gewissen Anzahl von schwingungen, welche die Theilchen, deren Farbe es ist, in einer Secunde machen" = Leonhard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und der Philosophie, eingel. u. erläutert v. Andreas Speiser (Nachdruck Asugabe 1769-73), Braunschein / Wiesbaden / Viewg) 1986, bnrief 27 u. 28; physikalisch "Hertz"

- In § 14 der *Kritik der Urteilskraft* nimmt Kant ausdrücklich "mit Eulern" an, daß die Farben gleichzeitig aufeinanderfolgende Schläge (*pulsus*) des Äthers, so wie Töne der im Schalle erschütterten Luft sind, und "das Gemüt nicht bloß, durch den Sinn, die Wirkung davon auf die Belebung des Organs, sondern auch, durch die Reflexion, das regelmäßige Spiel der Eindrücke (mithin die Form in der Verbindung verschiedener Vorstellungen) wahrnehme <...>: so würden Farbe und Ton nicht bloße Empfindungen, sondern schon formale Bestimmungen der Einheit eines Mannigfaltigen derselben sein" = 40 / 224; "Zitterungen auf die elastischen Teile unsers Körpers" <212 / 324> können als Zeit-Intervalle bestimmt, damit gezählt werden; wird Ästhetik selbst zeitkritisch, da die "Schnelligkeit der Licht- oder <...> der Luftbebungen <...> alles unser Vermögen, die Proportion der Zeiteinteilungen durch dieselben unmittelbar bei der Wahrnehmung zu beruteilen, wahrscheinlicherweise bei weitem übertrifft" = 212 / 324; erkennt Kant in der scheinbar homogenen Wahrnehmung diskrete "Proportion der Zeiteintheilung": Kritik der Urtheilskraft [1790], in ders., Gesammelte Schriften, Erste Abteilung: Werke, hrsg. von der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Berlin 1910-1923, Bd. V, 165-485 (324, § 51) Dies berührt einen medienepistemischen Moment der Moderne: Ästhetik rückt unterhalb die Wahrnehmungschwelle und ist doch da, wirksam, wie spärter das Auge durch Kinobilder betrogen werden kann. Zählen kann dies aber nicht mehr ein Mensch, sondern nur die Maschine, da die hohe Frequenz, das Zittern "alles unser Vermögen, die Proportion der Zeiteinteilungen durch dieslben

unmittelbar bei der Wahrnehmung zu beurteilen, wahrscheinlicherweise bei weitem übertrifft" = 212 / 324

- löst sich Zeit in mathematischer Operativität auf. Kant benennt ausdrücklich "*erstlich* das Mathematische, welches sich über die Proportionen dieser Schwingungen in der Musik und ihre Beurteilungen sagen läßt, [und berurteilt die Farbenabstechung <...> nach der Analogie mit der letzteren" <212f. / 325>. So macht sich das Nichtwahrnehmbare der Wahrnemung bemerkbar = Eliane Escoubas, Zur Archäologie des Blicks. Ästhetisches Urteil und Einbildungskraft bei Kant, in: Bildlichkeit, hg. v. Volker Bohn, Frankfurt/M. 1990, 502-542 (534 f.); zählt Mathematik buchstäblich für zeitbasierte Ästhetik

Das Sonische und die Zeit II

- anders als implizite Sonik als Zeitsignal: eignet Klängen als expliziter Schall "stets eine indexikalische Wirkungskomponente" = Thesenpapier Christa Brüstle zum Kolloquium *Medien, die wir meinen*, Humboldt-Universität zu Berlin, November 2006) - im Sinne der Semiotik von Charles Sanders Peirce, d. h. mit physiologisch durchschlagendem Bezug zu menschlichen Sinneskanälen, im Unterschied zu einer elaborierten, primär erst auf kognitiver Ebene zustandekommenden „Musik” (nicht zu verwechselt mit der altgriechischen *mousiké*). Die Interferenzen zwischen dieser indexikalischen und imaginären Dimension erforscht von Helmholtz 1863 in seiner *Lehre von den Tonempfindungen*

- spezifische Wirkungskomponente von Klang seine „temporal indexicality”, denn analog zu dem von Barthes für die Photographie definierten *punctum* besticht er als fortwährendes, geradezu Bergsonsches *momentum* durch seinen durchschlagenden Bezug auf die Zeitlichkeit des Hörenden

- erscheint in Form der musikalischen Notation, der Tonschrift, erstmals jene Zeitachse, die dann später meßtechnisch wiederkehrt, im Oszilloskop. Nach einer pluralen Koexistenz verschiedener Zeitweisen in der spätmittelalterlichen Polyphonie ist es die klassische Symphonie, "in der alles Gleichzeitige auf eine gemeinsame Zeitachse bezogen ist" = Hermann Gottschewski, Musikalische Schriftsysteme und die Bedeutung ihrer "Perspektive" für die Musikkultur: in: Gernot Grube / Werner Kogge / Sybille Krämer (Hg.), Schrift. Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine, München (Fink) 2005, 253-278 (256)

- löst sich mit elektroakustischen Medien Klang von der (sichtbaren) performativen Bewegung; die Bewegung wird dann in der Eskalation zur Computermusik endgültig ins Algor(h)ithmische verlagert - ein mathematischer Begriff von Bewegung. Werner Meyer-Eppler beschreibt in seinem Buch von 1949 *Elektrische Klangerzeugung. Elektronische Musik und synthetische Sprache* die neue Möglichkeit zur kompositorischen Musikgestaltung „unmittelbar auf Magnetband”[305] - also immediat zum Medium, unter

305 Eintrag „Studio für elektronische Musik” [sc. seit Oktober 1951 im damaligen NWDR, mit Werner Meyer-Eppler, Robert Beyer, Fritz Enkel und

Umgehung aller kulturellen Performanz. Als akustische Technologie aber wird diese Zeit aktiv: Tonbandspuren und Rap-Musik zeitigen „time-tracks" = Jan Hein Hoogstad, Time Tracks, Diss. Universität Utrecht, Philosophische Fakultät, 2005

- bedarf es einer Hermeneutik des Sonischen, um zeitkritische, neuronal rückgekoppelte Körperlichkeit der und des Beats zu fassen

- erschließt sichmit der nachrichtentheoretischen Mathematisierung solcher Prozesse von Neuem (eher denn rekursiv) der in Altgriechenland entdeckt Zusammenhang von Musik und Mathematik. Das Arabische hat im Unterschied zum Abendland für Musik keine Schreibpraxis entwickelt. Die Ebene des Notationellen ist nur möglich auf einer Ebene, in der das Diskrete schon eingeschrieben ist - also als sonische Analyse, nicht als Klangphänomen, das sich zumeist kontinuierlich gibt. Im mathematischen Zugang stellt sich die Frage nach dem Wissenssystem, das im Sonischen wirkt - Akusmatik in diesem Sinn. Mit Shannon läßt sich Klang schließlich als Informationsstrom in der Zeit fassen. Der medienanalytische Blick auf das Sonische entdeckt Klangereignisse als dynamische Konfigurationen

- entdeckt Physiologie des 19. Jahrhunderts gegenüber Klangbegriffen, die vormals weitgehend invariant gegenüber der Zeit als Parameter blieben (auch die Fourier-Analyse) gerade an kleinsten zeitlichen Momenten wie dem Anklang und dem Verklingen die wesentlich temporale Natur des Klangs

- "Es gibt eine nicht-arbiträre Verbindung zwischen dem Zeitverhalten hochtechnischer Medien und dem musikalischer Prozesse für eine Theorie des Sonischen. Wenn man das subliminale, anaisthetische Feld konkret über das Zeitverhalten hochtechnischer Medien untersucht, dann erweist es sich nicht einfach als das Nicht-Sinnliche, sondern als eines, das entscheidende Funktion für die Wahrnehmung ausübt, auch wenn es selbst den Sinnen nicht direkt zugänglich ist” (Jens Gerrit Papenburg)

- formuliert Philip Glass parallel zu Gilles Deleuzes Begriff von *Differenz und Wiederholung*) 1974 das Wesen der Repetitive bzw. Minimal Music: „So bleibt zu hoffen, daß man dann in der Lage sein wird, das `Jetzt´ der Musik wahrzunehmen, frei von jeder dramatischen Struktur, als ein reines Medium des Klangs.”[306] Genau dies geschieht in techno-populären Artikulationen von Klang in Form von Samples und Loops

- *wissenschaftliche*, im epistemologischen Sinne wissenwollende Erforschung des Wesens des Klangs, war konstitutiv für den abendländischen Begriffs von Zeit (bis hin zu Nicole von Oresmes spätscholastischer Erforschung des *sonus*, der ihn zum Begriff von Beschleunigung und zur graphischen Definition des Parameters *t* führte). Sonik aber geht darüber hinaus, indem sie auch die

---

Herbert Eimert], in: Wikipedia, Zugriff November 2006

306 Zitiert nach Programmheft der Aufführung der Berliner Kammeroper von *In the Penal Colony*, Musik Philip Glass, Hebbel-Theater Berlin, November 2002, S. 7

darunterliegenden Zeitreihen auf Signalebene analysiert

- „feuern”manche Nervenzellen in regelmäßigen Zeitabständen, oszillieren also in einer bestimmten Frequenz; hier stellt sich das Problem aller Netzwerke: "Für komplexe Wahrnehmungsinhalte und Denkprozesse muss aber die Aktivität vieler Nervenzellen integriert werden. Ein mögliches Lösungsmodell dieses [...] `Bindungsproblems´ basiert auf die Synchronisation der Oszillationen. Die Synchronisation würde dann bestimmen, welche Nervenzellen als zusammengehörig erkannt und welche Teilinformationen integriert werden. [...] Ein Beispiel aus der Musik für solches Wechselspiel zwischen Synchronizität und Asynchronizität findet sich in der `phasing´-Technik, wie sie Steve Reich etwa in seinem Werk `piano phase´ von 1967 angewendet hat" = David Linden, Das Spiel der „Brain Players. Rhythmen im Gehirn”, in: Junge Akademie Magazin (Berlin) No. 4 (2006), S. 16 f. (17) - womit erneut die privilegierte Nähe zwischen akustisch-sonischen, neuroinformatischen und zeitkritischen Medienprozessen angesprochen ist. Ist diese Nähe eine medientheoretische Metapher oder tatsächlich? Ungeklärt ist bislang, „ob allerdings diese Verbindung zwischen musikalischem und neuronalem Rhythmus über die metaphorische Ebene hinausgehen und ob tatsächlich bestimmte Gesetzmäßigkeiten der Musik auf physikalischen Konstanten der Nervenzellenaktivität beruhen" = ebd.

- raumakustische Wahrnehmung eine Funktion zeitkritischer Signalverarbeitung (Axel Volmar), und „die Gestalt im Raume ist nichts, als die Klangfigur dieses Tons" = Johannes W. Ritter, Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur, Heidelberg (Mohr & Zimmer) 1810; Nachdruck Hanau (Müller & Kiepenheuer) 1984, S. 275

"Zeitweisen des Sonischen"

- analytische Reichweiten des Begriffs; epistemologisch sinnvoll, den "Klang" von seiner allzu selbstverständlichen Nähe zum kulturellen Musikbegriff zu entkoppeln (oder diesen selbst in seinem ursprünglichen Sinn von *mousiké* wieder zu erweitern), um desto unbefangener (quasi-)klangliche Phänomene nicht nur auf akustischen, sondern auch ganz anderen Feldern nachzuweisen (den "Klang der Einzeilen-Abtastung" etwa, mit dem der Medienkünstler Bill Viola das Wesen des elektronischen Videobildes in seiner zeitlichen Verfaßthaft definiert); dementsprechende Phänomene wie die Resonanz, die gleich mehrere physiologische und physikalische, aber auch hochtechnische Kanälen betreffen und bis auf den Schauplatz neurologischer Prozesse (Nervenleitungen, Gehirn) weisen

- bedarf es eines Begriffs des Sonischen zur Identifizierung von klanglichen Ereignissen, die sich nicht auf die physikalische Akustik reduzieren lassen, sondern ebenso vom technologischem Wissen imprägniert sind: spezifische Formen des medien-archäologischen, mithin: technischen "Gehörs". Es geht nicht mehr nur darum, disursive Analogiebildungen und Metaphern in der Modellierung des menschlichen Hörens aufzuspüren, oder das tatsächliche

Aufspüren von Hörvorgängen vermittels akustischer Meßmedien und Technomathematik (Hermann von Helmholtz), sondern das genuin technische "Hören" freizulegen. Die elektrotechnischen Medien des 20. Jahrhunderts haben hier prägend eingegriffen.

- medienarchäologische Offenlegung jener Möglichkeitsbedingungen, die das Sonische zu einem epochalen Phänomen der (im zweifachen Sinne) hochtechnischen Zeit gemacht haben, zugespitzt auf den Begriff der "Sonik" (analog zu Informatik und Kybernetik). Zum Anderen meint "Zeitweisen des Sonischen" die wesentlich temporale Struktur aller quasi-klanglichen Ereignisse, ob nun akustisch oder in ganz anderen aisthetischen Formen von *mousiké* manifestiert; bindende, konzentrierte Arbeit an der "Strenge des Begriffs" (G. W. F. Hegel)

Zeitfiguren des Sonischen

- Perspektive des Sonischen entdeckt Zeitweisen von Musik, "die nicht mehr durch Rekurs auf zugrunde liegende Invarianzen (Reihenfäden, Grundgestalten, Themen etc.) erklärt werden"; stattdessen "wird der Betrachter auf die konkrete Klanggestalt der Musik zurückverwiesen: Stimmengewebe, Klangprofil, Dynamik und Impulsgefüge" = Hans-Ulrich Fuss, Musik als Zeitverlauf. Prozeßorientierte Analyseverfahren in der amerikanischen Musiktheorie, in: Zeitschrift der Gesellschaft für Musiktheorie 2/3 (2005); hier zitiert aus der *online*-Version http://www.gmth.de/zeitschrift/artikel/205.aspx (Zugriff Juli 2009), hier unter Bezug auf den methodischen Akzent in Wallace Berry, Structural Functions in Music, Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall) 1976

- sonic temporality conditioned by the physical and physiological laws of acoustics, and by cultural training; Hans-Ulrich Fuss, Musik als Zeitverlauf. Prozeßorientierte Analyseverfahren in der amerikanischen Musiktheorie, in: Zeitschrift der Gesellschaft für Musiktheorie 2/3 (2005); hier zitiert aus der *online*-Version http://www.gmth.de/zeitschrift/artikel/205.aspx, accessed July 2009; Fuss exemplifies this by the isorhythmic motette with its constant pattern of the rhythmical process; with technomathematical development of electronic media itself - nonlinear time becomes the dominant temporal figure in 20th century: "Werke, die nicht kausal verlaufen, nicht in einem 'harmonischen', alle Konflikte auflösenden Ziel enden" = Fuss, a. a. O.

- "Extremformen der 'nonlinear time' sind zum einen die totale Diskontinuiät, so etwas wie die 'Momentform' Stockhausens, zum anderen 'vertical time', die völlige Aufhebung des zeitlichen Fortgangs durch liegende Klänge, Orgelpunkte, repetitive Strukturen, Vermeidung von phrasenartigem Aufbau" = Fuss, a. a. O

- Hans Peter Reutter, Karlheinz Stockhausen (*1928) - Gruppen für drei Orchester (1955-57) - Geschichtslosigkeit als Chance, Emanzipation des Tones, die Utopie der Ordnung, in: ders., "Klassische" Avantgarde - die 50er Jahre, 50-58 = www.satzlehre.de/themen/stockhausen.pdf

- löst sich "Zeit" auf, von der totalisierenden Gewalt des transzendenten Signifikats hin zur pluralen, zeitlokalen Suprematie von Signifianten im Plural: Zeitmoment, Zeiten, also in etwa das, was dann als Zeitmanipulationsmöglichkeiten mit elektronischen Mitteln entdeckt und beschrieben: Karlheinz Stockhausen, ... wie die Zeit vergeht ..., in: Die Reihe. Information über serielle Musik, Heft 3, Universal Edition, Wien / Zürich / London (1957), 13-42

- musikalisches Metrum wandelt sich von der absoluten Gleichförmigkeit in ein intern wandelbares, mobiles Zeitmaß: "Meter is that aspect of structure articulated as accent-delineated groupings within attack (event) sequence, and the proportional interrelations of such groups at all levels."[307] Fuss akzentuiert im Anschluß an dieser Metrumdefinition, "daß sie losgelöst ist von der *Äquidistanz* der Betonungen. Musik bewegt sich nach Berrys Ansicht in einem Kontiuum zwischen völlig unregelmäßigen und völlig gleichmäßigen Betonungsabständen" <a. a. O.>; Äquidistanz ist vielmehr ein Sonderfall. "Der herkömmlihcen Auffassung widerspricht dies völlig, denn das Metrum gilt als konstante Größe, als invariante und prädeterminierte Folie für den Rhythmus, die Größe, die für Variabilität sorgt" <Fuss>. Aus einer einfachen Funktion wird hier eine zweite Ableitung; ein an sich schon nicht mehr rein periodisches, also un-uhrzeitliches Zeitmaß hier durch ein zweites Zeitmaß (den Rhythmus) moduliert

- wie digitale Signalverarbeitung nur unter Einsatz kurzfristiger Zwischenspeicherung von Werten (logisch und arithmetisch) möglich ist, basiert auch neuronale Verarbeitung klanglicher Signale auf sensorischen Kurzzeit"registern", so der ausdrückliche Begriff de la Motte-Haber / Rötter (Hg.) 2005: 75 f.; tatsächliche Informationsverarbeitung selbst dabei in hohem Maße "zeitkritisch" = ausdrücklich ebd., 100

- Neurobiologie identifiziert eine dynamisierte Praxis des *futurum exactum* anhand "musikalischer" Wahrnehmung, die zuungunsten der traditionellen kategorialen Trennung von Wahrnehmung und (Re-)Aktion ganz im Sinne des kybernetischen Paradigmas zur Feedbackschleife sich verschiebt: "the viewing of music in a perception/action cycle framework that inetgrates multiple domain-general functions. The observation that the inferior frontal sulcus region was more active under task conditions emphasizing memorization is consistent with the critical role of this region in memory encoding and working memory, that is, the need to integrate past information with curernt information and expectations of how the future should behave, also with respect to musical material" = Petr Janata, Brain Networks that track Musical Structures, in: Annals of the New York Academy of Sciences 1060 (2005), 111-124 (114), hier unter Bezug auf N. Gaab et al., Functional anatomy of pitch memory. An fMRI study with sparse temporal sampling, in: Neuroimage 19 (2003), 1417-1426, sowie R. J. Zatorre, A. C. Evans und E. Meyer, Neuronal mechanism underlying melodic perception and memory for pitch, in: J.

---

307 Wallace Berry, Structural Functions in Music, Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall) 1976, 318

Neurosci. 14 (1994), 1908-1919; Form von Analogrechnung äquivalent zur zeitlichen Integration vermittels Zwischenspeicherung und Verzögerung von Signalwerten in Kondensatorketten (vertraut in der Digitaltechnik als *sample and hold*)

- Zeitfiguren projektiver Autokorrelation nicht auf den neurophysiologischen Apparat reduzieren, darüber hinaus kulturelle Dimension

- kulturelle *peideia* kommt negentropisch mit ins Spiel, wenn es um die Erkennung von Tonfolgen geht: "Zweifellos vermögen musikalische Fachbildung, umfassende Literaturkenntins und Gewöhnung diese Fähigkeit, den wirklich erklingenden Tönen mit der Vorstellung vorauszueilen, sehr erhblich zu steigern und zu entwickeln" = Hugo Riemann, Ideen zu einer "Lehre von den Tonvorstellungen", in: Jahrbuch der Musikbibliothek Peters, hrsg. v. Rudolf Schwartz, Jg. 21/22 (1914/15), Leipzig 1916, 1-26 (5); hier zitiert nach dem Neuabdruck in: FZMw Jg. 2 (1999), 1-31 (3); dem gegenüber steht Situation des erstmaligen Hörens eines neuen, mithin also (im Sinne der Informationsästhetik von Abraham Moles) "informativen" Stücks: "Nachlesen eines ermalig gehörten Werkes in der Partitur ist ganz und gar keine Eselsbrücke, da daselbe wenigstens den fachgemäß geschulten Musiker instand setzt, aus der Notierung vorauseilend das Nächstfolgend ein der Phantasie lebendig zu machen" <ebd.>. Im *eye tracking* wird dieser Prozeß faßbar: "Wer einmal einem konzertierenden Künstler die Noten umgewendet hat, weiß, daß dessen Augen immer den gerade erklingenden Tönen um eine größere Anzahl von Takten voraus sind, so daß er stets etwas anders, weiterhinb Folgendes abliest und vorstellt, während er etwas Vorhergehendes zu Gehör bringt" = Riemann ebd., 6; Husserls Begriff von Re- und Protention wird hier konkret

- ist es Zeitlichkeit, welche auf buchstäblich elementarer Ebene alphabetische *stoicheia* von ihren musikalischen Äquivalenten unterscheidet; "letzte Elemente der Tonvorstellungen sind Einzeltöne" verschiedener Höhe (melodisch), verschiedener Stärke (dynamisch), verschiedener Dauer (rhythmisch) und verschiedenen Gewichts (metrisch) = Riemann 1914/15: 16; an den Grenzen / Versagen der symbolischen Notation; erst als gespielte manifestiert sich diese elementare Zeitlichkeit sonischer Artikulation; Manipulierbarkeit auf dieser temporalen Ebene, die Stockhausen an den Möglichkeiten elektronischer Musik fasziniert = Karlheinz Stockhausen, "Wie die Zeit vergeht ...", in: xxx

- quasi-elektronisch (im Sinne der Trioden-Vakuumröhre) das Vokabular in der Beschreibung der Entstehung von sogenannten Differenztönen: sie entstehen durch die nicht-linearen "Kennlinien" in den neuronalen Übertragungsgliedern = de la Motte-Haber / Rötter (Hg.) 2005: 142

- Aufschreibesysteme: "Unsere Notenschrift gibt die Möglichkeit der klaren Bestimmung dieses ästhetischen Werts <sc. Tonerhöhung und -senkung> durch den Platz, den sie der einzelnen Tonhöhe auf dem Liniensystem zuweist" = Riemann 1914/15: 18, *gratia* Guido von Arezzo

- "Perhaps in the timestreching function a machinic surplus value or potential is opened in sonic time" = Steve Goodman, Timeline (sonic), in: Matthew Fuller (Hg.), Software Studies. A Lexicon, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2008, 256-259 (258); sonische Zeit ist Maschinenzeit. Für digitale Klang(re)produktion gilt zwar, daß das Ohr das Klangereignis am Lautsprecherausgang so analog wie je wahrnimmt; den Unterschied aber macht zum natürlichen Klang, daß er zwischenzeitlich kodiert wurde. Welchen Unterschied macht dieses Wissen, das von der Maschine gewußt, nicht aber vom Menschen erhört wird; Brian Massumi, The Superiority of the Analog, in: ders.?, Parables for the Virtual, xxx, 138

- "Zeitweisen" bezieht sich im doppelten Sinne auf den Kernbegriff des Sonischen: einerseits die theoretische und (medien-)experimentelle Arbeit am Klang in der Genealogie des Abendlandes (das Sonische als Gegenstand einer Medien- und Wissenschaftsgeschichte), und andererseits die immanenten Zeitfiguren, welche das Sonische auf mikrotemporaler Ebene zeitigt

- ein privilegierte Verhältnis zwischen Ohr und Zeit: "Das Gehör ist von allen Sinnen derjenige, der die Zeit am feinsten auflöst. Kurze zeitliche Gegebenheiten hören wir besser, als wir sie sehen" <Spitzer 2002: 78>. Andererseits darf das Ohr nicht zu sensibel sein, "sonst würden wir das Rauschen der Moleküle aufgrund der Wärmebewegung hören" <ebd.>

- wird im Phonographen technophysikalisch real, was das phonetische Alphabet symbolisch induziert; "live"-Aufzeichnung erzeugt eine sekundäre Wieder-Gleichzeitigkeit von Musik und Publikum - eine Art *temporaler* Aura (frei nach Benjamin), doch verbunden mit einer originären Irritation: Sinne vernehmen Gegenwart, kognitiv aber handelt es sich um die Vergangenheit eines einmaligen Moments (Reversibilität Newtonscher Zeit versus Entropie, koexistent als senso-kognitive Dissonanz). Mit der digitalen Klangerzeugung finden die Zeitweisen des Sonischen vollends "außerhalb des Musizierens" statt; sie erlöst den Klang als genuines Zeitereignis von der Musik als dessen Dramaturgisierung.[308]

- „Die Konservierung durch Phonograph, Platte oder Tonband verleiht, obwohl hier die verfälschende Schriftlichkeit umgangen wird und die Intepretation direkt erklingt, dem Einmaligen einer solchen Interpretation, ihrer flüchtigen Unwiederholbarkeit eine verfremdende Festlegung, eine inadäquate Dauer" = Hammerstein 1966: 3

- Begriff des Zeitkritischen fragt nach Interferenzen zwischen Schwingungen, Sprüngen und Frequenzen – weshalb Ohren das bessere Wissen um solche Prozesse haben; Begriff verschärft ferner Martin Heideggers Frage nach dem Verhältnis von Zeit und Dasein – doch nicht ontologisch, sondern als operatives

---

308 In diesem Sinne die "Coda" in: Peter Wicke, Das Sonische in der Musik, in: Das Sonische. Sounds zwischen Akustik und Ästhetik (= PopScriptum 10. Schriftenreihe, herausgegeben vom Forschungszentrum Populäre Musik der Humboldt-Universität zu Berlin), *online* xxx

Verhältnis von Zahl und Zeit. Mit postpythagoreischen Ohren Frequenzen in der Zeit statt harmonischer *logoi* vernehmbar

- wurde "Musik" von pythagoräischen Zeiten an und als Teil des scholastischen Quadriviums als Wissenschaft der harmonischen Weltverhältnisse begriffen und Harmonie dabei statische Zahlenverhältnisse meint, löst Harmonie sich seit der Frühneuzeit zunehmend in Frequenzen, d. h. eine Wissenschaft schwingender Zeitverhältnisse (konkret: zeitveränderlicher Signale) auf - von der "Musik" zum Sonischen

- Archytas von Tarent erkennt an der Zeit das Wesen des Tons (und damit dessen Frequenz *avant la lettre*): "Dass nun aber die hohen/scharfen Geräusche sich schneller bewegen, die tiefen/dumpfen langsamer, ist uns aus vielem licht geworden."

- ist pythagoreische Schule nicht am Klang als medialem Ereignis interessiert; trennt diese Antike die Episteme (als Wissen) auf Seiten der Harmonia von der Techne (als Kunstfertigkeit) auf Seiten von »ta mousika«, dem Begriff für praktische Ausübung. Doch *ist* Klang erst als Medienmusik, in der das Zeitkritische vernehmbar wird; dieses Sein ist kein statisch-ontologisches (wie es der Kosmosbegriff mathematischer Relationen nahelegt), sondern Manifestation "einer Ordnung, die nicht geschaffen, sondern *vollzogen* wird"[309]

- Phänomenolgie des Tons führt unter medientechnischen Bedingungen zu einem neuen Verständnis von Akustik, Klang und Musik. "In diesem Zusammenhang tragen Techniken des Rundfunks, des Telegrafen, Magnettonbänder, Lautsprecher, Sinusgeneratoren u.a. und schließlich der Computer dazu bei, Ton und Klang neu - zeit*kritisch* - zubegreifen und <...> von ihrem eigentlichen 'U(h)r'körper zu emanzipieren."[310]

- Kognitionsforschung von Zeit lange vom Uhr- oder Rechnermodell geprägt (der *computational time*), für welche Alan M. Turing 1936 selbst das theoretische Modell bereitstellte: "The writing head of a Turing machine inscribes symbols one by one in an infinite string, giving rise to time as a sequence-stream, exactly as in classical mechanics."[311]

- Applied to brain mechanisms, this analogy implies one or more internal timer

---

309 Jakob Ullmann, Lógos ágraphos. Die Entdeckung des Tones in der Musik, Berlin 2006, 94

310 Christopher Lorenz, Das Wesen des Tons begreifen. Einheit versus Zeitereignis. Von Pythagoras zu Hermann von Helmholtz, schriftliche Hausarbeit (Modulabschlußprüfung) Wintersemester 2008/09, Vorlesung *Methoden der Medientheorie* (Wolfgang Ernst), Humboldt-Universität zu Berlin, Seminar für Medienwissenschaft

311 So zusammengefaßt von Francisco J. Varela, The Specious Present. A Neurophenomenolgy of Time Consciusness, in: Jean Petitot / ders. / Bernhard Pachoud / Jean-Michel Roy (Hg.), Naturalizing Phenomenology. Issues in Contemporary Phenomenolgy and Cognitive Science, Stanford (Stanford UP) 1999, 266-316 (268)

giving rise to duration at various scales: "A (hypthetical) clock emits pulses that translate into behavior; judgements on duration depend on pulse couting and are reflected on memory and decision" <Varela ebd., unter Bezug auf: Church / Broadbent 1990>. Varela verkehrt diese Perspektive in einer Weise, die (implizit gefolgert) den Zeitweisen des Sonischen auf neurokognitiver Ebene eine geradezu zeitkonstitutive Rolle zuweisen: "Consciousness does not contain time as a constituted psychlgical catergory. Instead, temporal consciousness *itself* constituets an ultimate substrate of consciousness" <ebd.>. Eine variable, nicht strikt gleichartige endogene Dynamik erzeugt Zeitweisen des Bewußtseins, näher an Husserls Begriff von Pro- und Retention denn an getakteter physikalischer Uhrzeit

- (implizit sonischer) "Wellen"schreiber als Aufzeichnungsgerät: Kymograph, der eigentliche nicht-menschliche Protagonist hinter diversen Meß- und Signalreproduktionsmedien seit dem 19. Jh.

- Stimmgabel als "sonischer" Zeitgeber: Bulova Accutron, Stimmgabeluhr, an der man (unbeabsichtigt) die Zeit hören (statt sie nur auf dem Ziffernblatt ablesen) kann; hier *zeitigt* der Ton selbst

- in Bildtelegraphie kommt die Stimmgabel in ihrer sonischen Funktionalität zum Einsatz, also ausdrücklich nicht zur Zwecken der Akustik, sondern der zeitlichen Oszillation (Taktung): "Für die Synchronisierung solcher mechanischen Bildfeldzerleger führte La Cour (1878) den wechselstromerregten, stimmgabelgesteuerten Zahnradmotor ein."[312]

- kommt im Klangpartikel (Granularsynthese) eine Elementarisierung zum Zug, die nach Mumford und McLuhan eine Funktion alphabetisierter Kultur ist. Indem aber diese *grains* zu probabilistischen Wolken und nicht zu Uhren zusammengefügt werden, unterläuft diese neue Analyse das Alphabet im (mathematisch) Realen[313]

Die schwingende Saite: Proportion *versus* Frequenz

- Ton fügt sich nicht mehr allein einer ganzzahligen mathematischen Ordnung (Proportionslehre), sondern als Frequenz begriffen und buchstäblich ermessen, emanzipiert zum genuinen Zeitereignis

- Verzeitlichung des *sonus* setzt an mit Nicole Oresme im 14. Jahrhundert; nur scheinbar Klang *apparenter unus* (reiner Ton kommt nur als un-natürlicher, elektronisch erzeugter, damit genuin "sonischer" Sinuston vor)

- Ulrich Taschow, Nicole Oresme und der Frühling der Moderne. Die Ursprünge

---

312 F. Banneitz, Entwicklung und Stand des Fernsehens, in: Fritz Schröter (Hg.), Fernsehen. Die neuere Entwicklung insbesondere der deutschen Fernsehtechnik, Berlin (Springer) 1937, 1-26 (1)
313 Dazu Shintaro Miyazaki, Das Algo*rhythmische*. *Microsound* an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Volmar (Hg.) 2009, 383-396

unserer modernen quantitativ-metrischen Weltaneigunungsstrategien und neuzeitliczhen Bewußtseins- und Wissenschaftskultur, Bd. 1, Halle (AVOX) 2003, 142 ff.

- enthüllt sich anhand mathematischen Analyse statt dem harmonischem, kosmosfixierten pythagoreischen Vernehmen der schwingenden Saite (Monochord) dramatischer Unterschied zwischen Proportionslehre und Frequenz. Das ästhetische Gehör privilegiert die ganzzahligen Verhältnisse, während sich an der zeitzählenden Schwingungsanalyse auch irrationale Brüche verraten. Raphael Georg Kiesewetter schließt daher ausdrücklich an die Musiklehre des Aristoxenos an: "dass wir in der Musik einzig und allein dem <...> Gehör-Organe - dem Ohre zu vertrauen, von der Natur angewiesen sind, der Stifterin und allein zuverlässigen Lehrerin der Harmonie"[314].

- akustisches Verhältnis wird zum epistemischen Ding: Sonik im Unterschied zur musikorientierten Klangforschung. "Aus d'Alemberts Lösung ist ersichtlich, daß die Analyse der schwingenden Saite nicht länger Vertrautheit mit musikalischen Erscheinungen voraussetzte; Obertöne und einfach harmonische Beweguzng sind nicht erforderlich. Das Problem der schwingenden Saite ließ sich rein matheamtisch behandeln, ausgehend von einem Grundprinzip der Dynamik."[315] Diese Wahrheit entbirgt sich (dem frequenzkritischen Ohr, als sonische *aletheia*) erst anhand der extrem vergrößerten gespannten Saite, dem Makromonochord: "Die Octave, die wir durch unser Experiment gezeigt, ist die Octave der Natur; die Octave, welche das Ohr verlangt; dieselbe, welche die lebende Musik zu allein Zeiten gekannt und gebraucht hat. Dass die Theorie sie nicht gekannt, erklärt sich daraus, dass diese sich niemals von den aus der alten Schule hergebrachten Axiomen loszusagen, nie zur Beleuchtung ihrer Lehrsätze ein Experiment zu versuchen gewagt hat. Zum Glück für die Kunst / waren alle ausübenden Musiker, als solche, (gelehrt oder ungelehrt) de-facto Aristoxener, die sich ganz von ihrem richtigen musikalischen Sinne leiten ließen, unbeirrt von einer durchaus unpraktischen Theorie" = ebd., 12 f.; Saiten und Zeiten konvergieren zu einer anderen Einsicht, einer anderen, medieninduzierten Theorie

- erinnert Kiesewetter daran, "dass die Theorie von jeher als eine gesonderte, für sich bestehende, von der musikalischen Kunst unabhängige mathematische Wissenschaft betrachtet worden war" <Anm. S. 12>. Gegen bessere Einsicht respektive gegen besseres Vernehmen (denn viele der betreffenden Gelehrten hatten selbst musikalische Praxiserfahrung) sahen sich jene Theoretiker genötigt, "alles auf die Lehrsätze der alten Pythagoräer" zu beziehen, "wie sehr auch die eigene Praktik diesen widersprach" = Anm. S. 12 f.

- zentrale Bauelemente in den von Helmut Hölzer entwickelten

---

314 Raphael Georg Kiesewetter, Ueber die Octave des Pythagoras, Ist die Mitte einer gespannten Saite wirklich der Punkt der Octave ihres Grundklanges und die Pythagoräische Ration 1:2 eine WAhrheit? Ein ergänzender Nachtrag zum Beschluss der Sammlung der zerstreuten Aufsätze der neuen Aristoxener, Wien 1848, 18 (Schlußsatz)

315Sigalia Dostrovsky / John Cannon, Entstehung der musikalischen Akustik (1600-1750), in: Frieder Zaminer (Hg.), Geschichte der Musiktheorie. Hören, Messen und Rechnen in der frühen Neuzeit, Darmstadt 1987, 7-80 (67)

Analogcomputern zur Steuerung ("Mischaggregat") und zur Bodensimulation (elektronischer Analogrechner) des Raketenfluges von "Aggregat 4" (*alias* "V2") Differentiator und Integrator. Dem tatsächlichen Differentiator aber waren Kondensator und Widerstand zur Glättung vorgeschaltet, um die durch die Gleichrichtung entstandenen Oberwellen zu beseitigen.[316] Hier haben wir es also mit einer ganz und gar unmusikalischen Erscheinung eines (mit Fourier auf Grund- und Oberschwingungen zusammengesetzten) "Klangs" zu tun, wofür der Begriff von Sonik besser geeignet scheint (eine Analogiebildung zur Informatik, also im Sinne von quasi-Klangweisen der Signalkommunikation)

- Argument für Audifikation von Datenprozessen: "Sound can preserve temporal information which is lost in graphical attractor reconstructions or statistical representations."[317] Daraus entspricht eine quasi-Musikalität: "Recurrent structures in chaotic systems, including intermittency and self-similarity, are compatible charakteristics for drawing analogies to musical structures" = ebd., 341

- "Algorhythmen sind trans-sonische Prozesse, die meist unhörbar sind. Sie können aber mittels diversen Modulationsverfahren in hörbare Rhythmen transformiert werden" = Dissertation Algo*rhythmisiert*. Medien- & Maschinengefüge 1300/2000 (Shintaro Miyazaki), einleitend

Takt und Rhythmus

- vor Mensuralnotation gelten die von Aristoxenos definierten prosodischen Zeitrhythmen; mit Mehrstimmigkeit neue Notation notwendig, verzeichnet relative Zeitverhältnisse

- mit Metronom Johann Nepomuk Maelzels 1814 (Vorläufer: Chronometer von Etienne Loulié 1696, basierend auf Pendel) wird musikalische Taktung an Uhrzeit gekoppelt; Grete Wehmeyer, Prestississimo. Die Wiederentdeckung der Langsamkeit in der Musik, Reinbek b. HH (Rowohlt) 1993

- Metronom als Zeitgeber: Streit um die "halben Tempi" in der "historischen Aufführungspraxis" von Musik: viele Kompositionen heutzutage schnell / zu langsam aufgeführt, da damals nicht die volle Periode des Zeigerschlags, sondern halbe als Taktangabe fungierte; nicht-historische Distanz; *Delta-t* als Zeit(kritische) Verschiebung

- Computer-*clock*, die den Prozessor-Rhythmus steuert. *Zwischen* zwei Signalen

---

316 Dazu die Hausarbeit (Modulabschlußarbeit) von Teresa Busjahn, Der Analogcomputer als Medium der Zeitmanipulation (Mai 2009), Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin (Vorlesung W. E. *Medienzeit als Provokation von Mediengeschichte*, Sommersemester 2008)

317Gottfried Mayer-Kress / Robin Bargar / Insook Choi, Musical Structures in Data from Chaotic Attractors, in: Gregory Kramer (Hg.), Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces, Reading, MA. (Addison Wesley) 1994, 341-xxx (349)

einer clock führt der Processor Aktionen aus; MIPS = Million insctructions per second. Computerfrequenz nennt Zahl der Instruktionen, die in einer Zeiteinheit ausgeführt werden

- "Rhythm is not only an element of the fine arts, of music, and of poetry. Rhythm emerges wherever we sense groups and patterns in the continuum of time. <…> Against this complex rhythmic background the specific rhythmic wave stands out."[318] Fourieranalyse verräumlicht demgegenüber die Zeitlichkeit des Rhythmus (im Sinne Bergsons)

Die neurowissenschaftliche Perspektive

- Zeitebenen des Klangs auf der Ebene seiner Verarbeitung im Gehör und Hirn unterscheiden: "Erstens die 'mikroskpische' Zeitskala, in der die eigentlichen Schwingungen einer Schallwelle auftreten, mit einem Bereich von ca. 0,00007 bis 0,05 sec. Zweitens ein Zwischenbereich, ungefähr bei einer Zehntelsekunde, welcher Schwankungen, wie das Ein- und Abklingen eines Tons, also Variationen der "mikroskopischen" Vorgänge umfaßt. Drittens der "makroskopische" Bereich, der sich von ca. 0,1 sec ab aufwärts erstreckt, entsprechend der DAuer gewöhlicher musikalischer Töne, ihrer Aufeinanderfolge und dem Rhythmus. Bemerkenswert ist, daß jede dieser Zeitstufen ihr eigenes "Verarbeitungszentrum" im Hörsystem besitzt. Die "mikroskopischen" Schwingungen werden vom *Innenohr* aufgenommen und verschlüsselt und führen in erster Linien zu den primären Tonempfindungen (Tonhöhe, Lautstärke und Klangfarbe). Die *Transienten* im "Zwischenbereich" scheinen hauptsächlich auf Verarbeitungsmechanismen auf der *neuronalen Hörbahn* vom Ohr zum Hörzentrum des Gehirns einzuwirken und zusätzliche Hinweise auf die Wahrnehmung von Klangfarbe und die Erkennund und Unterscheidung von Tönen zu ermöglichen. Die "makroskopischen" Zeitvorgänge werden auf der höchsten neuronalen Ebene, der *Hirnrinde* (Cortex), verarbeitet. Diese makroskopischen Zeitänderungen bestimmen die musikalische Botschaft und ihre Merkmale" = Juan G. Roederer, Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik, Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 1977, 6 f.

- meinen "temporale" Prozesse im Erforschungszusammenhang des Sonischen zweierlei: einerseits zeitliche, zugespitzt: zeitkritische Signalverarbeitung akustischer Ereignisse, und andererseits den neuronalen Schauplatz dieser Verarbeitung: den Temporallappen im Hirn: de la Motte-Haber / Rötter (Hg.) 2005: 42 ff.

Jenseits des Klangs: "Harmonische Analyse"

- bewertet Lagewinkel den Winkel, mit dem sich eine Rakete um eine Achse

---

318 Walther Dürr, Rhythm in Music: A Formal Scaffolding of Time, in: J. T. Fraser (Hg.), The Voices of Time. A cooperative survey of man's view of time as expressed by the sciences and by the humanities, New York (Braziller) 1966 (2. Aufl. Amherst: The University of Minnesota Press, 1981, 180-200 (182)

dreht. Um Abweichungen von der Soll-Lage berechnen und korrigieren zu können, bedarf es einer Operation mit (im Sinne Husserls) "protentionaler" Dimension; werden zunächst schnell drehende Kreisel (der "Richtgeber" *alias* das Gyroskop) an Bord selbst eingesetzt, sofern keine erdfesten Bezugspunkte (Beispiel Funkstrahl) zum Einsatz kommen. Am Gyroskop wird der jeweilgei Abweichungswinkel abgegriffen. "Um eine stabile Steuerung zu erreichen, d. h. ein Aufschaukeln der Störung um den Winkel zu vermeiden, reicht es nicht, eine dem Fehlwinkel entgegengesetzte Ruderbewegung zu veranlassen."[319] Ein vom elektronischen Schwingkreis her vertrautes Phänomen: "Die Steuerung läuft zeitlich der Messung der Abweichung hinterher, so dass diese sich aufschaukelt. Die Rudermaschine muss somit den Befehl zum Zurücklaufen schon bekommen, bevor die Raketenspitze die Nullage erreicht hat. Es ist also eine Antizipation der Raketenlage nötig, um instabile und indifferente Steuerungszustände zu vermeiden" <ebd., 13>. Diese (a-)periodischen Interferenzen von Einschwing- und Überschwingvorängen
ist aus Norbert Wieners Analyse der Ausweichmanöver gegnerischer Kampfflugzeuge angesichts von Artilleriebeschuß vertraut; stellt eine Form unmusikalischer Klanganalyse ("Sonik") dar

Unter verkehrten Vorzeichen: Sonische Zeitweisen

- verkörpern phonographische Rillen *indexikalischen* Bezug zur Klangrealität, welche sie abbilden, definiert im Sinne von Charles Sanders Peirce: "An Index is a sign which refers to the Object that it denotes by virtue of being really afftected by that Object", zitiert hier nach: Nathan Houser (Hg.), The essential Peirce. Selected philosophical writings, Bd. 2, Bloomington, Ind. (Indiana Univ. Press) 1998, 291, doch vom Zeichen hin zum Signal verschoben. Diese Korpsifizierung (etwas an sich Vergangenes wird wie lebendig reproduziert) keine des Geistes, sondern der Materie, und daher eine Zeitweise des Sonischen im Unterschied zu musikalischer Metaphysik: "The phonograph inscribes not the spirit of music but its body, its acoustic being in time."[320] Wird ein (Kino-)Bild - explizit seit Platons Höhlengleichnis - als Simulakrum decouvrierbar, ist das phonographisch aufgezeichnete und reproduzierte Ereignis ein solches, das tatsächlich physikalisch in den Gehörgang eindringt und damit die humane Wahrnehmung in ihrem Zeitsinn affiziert.

- quasi-klangliche Zeitfiguren, in Begriffen wie "Resonanz" und "Harmonische Analyse" auf nicht-akustische Phänomene bezogen; Friedrich Cramer, Symphonie des Lebendigen. Versuch einer allgemeinen Resonanztheorie, Frankfurt a. M. / Leipzig (Insel) 1996, etwa 53: Def. Resonanz; 64: allgemeines

---

319*n* Teresa Busjahn, Der Analogcomputer als Medium der Zeitmanipulation (Mai 2009), Hausarbeit (Modulabschlußarbeit) am Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin (Vorlesung W. E. *Medienzeit als Provokation von Mediengeschichte*, Sommersemester 2008), 12; *online* unter xxx
320 Eric W. Rothenbuhler / John Durham Peters, Defining Photography. An Experiment in Theory, in: The Musical Quarterly, Bd. 18, Heft 2 (1997), 242-260 (243)

Prinzip, entdeckt aber anhand des Klangs (und der Wasserwellen)

- operiert Magnetron im Speziellen mit Hohlraumresonatoren[321], also einem dynamischen Raum, seit Hermann von Helmholtz ("Helmholtz-Resonatoren") als Meßmedium zur (Fourier-)Analyse von Klängen zum Einsatz kam. Nicht im Sinne der Akustik (als physikalischem Schallereignis), sondern der (erweiterten Epistemologie von) *mousiké* im Magnetron der Hohlraumresonator im Einsatz, *sonisch*; weitere Spezies der Laufzeitröhren, die Wanderfeldröhre, beruht auf dem Energieaustausch zwischen einem Elektronenstrahl und einem sich längst einer Verzögerungsleitung fortbewegenden Höchstfrequenzfeld = Conrad 1982: 390 f.; erinnert damit strukturell an den Vorgang der Klanganalyse im menschlichen Innenohr nach der Interpretation von Békésy (Wanderwellen mit lokalen Amplitudenspitzen)

Unerhörte Klänge

- Überführung von komplexen, aber elementar harmonischen Schwingungen in Frequenzen. Dynamische Zeitwe(i)sen werden durch ihre messende Erfassung - also durch genuine Medienanalyse - "der mathematischen Behandlung" sowie der "vollständigen numerischen Bestimmung"[322] zugänglich. Die Spektralanalyse als Verallgemeinerung der Fourieranalyse auf sämtliche Schwingungsphänomene überführt eine vermeintlich statische Welt in eine dynamische Symphonie (und ebenso Kakophonie), die nicht mehr aus starren Elementen besteht, sondern Elemente als Frequenzen der betreffenden Schwingung interpetieren.[323]

- analysiert Fourier zusammengesetzte Schwingungen um den Preis ihrer Zeitinformation; dem sucht Gábors Verfahren "akustischer Quanten" beizukommen (eine sukzessive Berechnung der Frequenzen im Signal) und damit den Klang auch als Zeitereignis beschreibbar zu halten. Ein mikrotemporaler Signalausbschnitt (ein akustisches Quantum im Milisekundenbereich: siehe Supper: 34) wird nach un dnach mit oszillierenden Sinus- und Kosinusfunktionen unterschiedlicher Frequenz angefüllt heute die Zeitfensterung = gefensterte Fourier-Analyse (Fast Fourier Transformation / FFT); Martin Supper, Elektroakustische Musik und Computermusik, Darmstadt 1997, 33 ff.; Barbara Burke Hubbard, Wavelets. Die Mathematik der kleinen Wellen, Basel (Birkhäuser) 1997

- greift Fourier in seiner verallgemeinerten Analyse auf Begriffe zurück, die aus der Sphäre der Musiktheorie stammen. Obgleich die "Vibrationen der Luft und der tönenden Körper" <viii> nur eine Emanation der untersuchten periodischen dynamischen Weltvorgänge ist, ist doch die analytische BEgrifflichkeit eine quasi-musikalische. So ist das, was den Menschensinnen entgeht, die

321 Walter Conrad, BI-Taschenlexikon Elektronik - Funktechnik, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, Eintrag "Magnetron", 225f

322 Jean Baptiste Joseph Fourier, Analytische Theorie der Wärme [*Paris 1822], dt. Ausgabe von B. Weinstein, Berlin 1884, viii

323 Michel Serres / Nayla Farouki (Hg.), Thesaurus der exakten Wissenschaften, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 2001, Eintrag "Spektralanalyse", xxx-895 (894)

verborgenen Ordnung der Dynamik: "Könnte man die Ordnung, welche die Wärmeerscheinungen beherrscht, den Sinnen wahrnehmbar machen, so würde man einen Eindruck empfangen, der ganz den harmonischen Resonanzen entspricht" <xiv>. Was ihm dabei entgeht, sind Einmaligkeiten, Ereignisse im zeitkritsichen Sinn (Transienten). Die mathematische Sprache der Kalküle und die musikalische Semantik erschließen ihm das Wesen der Schwingung.

In den Transienten aber findet die ideale Zeitlosigkeit des Siinustons seine zeitliche Grenze. Jede sinusoide Schwingung "exists sub specie aeternitatis"[324]; darauf antwortet Denis Gabór mit dem Entwurf seiner akustischen Quanten, der Grundlage der zeitgefensterten Fourieranalyse (und Grundlage der Waveltverfahren in der Signalprozessierung).

- verleihenTransienten der starren kosmischen, mithin: pythagoreischen Allianz von Musik & Mathematik ihre Zeitlichkeit. Mit den Transienten bricht das Ereignis in jenen Ewigkeitsraum ein, den die Harmonische Analyse voraussetzt. "It is impossoble to produce a strictly pure tone, for to start or stop a note is inevitably to add new frequencies" = Masani 1990: 116; Zeithorizont, der hier von (und zwischen) Anfang und Ende aufgespannt wird, allerdings kein narrativer (mithin also kein "historischer") mehr. Narrativer Zeithorizont linear, eine kurz- oder längerfristige kontinuierliche Trajektorie; quer dazu non-lineare, ungeplante Abweichungen / Verzweigungen / unvermittelte Querereignisse, die aber aus einer zunächst linear entworfenen Trajektorie ableitbar sind (differenzierbar); analog dazu Speichern (punkthafte) Arretierung von Signalübertragung, gegenseitige Extreme ein und desgleichen Signalwesens; mit Fourier auch abrupte binäre Impulsfolge auf stetige Schwingungsüberlagerungen rückführbar; das "Digitale" als Extrem des "Analogen"

- Spektralanalyse eine Verallgemeinerung der Fourieranalyse und "lässt sich auf die Erforschung sämtlicher Schwingungsphänomene anwenden, wobei das Element <lambda> als Frequenz der betreffenden Schwingung interpetiert wird. Zu den wichtigsten Phänomenen dieser Art gehört das Licht" <Serres / Farouki (Hg.) 2001: Eintrag "Spektralanalyse", xxx-895 (894)>. Newton spaltet das Sonnenlicht in seine Spektralfarben zwar mit seinem Glasprisma, blockiert aber mit seiner Korpuskeltheorie lange die Analyse von Licht als Wellenphänomen; erst ab dem 19. Jahrhundert (mit Fraunhofer) setzt sich Spektroskopie durch

- Sonagramme, erstellt im Sound Spectrograph, approximieren ein Schallsignal, indem es durch Filter in separate Frequenzbänder aufgeteilt und photoakustisch sichtbar gemacht wird. An die Stelle das raumhaft angeordneten Analyse tritt die Analyse der Prozessualität selbst: "Im Sonagramm steckt <...> ein Formprinzip, weil außer der Zusammensetzung des Schalls auch dessen Verlauf visualisiert wird" <Kursell / Schäfer 2010: 32>.

- Helmholtz'sche Gespür für „kleinste Zeittheile“ – und eine damit verbundene,

---

324 Norbert Wiener, I am a Mathematician. The Later Life of Prodity, Doubleday, Garden City, New York 1956, 106

neu implementierte und dem Zeitkritischen nahestehende Denkweise Getaktete, also zeitdiskretisierende Meßmedien sind über die Grenze der menschlichen Introspektion hinaus in der Lage, die „rechnenden Weisen“ von Augen zu fassen und damit Blickbewegungen auf der Seite des Diskontinuierlichen zu verankern. "Erst träge 'ZeitSchriften', dann 'Lichtspuren' führen dazu, die hoch*rhythmischen* Augenbewegungen nicht nur in der Leseforschung, Ophthalmologie und Psychologie u. a. erörterbar zu machen, sondern diese in algorithmischer Transformation zu klangfigurartigen Gebilden zu komprimieren und somit als Indikatoren für Aufmerksamkeitsprozesse in der Werbewirkungsforschung zu nutzen" = Magisterarbeit Christopher Lorenz, *Zur Analyse des wahrlichen AugenBlicks. Das Phänomen des Eye-Tracking*, Dezember 2009

- enthüllt sich anhand von meßtechnischem *eye-tracking* eine nicht manifeste, sondern sublime Liasison von Musik & Medien: ein Klangbegriff, der nicht auf ausdrücklich musikalische Phänomene begrenzt ist, sondern *mousiké* ebenso meint wie in Altgriechenland der Tanz. Die hiesige Medientheorie belegt diese nicht-akustische Musik mit dem Begriff des *Sonischen*, und für den elektronischen Bereich: die *Sonik*

- Wieners maßgebliches Beispiel für kybernetisches Feedback die agonale Abwehr gegnerischer Kampfflugzeuge, und seine Methode die harmonische Analyse: Bei einer nach einem Muster gelenkten Bewegung wird dabei die Abweichung der wirklich durchgeführten Bewegung davon als neue Eingabe benutzt, um den geregelten Teil zu veranlassen, die Bewegung dem Muster näher zu bringen.[325] Claude Shannon in den Bell Labs dagegen unterstellt keine klangartigen Verläufe von Flugbahnen, sondern analysiert sie als medienphysikalisches Ereignis. Shannon nimmt für eine Flugbahn Phasenrelationen an, deutet die zeitlichen Veränderungen also in Intervallen; Wiener hingegen unterstellt (gleichsam pythagoräisch) zusammengesetzte, mithin Fourier-analysierbare Schwingungen in einer Flugbahn. "Für Wiener ist eine Botschaft aus periodischen Frequenzen zusammengesetzt, für Shannon besitzt eine Nachricht meßbare Übergänge in der Zeit; die signalästhetische Differenz heißt hier also Musik (Wiener) *versus* Medienarchäologie (Shannon)

Kritik der "AV"-Medienbegrifflichkeit

- Bindewort des "Audiovisuellen" zerbricht am Maßstab des Zeitkritischen. Während sich Signalkodierung in der sonischen Dimension als genuine Zeitweise kundgibt, dissimuliert das digitale Bild (als Gerechnetes) seine zeitkritische Basis. Dem entspricht ein sinnesphysiologischer Befund: "Danach ist das Gehör <...> prädestiniert für den Zeitsinn, während das Auge zunächst einmal räumlich und damit konkreter orientiert ist. Hinzu kommt, daß die Rezeptoren des Gehörsinns den Klang zwar langsamer lokalisieren, aber gegenüber der Geschwindigkeit, mit der die Augen einen Stimulus lokalisieren,

---

325 Norbert Wiener, zitiert im Vorwort Alexander von Cubes zur Neuauflage von: ders., Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine, *1948 (MIT), Düsseldorf / Wien (New York (Econ) 1992, 6

zehnmal zu schnell die Veränderung erfassen" = Altrogge 2000: 233. Akustische und sonische Prozesse stehen mithin in einem privilegierten Verhältnis zur medientheoretischen Frage des Zeitkritischen. Bilder kommen hier mit ins Spiel, sobald sie im elektronischen Medium stattfinden, mithin also durch und durch flüchtig, also verzeitlicht sind. Der Videokünstler Bill Viola identifizierte die Bahnungen des Kathodenstrahls in Anlehnung an die Form der Schallplatte (Rille, Spur)[326]; dazwischen kreist die Nipkow-Scheibe des elektromechanischen Fernsehens

Sonische Eigenzeit (mit Cage und Stockhausen)

- komponiert John Cage 1952 - zeitnah an Beckett's Einakter *Krapp's Last Tape* - Musikstück für 12 Radios, 24 Ausführende und einen Dirigenten. Je zwei "Musiker" bedienen ein Radio, an dem sie Sender und Lautstärke variieren. Die Partitur beruhte auf Zufallsfaktoren, die Cage dem chinesischen Münzorakel *I Ging* (dem *Buch der Wandlungen*) entnahm; wirklich medienarchäologische Ästhetik von Klang bedeutet eine (zumindest momentane) Suspendierung von kultureller Semantik und die Autopoiesis sonischer Eigenzeit: "It is thus possible to make a musical composition the continuity of which is free of individual taste and memory (psychology) and also of the literature and "traditions" of the art. The sounds enter the time-space centered within themselves, unimpeded by the service to any abstraction, their 360 degrees of circumference free for an infinite play of interpenetration. <...> once anything happens it authentically is" = John Cage, Silence, Cambridge, Mass. 1967, 59; www.medienkunstnetz.de/werke/imaginary-landscape-4

- praktiziert Karlheinz Stockhausen mit Einsatz von Kurzwellenempfängern im Instrumentenspiel einen Modus von Komposition mit nicht vorab komponierter, überraschender, mithininformativer musikalischer Zeit. Hiermit überlagern sich zwei Zeitphasen: die der Medien und die der Aufführung; es kommt also zu einem Differential zwiefacher Gegenwart

Zeit- und Ereignisweisen des Sonischen dies- und jenseits der Hörschwelle und der Epistemologische des "Klangs"

- benennt das Sonische als systematische Kategorie in seiner medienarchäologisch zugespitzten Form den durch technische und technomathematische Apparaturen strukturierten Schall und die besondere Rolle der damit verbundenen Meß-, Registrier- und Notationsmedien. Einen besonderen Aspekt des sonischen Existentials stellen seine temporalen Verlaufsformen dar; erkenntnisleitende Hypothese: Es waltet eine privilegierte Nähe zwischen technischen Medien und Klangweisen, die darin begründet ist, daß beide Dynamiken unabdingbar nur als Zeitweisen in der Welt sind.

- tut sich das Sonische nicht allein als Hörbares kund; das Spektrum

---

326 Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54

elektromagnetisher Wellen physikalisch umfassend, aber nur in einem optischen Bruchteil unmittelbar für Menschen wahrnehmbar. Zeitsignalanalyse trägt in ihren wissenschaftlichen Begriffen explizit oder implizit die Anleihe aus den vor-technischen Zeitkünsten Musiktheorie und Klangwissenschaft an sich: etwa der Begriff der "Resonanz", eine Kernfigur etwa in der Elektro- und insbesondere Radiotechnik (Sheldrake 1988; Karsten Lichau / Viktoria Tkaczyk / Rebecca Wolf (Hg.), Resonanz. Potentiale einer akustischen Figur, München (Fink) 2009; dient das Sonische als Begriff für ein spezifisches Ereignisfeldes, dessen Benennungen zwar aus dem Bereich klanglicher oder gar musikalische Artikulation stammen, aber auch dem menschlichen Gehör unzugängliche Erscheinungsweise darstellen (Gethmann 2002). Der Gebrauch von Begriffen aus der Klangwelt ist der Indikator dafür, daß hier konkrete Zeitweisen das Charakteristikum darstellen. Thematisch werden also Zeitweisen des Sonischen: Tempor(e)alitäten (Sterne 2003, Fuss 2005) und unerhörte Formen sonischer Artikulation.

- war technische Analyse des akustischen Felds Spezialisten vorbehalten (Tyndall 1897); Durchdringung von Erkenntniswelten waren - als direkter Effekt von Schrift und Buchdruck - von den symbolischen Medien der visuellen Informationsaufnahme dominiert; seit Marshall McLuhan wird diese kulturtechnische Ausrichtung präzise analysiert (McLuhan 1962). Aktuell ist demgegenüber eine emphatische Hinwendung zur Klangwissenschaft (kulminierend in Deklarationen vom Typus *sonic turn*) in verschiedenen akademischen Disziplinen (zumal außerhalb der Musikwissenschaft) zu beobachten (Kahn 1999); Sonosphären werden als Wissensräume entdeckt, bis hin zu einer Aufwertung akustischer Interfaces in der Computerkultur und zu den vielfältigen Formen der Sonifikation im naturwissenschaftlichen Bereich (siehe Bull / Back 2003; Soentgen 2006; Hermann 2009); sucht der spezifische Neologismus des "Sonischen" Ebenen des Klanglichen zu adressieren, die zwischen physikalischer Akustik, kulturtechnischen Dispisitiven, Medientechnologie und Ästhetik angesiedelt sind. Im angloamerikanischen Sprachraum, einem primären Feld technoakustischer Forschungen, ist das Adjektiv *sonic* wohlvertraut, entspricht aber primär dem deutschsprachigen Begriff von "Klang". Begriff des "Sonischen", gegenüber Begriffen wie "sound", "sonic" und "Klang", besetzt epistemisches Feld; Nachweis von uneigentlichen, primär zeitbezogenen Verwendungsweisen der Klangsemantik; einerseits medienarchäologische Tiefen ausloten, die bis in die Frühphase epistemischer Klangforschung (Chladnis Figuren etwa) zurückreichen, ebenso erschütterungsbasierte, tempo(e)ale Konstellationen in der gegenwärtigen, durch symbolverarbeitenden Maschinen gekennzeichneten Medienkultur aufhellen; für elektrotechnisch und -mathematisch generierte und registrierte Klänge bietet sich zugespitzter Begriff der „Sonik“ (in Anlehnung an Bezeichnungen wie Elektronik und Informatik) an, als Klangkonzept, in welchem Klang über seine medientechnisch operationalisierte Form bestimmt ist. Solche Klänge operieren nicht mehr auf der Grundlage von Hohlraumresonatoren von menschlichen oder instrumentellen Klangkörpern und unterlaufen damit potentiell die anthropologische These von Klangmedien als akustischen Prothesen des Menschen. Mit den elektronischen Klangmedien im 20. Jahrhundert ein eigenständiges Forschungsfeld entstanden; Harro Segeberg /

Frank Schätzlein (Hg.), Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien, Marburg (Schüren) 2005

- bislang oft vernachlässigter Aspekt dieses sonischen Existentials: seine temporalen Verlaufsformen. Frühe Studien zur elektronischen Musik haben dezidiert darauf hingewiesen (Stockhausen 1957).

- Erfahrungen wie Echolot: Laufzeitdifferenzen von Schall werden als Verfahren zur Zeitmessung eingesetzt, ohne daß damit in irgendeiner Weise "Musik" intendiert ist. Solche metrologischen Techniken wiederum sollen in ihrem Zusammenhang mit einem phänomenologischen Zeitbewußtsein untersucht werden, das nicht von ungefähr anhand akustischer, klanglicher und melodischer Erfahrung thematisiert wurde und wird: angefangen von Aristoteles, über Bergson und Husserl bis zu klanginspirierter Medienkunst, etwa bei Nam June Paik; Wulf Herzogenrath (Hg.), Nam June Paik. Werke 1946-1976. Musik, Fluxus, Video, Köln 1980. Die Zeitweisen des Sonischen von der akustischen Zeitachsenmanipulation bis hin zur elaborierten Algorithmik als genuine Poesis einer medientechnischen Welt identifiziert; Shintaro Miyazaki, Das Algo*rhythmische. Microsounds* an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 383-396

- verbunden damit zugleich eine Kritik des Bindestrichausdrucks "audiovisueller" Medien (Chion 1990 / 1994). Die sonische Dimension gibt sich durch ihre genuinen Zeitweisen kund; insofern hat auch das elektronische Bild eine sonische Basis, wie sie die Videokunst beispielsweise ausderücklich als *Klang* der Einzeilen-Abtastung definiert <Viola 1993>. Damit korreliert ein sinnesphysiologischer Befund: Das Gehör ist prädestiniert für den Zeitsinn, während das Auge zunächst räumlich orientiert ist. Die Rezeptoren des Gehörsinns lokalisieren Klang zwar langsamer lokalisieren, aber gegenüber der Geschwindigkeit, mit der die Augen einen Stimulus lokalisieren, zehnmal schneller die Veränderung erfassen" <Altrogge 2000>. Akustische und sonische Prozesse stehen mithin in einem privilegierten Verhältnis zur medientheoretischen Frage des Zeitkritischen; Zusammenspiels genauester neurologischer, nachrichtentheoretischer und elektrotechnischer Kenntnisse, dies nachzuweisen; Ernst Pöppel, Grenzen des Bewußtseins. Wie kommen wir zur Zeit und entsteht Wirklichkeit?, Frankfurt/M. (Insel) 2000. Differenz der auditiven und optischen Sinneskanäle; These der Wiedereinkehr des "acoustic space" in der elektronischen Medienkultur; Marshall McLuhan, The Gutenberg Galaxy, Toronto UP 1962; ders. / Bruce R. Powers, The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert, Paderborn (Junfermann) 1995 "Weltbild des Ohres" (Arnheim 2001) ist vor allem eine Zeitwelt; "relevance of this acoustic space to an understanding of the simultaneous electric world" = Marshall McLuhan, The end of the work ethic, in: M. A. Moos (Hg.), Media research. Technology, art, communication, Amsterdam (G&B Arts International) 1997 [*1973], 92-109 (101)

- Aristoxenus, Elementa Rhythmica. The Fragment of Book II and the Additional Evidence for Aristoxenian Rhythmic Theory, Oxford (Clarendon Press) 1990

- Wolfgang Auhagen, Rhythmus- und Tempoempfinden, in: Musikpsychologie, hrsg. v. Helga de la Motte-Haber und Günther Rötter (Laaber: Laaber-Verlag) 2005, 231-249

- Heinrich Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre, Leipzig (Hirzel) 1958

- Henri Bergson, Durée et simultanéité, Paris 1922; ders., Materie und Gedächtnis. Eine Abhandlung über die Beziehung zwischen Körper und Geist, Frankfurt a.M. / Berlin / Wien 1982

- Michel Chion, Audio-Vision. Sound on Screen [Frz. Orig. L'Audio-Vision, Paris (Nathan) 1990], hg. und übers. von Claudia Gorbman, mit einem Vorwort von Walter Murch, New York / Chicester (Columbia UP) 1994

- Veit Erlmann, Reason and Resonance. A History of Modern Aurality, New York (Zone Books) 2010

- Jean Baptiste Joseph Fourier, Analytische Theorie der Wärme, dt. Ausgabe von B. Weinstein, Berlin 1884

- Daniel Gethmann, Zwischen Optophonie und Phonovision. Die technische und künstlerische Synthese von Ton- und Bildspeicherung als Vorgeschichte der Videotechnik, in: Ralf Adelmann / Hilde Hoffmann / Rolf F. Nohr (Hg.), *REC - Video als mediales Phänomen*, Weimar (VDG) 2002, 147-164

- Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologischer Beitrag zur Theorie der Musik, Braunschweig (Vieweg) 1863

- Thomas Hermann, Sonifikation hochtechnischer Daten, in: Georg Spehr (Hg.), Funktionale Klänge, Bielefeld (transkript) 2009

- Barbara Burke Hubbard, Wavelets. Die Mathematik der kleinen Wellen, Basel (Birkhäuser) 1997

- Douglas Kahn, Noise, water, meat. A history of sound in the Arts, Massachusetts Institute of Technology 1999; ders., The Sound of Music, in: Michael Bull / Les Back (Hg.), The Auditory Culture Reader, Oxford (Berg) 2003

- Jin Hyun Kim / Uwe Seifert, Embodiment. The Body in Algorithmic Sound Generation, in: Contemporary Music Review 25/1-2 (2006), 139-149

Friedrich Kittler, Real Time Analysis, Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1999, 182-207

Julia Kursell / Armin Schäfer, Kräftespiel. Zur Dissymmetrie von Schall und Wahrnehmung, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 2, 1/2010, 24-40

Rupert Sheldrake, The Presence of the Past, New York (Times Book) 1988 [dt.: Das Gedächtnis der Natur. Das Geheimnis der Entstehung der Formen in der Natur, München / Zürich (Piper) 1996]

Bernhard Siegert, Flimmernde Konturen: Fourier (Figuren des Reellen II), in: ders., Passage des Digitalen, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 240-253

Jens Soentgen, Atome Sehen, Atome Hören, in: Alfred Nordmann / Joachim Schummer / Astrid Schwarz (Hg.), Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven, Berlin (Akademische Verlangsgesellschaft) 2006, 97-113

Jonathan Sterne, The Audible Past. Cultural Origins of Sound Reproduction, Durham u. a. 2003

Franz Thomastik, Die Stahlsaite als Kulturfaktor, Wien 1932

John Tyndall, Der Schall, 3. Aufl. Braunschweig (Vieweg) 1897, 237-249 (Telephon, Mikrophon, Phonograph)

Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54; orig.: The Sound of One Line Scanning, in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), Sound by Artists, Toronto / Banff (Art Metropole & Walter Phillips Gallery), 1990, 39-54

Peter Wicke, Das Sonische in der Musik, in: PopScriptum X: Das Sonische – Sounds zwischen Akustik und Ästhetik (2008) [http://www2.hu-berlin.de/fpm/popscrip/themen/pst10/index.htm]

Norbert Wiener, The Historical Background of Harmonic Analysis [*1938], in: ders., Collected Works with Commentaries, Bd. II, Cambridge, Mass. / London (M.I.T. Press) 1979, 56-68

- das dezidiert medienarchäologische Vernehmen (im technischen und mathematischen, aber zugleich auch epistemologisch geleiteten Verständnis) in der Lage, materiale und begriffliche Klangsemantiken dies- und jenseits ihrer musikalischen Wahrnehmung mit Erkenntnisgewinn zu entbergen. Im Unterschied zu den Theoremen der pythagoreischen Tradition diese Erkenntnis ausdrücklich aus der technomathematischen Materie selbst heraus entwickelt; Ansatz also kein primär philosophischer oder ästhetischer, sondern genuin medienarchäologischer

- Plausibilität des Neologismus des *Sonischen* (respektive der *Sonik* in Anlehnung an Elektronik und Informatik) erweist sich in der Heuristik solcher Klangdynamiken, deren wesentliche Botschaften nicht primär im Feld akustischer oder musikalischer Artikulation liegen, sondern in ihrer chronotechnischen Kapazität. Einerseits affizieren sie die menschliche Zeitwahrnehmung sowohl im mikrotemporalen wie im emphatischen Sinne, und andererseits sind sie im physikalischen und technischen Kontext subliminal, d.

h. für Menschenohren unmerkbar, zahlreich am Werk. Die seit Fourier in verschiedensten (Natur-)Wissenschaften vertraute Harmonische Analyse (Wiener 1979, Hubbard 1997, Kittler 1999, Siegert 2003) stellt - schon vom Namen her - eine Form von Klanganalyse dar, die - obgleich zumeist im nicht-akustischen Bereichen angewandt - schon vom Namen her ihre Herkunft aus der musikalischen Episteme verrät.

- Episteme, Wissensgeschichte und Medienarchäologie der schwingenden Saite (Thomastik 1932; Frank Grotelüschen, Der Klang der Superstrings. Einführung in die Natur der Elementarteilchen, München (dtv) 2001; Saite in ihrer mathematisch begriffenen Zeitexistenz kehrt etwa in einer universalen Schaltung der Elektrotechnik, dem sogenannten Schwingkreis, auf unmusikalische Weise wieder ein, für die aktuelle Medienkultur im Verborgenen bestimmend; schwingende Saite als Erkenntnismedium. Von der pythagoreischen Experimentalanordnung bis weit ins 19. Jahrhundert zieht sich die schwingende Saite als medienepistemisches Ding durch die Erforschung der Natur des Klangs als mathematisierbarem Weltverhältnis; bemerkenswert ist dabei der Umschlag von ihrem statisch-geometrischen Begriff (Proportionsverhältnisse, Längen) zum dynamischen, also genuin zeitlichen Schwingungsereignis (Frequenzbegriff). Die technomathematische Analogie zwischen schwingender Saite und elektrischem Schwingkreis, d. h. die Fortsetzung der mechanischen Saite im elektronischen Vollzug, hat immer wieder zum Erstaunen geführt (Barkhausen 1957); dieses Erstaunen epistemologisch begründen

- besondere Weisen sonischer Chronotechnik, nämlich Takt und Rhythmus (Aristoxenus 1990; Auhagen 2005). Anhand der musischen Künste in der altgriechischen Antike theoretisch reflektiert (*mousiké*), kehrt diese Taktung als entscheidend für das Gelingen daten- und signalverarbietender Prozesse im Computer wieder ein - zunächst noch akustisch identifizierbar, dann unhörbar umso mächtiger am Werk. Auf begriffsgeschichtlicher, medientheoretischer und hochtechnischer Ebene als entscheidendes Kriterium solcher genuin *sonischer* Phänomene ihre besonderen Zeitweisen identifizieren; dieser Aspekt von besonderem Erkenntniswert für die Diagnose der aktuellen Medienkultur

- entstammt solche Neugier nicht der klassischen musikwissenschaftlichen Literatur, sondern vielmehr physikalischer Akustik, Physiologie, Elektrotechnik (etwa von Helmholtz 1863; Barkhausen 1958; John R. Pierce, Klang. Musik mit den Ohren der Physik, Heidelberg (Spektrum der Wiss.) 1985; Herausforderung, naturwissenschaftliches und technisches Wissen in einem medienwissenschaftlichen Zusammenhang zu erschließen, d. h. ihren epistemischen Mehrwert jeweils aus konkreten Sachlagen zu identifizieren; praktische Erprobung und der medienoperative Nachvollzug dieses Wissens, also dessen Experimentierung, im Signallabor durch entsprechenden Hard- und Softwareeinsatz (etwa Programmierumgebung SuperCollider)

- technomathematischen Zeitweisen und Zeitfiguren des Sonischen präzisieren

- Bilder als "Klänge" über die Zeit; ist es die Klanghaftigkeit (das

Schwingungsereignis), welches das elektronische Bild vom photographischen (oder malerischen) Bildbegriff unterscheidet. Theoriegeleitete Videokunst hat dies dezidiert formuliert: Nam June Paik wechselt von der elektronischen Musik zum Medium Video; Bill Viola verfaßt eine Abhandlung zum "Klang der Einzeilen-Abtastung" (Viola 1990/1993)

- neurowissenschaftliche Perspektive. Es ist die Form der zeitlichen Verarbeitung, welche die menschliche Wahrnehmung optischer und akustischer Signale im neuronalen Gewebe unterscheidet; enge Kopplung des Sonischen an den zeitlichen Vollzug neurologisch untermauern

- seit 1822 Fourier seine analytische Wärmetheorie veröffentlicht, wird die Zerlegung komplexer periodischer Signale in harmonische Anteile zur mathematischen Methode jenseits der engen Bindung an das akustische Gehör und vielmehr zu einem epistemologischen Werkzeug bis in zur Digitalen Signalverarbeitung

- Begriffs der "audiovisuellen Medien" ebenso in technischer wie in phänomenologischer Hinsicht auszudifferenzieren (Chion 1990/1994); das Sonische hierbei als Kriterium der Differenzbildung von zeit- und raumbasierten Medienbegriffen

- Rauschen, *noise*: in der thermodynamischen Physik des Realen Zeitweisen angelegt, die sich nur noch in Begriffen einer mathematischen Stochastik fassen lassen; damit entzieht sich die Natur aperiodischer Signale der Begriffswelt des Sonischen

- jenseits pythagoreischer Harmonik geht Wiener statt vom Phänomen des Klangs "vom Phänomen des Rauschens aus"[327], modelliert nach der Brownschen Molekularbewegung; mathematische beschreibbare Streuung wird das Maß der Dinge

- Chronotechniken des "Sonischen" und ihre messmediale Analyse
Das Sonische zwischen physikalischer Akustik und hochkultureller musikalischer Ästhetik
Nicht-akustische Klangweisen: Uneigentliche Existentiale des Sonischen
Chronotechniken der Sonifikation ("auditory display")
Akustische Weisen des Wissens
Die besondere Zeitweise computergenerierten Klangs
Methoden: Das Sonische, mit medienarchäologischem Ohr vernommen
Das Sonische und die Zeit: Klang als zeitbasiertes und zeitbasierendes Ereignis (Verklanglichung von Zeit, sonische Zeitweisen)

- Hinwendung zur Klangwissenschaft (kulminierend in Deklarationen vom Typus *sonic turn*) in verschiedenen akademischen Disziplinen (zumal außerhalb der

---

327 Axel Roch / Bernhard Siegert, Maschinen, die Maschinen verfolgen. Über Claude E. Shannons und Norbert Wieners Flugabwehrsysteme, in: Sigrid Schade / Georg Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 219-230 (226)

Musikwissenschaft); sucht der spezifische Neologismus des "Sonischen" Ebenen des Klanglichen zu adressieren, die zwischen physikalischer Akustik, kulturtechnischen Dispisitiven, Medientechnologie und Ästhetik angesiedelt sind. Als systematische Kategorie benennt das Sonische die technische Epistemologie klanglicher Phänomene, und in seiner medienarchäologisch zugespitzten Form den durch hochtechnische Apparaturen strukturierten Schall

- heuristisch sucht Begriff des Sonischen einerseits medienarchäologische Tiefen auszuloten, die bis in die Frühphase medienepistemischer Klangdinge (Chadnis Figuren etwa) zurückreichen, und ebenso seine Konstellationen in der gegenwärtigen Medienkultur

- bildenelektrotechnisch und -mathematisch generierte und registrierte Klänge ein Forschungsfeld, für das sich der Begriff der „Sonik“ (in Anlehnung an Bezeichnungen wie Elektronik und Informatik) anbietet: ein Klangkonzept, in welchem Klang über seine medientechnisch operationalisierte Form bestimmt ist. Das Sonische tut sich nicht allein als Hörbares kund, sondern manifestiert sich in vielfältigen Schwingungsereignissen, deren wissenschaftliche, technische oder diskursive Benennung explizit oder implizit oftmals auf Begriffe aus Musiktheorie und Klangwissenschaft zurückgreift; bezeichnet das Sonische dabei Ereignisfelder, für welche die „klangliche“ oder gar „musikalische“ Artikulation nur eine besondere, dem menschlichen Gehör zugängliche Erscheinungsweise darstellt; „Resonanz“ in der Radiotechnik etwa – obgleich er am Lautsprecher letztendlich tatsächlich akustische Phänomene zeitigt – operiert nicht mehr auf der Grundlage von Hohlraumresonatoren von menschlichen oder instrumentellen Klangkörpern und unterläuft damit potentiell die anthropologische These von Klangmedien als exklusiv akustischen Prothesen des Menschen. Insbesondere als temporale Verlaufsform treten dabei klangähnliche Phänomene jenseits musikalischer Intention hervor, etwa als Laufzeitdifferenz in Verfahren der Raummessung (Echolot). So steht einerseits die theoretische Verankerung des Sonikbegriffes im medienwissenschaftlichen Feld im Mittelpunkt dieses Teilprojektes, andererseits widmet es sich – im technisch-praktischen Sinne einer programmatischen Progression - quasi-musikalischen Phänomenen im ultra- und subsonischen Bereich, die mit klanglichen Ereignissen die wesentliche Eigenschaft teilen, daß sie sich zentral über ihre Zeitweisen erschließen lassen.

Asynchronien im Zeitgefüge von Mensch und Maschine

- Wenn nach kulturellen Dynamiken in ihrer technischen und theoretischen Voraussetzungen gefragt wird, kann dies nicht auf die philosophische Auseinandersetzung beschränkt bleiben, sondern muß die Vielzahl von medienpraktischen Umgangsweisen mit und in der Zeit offenlegen.[328] Abendländischen Zeitvorstellungen wohnt ein intrinsisches Medienbewußtsein inne, insofern sie nicht nur symbolische, sondern auch operative Verhältnisse

328 Ankündigungstext zur Tagung: Wiederkehr und Verheißung. Dynamiken der Medialität in der Zeitlichkeit, Universität Zürich, 31. Oktober / 1. November 2008

meinen. Technische Medien sind nicht nur *in* der Zeit, sondern vermögen ihrerseits, temporale Figuren zu zeitigen; aus schierer Zeitbasiertheit wird hier Zeitkritik. Grundlegende medientechnische Zeitweisen sind hier am Werk. Temporale und temporäre Figuren sind den hochtechnischen Medien eigentümlich und geradezu wesentlich. Die Beschreibung und epistemologische Deutung immanent medientechnischer Eigenzeiten auf der elementaren operativen Ebene von Elektronik *ohne* Referenz auf eine außerhalb dieser Schaltungen liegenden historische Zeit sind primärer Gegenstand der medienarchäologischen Analyse; diagnostiziert Medientheorie, wie Zeitwahrnehmung an Menschen *durch* Medien ausgelöst respektive irritiert wird, etwa die Erzeugung von Gegenwartsbewußtsein im Menschen von technomathematischen Gnaden; betreffenden Medien nicht allein nach Maßgabe ihrer korrelierenden menschlichen Zeitwahrnehmung phänomenologisch, sondern vielmehr streng medienepistemologisch ordnen.

- Gefühl für Vergangenheit stellt sich ein, wenn eine Melodie von Tonträgern wie aus weiter Ferne erinnert wird; der Mensch wird in seinem Daseinsbewußtsein durch technologische Zeitdispositive *gestellt.*[329] Der Tonträger aber kennt keine Vergangenheit; Kopplung von mediengegebener Zeit und menschlichem Zeitbewußtsein erzeugt ein Temporalfeld nach eigenem Recht, das (für Momente) der alltäglichen oder gar historischen Zeit enthoben ist.

- verlangen die Eigenzeiten technischer Mediensysteme, ihre Rhythmen und Gezeiten, in anderen Zeitfiguren denn als Mediengeschichte angeschrieben zu werden - eher in Algorithmen denn exklusiv in historiographischen Formen; ihr zeitlich prozessualer Charakter und ihr Akzent auf Signalwandlung[330], kalkülisierende Form der logischen Datenprozessierung in der Epoche maschinenbasierter Mathematisierung von Welt; elementare Adressierbarkeit. Auf kommunikationstechnischer Ebene Entfaltung einer Vielzahl ausdifferenzierter Zeitfiguren; die Affizierung des menschlichen Zeitgespürs durch solche Medien entbirgt die Andersartigkeit im kognitiven / neuronalen Gefüge, ungleiche Kopplung. Was ingenieurshaft als Mensch-Maschine-Interface bezeichnet wird, ist eine Bruchstelle; was hier einerseits gekoppelt wird, andererseits aber aus den Fugen gerät: das Zeitgefüge zwischen Lebewesen und Maschine als asymmetrisches Verhältnis

- läßt sich eine Medien"geschichte" der Uhr schreiben, wenn doch Uhren ihrerseits ein eigenzeitliches, konkurrierendes Zeitmodell bilden? stellen sie ihre diskursive Darstellungsform - die historiographische Erzählung als Information von Zeit - mit infrage. Mit Christiaan Huygens´ Pendeluhr, welche Zeitmessung bis auf Sekundenebene elementarisierte, und durch das Doppeluhr-Experiment von 1655 wurde die Physik selbst in ihrem Dasein einer vermessenden Zeitlichkeit unterworfen - einer Zeit, die nicht die der emphatischen Historie ist, sondern einer Welt mikrozeitlicher Ökonomien der

329 Siehe Martin Heidegger, Das Ge-Stell, in: ders., Vorträge 1949 und 1957, hg. v. Petra Jaeger (= Bd. 79 der Gesamtausgabe), Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45. Mit *Gestell* bezeichnet Heidegger die Wirklichkeitsauffassung der neuzeitlichen Naturwissenschaft als privilegierte Zugangsweise zur Welt; der Begriff wird in der vorliegenden Studie auf Medienzeit hin modifiziert.

330 Dazu Gregory Ulmer, Teletheory. Grammatology in the Age of Video, New York (Routledge) 1989, 106

Synchronisation angehört.[331] Martin Heidegger schaltet in § 80 von *Sein und Zeit* (1927), also ausgerechnet im Uhren-Kapitel, von fundamentalontologischer auf positivistisch-kulturhistorische Beschreibung um. Hier liegt Heideggers Dilemma: "Eine Geschichte, die ja wesentlich Zeit ist, überkreuzt sich mit jener anderen Geschichte, die die Maschinen der Zeitmessung selber durchlaufen. Uhren sind ontische, also der Fundamentalontologie unterworfene Apaprate, die gleichwohl geschichtlich unterschiedene Ontologien zeitigen."[332] Oxymoron einer "historischen Medienarchäologie" (Kittler)

- technische Latenz: photographische Negative; die phonographische Spur bis zur Wiederabspielung; technisch "aufgehobene", reproduzierbare Signalzeit; dargestellte / formierte Zeit; Achronie; "Gleichursprünglichkeit" als Eigenzeit, die sich der traditionell historischen Zeit entzieht

"Sonisch-musikalischer Geschichtsentzug"

- versetzt akustische Artikulation aus signalspeichernden Technologien menschliche Wahrnehmung in Zeitweisen, welche sie der historischen Zeit - zumindest "zeitweise" - zu entheben scheint. Gekoppelt an herkömmliche Klangkörper und hochtechnische Klangerzeuger wird der komponierende oder lauschende Mensch in andere Zeitverhältnisse gesetzt. Denker wie Martin Heidegger und Günther Stern (*alias* Anders) haben sich dieser zeitspezifischen *Musikalischen Situation* gewidmet. Zum Anderen folgt die intrinsische Entwicklung der abendländischen Musik Rhythmen, die eher auf eine Suprematie der Eigenzeit denn auf eine schlichte Sonderform der allgemeinen Kulturgeschichte deuten; diese musikalische Tempor(e)alität ist der diskursiv relativen kulturellen Geschichte weitgehend entzogen, also ästhetisch autonome Zeitinsel

- Klangmedien be"stimmen" die Weisen menschlicher Zeiterfahrung, einschneidend seit dem Phonographen 1877, entscheidend mit; sie stimmen sie zugleich ein und um; Kopplung an Techniken akustischer Signalverarbeitung durch Medien versetzt Menschen in besondere Zeitlagen. In Anlehnung an Günther Sterns (alias: Anders) unveröffentlichte Habilitationsschrift von 1930 *Philosophische Untersuchungen über die musikalische Situation* , aber ebenso geerdet in der medienarchäologischen Analyse techischer Artefakte (Apparaturen wie elektronischer Klangerzeugnisse); inwieweit Medien im Vollzug Ekstasen der historischen Zeit her- und darstellen

- Wolfgang Scherer, Musik und Echtzeit. Zu John Cages *4'33''*, in: G. Christoph Tholen / Michael O. Scholl (Hg.), Zeit-Zeichen: Aufschübe und Interferenzen zwischen Endzeit und Echtzeit, Weinheim (VCH / Acta Humaniora) 1990, 351-362

---

331 Siehe Arkady Pikorsky et al., Synchronization. A universal concept in non-linear sciences, Cambridge (UP) 2003

332 Friedrich Kittler, Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft, München (Fink) 2000, 235f

- Michael Lommel, Synästhetsie der Erinnerung: Becketts *Krapp's Last Tape*, in: Franziska Sick / Beate Ochsner (Hg.), Medium und Gedächtnis. Von der Überbietung der Grenze(n), Frankfurt/M. (Peter Lang) 2004, 255-264

- Wolfgang Auhagen, Rhythmus- und Tempoempfinden, in: Musikpsychologie, hrsg. v. Helga de la Motte-Haber und Günther Rötter (Laaber: Laaber-Verlag) 2005, 231-249

- Hans-Ulrich Fuss, Musik als Zeitverlauf. Prozeßorientierte Analyseverfahren in der amerikanischen Musiktheorie, in: Zeitschrift der Gesellschaft für Musiktheorie 2/3 (2005); *online*-Version http://www.gmth.de/zeitschrift/artikel/205.aspx

- Shintaro Miyazaki, Das Algorhythmische. Microsounds an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 383-396

Die techno-musikalische Situation (mit Günther Stern)

- TS Stern 1930: 46: "Musikalische Zeit ist nicht geschichtliche"

- Gekoppelt an technische Medien, die seit Zeiten des Phonographen die sonische Artikulation nicht nur symbolisch (d. h. "musikalisch"), sondern als Zeit(signal)ereignis speichert, erweist sich auch diese Technik als teilhaftig dieser anderen Zeitlichkeit (Zeitigkeit). Musik entbirgt in dieser Verkörperung zugleich das Nicht-Geschichtliche an der technischen Zeit. Erst seit dem Phonographischen wird jener Zeitcharakter der Musik technisch verfügbar, den Stern analysiert. Erstmals kommt Musik auch un-menschlich (d. h. nicht an die aktuelle Aufführung durch menschlich artikulierte Klangkörper) zu sich.

- Fallstudie: Samuel Becketts Einakter *Krapp's Last Tape* (1958). Hier beinhaltet der Theaterraum ein akustisches Speicher- und Wiedergabemedium, das eine neue Ästhetik der Zeit entstehen lässt. Selbst das Tonband an sich besitzt seine sogenannte Eigenzeit, da alle „gleichberechtigte[n] Bezugsysteme, die sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen, jeweils eine eigene individuelle Zeit“ besitzen.

- "Sofern Erinnerung das Gewesene durch Abbildung rettet und konserviert, ist Abbild historische Kategorie: D e n k m a l . Was aber nicht erinnert, sondern nur immer wieder neu realisiert werden kann, ist unhistorisch" <TS Stern 1930: 58> - das Mo(nu)mentum des Gleichursprünglichen, ganz im Sinne Lacans, aber auch der phonographischen Reproduktion sonischer Signale. Solche Wiederrealisierung aber bedarf der technischen Lesart; nur entsprechende Apparaturen vermögen durch ihre Eigenbewegung den Toneindruck erneut zu erzeugen.]

- Das klangtechnische *re-play* ist keine Reproduktion, sondern eine veritable Wieder-Holung und unterläuft die bislang kulturell vertraute sowie

anthropologisch beruhigende Unterscheidbarkeit von tonaler Realpräsenz und seiner abbildenden Repräsentation

- Exposé Bayreuther: "Walter Wiora in *Die vier Weltalter der Musik* (1961) „stellte zum ersten Mal die Frage, welche Konsequenzen für die Geschichtlichkeit von Musik sich daraus ergeben, dass medientechnische Einrichtungen wie zum Beispiel der physiologische Apparat der menschlichen Stimme, die Bauweise von Musikinstrumenten oder Notenschriften *über sehr große Zeiträume hinweg unverändert in Geltung sind.*“ Invarianz ist das Reich der Symbole; Notenschrift und physikalische Verhältnisse

- TS Stern 1930: 58: "Die Wiederholung rekurriert nicht wie diese <sc. die Erinnerung> auf ein bestimmtes Damaliges <...>; sondern es präsentiert und verwirklicht jeweils neu: das Wiederholte ist nicht A b b i l d des ehemals Gehörten oder Musizierten, sondern immer wieder es selbst, wenn auch 'zum zweiten Male'" - mithin also *gleichursprünglich*

- die Eigenzeit der musikalischen Situation? „Im Tone, dem Wort, der Sprache, der Musik, ist sie, die Zeit, ganz augenscheinlich orga/nisiert, und die Gestalt im Raume ist nichts, als die Klangfigur dieses Tons.“[333] Ritter bezieht sich hier auf die Klangfiguren von Ernst Florens Friedrich Chladni (publiziert als *Theorie des Klangs* erstmals 1787)

- vgl. das filmische "Zeitbild" resp.: Das "Zeitbild" leitet Zeit nicht mehr von der Bewegung ab, sondern tendiert zur unmittelbaren Zeitdarstellung: "Wir haben es nicht mehr mit einer chronologischen Zeit zu tun, <...> sondern mit einer chronischen achronologischen Zeit <...>."[334] In Alain Resnais' Film *Letztes Jahr in Marienbad* kommt Zeit selbst zum Stillstand und wird damit zur reinen Erscheinung

Zur Eigenzeitlichkeit klangtechnischer und musikalischer Erfahrung

[zum Entwurf DFG-Schwerpunktprogramm 1688 *Ästhetische Eigenzeiten* Bayreuther / Ernst, Oktober 2012]

- werden Menschen in Kopplung an symbolische (Texte) wie technische (Signalverarbeitung) Medien in bestimmte Zeitlagen versetzt; Anlehnung an Günther Sterns (alias: Anders) unveröffentlichte Habilitationsschrift von 1930 *Philosophische Untersuchungen über die musikalische Situation*: inwieweit Medien im Vollzug Ekstasen der historischen Zeit her- und darstellen

- "Aufgrund der Eigenart des Akustischen installiert die Musik

---

333 Johannes W. Ritter, Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur, Heidelberg (Mohr & Zimmer) 1810; Nachdruck Hanau (Müller & Kiepenheuer) 1984, 275
334 Gilles Deleuze, Das Zeit-Bild. Kino 2, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1991, 172f. Siehe Kerstin Volland, Zeitspieler. Inszenierungen des Temporalen bei Bergson, Deleuze und Lynch, Wiesbaden (Verl. f. Sozialwissenschaften) 2009

Erfahrungsdynamiken, die sich sowohl gegen das Präsens der jeweiligen Entstehung als auch gegen das Präsens der jeweiligen Rezeption abschließen" = *abstract* zum Vortrag Rainer Bayreuther, 17. Oktober 2012: „Die Geschichtlichkeit von Musik neu denken", Medientheater HU Berlin; in Analogie dazu steht für operative Medien-im-Vollzug an, deren Eigenzeitlichkeit von hier aus neu zu denken; das "Musikalische" an technischen Medien ist ihre Befähigung zur aisthetischen Präsenzerzeugung auf der Wahrnehmungsebene der Signalverarbeitung; nicht ihr exklusives Privileg, sondern erinnert an existierende kulturelle Modi der ästhetischen Enthebung von der Historie; anders sind die Optionen der Verfügbarkeit; invariant gegen die "historische" Zeit, fließ daran vorbei

- materielle Dinge weitgehend invariant gegen die Zeit (im "historischen" Maßstab), anders: Handlungen, "Musikding" einer CD historischen Kompositonen

- technische Medien ver*un*geschichtlichen; Wahrnehmender muß sich mit techno-sonischen Dingen synchronisieren

- Florenz, Bruneleschis Gewölbe: historisch datierbar, muß dennoch statischen Gesetzen folgen, die selbst un-historisch sind; Heideggers Begriff der "Verwindung"

- "Geschichte" der mangelhafte Begriff für eine beschränkte Anzahl von kontingenten Faktoren im Spiel

- medien-, nicht kulturgescichtliche Struktur von musikalischer Zeit; Heideggers "Ereignis" (Bremer Vorträge) meint Beides: das Hervorbringende und das Hervorgebrachte

- Temporalität des Sonischen nicht schlicht Musikgeschichte

- Verwindung des Seins in das Seiende (er)*gibt* überhaupt erst Zeit; Hören tiefer im Sein verwurzelt: als das Verweilen im Augenblick. Signale, nicht bloß Symbole werden gesendet

- was es heißt, wenn Medienwissen(schaft) an einer Philosophischen Fakultät angesiedelt ist: "Das Wesen der technischen Medien ist nichts bloß Technisches" (Heidegger)

- privilegierte Nähe zwischen hochtechnischen Medien und Klangweisen, darin begründet, daß beide Dynamiken unabdingbar nur als Zeitweisen in der Welt sind. Am Echolot erweist sich beispielsweise, wie Laufzeitdifferenzen von Schall als Verfahren zur Zeitmessung eingesetzt werden, ohne dass damit in irgendeiner Weise Musik intendiert ist; am unmittelbarsten kommt diese Allianz in elektronischer Klangerzeugung selbst zum Ausdruck. Ästhetische Zeiterfahrung ist hier die Funktion von Bauteilen und Systemelementen, welche in ihrer technisch-physikalischen Eigenzeit Parameter für die Zeitachsenmanipulation vorgeben. Solche Eigenzeiten des Sonischen (von der

akustischen Zeitachsenmanipulation bis hin zur elaborierten Algorithmik) als genuine Poiesis einer medientechnischen Welt identifiziert; begrifflich geschärft durch die traditionelle philosophische Phänomenologie des Zeitbewusstsein einerseits, das seit Aristoteles über Bergson und Husserl bis zu Karlheinz Stockhausen akustische, klangliche und melodische Erfahrung als innersubjektive Eigenzeit thematisiert; demgegenüber strikt techno-logische multiple Tempor(e)alitäten (in dem Sinn, daß hier gar keine Zeitlichkeit, sondern operative Wirklichkeiten, die nur noch metaphorisch unter den Zeitbegriff fallen); daher Frage nach den ästhetischen Eigenzeiten wissens- und medienarchäologisch tieferlegen, "erden" in den Eigenzeiten jener physikalischen (der "Zeitpfeil" von Entropie), technischen und symbolischen Systeme, deren Effekte die vordergründig zur Verhandlung stehenden ästhetischen Eigenzeiten sind; dramatisch-ästhetische Untersuchung wird also durch die archäologische Analyse flankiert; konkrete Klangtechnologien wie etwa der Phonograph, welche "in unterschiedlicher Weise die Unterbrechung oder Aufhebung der zeitlichen Ordnung" bewirken und hier zum Thema werden sollen. Mit den in Sektion D untersuchten "epistemischen Objekten" korreliert konkretes medienarchäologisches Zeug, etwa Speichertechnologien der Zeitaufhebung und Apparaturen des Zeitaufschubs vom Typus elektronischer Synthesizer, deren sich Komponisten wie Karlheinz Stockhausen zur Phasenverschiebung bedienten

- enthebt die techno-musikalische Situation die vernehmenden Subjekte einerseits der historischen Zeit. Andererseits ist in der Kopplung an symbolische (Notation) und technische (Apparaturen) Systeme ein radikal (medien-)historischer Index angelegt; steht an, sowohl den Entzug als auch das *re-entry* von Zeitlichkeit zu deuten

- inwiefern sich akustische wie technisch operative Zeitanalysen von der Mikro- in die Makroebene und zurück übersetzen lassen. "Im Zeitbereich sind wir sterblich und im Frequenzbereich, im Fourier-Bereich, sind wir unsterblich. [...] Es ist im Wesen des Sinus und des Kosinus angelegt, dass sie keinen Anfang und kein Ende haben, also unsterblich sind. Das ist übrigens ärgerlich, [...] weil wir ja nicht nur Frequenzen wissen wollen, sondern auch Ereignisse, wann etwas passiert ist, zum Beispiel. Und deshalb ist im letzten Jahrhundert an Stelle der Fourier-Analyse die Wavelength-Theorie gesetzt worden, die ein Kompromiss zwischen Frequenzanalyse und Ereignisanalyse ist."[335]

- elektronische / elektroakustische (Stockhausen) Zeitmaße werden zum Einen willkürlich gesetzt; diese Setzung ist ihrerseits in der „historischen“ Zeit. Algorithmik bildet ein Gestell, das unabhängig von der historischen Ereigniszeit existiert, analog zur Rhythmik: "In ihr gelangen diese Einrichtungen und Gerüste zu einer spezifischen, eingegerenzten historischen Konkretionen, gelten aber selbst in einem <...> Modus, der auf anderer geschichtlicher <?> Ebene angesiedelt zu sein scheint als auf jener der zeitlich aufeinander folgenden Erscheinungen."[336] Tatsächlich haben wir es hier nicht "mit verschiedenen Historizitäten zu tun", sondern mit der "Verzahnung

---

335Friedrich Kittler, Und der Sinus wird weiterschwingen. Über Musik und Mathematik, Köln (Verlag der Kunsthochschule für Medien Köln) 2012, 48f

verschiedener Temporalitäten" <Bayreuther 2009: 96> und Tempo-Realitäten, historisch und nicht-historische

- Medienzeit in ihre Eigentlichkeit zurückholen; Abseitigkeit (Abzeitigkeit) medienmusikalischer Tempor(e)alität; wie sich "eine alternative Form ihrer Zeitfassung schreiben lässt"; aus Informatik entborgter Begriff der Rekursion, um den Gordischen Knoten des Dilemmas eines ebenso historischen wie gleichursprünglichen Zeitmodells für *techné* (materiell verdinglichtes Wissen) & *logos* (Programm seines Ablaufs) zu zerschlagen

Partitur *versus* akustische Verkörperung: "ungeschichtliche Sachverhalte in der Musik"

- ein technisches Medium als existenzbildende Kraft, die ihre eigene Zeitlichkeit induziert; stehen medieninduzierte Zeitprozesse diesseits der herkömmlichen Geschichtlichkeit.

- was sich in der Musik der Historizität entzieht; kann ein altes Musikstück als ein "mediales Existenzial" (Bayreuther) aufgefaßt werden; generiert Gleichzeitigkeiten zwischen allen Aktualisierungen des Stücks unabhängig von deren jeweiligem chronologischen Zeitpunkt = Thesen Rainer Bayreuther, CIM12 Section GfM-Kongress Göttingen 4. September 2012

- Ungleichzeitigkeiten zwischen den Entfaltungen verschiedener Potenziale des Stücks, die ebenfalls die Eigenzeitlichkeit des Stücks entfalten, aber unabhängig von einer chronologischen Historie sind und den historiographisch-distanzierten Rückblick auf den Entstehungszeitpunkt des Stücks, der in abstrakter Kalenderzeit gemessen wird; chrono-logische / symbolische Zeitordnung untertunneln

- IT-basierte Real-Time-Modellierung altgriechischer Stimmungssysteme als medienarchäologische Analyse (Martin Carlé)

- musikalische bzw. klangtechnische Vorkommnisse *in actu*, also in dem Moment, in dem sie sich in ihrem spezifisch operativen Zustand befinden, sind per se ungeschichtlich, d.h. sie weisen von sich aus keine Verknüpfung mit anderen Vorkommnissen auf (Rainer Bayreuther); Argument Stern *Die musikalische Situation*. "Musikalische bzw. klangtechnische Vorkommnisse können Elemente von Geschichte(n) werden, dies aber um den Preis, dass von ihrem spezifisch medienoperativen Zustand, damit von wesentlichen zeitlichen Aspekten abgesehen werden muss."

- (Un-)Geschichtlichkeit musikalischen Agierens; Bayreuthers zentrale Vermutung: "*Die Mitte des musikalischen Handelns ist ungeschichtlich*"

---

336 Rainer Bayreuther, Untersuchungen zur Rationalität der Musik in Mittelalter und Früher Neuzeit, 1. Bd.: Das platonistische Paradigma, Freiburg i. Br. / Berlin / Wien (Rombach) 2009, 95

- Sartre: „Ich höre zum Beispiel ein Symphonieorchester, das die 7. Symphonie von Beethoven spielt. [...] Für mich existiert diese ‚7. Symphonie' nicht in der Zeit, ich erfasse sie nicht als ein datiertes Ereignis, als eine künstlerische Darbietung, die sich am 17. November 1938 im Saal des Châtelet abspielt. Wenn ich morgen oder in acht Tagen Furtwängler ein anderes Orchester dirigieren höre, das die gleiche Symphonie interpretiert, werde ich wieder in Präsenz *derselben Symphonie* sein. [...] Sie ist auch nicht ‚vergangen', wie wenn ich dächte: das ist das Werk, das damals im Geist Beethovens entstanden ist. [...] Sie hat ihre eigene Zeit, das heißt, sie besitzt eine innere Zeit, die vom ersten Ton des Allegros bis zum letzten des Finales abläuft, aber diese Zeit ist nicht im Gefolge einer anderen Zeit, die durch sie fortgesetzt würde und die ‚vor' dem Einsetzen des Allegros läge; es folgt ihr auch keine Zeit, die ‚nach' dem Finale käme. Die 7. Symphonie ist überhaupt nicht *in der Zeit*" = Jean-Paul Sartre, *Das Imaginäre. Phänomenologische Psychologie der Einbildungskraft* (1938), in: Jean-Paul Sartre, *Gesammelte Werke, Philosophische Schriften* I, Reinbek 1994, übers. von Hans Schöneberg, überarbeitet von Vincent von Wroblewsky, 300–302

- Dahlhaus, ohne die geringste Konsequenz daraus zu ziehen: „daß ein musikalisches Werk in der ästhetischen Vergegenwärtigung gerade nicht als geschichtliche Tatsache erfaßt wird (trotz eines die ästhetische Wahrnehmung färbenden historischen Bewußtseins)" = Carl Dahlhaus, *Grundlagen der Musikgeschichte*, Köln 1977, 61

- Audiofile re-geometrisiert das akustische Ereignis im Speicherzustand; in Prozessierung Wiedervollzug

Computermusikalisches Wissen

- Hubert Kupper, Computer und Musik. Mathematische Grundlagen und technische Möglichkeiten, Mannheim 1994, 19-31

- deutet sich bei Leibniz an, was der Computer am Ende tatsächlich leistet, indem er durch DSP die menschliche Wahrnehmung mit Mitteln des mathematischen Kalküls unterläuft: "Die Musik ist für die Seele eine verborgene arithmetische Übung, wobei die Seele zählt, ohne dessen bewußt zu sein. <...> Sie fühlt dennoch die Wirkung dieses unbewußten Zählens, das heißt bei Konsonanzen Vergnügen, bei Dissonanzen Mißfallen, das daraus hervorgeht."[337]

- Fouriers Analyse des Klangs (und seiner Farbe) als Superposition von in ganzzahligem, proportionalem Verhältnis zueinander stehenden Sinustönen (Schwingungsformen) in der Tradition von Tarent: "Pythagoras wäre nicht erstaunt gewesen, wenn er <sc. dies> noch erfahren hätte" = Enders 2005: 19; aus der Antike verschüttete) Wissen wird nicht überliefert im Sinne von Tradition (keine "Meme"), sondern überliefert sich im Mediengeschehen selbst,

---

337 Leibniz 1712, brief an Christian Goldbach, zit. <von Enders 2005: 15> nach: Géza Révész, Einführung in die Musikpsychologie, Bern 1946

von den apparativen Verhältnissen (Einrichtungen) erneut zur Rede *gestellt* - wenngleich menschenseitig als in mit historischem Index versehene Wissensweisen

Titelbild *Rhythmogramm*

Benjamin Heidersberger, *Bildtest*, Mixed Media (kombinierte Laser- und Videoprojektion), 2013

"Das Bild setzt sich aus zwei Rhythmogrammen zusammen, die beide auf demselben zeitlichen Verlauf der Signalspannungen beruhen, aber unterschiedlich skaliert und positioniert sind. Die Signalspannungen werden von einen Analogrechner erzeugt, der einen Rhythmographen nach Heinrich Heidersberger mit drei Pendeln nachbildet." (Benjamin Heidersberger)

- Beschreibung von Jean Cocteau (Brief von 1962 an Heidersberger); Cocetau "angesichts dieser erstarrten Schwingungen" (in Oxymoron, gleich den Katachresen der deutschen Romantik und nahe an Goethes Beschreibung gotischer Kathedralen als "gefrorener Musik"); Chronophotographie unter (zeit-)verkehrten Vorzeichen; Andrew Witt, *Light Harmonies*, Hatje Cantz (Verlag) 2014

- *Detaillierte elektrotechnische Beschreibung* Benjamin Heidersberger, 12. Januar 2014:

"Beim weissen Rhythmogramm lenken die x- und y-Spannungen einen Elektronenstrahl durch die beiden Plattenpaare auf einem Oszilloskopschirm (Phosphor P1, Zn2SiO4:Mn, 528 nm) ab. Eine vor dem Schirm montierte Kamera zerlegt die Vektordarstellung in ein Fernsehraster. Das analoge Videosignal steuert die Spiegel eines DLP-Projektors an. Das darin von einer Quecksilberhalogen-Hochdruckgasentladungslampe erzeugte Licht wird durch ein RGB-Farbrad zerhackt und durch das Auge bzw. die aufnehmende CCD-Kamera wieder zu weissem Licht integriert.

- "Durch den jahrelangen Gebrauch ist die Oszilloskopröhre horizontal eingebrannt, durch den rechts leicht nach unten geneigten Strich erscheint die Bildmitte dunkler. In den dunkleren Aussenbereichen ist die Geschwindigkeit des Bildpunktes grösser, so dass weniger Photonen vom Phosphor emitiert werden"

- "Beim grünen Rhythmogramm lenken die x- und y-Spannungen das monochrome Licht eines grünen Laser (532 nm) über zwei senkrecht aufeinander stehende Galvanometer auf die Projektionsfläche in Vektordarstellung ab. Im Zentrum ist die Lichtintensität so hoch, dass es zur Übersteuerung des aufnehmenden CCD in der Kamera kommt und die Farbe von Grün in Weiss umschlägt. Eine Helligkeitssteuerung des Laser zerlegt die geschlossene Linie"

- "Unterschiede in der Form zum weissen Rhythmogramm ergeben sich durch die begrenzte Ablenkgeschwindigkeit der servogesteuerten Galvanometerspiegel"

Im Medium erklingt die Zeit

- hörbarer Klang nur die Spitze des Eisbergs komplexer Zeitverhältnisse, die im Spektrum des Sonischen kundtun; ebenso temporales wie auratisches Feld, das sich von der Akustik über Klang und Rhythmus, Schwingung und Frequenz bis hin zur elaborierten dramaturgischen Zeitordnung des Musikalischen aufspannt. In ihrer physikalischen, technischen und symbolischen Prozessualität sind Klangweisen der zeitlichen Dynamik operativer Medientechnologien, nämlich ihren Oszillationen und Algorithmen, wesensverwandt; temporale Isomorphie zwischen Klangfolgen im weitesten Sinne der altgriechischen *mousiké* und technomathematischen Medien in ihrer Signalverarbeitung und implementierten Algorithmik; in medienarchäologischer Perspektive der gängige Begriff der zeitbasierten Medien zugunsten einer medientechnischen Chronosonik nach eigenem Recht transformiert

Technologische Erforschung des Sonischen / Sonik

- akustische Verzerrung im Mikrozeitbereich "most easily thought of as a deformation of a function of time or of frequency" = J. C. R. Licklider, The manner in which and extent to which speech can be distorted and remain intelligible, in: Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003, 203-247 (203)

- ehemaliges Institut für Kybernetik in Paderborn (Helmar Frank, der in Paris bei Abraham Moles studierte; seine Studien zur Messung und Berechnung des "Gegenwartsmoments" von Perzeption); epistemologisch in der rechten Stimmung für Projektentwurf; "zeitkritische Prozesse" ein Schwerpunkt von vornehmlich auf innertechnische Ereignisse konzentrierter Forschung ("clocking"), insofern (und ganz im Sinne des umfassend diagrammatischen kybernetischen Systembegriffs) analog zur algorithmischen Modellierung des *microtiming* in der musikalischen Wahrnehmung / Signalverarbeitung; HU-Ausstellung zum Thema "Ist das noch Zufall?" (Nikita Braguinski), konkret: *random* vs. *pseudo-random* im Digitalcomputer, auch als zeitkritischer Turing-Test (inwiefern vermag die menschliche auditive und / oder visuelle Wahrnehmung zwischen "echtem" und "Pseudo"-Zufall aus dem Computer zu entscheiden, auf der Basis der Dissertation RANDOM von Braguinski). Zoellers Vorschlag, an die Stelle bisheriger random-based "humanize"-Werkzeuge die "bulk parameters" zu setzen; im Forschungslabor HAEL den empirischen Test durchführen (ansonsten Signallabor respektive Medientheater); Forschung über die kybernetische Differenz von "performativen" (menschgebundenen) und "operativen" (technischen) Zeitreihen (van Treeck)

- Matthias Zoeller, Skript *Project-proposal for an empirical test of a humanize-module*

- bei Zeitmessern und automatisierten musikalischen Mechanismen gleichmaßen verwendete Technik; dieselbe Art von Zahnradgetriebe. "Am deutlichsten wird dies bei der Schlaguhr, die die Zeit durch eine Glocke oder einen Gong akustisch anzeigt, wobei mit Gewichten beschwerte Mechanismen dafür sorgen, daß die jweilige Uhrzeit mit unterschiedlichen Schlägen signalisiert wird" = Allen Feldman, Der menschliche Touch. Zu einer historischen Anthropologie und Traumanalyse von selbsttätigen Instrumenten, in: Gabriele Brandstetter (Hg.), ReMembering the Body, Ostfildern-Ruit (Hantje) 2000, 224-259 (230)

- Interesse an *time-reversed acoustics*: "weil es ein Wellenmodell des Rechnens (im Gegensatz zum Teilchenmodell des Digitalen) sein kann" (Kommunikation Georg Trogemann, Kunsthochschule für Medien, Köln, September 2003); Horst Völz, Kontinuierliche Digitaltechnik, Aachen (Shaker-Verlag) 2008; "sonischer" Digitalrechner Parametron (Goto); Mathias Fink, Time Reversed Acoustics, in: Physics Today, Volume 50, Issue 3 = http://scitation.aip.org/content/aip/magazine/physicstoday/article/50/3/10.1063/1.881692; Zugriff 9. Dezember 2013

- "Nowadays we can intercept a spreading sound wave, time-reverse it and send it back to the source [...] should greatly enhance our ability to locate [...] submarines." 1997 American Institute of Physics; Mathias Fink, Time-reversed acoustics, in: Scientific American, November 1999, 91-97 http://www.usna.edu/Users/math/rmm/Papers/fink2.pdf (Zugriff 9. Dezember 2013): "A speaker's 'Hello' (as notorious from Thomas Alva Edisons first phonographic recording in December 1877) can the time-reversed by such an acoustic mirror into 'Olleh'"; Schlußpassage: "Time-reversal techniques may also be extended to types of waves other than sound waves"; "possible application to pulsed radar, using electromagnetic waves in the microwave range" = 97

- "Eine haltlose Zeit aber braucht neue Maße" = Kittler, unter Bezug auf Archilochos, fr. 67a; Theorie der "halbierten Tempi": Helmut Breidenstein, Mälzels Mord an Mozart, in: Das Orchester, Mainz 2007/11, 8-15

- Elektronenröhren als Verstärker in Telephonleitungen: Robert von Lieben entwickelt seine Kathodenverstärkerröhre anhand der Übertragung von Telephonleitungen; löst damit das kulturtechnische Übertragungsproblem, die Abschwächung der zu übertagenden Botschaft (Reiter / Pferd) / elektrischen Signale in der *langen Leitung*; elektronische Verstärker (Siemens-Telegraphenrelais) überbrücken schließlich Distanz London-Kalkutta; Kontrolle der *transmission lines* verliert an Bedeutung; von Elektrik zur Elektronik, von der rauschanfälligen Übertragung zur topologischen Verknüpfung, Übersetzung aus dem primär physikalischen in den primär mathematischen Raum

- Resonanz, akustisch vs. symbolisch: *Resoniert* etwas, wenn heutige medienwissende Augen eine Ausgabe von Aristoteles lesen - über einen (historisch modellierten) Zeitraum von 2500 Jahren hinweg? Dann ist dieser Klang aber zusammengesetzt im Sinne der Fourier-Analyse: vielleicht ein altgriechischer Grundton, aber überlagert von allen möglichen Oberschwingungen, also: das christliche Zeitempfinden; die neuzeitliche Naturwissenschaft; die elektrotechnische Epoche. Buchstäbliche Lektüre ist gegenüber akustischer Resonanz eine Verarbeitung von Symbolen (Buchstabenketten) und induziert im Fall gelingender Hermeneutik eine kognitive, nicht energetische Resonanz

- "Historische Aufführungspraxis" elektroakustischer Musik; experimenteller Nachvollzug von Vergangenheit zwischen performativem *re-enactment* und funktional experimenteller Archäologie (etwa Thor Heyerdals *Kon-Tiki*-Expedition von 1947); Kommunikation mit einer vergangenen Zeit als Mitvollziehen, eine dynamische Modellierung. Unter gleichen materiellen, aber auch umweltlichen / kontextuellen Bedingungen läßt sich eine gegenüber dem anvisierten historischen Szenario gleichursprüngliche Erfahrung machen

- kommt sonisches *Wissen* als *visuelles* erst zustande mit dem Oszillograph. Im Unterschied zum rein mechanischen, trägheitsbehafteten Präludium des Kymographen (du Bois Reymond) erlaubt elektromechanische und dann vollelektronische Elektrophysiologie (von Helmholtz) bis hin zum Elektrokardiogramm ungleich höhere Präzision im Zeit(meß)bereich; zur Feststellung von Arrythmien unabdingbar; D. Scherf, Lehrbuch der Elektrokardiographie, 2. Aufl. Wien (Julius Springer) 1937, bes. Abschnitt "Zeitschreibung", 5

- tritt an die Stelle einer emphatischen Differenz von Gegenwart und Vergangenheit die schlichte Folge diskreter Zeitpunkte, die prinzipiell beliebige Momente einer als unendlich gedachten Zeitlinie sind (also reelle Zahlen auf der Zahlengeraden); schwindet der Unterschied von Gegenwart und Vergangenheit infinitesimal. Übergangswahrscheinlichkeiten mit. Geschichte, einmal symbolisch notiert (Historiographie), wird im Moment der Aktualisierung zu markovkettenartiger Kurzzeitigkeit gestaucht und kondensiert

- "Alles fließt" versus Aufzeichnung eines Flusses im Zeitalter medientechnischer Reproduzierbarkeit: Man kann nicht zweimal in denselben Fluß steigen (Heraklit), aber den optischen oder akustischen Signalfluß eines Wasserstroms kinematographisch respektive phonographisch aufzeichnen und jederzeit identisch reproduzieren.

- Geometrisierung der gesprochenen Sprache durch das phonetische Schriftalphabet: "Bei dieser Übersetzung von Zeit in Fläche geschieht das Ungeheuerliche: Die Zeit wird reversibel. Im Gegensatz zu Zeitpunkten, das klingt fast trivial, sind Flächenpunkte reversibel. Man kann zu ihnen zurückkehren, sie beliebig abtasten und 'reproduzieren'. Indem man Ereignisse speichert und wiederholt, kann man - vordergründig gesehen - auch zu Zeitpunkten zurückkehren, d. h., Zeit- in Flächenpunkte verwandeln und diese

in Zeitpunkte zurückverwandeln. Das aber heißt: Die Zeitpunkte werden austauschbar. Damit wird ihr zeitlicher Charakter negiert. Es entsteht ein medialer Kontext, der sich zu Raum und Zeit aperspektivisch verhält, indem er verschiedene Raum- und Zeitebenen ineinander schachtelt und montiert - zu einer teleskopischen Zeit. In einer Welt der Wiederholung gibt es kein Vorher oder Nachher. Vergangenheit und Zukunft werden im Abbild vergegenwärtigt und führen zur 'Ausdehnung der Gegenwart auf Kosten der übrigen Zeit' (Alexander Kluge)."[338]

- liegt dem Alphabet eine Zeitkonzeption zugrunde? "Die Zeit wird hier als teilbarer Körper betrachtet, der sich in Zeitspannen und Zeitpunkte unterteilen läßt. Das ist eine Voraussetzung für jede phonetische Lautschrift, wie das herkömmliche Alphabet sie darstellt"[339] - auch dafür, daß sich *dots* und *dashes* im telegraphischen Morse-Code sowie Bits, verkörpert in elektrischen oder optischen Signalen, durch Kupferdrähte oder Glasfasern schicken lassen. Es handelt sich hier also um eine buchstäbliche Alphabetisierung von Zeit in Intervallen. Die alphabetische Schrift leistet (ganz im Sinne der "ikonoklastischen" Lesart Flussers) das Gleiche, was Paul Nipkow später mit seiner Kreislochscheibe als televisionäre Bildabtastung praktiziert: die Linearisierung von räumlich ausgedehnten Flächen zum Zweck ihrer Übermittelbarkeit als Signal oder Information in *einem* Kanal, die Verschriftlichung des Bildes

- das "bewegte" Bild weder kinematographisch (mechanische Apparatur) noch im Digitalen, allein elektronisch (Videosignal) fließend. "Es besteht aus diskreten, voneinander isolierten Bild- und Zeitsegmenten. Zwar fließen diese durch den Wahrnehmungsapparat, da mit wachsender Bildauflösung die Trennschärfe der Netzhaut und der Sinne unterschritten wird. Das erzeugt die Illusion der Bewegung und des Fließens. 'In Wirklichkeit' bewegt sich nichts. Mögen zwischen den Bild- und Zeitpunkten noch so geringe Zeitspannen liegen: Input und Output sind getrennt, und darin ist die Möglichkeit enthalten, daß aus Nanosekunden Tage oder Wochen werden. Damit sind die Bild- und Zeitpunkte aus dem Kontext der Zeit entlassen" = Vief ebd.

- Yunchul Kims Medienkunstinstallation *Hello, World!* "[...] consists of acoustic wave which are channelled through a system of tubes. A circular causal process is required in order to transform this short-lived body into a long-lasting one. This feedback has explosive and implosive properties; therefore, a self-regulating system is implemented, preserving the physical equilibrium through observable and dynamic behaviour. Only then can the body be used as storage memory" = xxx

- Pythagoras / Quantifizierung / Münzgeld: forderte Friedrich Kittler auf der Intensivstation des Virchow-Klinikums Berlin, Oktober 2011 ultimativ, das

---

338 Vief ebd.

339 Bernhard Vief, Transplantation im Digitalen. Über die anatomische Arbeit der Binärschrift (Vortrag an der Freien Universität Berlin, 11. November 1998); *online* http://userpage.fu-berlin.de/~sybkram/medium/vief.html.

überlieferte Wissen um Pythagoras zu "säubern" von Un- sowie Halbwissen; so etwa gegenüber Wolfgang Heises These (überliefert in einem Vorlesungsskript zu Pythagoras im Heise-Archiv, Humboldt Universität zu Berlin), daß sich die pythagoräische Epistemologie der Welt-als-Zahl (die Zahl als Wurzel der *physis*) vom seinerzeit neuen symbolischen Medium Münzgeld (also die Abzählbarkeit und Zirkulierbarkeit von Werten) ableitete, bzw. von der diskreten alphabetischen Schrift (McLuhan): vielmehr sonisches Wissen (Vernehmen des Monochords)

- Zeitinvarianz; für Shannons Informationsbegriff ist die emphatische, gar historische Zeit uninteressant: "Information hat für ihn keine zeitliche Dimension, der Zeitpunkt, wann eine Information erzeugt oder empfangen wird, ist als potentiell wichtiges Merkmal einer Information nirgends einer Erwähnung wert; lediglich die Anzahl der Informationen, die pro Zeiteinheit erzeugt oder übertragen werden kann, wird in "bit pro Sekunde" ausgedrückt."[340]

- Zeit und Zählung laut Euler in der Sukzession begründet; Seele "[...] bekömmt eben dadurch auch den Begriff des Sucessiven, in so ferne sie andre und andre Eindrücke hintereinander empfindet, und daraus entspringet die Idee von der Dauer und der Zeit: sie bemerkt die Verschiedenheit ihrer Empfindungen, die eine auf die andre folgen, und fängt an sie zu zählen, ob gleich dieses Zählen aus Mangel der Zeichen oder Namen, die zu Bemerkung der Zahlen gehören, eben nicht weit gehen kann" = Leonard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie, Nachdruck der Ausgabe Leipzig u. a. 1769-1773, Braunschweig (Vieweg) 1986, 95. Brief, 107; Nähe von Zahl und Zeit aber unterscheidet diese Form der Chronoästhetik von der literarischen Erzählung

- Pegelschreiber zur Ermittlung der Nachhallzeit im Raum enthält einen logarithmischen Verstärker, an dessen Ausgang die proportionale Auslenkung des Schreibstiftes liegt

- Raumwahrnehmung als Resultat binauraler akustischer Laufzeitdifferenzen als kybernetisch-physiologischer Befund verdankt sich unter Anderem den kriegswissenschaftlichen Experimenten Erich von Hornbostels und Max Wertheimers (1915)

- Rhythmus vs. Melodie: "Whereas the moderns are lovers of melody, the men of that time were lovers of rhythm" = Aristoxenos, hier zitiert nach: M. L. West, Ancient Greek Music, Oxford (Clarendon Press) 1994, 153 (Arist. ap. ps.-Plut. *De mus*. 1138bc)

- Rhythmisierung des kulturellen Festwertspeichers: Bilder und Architektur als kulturell geformte Gegenstände heben Zeitzustände dauerhaft auf. Lange Zeit war kulturelle Tradition von statischen Langzeitspeichern geprägt; erst seit der

---

340 Carsten Busch, Analyse und Bewertung des Informationsbegriffs nach C. E. Shannon, Diplomarbeit Technische Universität Berlin (Fachbereich Informatik), November 1989, 137

Chronophotographie kann das temporale Signum von Lebendigkeit, nämlich Bewegung als solche, gleichursprünglich zur Aufzeichnung reproduziert werden. Mit Kinematographie wird das Bild frequenzbegabt, mithin rhythmisch auf der Wahrnehmungsebene von 24 Bildern pro Sekunde

- Hipps Chronoskop: "Hier ist die Sperrklinke eine Feder, welche dadurch aus- und eingelegt wird, dass man sie veranlasst, in Schwingung zu gerathen. Sie ist so abgefasst, dass sie in der Sekunde 1000 Doppelschwingungen vollzieht. Bei jeder derselben lässt sie einen Zahn des Steigrades durchschlüpfen, um alsbald den nächstfolgenden wieder aufzufangen."[341]

- Acoustic Delay Line / Ultraschall-Verzögerungsleitung zwischen"speichert" Information in Form einer Sequenz von Pulsen

- binaurale Tonstudio-Aufnahmetechnik, vor-Stereo: auf einer Bandspur die mit dem Raummikrophon erstellte Aufnahme zu hören, auf der anderen die mit dem Gesangsmikrophon registrierte Sängerstimme

- John Cage, The Future of Music: Credo; Vortrag, erstmals 1937 in Seattle vorgetragen, erschien zunächst in: ders, From Silence. Lectures and Writings by John Cage, Hanover, New Hampshire 1961, 3-6

- verschiedene Frequenzen akustischer Wahrnehmung im menschlichen Innenohr an verschiedenen Stellen lokalisiert. Die Modifikation der Forschungen von Békésy gegenüber Helmholtz' Einortstheorie geht dahin, daß diese Lokalisation nicht durch einfache Resonanz, sondern durch das jeweilige Maximum einer dadurch in der Innenohrflüssigkeit induzierten Wanderwelle zustandekommt; Jobst B. Fricke, Psychoakustik des Musikhörens, in: Helga de la Motte-Haber, Modelle der musikalischen Wahrnehmung, in: dies. / Günther Rötter (Hgg.), Musikpsychologie, Laaber (Laaber-Verl.) 2005, 101-155 (130)

- nicht-exakte Abteilbarkeit der Saite des Monochord: mathematische Epistemologie des Analogrechnens

- euklidisch-kartesianische Welt der mathematischen Repräsentation - das Bild als "das Gebild des vorstellenden Herstellens" = Martin Heidegger, Die Zeit des Weltbildes [Vortrag 1938], in: Holzwege (= Gesamtausgabe Bd. 5), Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 1977, 69-104 (89)

- Wissensappell der schwingenden Saite: medienphysikalische Fügung des akustischen Wissens; Auftrag der schwingenden Saite an das kulturelle Wissen, sich je (zeitlich verändert / veränderlich) zu ihr zu verhalten, also quasi auf makrotemporaler Ebene in Analogie zum Prozeß der elektromagnetischen Induktion - wie sie vom Stahldraht im Webster Wire Recorder am Ringkopf entlang tatsächlich stattfindet, hier also das Objekt der Frage (nach der schwingenden Saite) zum Subjekt (der "schwingende" Draht) macht.

---

341 Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig (Vieweg) 1875, 449; dazu Fig. 339

- Fourier-Analyse als symbolische, mithin diagrammatische Maschine

- Anamnesis versus Vorbeigleiten von Wissen; Platon begriff das Wesen des Wissens als Wiedererinnerung (Anamnesis) und damit medienarchäologisch *avant la lettre*. Alternative dazu ist ein Begriff, der Textmengen an der Gegenwart vorbeikursieren sieht, aktualisiert unter neuen Perspektiven durch die je frage*stellenden*, Wissenwollen induzierenden apparativen, technologischen, elektrotechnischen Verhältnisse, Einrichtungen, Apparaturen. In diesem Licht erscheint die altgriechische Episteme durch den Filter der neuzeitlichen Technomathematik, der (unsere kulturelle "Erinnerung") zur Rede stellenden Aggregatehat Platon die Gleichursprünglichkeit in eine Gedächtnisfigur umgegossen, um sie kognitiv akkulturieren zu können. Seine Lehre von der Wiedererinnerung (*anámnesis*) an die vorweltliche Schau (also *theoría*) der ewigen Ideen legt er im Dialog *Meno* dar (§ 80a-86c). "Das sophistische Dilemma" des Wissenwollens lautet: "Weder nach dem, was der Mensch weiß, wird er forschen, denn er weiß es ja schon, [...] noch nach dem, was er nicht weiß, denn er weiß ja gar nicht, wonach er forschen soll" <Meno 80d>. Suchen und Lernen sind demnach Wiedererinnerung. "Damit hat Plato den '*apriorischen*' Charakter alles 'mathematischen', eigentlich erlernbaren Wissens entdeckt."[342] Das Apriorische aber ist das Gleichursprüngliche. Becker verteidigt den auf den ersten Blick scheinbar mythologischen Begriff der *anámnesis*, indem er ihn ausdrücklich gegen Kants Begriff der "reinen Anschauung a priori" gegenliest: "Sollte vielleicht der platonische Terminus *anámnesis* [...] tiefer und eigentlivcher das Wesen mathematischer Erkenntnis treffen als die *Kantische* Bezeichnung [...]? [...] Was heißt a priori? Was kann es anderesheißen als ' von dem Früheren her', d. h. 'aus dem früheren Leben her'? [...] Das frühere Leben ist die '*Vor-Zeit*', das *prähistorische* Dasein; dieses ist wahrhaft vor der *(h)istoría*, d. h. der leibhaften Erfahrung."[343] Im archäologischen Sinne Kants und Foucault meint das Vorzeitige hier nicht etwas Chronologisch-Historisches, sondern eine Möglichkeitsbedingung. Das mathematische, also im weitesten Sinne erlernbare Wissen ist apriorisch, insofern sich das Wissen (von Seiten des Menschen / der Kultur) sich jeweils den Evidenzen fügen muß. Das mathematische Wissen sieht von der individuell variablen faktischen Erfahrung zugunsten einer übersubjektiven Sache ab; die experimentelle Erfahrung rührt also an dieses schon Vorliegende, es gerät - bei geeigneter Anordnung (Ge-Stell) in Resonanz damit - und dies ist dann ein untrüglicher Hinweis auf die Plausibilität des Wissens gegenüber diesem Sachverhalt.

- Mathematik als (antike) Wissensbedingung: Inschrift an der Pforte zur platonischen Akademie von Athen sagt es: "*medeis ageométretos eisíto*". Auch wenn dieser Spruch nicht im historisch-kritischen Sinne als Archiv überliefert ist, gilt er doch im Sinne des gleichursprünglichen Wissens: "Es kann den *symbolischen* Wert dieses Spruches nicht antasten, daß die historische

---

342 Oskar Becker, Mathematische Existenz. Untersuchungen zur Logik und Ontologie mathematischer Phänomene [*1927], Tübingen (Niemeyer) 2. Aufl. 1973, 240

343 Becker 1927/1973: 241

Tatsächlichkeit jener Inschrift zweifelhaft ist", kommentiert Oskar Becker[344]; nach H. Hankel soll der Spruch bei der Eröffnung der Vorträge Platons in der Akademie 389 v. Chr. gesprochen worden sein. Überliefert ist der Spruch erst aus byzantinischer Quelle (Tsezes)

- wird musikalische Analyse in der technischen Konstruktion gleichschwingender Intervalle zur Synthese; das Zeitkritische des Tons die Wende von Pythagoras zu Mersenne. Stand am Beginn das Arithmetische (Pythagoras), verführte die alternative Deutung von Musik als Mathematik im Geometrischen zur Mißachtung akustischer Realverhältnisse, bis hin zu Mersenne, dort umschlagend und weiter bis hin zur maschinisierten Kalkuliebarkeit des Arithmetischen in der Musik (Synthesizer). Grundlage ist die Zählbarkeit; das Zeitkritische ist am Ende das Zählkritische. Während die griechische Geometrie das Bekannte schlicht noch einmal bewies, inspirierte die Algebra gerade umgekehrt zu einer *ars artium*, zur Kunst also, "Künste zu machen" (Leibniz´ Kalkül).[345] Das Algebraische löst das Geometrische ab; erst im Disput zwischen d´Alembert und Euler wird der alte Streit zwischen Geometrie und Arithmetik zugunsten von Analysis aufgehoben, deren grundlegende Operation buchstäblich die Zerlegung einer Menge in kleinste einzelne Teile ist, welche dann in einer Umkehroperation synthetisch zusammengesetzt werden können.

- t-x-Transformation; Verschränkung beider Sphären gelingt im rechnenden Raum: *The Khronos Projector* von Alvaro Cassinelli (präsentiert auf der Ars Electronica in Linz 2007) ist "a video time-warping machine with a tangible deformable screen" = http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/members/alvaro/Khronos

- Zeit/räumlichkeit mit Innis: "Problem of change in velocity of time - difficulty of those operating at one time or tempo suddenly placed in a new tempo - probably a factor in business cycle. Importance of wiping out differences between space and time as both categories of communication."[346]

- hat Mersenne - anders als Pythagoras - ein Ohr dafür, daß eine leere musikalische Saite nicht nur mit der ihr eigenen ‚Schwingungszahl' oder Frequenz schwingt, sondern zusätzlich eine Reihe höherer Nebentöne hervorbringt. "Eine Analyse der erhörten Töne ergab, dass diese den ganzzahligen Vielfachen der Grundschwingung entsprechen und so mit den Intervallen übereinstimmen [...]: Die schwingende und tönende leere Saite erzeugt mindestens fünf verschiedene Töne zur gleichen Zeit, deren erster der natürliche Ton (Grundton) der Saite ist.15"

- "Resonanz" als Radio mit Popov: "Der unterbrochene gerade Leiter kommt in einigen Versuchen von Herz vor, aber auf diese Weise kann die

---

344 Becker 1927/1973: 241, Anm. 2
345 Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 149 v. 29. Juni 1996, B4
346 The Idea File of Harold Adam Innis, hg. v. William Christian, Toronto / Buffalo / London (University of Toronto) 1980, 130 (Kap. 15, Eintrag Nr. 65)

elektromagnetische Welle nur bei einem geringen Abstand vom Wellenerreger registriert werden. Doch wenn man einen Leiter mit gleichen Maßen wie jenen des Wellenerregers wählt, kann wie beim Versuch mit der Stimmgabel die Amplitude der induzierten Schwingung vergrößert werden, indem man die Wirkung der Resonanz ausnutzt. Auf diese Weise kann man bei größeren Distanzen einen Funken in der Lücke des Leiters erzielen (die Amplitude der elektrischen Schwingung kann durch die Verschiedenpoligkeit der Potentiale bestimmt werden, die in den Enden des Leiters entstehen,
in welchem die elektrische Schwingung entsteht). Übrigens ist für die Schallresonanz keine geometrische Gleichheit der Systeme notwendig (erinnern wir uns an den Wellenerreger von Helmholtz), wichtig ist die Fähigkeit zum Schwingen in einer Tonfrequenz; so kann auch bei elektrischen Schwingungen eine Resonanz festgestellt werden, indem man eine passende Größe des Leiters, der die Welle empfängt, wählt und ohne dabei zu gleichen Formen greifen zu müssen. […] Ein anderes Verfahren, ähnlich dem von Herz, aber delikater, wurde von Turpain vorgeschlagen. Es besteht darin, dass ein Telefon parallel zum Funken an der Unterbrechung angeschlossen wird (Abbildung 3). In diesem Fall bewirkt der Funken in der Unterbrechung einen Stromfluss."[347]

- technisch-digitale Fehlertoleranz als Fähigkeit eines Systems, bestimmte Aufgaben (Algorithmen) auch unter Hard- und/oder Softwarefehlern auszuführen: durch Hard- oder Software-Redundanz, oder auch durch Wiederholung kritischer Operationen (Zeit-Redundanz).[348]

- technische Sirene / De la Tour: "Wenn der von den Instrumenten erzeugte Klang grundsätzlich von der regelmäßigen Folge vervielfachter Stöße abhängt, den sie an die atmosphärische Luft durch ihre Schwingungen abgeben, wovon die Physiker überzeugt sind, scheint es selbstverständlich anzunehmen, daß mit der Hilfe eines Mechanismus, der so zusammengesetzt ist, daß er die Luft mit derselben Geschwindigkeit und mit derselben Regelmäßigkeit anschlägt, ein Klang hervorgerufen wird." = Übersetzung von Hilgers? Charles Cagniard de la Tour, Sur la Sirène, nouvelle machine d’acoustique destinée à mesurer les vibrations de l’air qui constituent le son, in: Annales de Chimie et de Physique 12 (1819), 167-171 (hier 167f.). Im Orginal heißt es: „Si le son produit par les instrumens est dû principalement, comme lecroient les physiciens, à la suite régulìere des chocs multipliés qu’ils donnent à l’air atmosphérique par leurs vibrations, il semble naturel de penser qu’au moyen d’un mécanisme qui serait combiné pour frapper l’air avec la même vitesse et la même régularité, on pourrait donner lieu à la production du son.“

- sieht Anton Zeilinger in Quantenphysik eine Wiedereinkehr der

---

347 A. Popov, Telegraphieren ohne Kabel. Vortrag auf der ersten russischen elektrotechnischen Konferenz vom 29. Dezember des Jahres 1899. Hier zitiert nach einer vorläufigen Übersetzung durch Wladimir Velminski; Publikation demnächst im Kulturverlag Kadmos, Berlin
348 Dazu Ernst Ulrich von Weizsäcker (Hg.), Offene Systeme. Beiträge zur Zeitstruktur von Information, Entropie und Evolution, 2. überab. Aufl. Stuttgart (Klett-Cotta) 1986, 374f

pythagoreischen These der Gleichursprünglichkeit von Zahl und Kosmos

- Un/zeitlichkeit der Malerei; gegen eine Reduktion der Bild- auf Raumkünste zugunsten der Entdeckung ihrer eigenen Zeitlichkeit argumentiert Emmanuel Alloa (Hg.), Erscheinung und Ereignis. Zur Zeitlichkeit des Bildes, München (Fink) 2013. Die prozessuale Dimension bildlicher Darstellung betont Ferner Fabiano Cazzola, Im Akt des Malens. Aspekte von Zeitlichkeit in Selbstporträts der italienischen Frühen Neuzeit, München (Fink) 2013

- "AUST (Unité Sémiotique Temporelle) "a category of equivalent musical snateches which have a precise time significance linked to their morphology, even out of their musical context" = Francois Delalande, in: M. I. M. (Laboratoire de Musique Informatique de Marseille), Les Unités Sémiotiques Temporelles, éléments nouveaux d'analyse musicale, Marseille 1996, 18 f.

- physiologisch nicht real gegebener "Zeitsinn" hat eine strukturelle Affinität mit der genuin medientheoretischen Fiktion eines fünften Elements zur Übertragung paramechanischer Prozesse, dem "Äther"

- "angemessene Explikation eines Seienden" = Heidegger, Sein und Zeit [1927], Tübingen (Niemeyer) 18. Aufl. 2001, 7, als Entfaltung einer Zeitlichkeit

- als *Meßgerät* "imprägnieren und transformieren Medien ganze Wissenschafts- und Forschungskulturen" = Kernthese (Call for Papers, November 2012) der Jahrestagung der Gesellschaft für Medienwissenschaft (GfM) 2013, Oktober 2013 an der Leuphana Universität Lüneburg, Schwerpunktthema *Medien der Wissenschaften*

- Musik, mit Adorno, "als Zeitkunst durch ihr pures Medium an die Form der Sukzession gebunden und damit irreversibel wie die Zeit"[349]

- musikalische Synchronisation: W. S. Condon / W. D. Ogston, Film Analysis of Normal and Pathological behaviour, in: Journal of Neurological and Mental Diseases, vol. 142, no. 2 [Jahr xxx]

- Unterschied zwischen reiner und angewandter Mathematik, wie sich im Sonischen zum Ausdruck kommt: Robert Rosen, On Models and Modeling, in: Applied Mathematics and Computation Bd. 56 (1993), 359-372

- Fourieranalyse / Algorithmen; digitale Äquivalent zur Fourier-Analyse für analoge Signale ist der Algorithmus im Computer: Um ein Programm zu schreiben, muß das Problem zunächst schrittweise analysiert werden, um es dann umgekehrt im Rechenprozeß auszuführen, d. h. zu synthesisieren

- Jenseits des klassischen Zeitbegriffs; François Jullien, Über die "Zeit".

---

349 Theodor Wiesengrund Adorno: „Quasi una Fantasia – Strawinsky. Ein dialektisches Bild", in: Rolf Tiedemann (Hg.), Musikalische Schriften 1-3 – Gesammelte Schriften Bd. 16, Frankfurt am Main 1978, S. 386ff

Elemente einer Philosophie des Lebens, Zürich / Berlin (diaphanes) 2004, hält dabei jedoch ausdrücklich am *Zeit*begriff fest <ebd., 16>. Demgegenüber zielt Analyse (und anhand) elektrotechnischer und technologischer Kulturgüter auf die zumindest zeitweilige Suspension des despotischen Zeitbegriffs. Tempor(e)alitäten hängen an ihren konkreten Verkörperungen und werden von ihnen zeitgleich dekonstruiert. Nur ein Denken des zeitfragilen Dazwischen vermag dem Rechnung zu tragen - womit jede Theorie der Medien an ihren originären Begriff (das aristotelische *to metaxy*) in ihren ahistorischen Wesenszug erinnert wird: zuhandenes Medienzeug kommt nur *im Vollzug* zu sich

- Fourieranalyse; Methode der Trigonometrie lautet dementsprechend, an verteilte diskrete Partikel in einem Raum eine Kurve anzulegen bzw. zu unterstellen und damit die harmonische Analyse dieser diskreten Zeitreihen zu ermöglichen; Fourieranalyse erfolgreich für lineare Problemstellungen gleich dem Anflug einer feindlichen Rakete auf ihr Ziel; sitzt dagegen im Geschoß ein lenkender Mensch (Pilot), kommt Nichtlinearität ins Spiel., doch "schon die kleinste Änderung eines Eingangsparameters kann zu einer gewaltigne Änderung der Ausgangsgrößen führen"[350], was den Einsatz eines Operationsverstärkern fordert, jenes zentralen Bauelements im klassischen Analogcomputer, der durch Rückführung auf kleinste Differenzen im Eingang reagiert

- un/endliche Schwingungen; endlich begrenzte Welle besitzt "keine scharf voneinander abgegrenzten Obertöne mehr, sondern ein verschmierters Frequenzband"[351]

- (Fast) Fourier Analysis; entsprechende Koeffizienten (bei doppelter Sampling-Rate) machen es möglich, eine Schwingung wieder eindeutig zu rekonstruieren. Die Fourier-Transformation zerlegt ein Signal in seine einzelnen Frequenzen; dies erlaubt seine anschließende Rekonstruktion aus dem Frequenzspektrum. Ihre algorithmenbasierte Variante in der digitalen Signalverarbeitung kulminiert im Zeitfenster der Fast Fourier Transformation; die Diskrete Fourier Transformation dient der näherungsweisen Bestimmung der im abgetasteten Signal enthaltenen Frequenzen

- Zeitproblem der Fourieranalyse: von Fourier angeregte Klanganalyse unterstellt *a priori* unendlich andauernde periodische Schwingungen und geht gerade nicht von einem konkret transienten, begrenzten Klangereignis in endlicher Zeit aus

- Wavelet- vs. Fourieranalyse: "Daneben ist der Fourier-Transformation ein Konkurrent erwachsen in der Wavelet-Transformation. Wavelets liefern ein mathematisches Verfahren, das aufgrund der zeitlichen Lokalisierung des

---

350 Hubbard 1998: 39

351 http://de.wikipedia.org/wiki/Oberton; Zugriff 25. Juli 2008; hier ferner: "In psychoakustischer Konsequenz ergeben sich beim Abschneiden von langandauernden, statischen Sinustönen oder Sinustongemischen Knackser."

Frequenzspektrums eine bessere Auflösung bei der Rekonstruktion des Signals ergibt. Hierzu werden die Signale mit zeitlich lokalisierten "kleinen Wellen" (Wavelets) gescannt, statt mit den unendlich ausgedehnten Sinus- oder Cosinus-Schwingungen der Fourier-Transformation."[352]

- Klang aus Impulsen bei Oresme: "Est autem in sono sinsibili quedam discretio per interpositionem pausarum que quandoque sunt ita frequentes et ita parve quod non percipuntur auditu sed totum videtur esse unus sonus continuus": Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions, hg. v. Marshall Clagett, Madison, Milwaukee / London (Univ. of Wisconsin Press) 1968, Buch II, Kapitel 15 *De natura et difformitate sonorum*, 306

- Zusammenhang zwischen Georg Simon Ohms Forschungen zur Akustik und zu galvanischen Ketten in der Elektrizität; Ohm läßt sich von Formeln im Vergleich derselben mit der Erfahrung leiten

- Konzept des Real Time Internet liefert ständige Rückkopplung und prozessiert so das sonische Dispositiv im Zeitfenster der Gegenwart; Thomas Wilke, Dispositiv "Diskothek". Historisch-ethnographische Untersuchungen zur kollektiven Musikrezeption im popkulturellen Klangraum, Tagung: Auditive Medienkulturen. Methoden einer interdisziplinären Klangwissenschaft. 11.-13. Februar 2010, Universität Siegen, Fachbereich Medienwissenschaft

- Rillen der Schallplatte als Manifestationen der Sphären im Realen?
Platon zufolge dreht sich auf einer Wiese im Jenseits die Spindel der Himmelsphären im Schoße der Ananke = Platon, Politeia, § 614b, 616b-617d; Metapher wird im mechanischen Astrolabium technisch konkret, resultierend aus der älteren Armillarsphäre (eine Ringkugel zur Darstellung der astronomischen Koordinatensysteme Ekliptik, Äquator, Horizont usw. durch konentrische und teilweise bewegliche Ringe). Ältestes überliefertes Astrolabium Europa: Katalonien vor 986. Im Zentrum des Mechanismus: eine am Rand erhöhte, kreisförmige Grundscheibe (*Mater*); darin hineinkonstruiert eine oder mehre Einlagescheiben (*Tampanon*) mit den stereographischen Projektion der Himmelskreise des äquatorialen Systems der Korrdinaten für je eine geographische Breite. Darüber ein drehbares Netz (*Rete* bzw. "Spinne"), das in gleicher Projektion den Tierkreis (die Sonnenekliptik) darstellte und mit Hilfe von Spoithen oder Dornen die Positionen wichtiger Fixsterne markierte. "Eine Drehung diese Netzes (bis di eDornen mit den jeweils beobachteten Sternen auf dem *Tympanon* übereinstimmten) erlaubte die Ablesung der Nachstunde auf einer Skala am Rande. Umgekehrt kontne für eine beliebig gewählte Stunde die Posotionen, Auf- und Untergänge der Gestirne festgelegt werden."[353]

---

352 Vorlesung von O. Forster und J. Wehler im Wintersemester 2000/01 am Mathematischen Institut der LMU München; *online* http://www.mathematik.uni-muenchen.de/~forster/vorlA0w_wav.html (Zugriff Mai 2013)
353 Thomas Macho, Zeitrechnung und Kalenderreform. Himmlische und irdische Zeitmaschinen, in: Klaus-Dieter Felsmann (Hg.), Der Rezipient im Spannungsfeld von Zeit und Medien. Erweiterte Dokumentation zu den 11. Bukower Mediengesprächen 2007, München (kopaed) 2008, 17-36 (21f). Siehe

- wissenschaftliche Methode der Analyse als direkter Funktion der Elementarisierung gesprochener Sprache durch Vokalalphabet; Marshall McLuhan, The Gutenberg Galaxy. The Making of Typographic Man, Toronto UP 1962

- definiert Jacques Derrida, indem er vom "Widerstand der Zeit" schreibt, Zeit selbst als technischen Kanal: Die Textverarbeitungsmaschine, in: ders., Maschinen Papier. Das Schreibmaschinenband und andere Antworten, Wien (Passagen) 2006, 141-156 (147)

- "Das Ohr [...] ist in eminentem Grade das Organ für kleine Zeitunterschiede. [...] Es ist bekannt, dass wenn zwei Pendel neben einander schlagen, durch das Ohr bis auf ungefähr 1/100 Secunden unterschieden werden kann, ob ihre Schläge zusammentreffen oder nicht. Das Auge würde schon bei 1/24 Sekunde scheitern."[354]

- neuronales Tongedächnis; N. Gaab et al., Functional anatomy of pitch memory. An fMRI study with sparse temporal sampling, in: Neuroimage 19 (2003), 1417-1426, sowie R. J. Zatorre, A. C. Evans und E. Meyer, Neuronal mechanism underlying melodic perception and memory for pitch, in: J. Neurosci. 14 (1994), 1908-1919

- präemtive, vorauseilende Berechnung für das erweiterte Gegenwartsfenster eine direkte Funktion rechenmächtiger Technologien; Anti-Aircraft Predictor (schon als Analogrechner) vollzog diese Operation für das Zeitfenster der erweiterten Gegenwart

- Sonar tastet submarine Welten rein funktional akustisch ab (Scanning); aktuell: Lokalisierung erfolgt durch eine komplementäre Medientechnik, durch GPS und einen Korrektursender an Land (Differential GPS)

- neuronale Schallzeitverzögerung; bei identischen Signalen aus zwei Schallquellen bewirkt bereits zeitliche Verzögerung von einer Millisekunde (umgerechnet von der Schallgeschwindigkeit in Luft also rund 30 Zentimeter) die Absorption des späteren Signals im menschlichen Gehör.[355]

- Heavisides Stimmübertragung über Leitungen; "self-induction imparts inertia and stability, and keeps the waves going" = Heaviside, Electromagnetic Theory, 1925, 320f, zitiert nach Paul J. Nahin, Oliver Heaviside. The Life, Work, and Times of an Electrical Genius of the Victorian Age, London 2002, 174; ferner Campbell: "Eine vollständige mechanische Analogie brachte Gewissheit; die Verteilung der Spulen im Kabel ließ sich [...] interpretieren als die Verteilung

---

Arno Borst, Arstrolab und Klosterreform an der Jahrtausendwende, Heidelberg (Winter) 1986

354 Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlagen für die Theorie der Musik [*1863], 5. Aufl. Braunschweig (Vieweg) 1986 < oder 1896???>, 289

355 Pierce 1985: 123

von kleinen Gewichten auf einer schwingenden Saite" = Kilian Hirt, Das Übertragungsproblem in der elektrischen Nachrichtentechnik, Magisterarbeit im Fach Kulturwissenschaft, Humboldt Universität zu Berlin, eingereicht am 1. Juni 2007, 57, unter Bezug auf: George A. Campbell, Untitled Statement on the Background to Loading and the Invention of Loaded Lines, "Boston Files" in den AT&T Bell Laboratories Archives, Murray Hill, N. J., nach Neil Wassermann, From Invention to Innovation. Long-Distance Telephone Transmission at the Turn of the Century, Baltimore 1985, 31 (und Appendix); James E. Brittain, The Introduction of the Loadinig Coil. George A. Campbell and Michael I. Pupin, in: Technology and Culture, Bd. 11 (1972), 36-57; Charles Godfrey, On Discontinuities connected with the Propagation of Wave-motion along a periodically loaded string, in: Philosophical Magazine 16 (1898), 356

- als implementierte Mathematik zeigt sich an Kalkülen und Algorithmen etwas, das erst im technologischen Vollzug evoziert wird, wie die von Faraday experimentell entdeckte elektromagnetische Induktion durch Maxwells Feldgleichungen zwar analysiert wurde, sich aber im Raum der mathematischen Symbole nicht tatsächlich ereignen kann. Ereignisebene ist weder die rein historische noch ahistorisch, sondern in eine eigenständige Zeitwelt. Analog dazu gilt für das Verhältnis von Musik und Klang, daß erstere ein prinzipiell zeitloses Schema unterstellt, während der Klang in seiner Vergänglichkeit eine radikale Zeitform dar- oder gar herstellt. Die Frage nach dem Verhältnis von Mathematik und Physik ist eine durchaus medienepistemologische; von daher erklärt sich Wieners Interesses an Wellenbewegungen, an Periodizitäten, wie sie seit Pythagoras einerseits an der klingenden Saite, andererseits mit Platon an Planetenlaufbahnen festgemacht wurde und sich als hörbare oder ideale "Musik" manifestiert

- antikes Monochord klingt bis in die Stringtheorie der theoretischen Physik fort; englischer Begriff *string* (einerseits „Kette", andererseits "Saite“) bezeichnet als temporale Existenzweise in der Informatik eine diskrete *Abfolge* von Buchstaben, Ziffern, Steuer- und Sonderzeichen, also abzählbare Zeichen aus einem begrenzten Alphabet

- von hamonikaler Tradition zu (elektro-)akustischer Musik; Wechsel von Tonstufen-Proportion in die Frequenz; Akzent verlagert sich auf Zeitachsenmanipulation (Argument Stockhausen); an sich flüchtige Klänge - wie den der Flöte - durch elektronisches *time-stretching* verlängern. Gegenüber der altgriechischen musikalischen Erkenntnisform ist das musikalische Wissenwollen der Neuzeit nicht auf die Identifizierung von Konsonanzen als sonischer Evidenz für eine mathematisch ganzzahlige Ordnung des Kosmos fixiert. Marin Mersennes *Harmonie Universelle* von 1636/37 für eine ganz eigene Hörerfahrung sensibiliert, nämlich die Bildung von Obertönen an der schwingenden Saite = Sigalia und John T. Cannon Dostrovsky, Entstehung der musikalischen Akustik (1600-1750), in: Frieder Zaminer / Thomas Ertelt / Carl Dahlhaus (Hg.), Hören, Messen und Rechnen in der frühen Neuzeit, Band 6, Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft) 1987, 38; scheinbar unmögliche Gleichzeitigkeit im Erklingen einer einzigen Saite - mithin also eine zeitkritische Frage - weist den Weg zur Klanganalyse:

"Die erste Fourier-Analyse der Welt findet durch das Hören selber statt und sorgt zunächst für Ratlosigkeit. Die Existenz der Obertöne stellt Mersenne vor ein Rätsel [...], wie in aller Welt eine einzelne Saite dazu in der Lage sein sollte, Obertöne hervorzubringen, wo sie doch evidentermaßen nur eine Bewegung auf einmal ausführen könne und nicht mehrere zur gleichen Zeit. Diese Verwunderung evoziert die Genese einer Obertontheorie, die sich – angefangen bei Joseph Sauveurs 'sons harmoniques' über Daniel Bernoullis Superpositionsprinzip – über das gesamte 18. Jahrhundert fortschreiben wird. So evoziert die Fähigkeit der auditiven Wahrnehmung, musikalische Klänge als Komposita voneinander abgrenzbarer Einheiten zu erfahren, ein auf Schwingungsphänomen und Frequenzspektren gründendes Denken, auf dessen Boden sich die gesamte Physik des 19. Jahrhunderts entfalten wird."[356]
Damit ist das Sonische gegenüber der altgriechischen Antike erneut zu einer epistemologischen Dimension nobilitiert - diesmal aber nicht mehr unter primär geometrischen, sondern chronomathematischen Vorzeichen. Medien werden in ihrer quasi-klanglichen (also sonischen) Vollzugsweise begriffen.
Doch die altgriechische *episteme mousike* ist keineswegs nur auf Akustik, Musiktheorie oder -praxis beschränkt, sondern umfaßt einen Wissenshorizont im Sinne des Sonischen: das Reich der frequenzbestimmbaren Ereignisse

- Partitur - invariant? alternatives, zeitverschobenes und ebenso zeitverschiebendes Szenario: "Mahler gibt die fertige Partitur in Druck, holt sie nach Jahren wieder vor, ändert die Instrumentierung" = Friedrich Kittler, Skript zum Vortrag "Die Endlichkeit von Algorithmen" im Rahmen der Transmediale *Unfinished*, Akademie der Künste (Standort Berlin-Tiergarten), 3. Februar 2007; geborgen als Datei algorith.doc auf der Festplatte im Nachlaß Kittler, Deutsches Literaturarchiv Marbach a. N.

- "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 horcht mit dem Resonator an den verschiedenen Stellen des Raumes herum und achtet auf die Schallstärke. Er zeigt, wie dieselbe an einzelne Punkten sehr klein 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" = 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, 108

- „Der Himmel ist Harmonie und Zahl“ ein Satz, den Aristoteles (*Metaphysik* A 5, 986a) den Pythagoreern zuschreibt, und in *Metaph*. A 6, 987 b schreibt er ihnen ebenso zu: „Die Dinge sind durch Nachahmung der Zahlen“

- Historiographie lediglich symbolische Zeitnotation, im Unterschied zu einer gemeinten Geschichtlichkeit. Durch OCR-artige Fehlertoleranz (in der Lektüre) übermittelt sich ein "A(lpha/bet/ischer Text) von frühester Zeit (Nestor-Becher) über Gutenbergs Drucklegung, bis heute in elektronischer Schrift

---

356 Volmar 2007: 370

- doppelte Erfindung der Elektronenröhre als Herausforderung an die bisherige Technikgeschichtsschreibung: für Entwicklung der elektrischen Nachrichtentechnik um die Jahrhundertwende 1900 in Europa im Vergleich mit den Entwicklungen in den USA, besonders in der Röhren- und Verstärkertechnik, ergeben sich Parallelen, die eher auf das Modell kommunizierender Röhren denn auf Direktbeeinflussung deuten - etwa die zeitgleiche, aber in der Lösung verschiedene, dennoch funktional äquivalente Doppelerfindung der Elektronenröhrentriode durch Lee deForest in den USA und der Kathodenstrahlverstärkerröhre Robert von Liebens zugleich 1906

- verbirgt sich hinter scheinbar kontinuierlichen, stetigen (niederfrequenten) Radiosignalen hochfrequente Trägerwelle; der elektro-magnetische Takt von Oszillatoren, als eine Zeitmaschine. Es bedarf der thermodynamischen Motoren in der Frühzeit der Löschfunken oder elektronischen Röhrenschaltungen zur Erzeugung dieser Frequenzen in Radiosendern. "Der Übertritt der <sc. Rechen->Maschine in das Zeitalter der Hochfrequenztechnik und der Elektromechanik erfolgte <...> im Jahre 1942"[357], schreibt zeitnah Max Bense unter Bezug auf den ENIAC; allerdings lag die Frequenz dieses Rechners gerade noch im niederfrequenten, also unmittelbar sonifizierbaren Bereich

- in Hardware verkörpert und energetisch unter Strom gesetzt, vermögen Algorithmen selbst(-)tätig zu werden. "Ist ein solches Programm <...> erst einmal in die Maschine gegeben, läuft der ganze Rechenprozeß im Elektronen-Gehirn selbsttätig mit einer Geschwindigkeit ab, daß es unmöglich erscheint, den Grad dieser Schnelligkeit noch verstandesmäßig zu erfassen. Das Elektronen-Gehirn arbeitet jetzt in `Mikroverläufen' der Zeit und rückt gedankliche Vorgänge in so kurze Zeitabschnitte zusammen, daß sie durch menschliches Handeln und Denken weder ausgenutzt noch überhaupt vorgestellt werden können"[358] - es sei denn in re-sonifizierter Form, womit dieser Prozeß ästhestisch reflektierbar wird. Ein qualitativer Sprung aber ist der zur Musik

- Kittler zu seinem Synthesizer: "Musik war immer die Schnittstelle zwischen meinen technischen und historischen Interessen. Vielleicht aus dem simplen Grund, weil Musik ideell genommen eine einzige Variable der Zeit ist und deshalb schon in den frühen Siebzigern elektrifizierbar war. Ich habe damals begonnen, Musikelektronik zu bauen" = Weil das Sein eine Geschichte hat. Ein Gespräch mit Friedrich Kittler (Interview: Alessandro Barberi), in: Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaft Bd. 11 (2000), Heft 4, 109-123 (117)

- operieren transklassische Zeitmaschinen - anders als die diskret getaktete Uhrzeit oder die Ablesung einer ebenso diskreten Skala - mit dynamischen, in

---

357 Max Bense, Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine [1951], Wiederabdruck in: Engell et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur, Stuttgart (EVA) 1999, 472-483 (479)

358 Rolf Strehl, Die Roboter sind unter uns. Ein Tatsachenbericht, Oldenburg (Gerhard Stalling Verlag) 1952: 26

sich differenzierten Zeitfiguren: Phasenverschiebungen, wie sie Karlheinz Stockhausen in seinem Aufsatz "... wie die Zeit vergeht" anhand elektroakustischer Musikkomposition als genuin mediengegebenen, nämlich von den signalgebenden Meßmedien der Elektrotechnik eröffneten Möglichkeiten identifizierte

- wofür einmal Zeit stand, wechselt in der Epoche von *ubiquitous computing* in einen berechenbaren Zustand: "Im Zeitbereich sind wir sterblich und im Frequenzbereich, im Fourier-Bereich, sind wir unsterblich. [...] Es ist im Wesen des Sinus und des Kosinus angelegt, dass sie keinen Anfang und kein Ende haben, also unsterblich sind. Das ist übrigens ärgerlich, [...] weil wir ja nicht nur Frequenzen wissen wollen, sondern auch Ereignisse, wann etwas passiert ist, zum Beispiel. Und deshalb ist im letzten Jahrhundert an Stelle der Fourier-Analyse die Wavelength-Theorie gesetzt worden, die ein Kompromiss zwischen Frequenzanalyse und Ereignisanalyse ist" = Friedrich Kittler, Und der Sinus wird weiterschwingen. Über Musik und Mathematik, Köln (Verlag der Kunsthochschule für Medien Köln) 2012, 48 f.

- RUBATO-Software zur Analyse der zeitlichen Struktur einer Partitut durch Ermittlung von Regularitäten in der Aufeinanderfolge von Noten: Anja Fleischer / Guerino Mazzola / Thomas Noll, Computergestützte Musiktheorie, in: Musiktheorie 4 (2000), 314-325

- "Magnetophon und tönendes Buch [sc. Schallfilm] zeigen - im Gegensatz zur akustisch-mechanischen Schallaufzeichnung - keine mechanische Beanspruchung und Abnutzung des Werkstoffes. <...> Ein nicht unwesentlicher Gesichtspunkt ist schließlich die archivalische Eignung, die Zeitbeständigkeit der Phonogramme. <..> Am Schlechtesten schneiden abermals die Edison-Phonographen ab: weder Walzen noch Matrizen sind so dauernd und zeitbeständig, wie man es von einem archivalischen Quellenstoff erwarten muß."

- Festival *Unmenschliche Musik. Kompositionen von Maschinen, Tieren und Zufällen* from 21 til 24 February, 2013, Haus der Kulturen der Welt (Das Anthropozän-Projekt 2013/2014). Flyertext: "Können nur Menschen Musik schaffen? Erhzeugen nicht auch Roboter, Naturvorgänge und Zufallsereigenisse strukturierte Klänge? <...> Was bleibt von der heiligsten und intimsten Kunstform, wenn Softwre Kompositione kreiert, die man von den Werken der großen Meister nicht unterscheiden kann?"

- Sound von *drone* beruht auf positivem Feedback. Ein *drone*-Gerät ist das damit das Radio; in seiner "Reinform"[359] etwa Kurzwellenempfang zwischen den Sendern, direkt aus Ionosphäre. *Drone* "hebt die Zeit auf"; "sustained sound" bedeutet die Stillstellung von Klangzeit zum Raum, zum veritablen *acoustic space* (McLuhan)

---

359 Markus Gammel im Radiofeature *Das große Summen* im Deutschlandradio Kultur, Mitternachtsendung vom 23. Juli 2012. Siehe auch Drone Metal als popmusikalisches Genre; die Band Sunn O))) macht das Wesen dieser Klangwelt typographisch manifest.

- George Antheil, 1925: "dass grosse tönende rhythmische Gebäude, tausenfach gespannt und gestreckt durch die Entwickelung <sic> der inneren Abstraktion der Musik, eine höhere elektrische Spannung ausstrahlen werden <...>", and "dass diese Töne gar nicht dieselben sein werden, die wir heute 'musikalische Wellen' nennen"[360]

- "Eine Fuge [...] ist trotz der Deutungsmöglichkeiten durch die rhetorisch-musikalische Figurenlehre und zahlenkabbalistischer Fragestellungen 'absolute Musik', nämlich Form an sich. Die Fügung erfolgt durch Assoziation und Fortspinnen, der Zeitverlauf ist 'mechanisch' [...]."[361]]

- das Sonische als Markov-Ästhetik: "Wo immer man einen Sound schon mal gehört haben mag, [...] das entscheidende Bemühen des klassischen Techno-Tracks ist es, all diese Erinnerungen außer Kraft zu setzen und dafür zu sorgen, daß das letzte Auftauchen des Klanges innerhalb dieses Tracks selbst der entscheidende Moment ist, der Bedeutungshoheit hat oder dominieren soll."[362]

- passiert in *Techno music*: fast alles in den minimalen Variationen zwischen zwei Beats, vielleicht noch in der Periodizität der acht Takte. "Wir haben es hier mit einer der radikal gelungensten Formen zu tun, Menschen darüber zu täuschen, daß sie an einem Ablauf in der Zeit teilnehmen" = Diederichsen 2002: 442

Drei Zeitweisen: Akustik, Klang, Musik

- meintMedienarchäologie zugleich ein Objektfeld wie eine medienwissenschaftliche und diskursanalytische Methode, gar ein medienkulturelles Training. Lernen wir beim Hören "technischer Töne" (analog zur Definition des "technischen Bildes" durch Vilém Flusser als medienspezifische Eigenart) nicht auf die Inhalte allein zu hören, sondern ebenso die Übertragungsmechanismen solch sonischer Ereignisse zu schauen, die - ihr Sein recht eigentlich erst in der Zeitlichkeit entfalten

- Hegel: Ton verkörpert Zeitlichkeit des Daseins; Heidegger: Sein zum Tode = Verklingen; Choque des Vokalalphabets: vergänglicher Ton wird (zumindest symbolisch) aufhebbar und reproduzierbar; signaltechnisch erst mit Phonograph

Medienarchäologie des Sonischen

---

360 George Antheil, Abstraktion und Zeit in der Musik, in: De stijl. maandblad voor nieuwe kunst, wetenschap en kultur, vol. 6, no. 10/11, 152-156 (153)
361 Klaus P. Richter, Schreck der Pause (über Historismus in der Musik), in: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 28. Oktober 1995, Seite N5, über: Rainer Nägele, Der Einbruch der Geschichtlichkeit in die Struktur der Musik, in: Musica, Jg. 49, Heft 3 (1995)
362Diederichsen 2002: 434

- plädiert John Cage (in Universitätsvortrag von 1954) dafür, Töne sich selbst sein zu lassen, und beim Komponieren vor allem die unbeabsichtigten Töne zum Zuge kommen zu lassen. Töne sollen nicht wie Wörter (Begriffe) behandelt werden: medienarchäologisch diesseits der musikalischen Semantik, eher auf Seiten der Sonik. Töne (so Cage) sollen nicht zum Medium menschlicher Gefühle gemacht werden; nicht-kulturwissenschaftliche Perspektive

- „Der Ton hat keine Chance.“[363] Mathematisch exakt vermessen, werden die Töne als Zahlenkombinationen spiralförmig auf die CD-Scheibe gepreßt. Vertiefungen, von einem Laserstrahl abgetastet - aber nicht mehr invasiv-schreibend, sondern optisch - melden an jeder Schwelle „Ja“ oder „Nein“, analog zur Verwendung von Röhren als digitalem Schalter, wo nicht mehr die kontinuierliche Stetigkeit, sondern allein der Schwellenwert *zählt*:
"Kein mechanisch bedingtes Rauschen, kein staubbedingtes Knistern, keine Kratzer. Gehen Impulse verloren, werden die „Löcher“ elektronisch durch Mittelwerte ausgeglichen - 35 Prozent aller Impulse sind Korrekturzeichen" = ebd.; Statistik (mathematische Stochastik, Markov-Ketten) statt Rauschen; Zahlenreihen dann wieder in Musikwellenzüge zurückverwandelt - wozu es der physikalschen Verkörperung bedarf. „Die geliebten warmen Töne als kalte Zahlen, und hier sitzt offenbar das Geburtstrauma des Analog-Fans“ <ebd.>. „Der Ton ist pflegeleicht, antiseptisch, kybernetisch, meßbar und tot“, kommentiert Hörspezialist Hanns-Werner Heister = zitiert ebd.; analog zum medienarchäologischen Blick eine medienarchäologische Akustik

- eine nur durch Signaltechnik zu erspürende und zu entbergende Klangwelt führt zu einem erweiterten Begriff der aus Philologie vertrauten textkritischen Methode, zu einer veritablen Signalkritik, die nicht mehr nur von menschlichen Wissenschaftlern, sondern ebenso von Meßmedien selbst und den ihnen zugeordneten Algorithmen geleistet wird; zu Formen medienarchäologisch erweiterter Textkritik siehe Matthew Kirschenbaum, Mechanisms. New Media and the Forensic Imagination, Cambridge, MA (The MIT Press) 2008; früheste Tonaufnahme, die für Norwegen überliefert ist, wurde am 5. Februar 1879 auf einem Edison Zinnfolien-Phonographen in Kristiania (her-)gestellt; Musikhändler Peter Larsen Dieseth soll hier einen liturgischen Psalm aufgesungen haben. 1934 schenkt Dieseth dem norwegischen Museum für Wissenschaft und Technologie eine phonographische Zinnfolie, die auf einem Papier flach aufgeklebt und in einem Bilderrahmen gefaßt war; hing seitdem jahrzehntelang an der Museumswand. Neben das Zinnfolienstück hat Dieseth handschriftlich notiert, daß es sich hier um das Original dieser frühesten Aufnahme handelte; tatsächlich blieb das Artefakt unabspielbar. In vom norwegischen Technikmuseum in Oslo gemeinsam mit der Nationalbibliothek durchgeführtem Projekt 2009 der Versuch unternommen, diesem Artefakt seinen Audio-Inhalt zu entlocken; angewandt Methode der non-invasiven, berührungsfreien optischen Auslesung, entwickelt vom Sound Archive Projekt der School of Engineering Sciences an der Universität von Southhampton. Die Ergebnisse dieser radikalen Oberflächenauslesung wurden auf der JTS 2010 in Oslo (Digital Challenges and

---

363 Konrad Heidkamp, Diese digitalen Töne, in: Die Zeit Nr. 34 v. 17. August 1990, 68

Digital Opportunities in Audiovisual Archiving) präsentiert: "The whole artefact's surface topology is mapped to high precision using optical sensors, and the audio recovered by applying signal and image processing methods to the measured data. The measurement process for this artefact took three weeks of continuous scanning. Initial attempts at audio recovery from the surface data using existing processing techniques were largely disappointing, leading to the development of a more sophisticated methodology based on feature tracking through the groove. Out of six short tracks found on the foil, four contained significant audio portions featuring both music and speech, the remaining two tracks were both short and contained negligible content" = P. J. Boltryk, J.W. McBride, L. Gaustad, Frode Weium, Audio recovery and identification of first Norwegian sound recording, Vortrag auf der JTS 2010 Konferenz in Oslo (Digital Challenges and Digital Opportunities in Audiovisual Archiving); wahrhaft medienarchäologische Aussage im Moment der Sonifizierung der ausgelesenen Signale - "probably the first time it has been reproduced since the original recording date" <ebd.; zugleich eine (in jedem Sinne) Textkritik: Welt der Signale überführt den begleitenden Kommentar der historischen Unrichtigkeit

- kommt mit solchen Schwingungsmessungen der Stimme das kulturtechnische Primat des griechischen Vokalalphabets ans Ende; Charles Baudelaire in *Crépescule du soi* „Schwingungen der Seele“ (*ondolation*). Mit dem Frequenz-Begriff werden Stimme (Vokale), Stimmungen (Nerven) und Sinne (Seele) in einer Weise anschreibbar, die bereits jenseits der Möglichkeiten des diskreten Alphabets als dem Medium von Literatur liegen. Die symbolische Ordnung der Schrift kommt an ihre Grenzen - wie es die Typographie von Mallarmés *Coup de dés* als Auflösung anzeigt, aber eben nicht zu transzendieren vermag. Dieser Medienwechsel verläßt die Literatur, die ja auch nie Rauschen schreiben konnte. An dessen Stelle tritt eine Schrift des Realen: selbstaufzeichnende graphische Maschinen, der Kymograph als Präfiguration der Phonographie

- kommt Richard Wagner an den Rand der Stimme, das Rauschen, im Dialog Brangäne / Isolde (*Tristan und Isolde*) = Friedrich Kittler, „Vernehme, was Du wähnst“, xxx, in: Kaleidoskopien xxx, (ver-)mag diese Signalform jedoch nicht zu notieren Varèse setzt am Ende Sirenen (wie sie Hermann von Helmholtz als Vokalmaschinen baut) konzertant ein

- Hankins / Silverman 1995: 136, Fig. 6.15 „Schneebeli´s phonautograph vowel traces"; Schneebeli, *Expérience avec le phonautographe*

- Alfred Eichhorn, Die Vocalsirene, eine neue Methode der Nachahmung von Vocalklängen, in: Annalen der Physik 39 (1890), 148-154

- Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Belin 1877, darin: Beschreibung der Sirene

- Scott, Le problème de la parole s´écrivant elle-même, 1878

- Richard Potter, On the English Sounds of the Vowel-Letters of the Alphabet, on

Their Production by Instruments, and on the Natural Musical Sequence of the Vowel-Sounds [1873], in: Proceedings of the Cambridge Philosophical Society 2 (1874-1876), 306-308

- Theodor W. Adorno, Essay „Die Form der Schallplatte“, 1934

- Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann / Bose) 1986

- Tomothy Lenoir, „Helmholtz and the Materialities of Communication“, in: Osiris, 2d ser., 9 (1993), 185-207

- Leonard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie [*St. Petersburg 1768], hg. v. Andreas Speiser, Braunschweig / Wiesbaden 1968, 7-25: Frequenzen

- Wolfgang von Kempelen, Mechanismus der menschlichen Sprache nebst Beschreibung einer sprechenden Maschine, Wien 1791 <repr. Nachdruck Stuttgart / Bad Cannstatt; Frommann & Holzboog, 1970>

- Willis, Über Vokaltöne und Zungenpfeifen, in: Pogg. Ann. 24 (1832)

- Software *via voice* von IBM: Speech-to-text (Erfahrung mit Ausstellung Weimar); anders als über die buchstäbliche Tastatur des Computers werden hier die Schwingungen der Stimme in Buchstaben (rück)übertragen; stehen Schwingungen zu Buchstaben im Verhältnis eines Kehrwerts von Signal und Symbol

- Marage, Petit manuel de physiologie de la voix

- Kritiker lobte Koloratursopran der Interpretin der Olympia in *Hoffmanns Erzählungen* mit dem Vergleich, daß die Perfektion ihrer natürlichen Stimme, die Präzision der Maschine, welche sie darstellte sollte, nicht übertroffen habe = Brigitte Felderer, in: Friedrich Kittler / Thomas Macho / Sigrid Weigel (Hg.), *Zwischen Rauschen und Offenbarung. Zur Kultur- und Mediengeschichte der Stimme*, Berlin (Akademie) 2002: 276; vgl. Blanchots Sirenen-Modell

- Scott bleibt schriftfixiert; demnach verdiene Edisons *Phonograph* nicht seinen Begriff, da er kein „sound-writer“ sei. „The impression produced by the stylus of the phonograph“, schreibt er, „is a singular hieroglyph that will wait a long time for its Champollion. I propose to call these microscipic traces *phonéglyphes*“ <zitiert nach Hankins / Silverman 1995: 137>. Scott strebt nach einer gedruckten Transkription der Sprache, nicht nach Reproduktion von *sound*.

Alphabet und Phonographie

- Zeitmodell der Medienarchäologie ein anderes als das historiographische; wird nicht die Vergangenheit schlicht als Vorgeschichte von Gegenwart entziffert,

sondern eher in Hinsicht auf das, was funktional für die Analyse der Gegenwart von Interesse ist. Nicht also die Vorgeschichte des heutigen Computers, sondern die Sicht, wie etwas im Computer heute noch funktioniert. Plötzlich wird damit das auch das altgriechische Vokalalphabet wieder interessant, das für die Medienepoche des Phonographen, des Grammaphons, der Schallplatte und des Magentonbandes anders aussah - dies war eigentlich ein Bruch mit dem Alphabet. Denn reale Schallwellen oder später auch Bildsignale, die analogtechnisch aufgezeichnet wurden, das ist etwas ganz anderes als die symbolische Ordnung der Buchstaben oder des Alphabets. Wir kommen aber kurioserweise mit den sogenannten digitalen Medien (mit dem Computer) wieder zur Symbolverarbeitungsmaschine; dies steht dem, was wir als alphabetische Schrift kulturell kennen, viel näher, weil sie bereits mit diskreten, kleinsten Elementen arbeitet, die für sich bedeutungslos sind. Ein A, ein E, ein K, ein Y für sich alleine sind bedeutungslos, aber daraus lassen sich alle unsere semantischen Sätze zusammensetzen; so funktioniert das Digitale auch. Das unterscheidet sich von einer Tonschwingung, die als Rille auf einer Schallplatte oder in einem Phonographen eingegraben ist. Also kann es passieren, dass wir plötzlich heute wieder einigen ganz frühen Kapiteln der sogenannten Mediengeschichte näher sind, als wir es etwa vor 100 Jahren waren, das ist eine Zeitverwerfung. Telegraphie ist aus der Sicht des Digitalen wieder interessant; der Morse-Code gehört vor dem Hintergrund der digitalen Kultur plötzlich wieder zur unmittelbaren Jetztvergangenheit der Gegenwart des Digitalen, obgleich sie zu Zwecken der Sprachübertragung eigentlich durchs Telefon einmal überwunden worden war. Von daher ist es den medienarchäologischen Versuch wert, sich für einen Moment von dem historischen Modell zu lösen, um andere Kurzschlüsse herstellen und andere Schlüsse ziehen zu können

Befreiung des Klangs von der musikalischen Semantik

- anstatt des Keyboards zur Musikerzeugung an Analogsynthesizer, Roland-Masterkeyboard für MIDI-Steuerung; damit einerseits unmusikalische Effekte möglich, doch ebenso "der Faden zerschnitten, der das Gefühl für Materialität des technologischen Artefakts noch intakt (*tangere*) hält"

- Unterschied zur Medienarchäologie ist der, daß Kulturgeschichte stärker sich mit Semantiken beschäftigt. Die Nähe zwischen Semiotik, Kulturwissenschaft und Kulturgeschichte ist groß. Medienarchäologie aber steht auf der Seite der Signale, sie beschäftigt sich mit Signalverarbeitung, analog wie digital. Das ist aber ein anderer Ansatz auf das, was wir klassisch Kommunikation nennen, zu schauen. Medienarchäologie versteht sich im Sinne der Nachrichtentheorie, wie sie von Claude Shannon entwickelt wurde, und damit für einen Moment suspendiert von den Sinn- und Bedeutungsfragen. Genau diese Suspendierung die technomathematische Bedingung dafür geworden, dass wir unsere Nachrichtentechnologie heute so vorfinden, wie wir sie benutzen. Dass ein Mobiltelefon erfolgreich benutzt werden kann geht nur, weil die Nachrichteningenieure sich radikal von der Idee gelöst haben, dass es darum geht Bedeutung zu übertragen. Sie haben ganz andere

Nachrichtenübertragungs- und Signalmodelle entwickelt, mit denen sich Bedeutendes und Unbedeutendes gleichermaßen übertragen lassen. Auch dazu könnten wir wieder viele Parallelen in der Medienkunst nennen. Gerade weil es dem Mobiltelefon egal ist, ob da gerade Sinn oder Unsinn geredet wird, ist seine technologische Bedingung möglich. Medienarchäologie suspendiert für einen Moment von der sprachlichen Semantik, ebenso wie von der bildlichen Ikonologie - und auch vom "Musikalischen", sage ich jetzt ein bisschen provokativ, um die Aufmerksamkeit vielmehr auf das Akustische zu fixieren, auf das tatsächlich physikalische oder mathematisch analysierte Klangereignis, nicht gleich auf die kultursemantische Seite. Das ist im Übrigen auch der Grund weshalb die Musikwissenschaft weitgehend unmedienarchäologisch ist; wenn überhaupt, findet medienarschäologische Analyse in der Systematischen Musikwissenschaft oder in der Elektroakustik statt. Jene Befreiung, die Mitte des letzten Jahrhunderts passierte, als sich Nachrichtentechnologien, deren Erbe wir heute alle sind, sich emanzipierte von den Fragen der Semantik, die hat auch erheblich mit der Ästhetik von Elektroakustik zu tun. Diese wählt nicht den Weg über den kulturell-semantischen Musikbegriff, sondern benennt tatsächlich das Klangereignis oder das, was wir in Berlin auch gerne das *Sonische* nennen. Das Sonische ist nicht frei von kulturellem Wissen, das ist ja ganz klar, es ist nicht die Reduktion des Klangereignisses auf das reine Akustische. Das wäre reine Physik, die spannend genug ist, die muss immer mitgewusst werden. Von daher ist hier mehr im Spiel; der Klangbegriff aber ist schon musikwissenschaftlich oder in anderen Feldern festgelegt. Das *Sonische* ist unbefangener und kann eben auch technische Töne als solche fassen, wie sie in den elektroakustischen Studios entwickelt wurden. In diesem Sinne steht Medienarchäologie tatsächlich auf einer anderen Seite als klassische Disziplinen wie Kunstgeschichte, wie Musikwissenschaft oder die klassische Philologie. Mit Blick auf die drei Schichten Akustik, Klang und Musik würde ich die sonische Medienarchäologie quasi in deren Mittelbereich ansiedeln, um einerseits die technomathematischen Möglichkeitsbedingungen ganz genau zu wissen, benennen und kennen. Und auf der anderen Seite von da aus die Kurzschlüsse zu kulturellen Effekten zu benennen, aber dabei nicht allein in diesem semantischen Bereich zu verbleiben; Siegener Tagungstitel *Auditive Medienkulturen. Methoden einer interdisziplinären Klangwissenschaft*. Klangwissenschaft fokussiert zwischen physikalischen, technischen und mathematischen Ereignissen und kultureller Kunstform Musik eine Zwischenebene; Konzept Klangwissenschaft Indikator dafür, daß etwas gesucht wird, was mit dem emphatischen Musikbegriff so nicht gefaßt, ebenso nicht auf rein technische Aspekte reduziert werden kann; Status des Auditiven, die *Sonifikation*; auch hier ist Klang als eine Form des Wissens zu entdecken, die gegenüber der Herrschaft der Bilder oder des Auges, des Lesenden oder des sehenden Auges in unserer Kultur mühsam wieder zu entdecken war; s*onic turn*, seit Jahren deklariert, zeigt Unbehagen an, daß seit Zeiten der vokalalphabetischen Schrift und des Buchdrucks Wissensaufnahme privilegiert über das Auge verläuft; "akustisches Wissen" (Axel Volmar), Audifikation, Auditory Display, Bandbreite von Begriffen, die anzeigen, daß da etwas anders vernommen wird; ein Bereich von Wissen und Erkenntnis zu aktivieren, zu reaktivieren, der das Feld einer Medienarchäologie des Akustischen darstellt; nicht nur Forschungs-, sondern Kulturlücke; auch in diesem Zusammenhang

Nähe der Medienarchäologie zur Mathematik, wenn sie sich nicht allein auf Foucaults Diskursanalysen beruft, sondern auch seinen Begriff des Nondiskursiven einkalkuliert; nicht um die Mathematik und das logische Denken und Schaltungen herummogeln ... "(Kassette wird gewechselt)"

- läßt sich Foucaults archäologische Ästhetik akustisch vernehmen; Beeinflussung durch serielle Musik; Gespräch mit Paolo Caruso 1969: "Wenn meine Erinnerungen exakt sind, bekam ich den großen kulturellen Schock durch französische Vertreter der seriellen und Zwölftonmusik - durch Boulez und Barraqué" = xxx

Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation

- DSP, Wellenfeldsynthese und andere virtuelle, d. h. errechnete Dispositive erlauben virtuelle Rekonstruktion historischer Räume; Projekt xxx Weinzierl, TU, Rekonstruktion des Pavillons mit dem *Poème Électronique* von Edgar Varèse, Weltausstellung Brüssel 19xx

- "Um Missverständnissen vorzubeugen: Kommunikationswissenschaft kann an anderen Hochschulen inhaltlich und fachlich etwas anderes bezeichnen <...>. An der Technischen Universität Berlin hingegen befasst sich die Kommunikationswissenschaft mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen von Sprache und Musik"[364]

- replace emphatic term "music" in subtitles for modules by "sound" - towards a *Klangwissenchaft*[365] or "organized sound" - term coined by Edgar Varèse and applied by John Cage

- virtually (that is: fully computationally) re-create the soundscape of, f. e., the city of Berlin around 1900, but ears *tuned* differently since; task of reconstructing acoustic time: time-tuned sound

Medien als Archäologen (des Akustischen)

- Wissen über altgriechische Musik aus Sicht der philologischen Forschung defekt: "So vollständig auch unsere Kenntnis über die äußerlichen Formen sind, so wenig wissen wir über das Wesen der Sache, weil die Beispiele aufbewahrter Melodien zu gering an der Zahl und zu zweifelhaft in ihrem Ursprung sind", schreibt Hermann von Helmholtz = Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Vieweg 1913, 444; qualitativer Sprung in neuartigen Zugangsweisen zu antikem Wissen von mousiké liegt in einer anderen Archäologie von Gnaden der Medien selbst: machen bislang unspielbare theoretische Annahmen über

---

364 http://www.tu-berlin.de/zuv/asb/faecher/komm/komm.html

365 This has been the direction of the conference *Auditive Medienkulturen. Methoden einer interdisziplinären Klangwissenschaft*., 11th -13th February 2010, University of Siegen

altgriechische Musikstimmung, gerade weil sie im Kern auf der Gleichstellung von Musik und Mathematik beruhen, im rechnenden Raum nachvollziehbar und an der Schnittstelle Maschine-Mensch phänomenologisch wiederum als Musik erscheinen - "seit der Konstitution von Tönen und Melodien mit digitaler Signalverarbeitung" = Martin Carlé, Geschenke der Musen im Streit ihrer Gehörigkeit. Die antike Musiknotation als Medium und Scheideweg der abendländischen Wissenschaft, Vortrag zum Rundtischgespräch "Peri mousikês epistêmês". Das Wissen der Griechen von der Musik in den Disziplinen der Gegenwart, Ein Rundtischgespräch – 22./23. Juni 2007, Institut für Musikwissenschaft, Universität Leipzig; veröffentlicht inzwischen in: xxx

Der epistemologischen Historisierung widerstehen

- Programm und Begriff von "Medienarchäologie" kein passives, sondern aktiv: einstige techno-logische Epistemologien als unvergangene aufrechterhalten; daß in allen Hybridbegriffen mit "cyber-" die Kybernetik überlebt; Licklider und/oder Sutherland lesen, immer noch aktuell, die Gedanken zum Human-Machine Interface und zum Lichtgriffel als graphischem Eingabegerät

- etwa Das "musikalisch-kybernetische Environment" des Experimentalstudios SWR Freiburg/Br., aus: Peter Vogel, Musik und Kybernetik, in: Teilton, Heft 2, Kassel (Bärenreiter) 1978, 6-67 (30. u. 59); elektronisches Dispositiv / Tänzer

Diskrete Zeit? Zahl und/oder Schwingung

- akustische Ereignisse selbst schon zeitlich gefaßt; entfalten sich in *einer* Dimension, anders als zweidimensionale Fassung der Bilder (sofern nicht, wie von Paul Nipkow patentiert, wiederum durch zeilenförmige Abtastung selbst für die Zeit der Übertragung in eindimensionale, implizit sonische Signale gewandelt)

- läßt sich dieses Zeitereignis in Frequenzen (Kehrwert) und damit numerisch anschreiben / rechenbar machen

- symbolisches Medium der Zeit die Zahl; mit Aristoteles gilt Zeit als etwas Gezähltes; diskret rechnender Computer als ultraschnelle Zählmaschine damit äquivalent zur sogenannten Zeit

- neurologischen Taktungen von Kommunikation zwischen Nervenzellen, die menschliche Wahrnehmung als Signalverarbeitung bedingen

- Time Quantum "bezieht sich auf das kleinste im Eingangssignal gefundene Zeitintervall. Hierauf baut der Beat (*Tactus*) auf, welcher mit dem wichtigsten wahrnehmbaren Puls gleichgesetzt wird"[366] - orientiert an der physiologischen

366 Roland Stigge, Automatische Musiktranskrition (ATM), paper from June 16, 2003, developed at the chair for Signal Processing and Pattern Recognition at the Institut of Computer Science, Humboldt University, Berlin; accessible *online*

Zeitempfindung (Phänomenologie); aus medienarchäologischer Sicht ist sonische "Zeit" eine andere

- kleinste Elemente der Zeit keine diskreten Einheiten (im Sinne der *stoicheia*) mehr, keine Sekunden. Diese wird heute als atomarer Schwingungszustand definiert, löst sich also in periodischen Schwingungen auf (die ihrerseits, der Quantenmechanik zufolge, in diskreten Sprüngen operiert)

- sind akustische Ereignisse, weil aus Schwingungen zusammengesetzt, zählende Prozesse; menschliche Tonempfindung Funktion eines Zählorgans namens Ohr; im Mittelalter die Musik der Arithmetik zugesellt (Quadrivium). Kann die menschliche Wahrnehmung die Taktung nicht mehr als diskrete erkennen, stellt sich der Effekt von Harmonien ein - wie der Übergang von Listen und Tabellen (Zählen) zu Chroniken und Geschichten (Erzählung). Nur daß in der Erzählung heute nicht mehr die semantische Vervollkommung, sondern die Schönheit ihrer Zahlenanalyse gesehen wird; die Narration wäre also von den Schwingungen her zu verstehen. Und so ist es möglich, daß bei Verdopplung der Frequenz, bis zu der das menschliche Ohr noch Töne wahrnimmt, ein akustisches Signal scheinbar verlustfrei digital reproduziert werden kann (Sampling-Theorem von Harold Nyquist 1928), obgleich oder gerade weil es diskretisiert und damit abzählbar, also zum Medium der Zeitwahrnehmung wird. Wenn parallel dazu die Echtzeitschwelle des menschlichen Gehörs (ca. 35 Millisekunden) unterlaufen wird, kann Klang auf der Zeitebene manipuliert werden, ohne als technische Manipulation vom Menschen noch wahrgenommen werden zu können. Geschieht dies dynamisch, handelt es sich um zeitkritische Prozesse; Gehör kann dabei nur jeweils das konkrete Klangresultat hören, nicht den Rechenprozeß

- medientheoretisch durchschaut, kehrt am Ende Physik, also Welt in Verfahren der *granular synthesis* (etwa in der Realtime Audiosoftware Supercollider) ausgerechnet im Rechner wieder ein; in seiner *Physik* hat Aristoteles die Zeit als Maß einer Bewegung oder Veränderung definiert, als "Gezähltes" = Hans Günter Zekl, Aristoteles´ Physik. Vorlesungen über Natur, Hamburg 1987, 209; ist jeder periodische Vorgang, der reproduzierbar ist, zur Festlegung von Zeit nutzbar - und damit Musik, die aus periodischen Schwingungen besteht = Herbert Hörz, Eintrag "Zeit", in: Enzyklopädie Philosophie, hg. v. Hans Jörg Sandkühler, Hamburg 1999, 1803

Das Zeitintegral

- technischer Begriff "Zeitintegral" = Fläche unter einer Kurve, Fläche nach Achse *t*. Somit wäre ein Schnipsel Tonband ein Zeitintegral. Für John Cage ("Time equals Space"; sein Gedicht über das Kompositionsverfahren) ändert sich der musikalische Kompositionsbegriff seit seiner Erfahrung mit dem Tonband: An die Stelle starrer Notation mit definierten Zeiteinheiten (Vierteltakt, Halbtontakt, Ganzton) tritt der Umgang mit Zeitintervallen, mit Phasen (die höchst materiellen Ab/schnitte des Tonbands), damit ein

Bewußtsein für räumlich-graphische Notation anstelle der (buchstaben-)symbolischen; die Guidonische Notation wird als Koordinatensystem von horizontalen und vertikalen Zeitkonstellationen neu interpretiert; damit Cage ermöglicht, auch eine Sternenkarte als Komposition zu lesen

Zeithierarchien: Medienarchäologie der musikalischen Zeit

- "A central task of composition has always been the management of interaction amongst structures on different time scales. Starting from the topmost layer and descending, one can dissect layers of structure, arriving at the bottom layer of individual notes. <...> Above the level of an indivual piece are the cultural time spans defining the oeuvre of a composer or a stilistic period. Beneath the level of the note lies another multilayered stratum, the microsonic hierarchy. Like the quantum world of quarks <...>, the microsonic hierarchy was long invisible. Modern tools let us view and manipulate the microsonic layers from which all acoustic phenomena emerge. Beyond these physical time scales, mathematics defines two ideal temporal boundaries - the infinite and the ininitesimal - which appear in the theory of musical signal processing" = Curtis Roads, Microsounds, Cambridge (MIT) 2001, 3; siehe ders., (ed.) (1997 p) : Musical signal processing .. , Lisse: Swets & Zeitlinger; ferner: Stan Tempelaars, Signal processing, speech and music, Lisse (Swets & Zeitlinger) 1996

Spezifisch elektroakustische Zeitverhältnisse

- rekurriert Stockhausen gegenüber der durch die humane Wahrnehmungsphysiologie (von Helmholtz 1863) und durch kulturelle Hörmuster (das Sonische) konditionierten Formen von Musik auf das akustische Ereignis in seiner akustischen Eigenheit (Eigenzeit). Erst die Elektroakustik ermöglicht ihm diese archäologische Verknappung, die am Ende in der "Gleichberechtigung von Ton und Geräusch" mündet <eines der von Stockhausen definierten Kriterien im Vortrag 1973; daneben: "Die Dekomposition des Klangs", "Die Komposition mehrschichtiger Räumlichkeit", "Die Komposition im musikalischen Zeitkontinuum"

- Karlheinz Stockhausen, Vier Kriterien zur elektronischen Musik. Vortrag in Düsseldorf am 14.9.1973, in: Christoph von Blumröder (Hg.), Karlheinz Stockhausen. Texte zur Musik 1970-1977, Bd. 4, Köln (DuMont) 1978, bes. 362 ff.

- ermöglicht Synthesizer über die im Sinne physikalischer Akustik natürliche Tonordnung hinaus die Generierung neuer, artifizieller Tongestalten; der Physik wird eine andere Natur entlockt (aktive Medienarchäologie des Klangs, der buchstäblich von Grund auf neu organisiert wird). Es wird nicht mehr schlicht Klang- und Tonmaterie musikalisch gestaltet, sondern überhaupt erst neu hervorgebracht - wie der reine Sinuston, der in der Natur nur unrein vorkommt.

Stockhausen ordnet nicht mehr nur Töne in der Zeit (die musikalische Operation), sondern Verzeitlicht den Ton selbst: "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 worden sind" <Stockhausen am 7.12.1952, in: Heinz-Klaus Metzger (Hg.), Musik-Konzepte 19. Karlheinz Stockhausen: "... wie die Zeit vergeht ...", München (text + kritik) 1981, 43>

- nennt Stockhausen zeitkritische Eingriffe in den Ton, den Ton musikalisch zu "mikroskopieren" = Stockhausen 1973: 262 ff.

- Akzent von Medienanalysen auf Elektroakustik; liegt in der Sache, daß sich Elektrik und Akustik zu einer engen Kopplung zusammengefunden haben. Immer dort, wo von periodischen Vorgängen und Schwingungen - also von genuin zeitentfalteten Prozessen - die Rede sich, tun sich zwischen beiden Fällen Analogien auf. Diese Analogien liegen nicht im Reich der Metaphern und Begriffe, sondern der Physik selbst - in der Wandlung von Mechanik in Elektrik und umgekehrt. Fast alle Meßgrößen lassen sich in elektrische Größen wandeln, "aber kaum in einem Gebiet erfolgt diese Verwanedlung so gut und so einfach wie bei der Umwandlung von akustischen bzw. mechanischen Schingungen in elektrische" = Laszlo von Szalay, Moderne Technik. Elektrotechnik, Berlin (Safari) 1954, 494; gilt noch dann, wenn im Sinne Norbert Wieners nicht mehr Elektrizität, sondern Information zählt / komputiert?

- Your ears pick up all the sounds around you and then translate this information into a form your brain can understand; it is completely mechanical. Your sense of smell, taste and vision all involve chemical reactions, but your hearing system is based solely on physical movement; *aisthesis* etymologisch verwandt mit lat. *audio*

- Saveurs Verfahren zur genauen Messung des Tons; ein akustisch-optischer Abgleich zwischen Orgelpfeifschlägel und einem Pendel, auf Eichlineal (echomètre). Überträgt also die nicht wahrnehmbaren Tonschwingungen in akustisch diskrete Ereignisse (Schwingung / NIchtschwingung); wird mit der optischen Bewegung des Pendels assoziiert und auf ein abolutes Zeitmaß bezogen. "Wobei `Zeit über die Länge des Pendels als visuelle Größe direkt mesbar war"[367]

- Jochen Gessinger, Auge und Ohr. Studien zur Erforschung der Sprache am Menschen 1700-1850, Berlin / New York 1994>

- in order to calculate for a given place on earth the precise circumstances of an eclipse, necessary to know the difference between "Terrestrial Time" (TT), formerly "Ephemeris Time" (ET), and "Universal Time" (UT). This difference TT - UT = DeltaT = http://user.online.be/felixverbelen/dt.htm

---

367 Simon Roloff, "Ganz und gar eritternd". Zur Archäologie der Sprachsynthesessysteme im Zeitalter der Schallwellenberechnung, Hausarbeit im Rahmen des Seminars WE "Alpohabet (III): Von Homer bis heute, HU, Semnar f. Kulturwiss., WS 2002/03, TS, 5

- beginnt Siegert 2003: 9 sein Buch mit "Es gibt"; übersetzt: datum. Daten: immer schon zeitverhaftet, zeitgegeben. "At any given time", schreibt Claude Elwood Shannon, kann zwischen zwei Polen einer Schaltung als Funktion der Zeit immer genau ein Zustand angenommen werden, 0 oder 1. "Wer oder was aber gibt die Zeit, die gegeben ist?",k fragt Siegert <ebd.> und zitiert <wen?>: "Das Geben, das Zeit gibt, bestimmt sich aus der verweigernd-vorbehaltenden Nähe" <= Heidegger?>. Und weiter: "die gegebene Zeit, in der X entweder gleich null oder gleich eins ist, ist eine diskrete Zeit, eine Zeit, die in quantisierten Schritten abläuft, sonst könnten wir X irgendwann auch zwischen 0 und 1 antreffen" <Siegert 2003: 9>. Hier liegt die Differenz zum Morse-Code, wo neben lange und kurze Zeichen (die also genuin schon auf Zeit operieren) auch noch die Pause zählt, das Dazwischen, wie es im 0/1 als Querstrich trennt. "Aber zwischen 0 und 1 *gibt* es keine Zeit. Deswegen gibt es die Welt des Symbolischen" = Siegert ebd.

- "Im Fall von diskreten zeitunabhängigen Signalen liebt es das Signal, sich zu verbergen. Ein Buchstabe auf einer Buchseite `verstellt´ als Symbol das reelle Signal, das er ist, sein konkretes Erscheinen an einer bestimmten Stelle im Raum und mit einer bestimmten Frequenz" = Siegert 2003: 257; Differerenz zwischen Zeichen und Signal: Signale bezeichnen etwas Operatives (also "im Medium"), was die Buchstaben auf einer Seite an sich noch nicht sind, sofern sie nicht durch Lesen / Sehen in Gang gesetzt werden

- verwendet Boethius Zeitwort *computare* ausdrücklich für Musik = Arno Borst, Computus, Berlin (Wagenbach) 1990, 23

- formuliert Alan Turing eindeutig, daß der Taktgeber dem Computer erlaubt, „Diskretheit in die Zeit einzuführen, so daß die Zeit zu bestimmten Zwecken als eine Aufeinanderfolge von Augenblicken anstatt als kontinuierlicher Fluß betrachtet werden kann“[368]

Zeitmessung, zeitkritisch (Uhrwerk, Leibniz)

- beschreibt Robert Hooke im Postskriptum der 1676 publizierten *Description of Helioskopes* seine Erfindung einer federregulierten Uhr zur Bestimmung der Längengrade auf See: "About seventeen years since, being very inquisititve about regulating the measure of Time, in order to find the Longitude, I did from an Art of Invention, or mechanical Algebra <...> find out and perfect this contrivance, both as the Theory and Experimental verification thereof" = zitiert nach Siegert 2003: 131; Theorie und Maschine gleichursprünglich in der mechanischen Algebra

- Metronom gibt den Takt und zugleich das Thema vor, i. U. zur Uhr; "beats per minute"; experimentieren mit Tempoeinstellungen: menschlicher Ruhepuls ca. 60-70 b/m, Techno-Beat bis 180-200, afrikanische Trommler bis 660 b/m;

---

368 Alan M. Turing, The State of the Art, [Vortrag London 1947], in: ders., Intelligence Service. Schriften, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 183-208 (192)

unterlaufen im Sinne der Leibniz´schen *petits perceptions* wird die Wahrnehmung von Takt durch die Taktzeit als Abtastzeit; 1/T = fT (Taktfrequenz); beschreibt Leibniz "die Wahrnehmung eines künstlichen Transparenten, wie ich es bei den Uhrmachern gesehen haben, das durch die rasche Umdrehung eines gezahnten Rades entsteht" , wobei die menschlich-analytische Wahrnehmung die "Vorstellung der Zähne des Rades <...> nicht zu entwirren vermag" = zitiert in Siegert 2003: 183

- Fourier-Analyse *avant la lettre* schon im mechanischen Modell Leibniz´ angelegt; verschwinden "die einzelnen Zähne für uns und (erscheint) statt ihrer ein scheinbar kontinuierliches Transparent, das sich aus der sukzessiven Erscheinung der Zähne und ihrer Zwischenräume zusammensetzt, wobei indes die Aufeinanderfolge so schnell ist, daß unserse Vorstellung an ihr nichts mehr unterscheiden kann. Man findet also wohl diese Zähne in dem distinkten Begriff von diesem Transparent, nicht aber in der verworrenen sinnlichen Auffassung, deren Natur es ist, verworren zu sein und zu bleiben" = Leibniz, zitiert in Siegert 2003: 183 - das optisch-mechanische Modell des kinematographischen "Lebensrades"; kommentiert Siegert: "Charaktere wie Ausdrücke sind Medien. Die einen operieren im Raum (der Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, die anderen operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen" - "die Unterlaufung des Auflösungsvermögens der analysierenden Vorstellung" = ebd., mithin "virtuell"

Takt, Pendel, Frequenz (mit Mersenne und Helmholtz)

- digitales Sampling eine Vertaktung (ohne Musik); Pulse Code Modulation (PCM) tastet die akustische Wellenform in kleinen Zeitabschnitten (also Intervallen) ab und übersetzt die abgetasteten Werte in einen digitalen Zahlencode

- stellt sich mit Fourier heraus, "daß eine gegebene regelmäßig periodische Bewegung nur in einer einzigen Weise und in keiner anderen dargestellt werden kann als Summe einer gewissen Anzahl pendelartiger Schwingungen", wobei "nach unseren Festsetzungen ein regelmäßige periodische Bewegung einem musikalischem Klang entspricht, und eine einfache pendelartige Schwingung einem einfachen Ton" <von Helmholtz 1863/1913: 56> - womit die getaktelte Uhr zum Dispositiv der Analyse voon Musik wird, quasi selbst musikalisch, und den Zusammenhang von Musik und Zeit (als Zahl im Sinne der getakteten Uhr) entbirgt

- erinnert von Helmholtz an die Möglichkeit, ob Fouriers Analyse nicht vielleicht "bloß eine mathematische Fiktion, welche zur Erleichtung der Rechnung erlaubt sein mag, aber nicht notwendig irgend einen entsprechenden reellen Sinn zu haben braucht? Warum verfallen wir gerade darauf, pendelartige Schwingungen als das einfachste Element aller Schallbewgeung zu betrachten? <...> Der Umstand, daß das Ohr dieselbe Zerlegung ausführt, spricht nun allerdings schon sehr dafür, daß die genannte Zerlegung einen Sinn hat, der sich auch in der Außenwelt, unabhänig von aller Theorie, werden bewähren

müssen" <von Helmholtz 1893/1913: 58>

- gebraucht Mersennes *Harmonie Universelle* zwar den Harmonie-Begriff, löst aber die pythagoreische *harmonia*, die eine der mathematisch-klanglichen Proportionsverhältnisse ist, in Frequenzen auf; Mersenne zufolge Ton als Stoßen der Luft, erzeugt damit Frequenzverhältnisse: zählbare Luftstöße, welche das Ohr wahrnimmt; macht Tonschwingung *sichtbar* (aufgespannte Darmsaiten zwischen Mauern im Raum) aber dadurch, daß Tonschwingung unter die Schwelle der Hörbarkeit herunterverlangsamt wird

Musik, Zeit, Narration

- Dimension des Hörens auf ihren medientechnischen Begriff bringen; akustische Prozesse, die sich erst in der Zeit entfalten, analytisch und phänomenologisch zentral; läßt sich die Mathematizität symbolverarbeitender Medien (*alias* Computer) sowie die Verschiebung von diskursiv-tonalen zu physikalisch-sonischen Kulturtechniken am medienarchäologischen Gefüge von Musik und Mathematik privilegiert demonstrieren

- "Musik versteht sich auf das Ende" (Ernst Bloch)[369]. Hat Musik immer schon, wahrnehmungsphysiologisch, einen "sense of ending" (Kermode)? "Nirgends scheint die Vergänglichkeit so vollendet gestaltet wie in der Zeitkunst Musik". Henri Bergsons *Matière et Mémoire* wählt ein Bild, das von der phonographischen Tonspurabtastung geprägt ist: "An der Kegelspitze befindet sich der gegenwärtige Augenblick, der Körper des Kegels birgt die Vergangenheit [...] auf verschiedenen Ebenen" = Kerstin Volland, Zeitspieler. Inszenierungen des Temporalen bei Bergson, Deleuze und Lynch, Wiesbaden (Verl. f. Sozialwissenschaften) 2009, 33

- notiert Lessings *Laokoon*-Theorem von 1766 für die Zeit vor der phonographischen Signalaufzeichnung: "[...] dem Auge bleiben die betrachteten Theile beständig gegenwärtig; es kann sie abermals und abermals überlaufen: für das Ohr hingegen sind die vernommenen Theile verloren, wann sie nicht in dem Gedächnisse zurückbleiben. Und bleiben sie schon da zurück: welche Mühe, welche Anstrengung kostet es, ihre Eindrücke alle in eben der Ordnung so lebhaft zu erneuern, sie nur mit einer mäßigen Geschwindigkeit auf einmal zu überdenken, um zu einem etwaigen Begriffe des Ganzen zu gelangen!"[370]

- statt Untersuchungen von Akustik und Musik in der emphatischen, also: historischen Zeit (Geschichte / Prozeß; "Ich glaube, daß all diese Beethoven-Symphonien eine story sind"[371]) nun mikrotemporale Ebene, wo Zeit ein

---

369 Zitiert in: Klaus Peter Richter, Zeitfenster des Augenblicks, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 128 v. 4. Juni 2003, N3
370 Lessing, Gotthold Ephraim: Laokoon oder Über die Grenzen der Malerei und Poesie [*1766], hrsg. v. Friedrich Vollhardt, Stuttgart (Reclam) 2012 , 124 <Kontrolle>
371 Philipp Glass (im Gespräch mit Sylvere Lotringer), in: Schlau sein / Dabei

kritischer Parameter in der Datenverabreitung ("Prozeß") ist und mithin eine Funktion der prozessierenden Maschine - die non-narrative Ästhetik der Minimal Music; Steve Reich "betrachtet Musik of als Maschine" = Glass, ebd.

- Noise-Musik, elektronische Musik (die Bedingung von "sound") nonnarrativ: "die Erfahrung einer *nicht pulsierenden Zeit*. Denn wir verfolgen nicht lägner das Subjekt einer Erzählung; stattdessen weren wir in das unpersönliche, asubjektive Leben des Klangs hineingezogen."[372]

- "Die Uhr zeigt uns die Zeit an. Was die Zeit ist, ist damit noch nicht entschieden. Und wozu man die Zeit abliest, das gehört ebenfalls nicht hierher[373]."

- Jenseits von Geschichte eine andere Wahrnehmung von Zeit, eine un-historische Zeitwahrnehmung, zählend eher denn zählend, Taktung (Annalistik) eher denn historisch. Zeit ist ein "in Zahlen fortschreitendes ewiges Abbild" (Platon, Timaios 37 d 5-7[374];

- Frequenz eine physikalische Größe, die die Anzahl von Schwingungen pro Zeiteinheit (in der Regel pro Sekunde) beschreibt. "Es würde wohl auch keiner auf die Idee kommen zu sagen, dass die Zeit erzeugt wird" (Kommunikation Karlheinz Frommolt, Juni 2004)

- Musik erst nach Implementierung in klangfähiger Materie (Hanslick) eine Verbindung von Zeit und Zahl; Zählung, nicht Erzählung: "Zählorgan Ohr“ <Georgiades 1985: 42>, weil es - mit Leibniz - „ohne es zu wissen, zählt“ <zitiert ebd.: 69>. Es ist also, buchstäblich, ein "computer". Tatsächlich prozessiert das Ohr, insofern als Kanal, nicht nur im alten "Medium"-Sinn der Physik, Aristoteles' "to metaxy")

Akustik, Zeit und Medium

- "tönend erlebte Zeit" *alias* Musik (definiert u. a. Stockhausen in seinem Aufsatz "Wie die Zeit vergeht"); Schwingungsvorgänge als quasi-harmonisch hörbar (Zeitfrequenz)

- Musik laut Adorno „als Zeitkunst durch ihr pures Medium an die Form der

---

sein, Berlin (merve) 19xxx

372 Christoph Cox, Wie wird Musik zu einem organlosen Körper? Gilles Deleuze und die experimentelle Elektronika, in: Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski (Hg.). Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 162- 193 (182)

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

374 Siehe Nils Röller, Leise Musik hört man besser. Luigi Nonos und Massimo Cacciaris Arbeit an der Gtragödie des Hörens, in: LAB 2001/02, Köln (DuMont) 2002, 291-301

Sukzession gebunden und damit irreversibel wie die Zeit."[375]

- Gilt die implizite Sonik von Video (Bill Viola., "Der Klang der Einzeilen-Abtastung) auch noch für das digitale Video, oder ist dies "Video" nur noch im metaphorischem Sinne? Wenn Bilder auf Nummern basieren, auf Zahlen, stehen sie der pythagoreischen Verbindung von Zahl und Musik/Harmonie näher denn je.

- Periodizität als Eigenschaft des Akustischen; Ereignis und Periode: ein Transientenproblem; abstrakt eine bestimmte Musik nicht zu erinnern; in ihren Einsatz vernommen, läßt sich von dort sofort wieder aus dem Gedächtnis der Fortlauf extrapolieren respektive memorieren, "abspulen"; ist es ein periodischer Ablauf, ein Schema, abgespeichert respetive angelegt und wird als Melodie dann variiert

- Computer vom Prozessualen der Algorithmen her denken, mithin vom "Algorythmischen" (Diss. Miyazaki); Johann Sebastian Bachs Begriff und musikalischer Mathematik der *Fuge*, der temporalen Flucht

- Differenz Medienarchäologie zu Musikwissenschaft die nicht-anthropologische Perspektive; wird Schall erst zur Empfindung, wenn er auf das resonierende Ohr trifft (von Helmholtz) / algorithmische Auffassungsgabe des Ohrs; Kammerton: Trommelfelle des Ohrs schwingen 440mal / Sek.

Echtzeit im (akustik/ver)*rechnenden Raum*

_ werden keine Frequenzen erzeugt, sondern Schall; Frequenzen keine physikalische, sondern analytische / numerische Größe, maschinenhafte Funktionen respektive Produkte einer maschinenähnlichen Schallerzeugung; sind es erst die Meßinstrumente, die Frequenzen erzeugen, indem sie Schall aus Zeitsignalverlauf in Frequenzraum abbildbar machen

- setzt Mikrophon Luftdruckwellen einer Klangquelle in elektrische Schwingungen um (analoge Audiosignale). A/d-Umwandlung, also Digitalisierung, mißt dieses analoge Signal (eine Sinuskurve etwa) in einem bestimmten Zeitintervall; zum (kartesischen) Raum wird hier die Zeit; zeichnet sich analoge Schwingung durch fließende Übergänge aus (Wellen); digital tritt an diese Stelle die Treppenkurve (im Sinne der Quantenphysik damit näher an der *physis* als die Metaphysik des Kontinuierlichen); Meßdaten als Zahlenwerte im Binärcode abgespeichert, in einer üblichen Sampling-Frequenz von 44.100 Mal pro Sekunde, also 44,1 kHz. "Wenn die Daten einma abgespeichert sind, liegen sie in Form von Zahlenketten vor. In diesem Zustand haben sie keinen festen Zeitbezug mehr" = Kiefer xxx: 191>; kommt Zeit erst wieder ins Spiel, wenn diese Zahlenketten in die Welt gesetzt werden, physikalisch - als digital-zu-analog-Wandlung durch einen Schall emittierenden Lautsprecher

375 Theodor Wiesengrund Adorno: „Quasi una Fantasia – Strawinsky. Ein dialektische Bild", in: Rolf Tiedemann (Hrsg.): Musikalische Schriften 1-3 – Gesammelte Schriften Bd. 16, Frankfurt am Main 1978, S. 386ff

- führt Magister Franco von Köln die von Fibonacci importierte indo-arabische Null 1270 auch in die Musik ein: schlicht und einfach als Pausenzeichen (omissio toni), wie es aller Polyphonie seit Notre-Dame de Paris muss zugrunde liegen können. *Damit stürzt die Musik in die Zeit (tempus)*, statt wie der griechische rhythmos uns "Menschen zu halten" (Archilochos, fr. 67a)

- machte Aristoteles in *Über die Wahrnehmung* am Zeitwiderstand das Medium fest; Licht hingegen "setzt die Existenz von etwas in etwas voraus, ist aber keine Bewegung <...> (der Schall ist ja offenkundig die Bewegung von etwas, das seinen Orte verändert), [447a] bei dem aber, was seine Qualität verändert, ist dies nicht der Fall" = 77; Schall (ver)braucht Zeit; Licht aber überträgt sich nahezu instantan *aus menschlicher Wahrnehmung*

- "Bedingung für die Entstehung von Schall sind periodische oder nichtperiodische Wechselprozesse, d. h . dynamische Vorgänge bzw. Schwankungen physikalischer Größen, Parameter und Zustände um Makro und Mikrobereich" = DEGA-Projekt "Akustische Wellen und Felder", Endfassung Juli 2002, Oldenburg (Universität) Physik / Akustik; im Netz unter www ...; Seite 10; Schall ist also die Funktion eines Prozzesses. Und er findet in der Physik statt, nicht in der kulturellen Einbildung: "Binaurles Hören kann u. a. zeitliche Signaldifferenzen wahrnehmen und sich damit orientieren; bis etwa 1,6 kHz werden Phasenverschiebungen zwischen beiden Ohrsignalen wahrgenommen" DEGA A13

Ton, Zeit(kritik) und Zahl

- bezeichnet *rhythmos* zunächst ein formales Prinzip, nicht ausschließlich bezogen auf akustische Ereignisse; ordnet Bewegung von Schritten (militärisch), Gesten, Silben (Prosodie), Tönen; meint altgriechische *musiké* mehr als nur das Klangereignis

- trennt Akustik seit Fourier eindeutig zwischen Klang und Geräusch: zwischen periodischen Funktionen (Tönen) und nicht-periodischen Funktionen (Geräusche, Knacken), die *nicht* aus Fourierreihen entwickelt werden können; Siegert 2003: 244; operiert Fouriers Lösungstyp "nicht in der Zeit, sondern in der Frequenz, die relevanten Funktionen sind aufgelöst in endlos viele Sinus- und Cosinusfunktionen, und statt Anfangsbedingungen muß man unendlich viele Koeffizienten dieser Funktionen bestimmen" = Siegert 2003: 249

- Homer: kurze / lange Silben (Gexameter / Versamaß), nicht Akzente hoch/tief; von Zeite her gedacht, nicht von Betonung

- vom tiefster Sinuston zur schnellsten Impulsfolge: Grenzwert bei 16 Hz = 1/16 Sekunde pro Impulsdauer; früher Film: 16 Bilder/Sek., unterläuft Wahrnehmuingschwelle des Menschen

"... wie die Zeit vergeht ...": beschreibt Karlheinz Stockhausen in Heft 3 von *Die*

Reihe (hg. v. Herbert Eimert) eine andere Zeitordnung von Musik, in "Feldgrößen" - eine Anlehnung an den neuen epistemologischen Begriff Faradays und Maxwells für Erscheinung und Mathematik des Elektromagnetismus = Wien 1957, 13-42; tritt damit kontinuierliche Phasenmodulation an die Stelle der klassischen Begriffe Takt und Dauer, löst sich auch die kategoriale Differenz zwischen Geräusch und Ton auf; beide werden ineinander modulierbar <41> wie die "reinen Töne" (Sinusschwingungen) und impulsartige, also äußerst kurzzeitige Klänge

- entbirgt sich eine gewisse Metaphysik der Fourier-Analyse, hinter welcher der Dämon einer namentlich "Pythagoras" genannten quasi-anthropologischen Sehnsucht nach harmonisch-kosmischen Verhältnissen (ganzzahlig) sich verbirgt, prästabile Harmonien (Leibniz), die Fäden ziehend wie in Kempelens Schachautomat. Klänge (und als ihre Grenzwerte: Geräusche) lassen sich in eine Addition "reiner" Schwingungen zerlegen; die aber sind gar keine reinen Sinustöne, sondern bestenfalls sinusoid, in physikalischer Wirklichkeit betrachtet. Extrem verlangsamt (die experimentelle "Schnecken"-Perspektive von Zeitdauer nach Ernst von Baer), etwa "Very Low Frequencies" (Radiowellen, erzeugt durch Gewitter), oder gar ökonomische Kondratiev-Zyklen, erweisen sie sich bei genauem Hinsehen (aber nur noch rechenbar, statistisch, nicht mehr als bildhafte Gestalt oder akustisch faßbar) als unsauber, verschmiert, unregelmäßig im Kleinsten (fraktal), sprunghaft, diffus (Schroteffekte)

- Tonempfindung auf neuronaler Grundlage: "Neben der durch die Nervenimpulse codifizierten Information über Ort und Größe des Reonansmaximums, wird dem Gehirn <...> auch die Zahl der eintreffenden Schwingungen pro Zeiteinheit mitgeteilt. Dieser Zählmechanismus scheint zumindest für tiefe und mittlere Frequenzen wirksam zu sein." So daß das Hirn "beim `processing´ von akustischen Ereignissen die Fähigkeit besitzt, Grundtöne von harmonischen Klängenherauszufiltern bzw. diese bei ihrem Fehlen sogar zu rekonstruieren (Residualtonbildung)."[376]

- in Beitrag Friedrich Kittlers zu Bd. 1 der Publikationsreihe des Hermann-von-Helmholtz-Zentrums der HU Berlin, der unter dem Titel "Zahl und Ziffer steht", typographisches Mißverständnis. Die Wiederholung des Titels in der Kopfzeile jedes zweiten Textblatts schreibt "Zeit und Zahl" = Friedrich Kittler, Zahl und Ziffer, in: Sybille Krämer / Horst Bredekamp (Hg.), Bild - Schrift - Zahl, München (Fink) 2003, 193-204; tatsächlich der altgriechischen, im Medium des Vokalalphabets eingebetteten "Dreifalt von Schrift Ton Zahl" <ebd., 200> (noch) die von Zeit hinzufügen; diese taucht erst aus dem Meer reeler Zahlen auf, als diejenigen "berechenbaren Zahlen", deren Dezimalausdrücke mit endlichen Mitteln maschinell errechnet werden können = Turing 1936/1987: 19
- einer Maschine in der Zeit (Computer), deren von-Neumann-Architektur also ihr Wesen mit dem von Musik selbst teilt; Neumannsches Rechner-Konzept mit seinem Prinzip strikter Sequentialität in der Datenabarbeitung (Prozessierung) impliziert extreme Minimierung von Zeit und "inauguriert einen Paradigmen-Wechsel im Zeitbegriff. Es beschreibt ein ekomplexe Machine, deren

---

376 Georg Hajdu, Harmonische Energie - Motor bei der Evolution "relevanter" Tonsysteme, in: Feedback Papers 35, 1- (9)

Ausführungszeiten idealiter gegen Null tendieren, realiter aber beliebig minimal/maximal sind" = Wolfgang Hagen, Computerpolitik, in: Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1994, 139-xxx (143); ENIAC-as- Audio Emulation (Martin Carlé)

- Software-Sonifikation Till Bovermann, DetaNocturn (2011): "A realtime-sonification of the execution of self-manipulating programs. The programs run on Betablocker, a turing-complete fictional CPU architecture, specifically designed and implemented by Dave Griffiths for live-coding and sonification purposes. The piece explores the shallows of digital processing and makes audible the soundscapes of its raw computation" = http://tai-studio.org/portfolio/deta-nocturn.html; installiert in "Sound Bar" des Festivals Sonifikationen - Klingende Datenströme, 27. bis 29. Oktober 2017, Berlin (Berliner Gesellschaft für Neue Musik)

- von-Neumann-Architektur des Computers verarbeitet Signale strikt sequentiell, Bit für Bit, gleich Komponist, der eine Partitur niederschreibt, Note für Note. "Dem Computer ist nun eine solche Reduktion auf kleinste Schritte <...> sehr gemäß" = Ulrich Dibelius, Moderne Musik nach 1945, München / Zürich (Piper) 1998, 345; gilt auch für das elektronische Zeilenbild

- Zeitorganisatgion "jeder Eingriff in die objektive Zeit, um musklaische Zeit entstehen und gescdhehen zu lassen" <Dibelius 1998: 373>; zeitgebend oder zeitgegeben?

- hebt sich physikalische Zeit von der Zeitstrukturierung musikalischer Abläufe ab; Differenz zur abolsut meßbaren Größe der Zeitdauer = Zitat Reinecke 1972, in: Kluge 1987: 101

Was aber ist die Zeit?

- harmonische Ausbreitungsvorgänge in verlustfreien Medien; demgegenübner Verzerrung des Singals, analog zur Optik (Zerlegung weißen Lichts in diie Spektralanteile) "Dispersion"; Geräusch aperiodische Schwingungen; Brechung durch ein Medium (Aristoteles) Refraktion; ändert sich beim Übergang von einem Medium in das andere Schallgeschwindigkeit

Verzögerungsspeicher

- wird Zeit als akustische Verzögerung zum Speicher in der Ultraschall-Quecksilber-Verzögerungslinie; Abb. 71 in Poletajew 1962: 195; trifft der Ausgangsimpuls (eine Folge binärer Impulse als "Wort") erneut auf den Eingang der gleichen Linie, nachdem er vorher durch eine Mechanik gelaufen ist, die seine Form wiederherstellt. Solange also kann die Impulsfolge als Zahl bereitgehalten und dem Register des Rechenwerks zugeführt (abgerufen) werden; auch Luft im Raum als Verzögerungsmedium experimentiert, ganz im Anschluß an Aristoteles; technische Lösungen, "bei denen im Speicher die Worte durch zeitlich aufeinanderfolgende Symbole dargestellt werden und auch

die Worte selbst in einer zeitgemäßen Folge angeordnet sind" = ebd., 197 - das wirklich dynamische Zwischenarchiv / RAM; auch als optische Speicher: "Schließlich kann man die Impulse in Form von Ladungen in kleinen Kondensatoren speichern, die sich an der Innenwand einer Kathodenstrahlröhre befinden und durch einen steuerbaren Elektronenstrahl aufgeladen werden. Dieses Verfahren ähnelt der Bilderzeugung in Fernsehbildröhren" = Poletajew 1962: 192 - als "kulturlose" Bilder (Claus Pias), der kalte, an-ikonologischen medienarchäologischen Blick; Abb. 73 in: Poletajew 1962: 198; Bildschirme einer Kontrollröhre - *monitoring* und Speichern; photo-elektrische Ladung auf dem Bildschirm bleibt eine Zeitlang erhalten; beim Auslesen wird der Kathodenstrahl auf den gleichen Punkt gerichtet. "Die Aufzeichnung kann periodisch wiederhergestellt werden, um ein Abklingen im Verlauf der Zeit zu verhindern" = ebd., 198 - *refresh*

- akustischen Laufzeit-Tomographie für lokale Wetterprognosen, welche analog zum Begriff der bildgebenden Verfahren (*imaging*) ein tongebendes Verfahren (sozusagen *sounding*) darstellt; Meßsystem besteht aus acht Trichterlautsprechern und zwölf Mikrofonen, ein bis zwei Meter über dem Erdboden installiert. Auch hier Rasterfahndung, akustisch: "Dieses Netzwerk aus Meßpunkten überstreicht eine Fläche von 300 mal 700 Metern. Über die Lautsprecher wird alle 30 Sekunden ein kurzes Schallsignal abgegeben, das einem kräftigen Trommelschlag gleicht. <...> Die Mikrofone fangen die Signale auf. Dabei können zeitliche und räumliche Veränderungen der Laufgeschwindigkeit des Schalls gemessen werden" = <ubi> Lautsprecher für Wetterprognosen. Lokale Vorhersagen mit der akustischen Laufzeit-Tomographie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 139 v. 19. Juni 2002, N2; erinnert an die akustischen Verzögerungsspeicher der ersten Computergeneration, die Verzögerung von Schallübertragung selbst als Zwischendatenspeicher nutzten; akustische Laufzeit-Tomographie läßt kurzfristig lokale Wetterprognosen zu, weil die Laufzeit des Schalls (dessen Langsamkeit ihn als Nachrichtenübertragungsmedium im Vergleich zum Licht / zur Photonik ungeeignet macht) besonders durch Lufttemperatur und Wind beeinflußt; Abgleich der so gewonnenen Daten mit Modellvorhersagen läßt damit einen drohenden Wetterumschlag ebenso rasch erkennen wie die Luftverwirbelung von startenden oder landenden Flugzeugen messen.

- Akustik ein radikal zeitkritisches Ereignis im Medienkanal; revolutionäre am in kurzer Zeit vom Edinsonschen Phonographen zum Grammophon konvertierten Medium nicht nur die Speicherbarkeit flüchtiger Töne, sondern auch die Zeitachsenmanipulation ihrer Ordnung - was vom Film, in der Montage, dann auch für den visuellen Bereich übernommen wurde. Zeit als Funktion von Kalendern nur symbolisch, während signalfähige Apparate - analog zu *bildgebenden* Verfahren - Zeit nicht schlicht messen und - wie Film - in Zeit-Containern aufheben (speichern), sondern überhaupt erst in Vollzug setzen

Musik, Takt und Zeit

- akustische besetzte und unbesetzte Zeiteinheiten (Intervalle); im digitalen

Raum schließlich meint Intervall nicht mehr den Raum zwischen den Bildern, sondern den Abstand zwischen numerisch adressierten Punkten, aus denen ein Bild selbst besteht; Intervall als Name des Abstands zwischen Tönen und Zahlen kommt in zeitbasierten Medien auf seine ursprüngliche Bedeutung als Zwischenraum und -zeit zurück

- neurologische Reaktionszeit des Menschen im statistischem Mittel bei 250 bis 300 Millisekunden

- Zeitlichkeit musikalischer Prozesse spitzt sich kritisch zu, wenn die Taktung ins Spiel kommt. Beethoven begrüßt die Erfindung des Metronoms aus Sorge um das richtige Tempo bei Fremdaufführung seiner Werke; die seit Galilei vetrauten Gesetze der Pendelschwingung erlauben eine (gegenüber der historischen Realivität) invariante, quasi absolute Zeit. L'Affilard (1705) und Choquel (1762) geben ihre Tempi mit Hilfe eines Fadenpendels an, und Quantz bestimmt die Tempi durch einen durchschnittlichen Pulsschlag (von 80 Schlägen/ Min.). Friedrich Wilhelm Marpurg aber mahnt 1763: "Dieser ordenthliche Werth (des 4/4-Taktes) muss aus dem Gebrauche erlernet werden, da der Pulsschlag so wenig eine unfehlbare Regel ist, als der Schritt eines Menschen" = Eintrag "Historische Aufführungspraxis" = http://de.wikipedia.org/wiki/Historische_Aufführungspraxis, Zugriff 22. November 2007; Curt Sachs, Rhythm and Tempo. A Study in Music History, New York 1953; hat sich demgegenüber - als Zeitdifferential dritter Ordnung - das Zeitgefühl der Gegenwart in der Epoche beschleunigter Verkehrssysteme selbst geändert - eine Relativierung der absoluten Zeit (Newtons) im Sinne Bergsons und Wieners

Akustik und Klang, zeitbasiert und zeitbasierend

- "Die Wahrnehmungen des Gehörs sind ausschließlich in der Zeit" = Arthur Schopenhauer, Die Welt als Wille und Vorstellung, zitiert nach www.schopenhauer-web.org/textos/MVR.pdf. "Dadurch eignet sich das Hören besonders […] für die Analyse von zeitvarianten Daten" = Thomas Hermann, Daten hören. Sonifikation zur Explorativen Datenanalyse, in: Holger Schulze (Hg.), Sound Studies. Traditionen - Methoden - Desiderate. Eine Einführung, Bielefeld (transcript) 2008, 210, wird mithin zum (Zeit-)Meßinstrument, doch wahrnehmungspsychologische Täuschung: tendiert menschliches Gehör, aus realen Signalen symbolische Muster zu erkennen (Jo Banks, Rohrschach "audio")

- zeitliche Phase menschlich wahrnehmbare Dauer eines diskreten akustischen Impulses (bis 1/16 Sek.) schlägt jenseits der Hörschwelle rund um 20 Hz (spätestens ab 1/32 Sek.) in den Eindruck eines durchgehenden Tons um - die "Höhe" - nichts als die sublime Funktion der Dauer und eine Fiktion der menschlichen Tonwahrnehmung; wird aus diskreter Rhythmik kontinuierliche Harmonik; Stockhausen 1957/1963: 99 f.

- Musikinstrument nicht erst das mechanische Artefakt, sondern bereits

physiologische Empfindung, deren Muster überhaupt erst den Toneindruck und die harmonischen Kompositionsverhältnisse (etwa den Oktovabstand als Empfindung einer Konsonanz) herstellt

- schlägt die mikrotemporale Ordnung von akustischer Wahrnehmung (als Zeitwahrnehmung) in eine makrotemporal symbolische Form um. Da das akustische Kurzzeitgedächtnis nicht mehr als ca. 6 Sekunden umfaßt, Wahrnehmung für größere Intervalle formal begriffen - ein musikalischer Satz, gar Werk

- Thomas Mann in *Dr. Faustus* über das Ende des III. Akts von Richard Wagners *Götterdämmerung* vom Übergang des Tons, der objektiv schon nicht mehr angeschlagen wird - zur Stille, aber einer Stille, in der "die Seele" noch den verklingenden / verklungenen Ton nachhört. Akustisch entspricht dies einem fast infiniten Nachhall, der allein schwingungsfähigen Systemen eigen ist - und im neurophysiologischen System der Tonempfindung

- in der Frage nach der Zeit differenzieren zwischen Akustik und Klang einerseits und Musik andererseits. Akustik *ist* zeitbasiert.

- "Als temporales Geschehen ist M. ein Medium, das, im einmaligen Erklingen sich erschöpfend, weder ausgestellt oder gespeichert, noch auf andere Weise bewahrt werden kann; es sei denn in der Erinnerung des Zuhörers"[377] - oder auf Magnetband; auch Nicole Oresme: "Wenn ein Lebenwesen existieren würde, das nicht die Fähigkeit des Kurzzeitgedächtnisses (retentiva) besäße und nicht fühlen könnte außer in der Gegenwart, dann wäre es nicht in der Lage den sonus wahrzunehmen. Denn da der sonus wie die Bewegung eine res successiva ist, muss er auf irgendeine Weise aus der Vergangenheit rekonstruiert oder zusammengesetzt werden" = Nicole Oresme, Quaestiones de anima, zitiert nach: Taschow 2003, Bd. II: 673; kommentiert Taschow, daß es sich bei der Periodizität von Schwingungsvorgängen, generell: der Zeitlichkeit des Schalls "um eine prozesshafte Erscheinung" handelt <Taschow 2003: Bd. II, 674>

- Erkundung der Materialbedingungen des Radios beginnt mit der Analyse des *akustischen Weltbildes*: Das "Weltbild des Ohres" (Rudolf Arnheim) vermittelt vor allem die Klangäußerungen von Tätigkeiten, von Dingen in Bewegung; Klangwahrnehmung immer nur innerhalb eines Zeitablaufs möglich; die Schwingungen, die das Ohr wahrnimmt, unterscheiden sich in Bezug auf gleichbleibende oder wechselnde Tonhöhe sowie Vokalcharakter; eingeschränkt können auch Raumabstände und Raumbeschaffenheit daraus errechnet werden; privilegierter Bezug der Töne zur Zeit

Musik, ein zeitbasiertes Medium

- David Trippett, Composing Time: Zeno’s Arrow, Hindemith’s Erinnerung, and Satie’s Instantanéisme, in: Journal of Musicology 24 (2007), 522-580

---

377 Christian Bielefeldt, Eintrag "Musik", in: Pethes / Ruchartz (Hg) 2001: 389-391 (389)

- "Musik stellt Ordnungsverhältnisse in der Zeit dar"[378]; aus radikal chronopoietischer Perspektive aber stellen Klangverhältnisse "Zeit" überhaupt erst her

- artikuliete Musik, wie die Rede, eine rein zeitlich Nachricht, "die beide Modulationen der Zeit sind. Sie stehen den `Zeit-Künsten´ nahe, während die anderen, Tanz, Film und Zeichenfilm, sich mit den `Raumkünsten´ berühren. <...> Nun stellen wir fest, daß räumliche Nachrichten, wie Zeichnung und Malerei, einer zeitlichen Abwicklung durch *Abstasten* fähig sind, die sie in Sequenzen von intensiven und in einer gegebenen Ordnung gesendeten Elementen zerlegt."[379] "Auf diese Weise läßt sich ein Gestalzusammenhang Zeile für Zeile ziffernmäßig ausdrücken" = ebd., 21

- kann Zeit als Kanal beschrieben werden im Sinne von Shannons Informationstheorie; aufgespeicherte Musik hingegen nicht im Klangzustand

Zeitfenster der Akustik (und deren Meßmedien)

- ist ein akustisches *still* tatsächlich „still"; demgegenüber steht - Bill Violas Aufsatz *Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung* folgend - das elektronische Bild der Zeitbasiertheit von Klang wesentlich nahe; technische "Synästhesie" von Ton und elektronischem Bild als Signal im Vollzug

- stellt Karl Stumpf 1900 das reale Klanggeschehen in den Vordergrund; physiologisches, nicht primär musikethnologisches Interesse führt zur Gründung des Phonogrammarchivs Berlin (Wien: Exner)

Sonagraphie

- Sonagraphie als spezifische Form der Zeit-Frequenz-Analyse von fortlaufendem Klang; Registrierung des Sprechvorgangs mittels Schmal- oder Breitbandanalyse zwischen 85–8000 Hz, eine Form der Spektralanalyse; digitale Sonagraphie als DSP

Neuronen und Elektronik im zeitkritischen Schwingungsverbund

- Umkehrung der Akzentuierung zwischen Klang & Medien; sonische Zeit als Modellfall von Medienprozessen, Medienprozesse als Spielfeld sonischer Zeit; treffen sich Musikwissenschaft und Medienwissenschaft auf der Zeitachse

---

378 Karlheinz Stockhausen, ... wie die Zeit vergeht ..., in: Die Reihe. Information über serielle Musik, Heft 3, Universal Edition, Wien / Zürich / London (1957), 13-42; Wiederabdruck in: Dieter Schnebel (Hg.), Karlheinz Stockhausen. Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik, Bd. 1, Köln (DuMont) 1963, 99

379 Abraham A. Moles, Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung, Köln (DuMont) 1971 [frz. Orig. 1958], 20

- Echtzeitsignalverarbeitung in Kultur (epische Gesänge) und Medien: Informatik und Neurobiologie; erweiterter Zeitbegriff für Musik und Medien: von Fourier bis zu den Wavelets

- Seitdem der Computer mit Real-Time Digital Signal Procecssing die Geschwindigkeit von Signalverarbeitung im neuronalen System des Menschen zu emulieren vermag, kann McLuhans These von elektrischen Medien als Ausweitung des humanen Zentralnervensystems ("communiction technologies are extensions of the central nervous system of man") - präzisiert werden: Digitale Signalverarbeitung ist die Prothese des menschlichen Zeitsinns, auf der Spur des "inneren Zeitbewußtseins" (Edmund Husserl). Bereits 1995 war es für Götz Großklaus in seiner Abhandlung über Medien-Zeit "kein Wunder, in den Medien unsere eigene Innerzeitlichkeit: als Prozesse gleichzeitiger Verzweigung wiederzufinden, in denen die Grenzen zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft aufgehoben sind" = Götz Großklaus, Medien-Zeit, Medien-Raum. Zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 42; im zeitkritischen Zusammenhang nicht die emphatische, historische Zeit von Vergangenheit und Zukunft gemeint, sondern kleinste Momente der Vergangenheit - das "Nu" Walter Benjamins, die "Jetztvergangenheit" -, sowie unmittelbarer Vorgriff auf Zukunft als das nächste (englisch "immediate")

- einer inhärenten Medienlogik von Zeitprozessen folgen: erweisen sich sonische Prozesse als im- oder explizite Klangereignisse, die einerseits zwischen schierer Akustik und der Semantik von Musik, andererseits in elektronischen Medien angesiedelt sind, als privilegiertes Feld zur Analyse solcher Prozesse, weil dieser neuronale Wahrnehmungskanal mit medien- und nachrichtentechnisch definierten Kanälen die Eigenschaft teilt, daß sich die Signalereignisse hier wesentlich in der Zeit ereignen

- läuft musikalische Verschränkung von Mathematik und Physik (als Tradition des Abendlands) nicht geschichtsteleologisch auf eine technische Operativität der Gegenwart hinaus, sondern verhält sich gleichursprünglich zu ihr; beider "Medium" (in Shannons Sinn der Definition des Übertragungskanals) ist die Zeit

- Neurophysiologe John C. Eccles greift in seiner Beschreibung differentieller, verschränkter, induktiver raumzeitlicher Muster im synchronisierenden Prozeß der Wahrnehmung im Gehirn nicht von ungefähr auf den Vergleich mit der Aktivierung mehrerer *Töne* zu einem Akkord zurück; Differenz ist hier ihrerseits eine der zeitlichen Skalierung: "Bei einem Akkord ist die höchstmögliche Anzahl von Tönen zehn, bei den Moduln können es Tausende sein" = John C. Eccles, Die Psyche des Menschen. Das Gehirn-Geist-Problem in neurologischer Sicht, München 1990, 64

- eine mächtige Mathematik entwickelt, welche Zeitprozesse in Symbolen abzukürzen und damit nicht so umständlich wie verbale Sprache zu beschreiben vermag; symbolischer Begriff für ein Zeitintervall die Notation Δt; vermag solche mathematische Zeitnotation zwar die Mechanismus des Zeit-Integrals zu veranschaulichen, aber nicht selbst zu vollziehen; ist "eine

graphische Darstellung der Ablaufsphänopmene (im Sinne der *Zeitvorlesungen*) nicht möglich" = Schnell 2002: 100; zur Chronologie von Husserls Zeitdiagrammen ebd., 118, Fußnote 21; muß zu einem Medium der Zeit selbst gewechselt werden

- wird ein Zeitdiagramm erst als in Medien implemenentiertes selbst zur operativen Zeit - einmal als Kino, wo die diskrete Vermessung von Bewegungen, etwa Galopp eines Pferdes in einer hintereinandergeschalteten Serie von Einzelphotographien (von Eadweard Muybridge chronophotographisch vollzogen), von Zeitanalyse zur Zeitsynthese umschlägt, wenn die Bildfolgen einem sequentiell operierendem Medium, dem Kinoprojektor, implementiert wird

- mathematische Analyse von Zeit, wenn sie in einem synthestischen Medium operativ wird - als *computing*; Unterschied liegt darin, daß einmal analog (mit stetigen Werteabgleich), einmal digital (mit Zahlen) operiert wird

- ermöglichte erst Infinitesimalrechnung, Zeitoprozesse mathematisch zu fassen; Integration erlaubt es, Geschwindigkeit durch Zuordnung von Streckenabschnitten zu Zeiteinheiten zubestimmen. Einmal als Differentialrechnung ausformuliert, läßt sich Zeit im Umkehrung medienaktiv integrieren, mithin: Zeit synthetisieren. Wird ein Zeitprozess einmal in diskreter Mathematik gefaßt, ist er beherrschbar, auch wenn er die Natur von Zeit (nach Bergson) notwendig verfehlt: "Was sich dreht, integriert sich scheibchenweise"[380] - das Geheimnis der Analysis. Mit entsprechenden Algorithmen kann dies so beliebig genau durchführen, daß die Differenz von diskret und kontinuierlich selbst vernachlässigbar wird

Die Gegenwartsdauer des Tons (mit Husserl)

- Wahrnehmung von Tönen, fungiert als eine Art Analogcomputer; Tonfolge behält einerseits das Gedächtnis der zeitlich sukzessiven Einzeltöne, bildet zum Anderen aber auch eine quasi-räumliche Verdichtung zum figurativen Zusamenhang Melodie. Was Lessing 1766 analytisch trennt, nämlich zeit- und raumbasierte Künste, wird hier relativisch verschränkt, verraumzeitlicht - eine *différance* (im Sinne Derridas); vermag der musikalische Eindruck zu verschränken, was Lessings *Laokoon*-Theorem strikt trennt, weil er neben Malerei und Poesie nicht ein Drittes, nämlich die Musik thematisiert; tonverkörperte Musik im Sinne Kants "transitorisch", d. h. nur im Kommen und Gehen wahrnehmbar[381], von daher wesensgleich mit der Dynamik der elektromagnetischen Induktion; reagiert Kant in seiner *Kritik der Urteilskraft* auf die zeitgleichen Forschungen von Leonhard Euler; Ausdruck "im Kommen und Gehen" deutet an, daß es hier um den Ersatz der antike-pythagoreischen Vorstellung einer Proportionalität von Saitenlängen und Tonhöhen durch den

---

380 Heinz Partoll / Irmgard Wagner, Mathe macchiato Analysis, München (Pearson) 2005, 151

381 Siehe Wolfgang Boeticher, Einführung in die musikalische romantik, Wilhelmshaven 1983, 21

Begriff (hoch)frequenter Schwingungen geht, um periodische Vorgänge, um Sinus und Kosinus; zuspitzen zu einer Art *Zeitkritik der Urteilskraft* als musikalischer Empfindung; Töne (wie Farben) dann nicht einfach gegeben, sondern erweisen sich als wesentlich zeitliche Existenz; damit sind sie nicht schlicht Daten, sondern Gegebenes, das ständig neu erzeugt werden muß, um überhaupt zu bestehen - ein dynamischer Begriff statt ontologischer Statik; Eulers Verdienst, dies nicht in der Verbalsprache der Ästhetik, sondern mit matheamtischen Werkzeugen begriffen zu haben: partielle Differentialgleichungen

- wird die Differenz zwischen medienarchäologischer Analyse akustischer Prozesse und ihrem musikalisch (-wissenschaftlichen) Begriff offenbar: Hegels Berliner *Vorlesungen über die Philosophie der Kunst* "begreifen musikalische Töne nicht von der unzählbaren Mikrozeit ihrer Schwingungen her, sondern von der hörbaren Makrozeit ihres Einschwingens und Ausklingens" = Friedrich Kittler, Goethes Gabe, in: ders. / Cornelia Vismann, Vom Griechenland, Berlin (Merve) 2001, 113-138 (133) - was Dennis Gabor dann in seiner Variante zur Fourier-Analyse wiederum mathematisch durchführt

- Sukzession von Empfindungen und Empfindungen der Sukzession nicht dasselbe: "Würden im Falle einer Sukzession von Tönen die früheren, sowie sie waren, sich forterhalten, während zugleich neue und neue erklingen, dann hätten wir gleichzeitig eine Summe von Tönen, aber keine Sukzession von Tönen in unserer Vorstellung" = Husserl 1928/1980: 376 - also eine Superposition ("Klang") im Sinne Fouriers

- verschränken sich aktuale Gegenwart und das neurologische "Nu" (die Jetztvergangenheit) im Begriff der Melodie: "Wir glauben eine Melodie zu hören, also auch eben Vergangenes noch zu hören" <Husserl 1928/1980: 377> - die Gegenwartsdauer. Das Äquivalent zum "Nu" ist für Husserl "das reale Jetzt"; dagegen ist ein *gewesener* Einzelton c "kein Ton c" <378>

- Glas Wasser oder Wein, das dasteht, erscheint dauernd (im Unterschied zu seinem Getränk, das diffundiert) = Edmund Husserl, Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, hg. v. Martin Heidegger [*1928], 2. Aufl. Tübingen (Niemeyer) 1980; hier zitiert nach der Ausgabe xxx, 320 f.; Dauerhaftigkeit unterscheidet sich vom Ton einer Geige insofern, als letzterer tatsächlich in der Gegenwart je aktuell neu erzeugt werden muß - Schwingungen; teilt der Geigenton gleichursprünglich (also medienarchéologisch) dies mit einem elektronischen Prozess (ebenso aus Schwingungen erzeugt); Dauer hier eine operative, die immer wieder neu erzeugt werden muß (periodisch), im Unterschied zu einer mathematischen Formel, die an sich Gültigkeit (zeitinvariant) beansprucht

- greift Husserls Diskussion der Gegenwartsdauer, also des Zeitfensters von aktualer Wahrnehmung nicht von Ungefähr auf die sonische Wahrnehmung zurück: "Vielleicht ist es besser, das an einer Melodie zu exemplifizieren", schreibt er, "wo ja die Verhältnisse wesentlich analog liegen" <324> - weil sie im Wesentlichen im gleichen Medium, der Zeit, sich ereignen: "Der eben

vergangene Ton, sofern er in die Präsenzzeit (in das aktuell anschauliche Stück der Melodiein dem ausgweählten Jetzpunkt) fällt, ist *noch bewußt*, aber nicht in dem Sinne, als ob er wirklich reell "empfunden", in der Weise eines Jetzt-Tones da wäre. Ein Jetzt-Ton, der dinglich als Jetzt dasteht, ist notwendig repräsentiert durch einen Jetzt-Ton-Inhalt, der ebenfalls als Jetzt charakterisiert ist. Der noch lebendige, "noch" im Blick des Zeitanschauens stehende Ton ist nicht mehr, und was zu seiner Erscheinung gehört, ist nicht "Ton-Empfindung" <Helmholtz! > (ein aktuelles Jetzt), sondern "Nachklang" der Empfindung, eine Modifikation, ide kein primärer Inhalt im aktuellen Sinn mehr ist (kein immantentes Ton-Jetzt), sondern etwas Modifiziertes: ein Bewußtsein vergangener Empfindung. Darin ist aber kein wirklicher Ton zu finden, sondern Ton-Gewesenes" = Husserl 1928 / 1980: 324

- findet Husserl für diesen temporalen Mechanismus, für diese Dynamik, den Begriff der Retention: eine Transformation von Erinnerung in ein Gedächtnis von Erinnerung, "und das stetig, d. h. es ist ein *stetiges Kontinuum der `Erinnerung´ Retention) derart, daß jeder spätere Punkt Erinnerung, Retention ist für jeden früheren*" = Ausgabe xxx: 326. Um hier nicht in die Aprorien sprachlicher Diskurse zu verfallen, schaltet Husserl um auf die Sprache der Mathematik: "Wie kann *dasselbe* Phönomen *Erinnerung an* t0 und *Erinnerung an die Erinnerung von* t0 sein?" = 329. Solche Zeitpunkte trägt Husserls dann ausdrücklich als "Einsatzpunkt des Tons" und als "Tonpunkt"e in ein Zeitdiagramm ein; Diagramme ebd.: 330 f. "Und so hat die ganze Ordinate t1 - t0/1 eine Verscheibung, d. i. eine Modifikation erfahren <nach> t1/2 - t0/2" = 330; vermag ein aktualer Ton in der Wahrnehmung gleichzeitig zu sein mit der Erinnerung seiner unmittelbaren Vergangenheit

- anders das photographische "Dagewesensein" (Roland Barthes in *Die helle Kammer*), sowie das filmische (optische) Nachbild, analysiert in Goethes *Farbenlehre* als positiv/negativ-Umkehrung des Farbeindrucks, oder Nachleuchten eines Kathodenstrahlpunkts auf der Phosphorschicht einer Kathodenstrahl-Bildröhre, wo der Lichteindruck tatsächlich erst allmählich verklingt, also energetisch real nachwirkt

Zeitfelder (mit Stockhausen)

- Husserls Begriff vom "Zeitfeld" = Ausgabe xxx: 321; Begriff epistemologisch auf Michael Faraday zurückführen , 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. In diesem Feld wird Zeit als differentialer Prozess überhaupt erst erzeugt.

- 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 gedachten

Kräfte nannte, 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

- ersetzt Stockhausen einen statischen, transzendenten Musikbegriff durch einen seinerseits *zeitigenden*, differentiellen, dynamischen Begriff von Klangprozessen und trifft damit ins Herz der epistemologischen Allianz von Medienarchäologie und akustischer Ereignisanalyse: "Daß alle diese Einzelheiten in neuer Weise das eigentliche We<i>sen von Musik angehen - eine Ordnung der Töne in der Zeit darzustellen, ist klar"; das theatralische Drama

- "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 interaktionsfähigen 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)

- fungieren mikrozeitlichen Adverbien der Sprache ("noch", "schon") wie temporale Vektoren; ihr Äquivalent mathematisch berechenbar und damit im Computer re/produzierbar als relativisches Zeitereignis; phänomenologisches Äquivalent zu Husserls Re- / Protention

Sonische Zeit als Modellfall von Medienprozessen

- Musik als Modellfall technischer Operationen in der Zeit; Musik als erklingende zeitgebunden ist; hier gewonnene Erkenntnisse auf andere algorithmisch formulierbare Medien(kunst)formen übertragbar; Alberto de Campo / Julian Rohrhuber, "else if - Live Coding, Strategien später Entscheidung", in: xxx; Programmierumgebung SuperCollider, für Echtzeit(netz)musik; *live coding* kein Ablauf nach festgesetztem Plankalkül (calvinistisches Modell), sondern nonlinear eintreffende Signale induzieren Modifikation des Programms selbst

- Hegels *Vorlesungen über die Philosophie der Kunst*: "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 Subekts 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; untersucht *Medien*arché/ologie diese Grundlage (*arché*) auf die Optionen hin,

wie Medienprozesse genau diese Zeitqualität des Tones selbst gleichursprünglich zu reproduzieren vermögen, in Oszillationen, bis hin zum Schwingkreis im / als Radio; was deutscher Idealismus (Hegel) und deutsche Klassik (Goethe, Schiller) noch gegeneinander ausspielen: Nüchernheit der "elenden Gewebe von Zahlenproportionen", "Gestellen von Darmsaiten und Messingdraht" einerseits, und musikalische Empfindung andererseits = Schiller, zitiert nach: Boeticher 1983: 24, längst in der Variationsrechnung (Euler, d´Alembert) aufgehoben

Echtmusikzeit mit SuperCollider

- Synthesizer Presets; Patching; demgegenüber "programming improvisation" im *live coding*: "follow unexpected paths and interplay with its ensemble or with other circumstances. My favourite type of programming activity is to comment conversation or film by writing code, just as a bar pianist would do it <...> as the program unfolds its own way between cultural and mathematic code [...] became possible in this way in the early versions of SuperCollider 2 (SC2) when, nearly unnoticed by anyone at first, the interpreter kept running while synthesis was on" = Nick Collins, Alex McLean, Julian Rohrhuber, Adrian Ward, Live Coding in Laptop Performance, in: Organised Sound, Bd. 8 , Heft 3 (Dezember 2003), 321 - 330; http://akustik.hfbk.net/publications/LiveCodingInLaptopPerformance.pdf

- Julian Rohrhuber, Network music, in: N. Collins / J. d'Escrivan (Hg.), The Cambridge Companion to Electronic Music (Cambridge Companions to Music). Cambridge University Press, 2008

- J. Rohrhuber, A. de Campo, and R. Wieser, Algorithms today - notes on language design for just in time programming, in: Proceedings of International Computer Music Conference, 455-458, Barcelona 2005

- gibt es Live Coding-Performances, aber nur lückenhaft dessen "live memory"

- in Zeitschrift für Neue Musik *Positionen* Aufsatz über sogenannte Echtzeit-Kompositionen von Essl; unterscheidet sich dieses ältere Konzept vom Live Coding aber dadurch, daß nicht aktual in die Programmcodes eingegriffen werden kann, sondern nur in die variablen Parameterwerte; verschiedenen Begriffsweisen von "live" und "Echtzeit"; Karl-Heinz Essl's Echtzeit-Kompositionen auf zentrale Parameter bezogen, kybernetisches Konzept der generativen Ästhetik; interaktive Programmierung hingegen "glättet" Argument und Funktion, verhandelt dieses Verhältnis immer neu (Kommunikation Julian Rohrhuber, November 2007); Beitrag Rohrhuber in Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien

- Programmierumgebung SuperCollider verbindet eine Bibliothek von Unit Generators mit Strukturen zur algorithmischen Komposition zu einem

erweiterbaren System, das zur Laufzeit verändert werden kann" (Rohrhuber / de Campo)

Sonische Zeitschichten (Akustik - Klang - Musik)

- "Musik stellt Ordnungverhältnisse in der Zeit dar", definiert Karlheinz Stockhausen gleich eingangs in seinem klassischen Aufsatz "... wie die Zeit vergeht" (September/Oktober 1956) = in: die Reihe Nr. 3 (Wien 1957), 13-42; hier zitiert nach dem Reprint in: xxx, 99-xxx (999); teilt die Musik ihren makroökonomischen Zeitcharakter mit dem Drama und unterstellt dabei einen transzendeten Zeitbegriff - ein Kollektivsingular sein; demgegenüber Analyse von Frequenzanteilen

- auf der mittleren Ebene das, was Stockhausen die Zeitabstände, also Intervalle zwischen Veränderung nennt; "die Zeitabstände seien *Phasen* genannt" <ebd.> - Δt; steht dieses Zeitmoment auf mikrotemporaler, also zeitkritischer Ebene 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, doch diesmal im Zeitbereich

- wichtig für Musiker, "daß `Klangfarbe´ das Ergebnis von Zeitstruktur ist und daß er - wie es heute elektronisch geschieht - in diese Zusammenhänge kompositorisch eingreifen kann" = Stockhausen: 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

- gereichensonische Prozesse zum Modellfall von Medienanalysen, insofern sie dem zeitlichen Kanal von Medienvollzügen wesensgleich sind. Im Unterschied zu den Interessen der Systematischen Musikwissenschaft laufen medienwissenwollenden Untersuchungen sonischer Prozesse nicht auf den Musikbegriff hinaus, sondern dienen als Modellfall zur Analyse auch ganz andersartiger Vorgänge, im Sinne etwa von Bill Violas Begriff vom elektronischen Videobild als "Klang der Einzeilen-Abstastung"; hier die Nähe zum Klang bemüht, in Bezug auf den Zeitvollzug; Nam June Paik

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

- primäres Ziel solcher medienarchäologischen Klanganalysen also 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

[Mikro- *versus* Makrozeit]

- Frage nach dem Verhältnis von Zeit(lichkeit) und Musik betrifft auch den *modus operandi* in der Behandlung von Makrozeit; kultureller Begriff von Makrozeit ist nach wie vor vom ephatischen Modell der Geschichte dominiert. Im Unterschied zu Musikwissenschaft etwa, oder auch zur Kultur- und Wissensgeschichte, setzt Medienwissenschaft (in medienarchäologischer Zuspitzung) gerade nicht mit dem frühesten Moment an (das wäre ein mißverstandener Begriff von Archäologie als Suche nach den historischen Anfängen, das Mißverständnis des unglücklichen Begriffs einer "historischen Medienarchäologie"), sondern mit den Momenten, wo die Möglichkeitsbedingung von Gegenwart im operativen Sinn gestzt werden; nicht Pythagoras´ Entdeckung des Verhältnisses von Musik & Mathematik anhand des Monochord, sondern Marin Mersenne, der den dynamischen Kehrwert der Proportionen, nämlich die Frequenzen, anhand desgleichen medienepistemischen Objekts der schwingenden Saite entdeckt, sensibilisert durch den christlich-augustinischen Zeitsinn (der hinzukommen muß, damit der aristotelische Zeitbegriff ein dynamischwer, damit erst medientechnischer wird); medienwissenschaftliche Perspektive eine dezidierte Phasenverschiebung des Akzents hin auf die Momente und Epochen, in denen Medienoperativität im strikten Sinne ansetzt; Anachronismen im Sinne von Nietzsches "Unzeitgemäßen Betrachtungen", medientechnisch geerdet. "which is a vector that should be incorporated into theories of media archaeology as well" = Jussi Parikka, Digital Contagions. A Media Archaeology of Computer Worms and Viruses, Tampere (Juvenes) 2007, 25

[Grenzen der vermessen(d)en Zeitdefinition]

- Henri Bergson, in *Zeit und Freiheit*: Kritik an "vulgärem" (Heidegger) physiko-mathematischen (mithin "medienarchäologischen") Zeitbegriff = Uhrtakt, Zahl (Aristoteles); demgegenüber subjektive Empfindung von Dauer (Wahrnehmungsphysiologie, Helmholtz)

- Zeit als Zahl (Aristotels) Funktion ihrer Messung; Messung - anders formuliert - generiert Zeit als Begriff: "Beim Messen werden physikalische Grössen quantifiziert, d.h. Zahlenwerte zugewiesen. Messung ergibt damit automatisch einen direkten Zugang von der Physik und anderen Disziplinen der Naturwissenschaften zur Informatik. <...> Spätestens seit Heisenberg weiss man, dass der Messvorgang einen schwerwiegenden Eingriff in das beobachtete physikalische System bedeutet." <221>

Das medienarchäologische Ohr

- "Tickt die musikalische Zeit anders als die medientechnische?" = Thema Podiumsdiskussion 12. Juni 2007, Sound Studies - Akustische Kommunikation, Universität der Künste Berlin; vernimmt das medienarchäologische Ohr - 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

- unterscheidet das medienwissenschaftliche vom musikwissenschaftlichen Vernehmen der Unterschied zwischen Akustik und Musik. Leonhard Euler definiert die Frequenzen ("Schläge") eines akustischen Ereignisses, den Schall, anhand der schwingenden Saite, die Luftschwingungen auslöst, die unser Ohr erreichen: "Folgen diese Schläge gleichförmig auf einandner, oder in ganz gleichen Zwischenräumen, so ist dieser Schall rein regelmäßiger Ton, wie ihn die Musik fordert. Folgen aber diese Schläge ungleichmäßog pder in ungleihcen Zwischenräumen auf einander, so entsteht daraus ein unordentliches Geräusch, das zur Musik ganz ungeeignet ist" = Leonhard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschieden 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; illustriert Euler dies typographisch diskret (statt kymographisch) durch eine Serie gleichweit voneinander entfernter Punkte: "Die Wahrenhmung eines einzelnen msuiklaischen Tnesn aknn an nalso wetw amit einer Reihe gleichweit von einander entfernter Punkte vergleichne, wie .....";, demgegenüber: "Waren die Erfernungen der Puinkte nicht gleich und die Punkte unordentlich aneinander gereiht: so gäbe das die Vorstellung eines verwirrten und übellautenden Geräusches" = ebd., 9: 4. Brief v. 29. April 1760

- 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", heißt es in der *Scolica enchiriadis*, ca. 875.[382] An dieser Stelle noch einmal der Verweis auf Thomas von Aquins Begriff der *scientia media*: "*Musica* als *scientia media* fordert dazu heraus, im Falle des genuin physikalischen Begriffs "Ton" (eigentlich "Schall": lat sonus) den physikalischen Aspekt der kontinuierlichen Größe (<...> und nicht den Aspekt der diskreten Quantität) mathematisch zu untersuchen <...>. Indem solche Daten als diskrete Quanten in ihren proportionalen Verhältnissen beschreibbar und bezeichenbar werden, enthält die Rede von proportional rhythmisierten Werten eine bis zur Neuzeit haltbare Basis" = Max Haas, Musikalisches Denken im Mittelalter. Eine Einführung, Bern 2005, 85; bleibt im Denken von Proportionen statt dynamischer Frequenzen verhaftet; auf die schwingende Saite antwortet erst die Mathematik des Inifintesimalen

- pythagoreische Proportionsästhetik (*via* Boethius) verhinderte gerade die Einsicht / das Einhören in Schwingungen, bis in die frühe Neuzeit. Was

---

382 Hans Schmid (Hg.), Musica et Scolica enchiriadis una cum aliquibus tractatulis adiunctis, München 1981, 60

sensibilierte diese frühe Neuzeit demgegenüber für Oszillationen, für die Allianz aus Takt und Kontinuierlichem? Eine 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

- folgt dennoch keine triviale Arbeitsteilung zwischen Medienarchäologie (zur Analyse akustischer Vorgänge auf elektro/physikalsicher Ebene) einerseits und Musikwissenschaft für Semantik andererseits; einmal als Syntax zweiter Ordnung begriffen, verschränken sich beide Bereiche. Es herrschen zwei Zeitregime: periodische und unstetige Vorgänge auf medienarchäologischer Ebene; musikalische Zeit aber ist eine dramaturgische

Musik und Mathematik verzeitlicht: der Computer

- alteuropäische Verkettung von Musik & Mathematik verantwortlich für die Maschinenhaftigkeit derselben; vermögen von daher außereuropäische Pianisten Klaviermusik der deutschen Romantik (etwa Lang Langs Beethoven-Interpretationen) so täuschend mitnehmend spielen, als kämen sie nicht aus einer anderen Kultur - turingtestartige Emulation

- Mathematik digitaler Signalverarbeitung läßt eine andere Musik der Zeit erklingen, als sie der kompositorischen Zusammenstellung von Notenzeichen (und der proportionalen Ästhetik platonischer "Sphärenmusik") eigen ist; reicht über die für die Neuzeit eigentümliche Identität von trigonometrischer Schwingungslehre, Stimmungspraxis und Instrumentenbau hinaus (Argument Martin Carlé)

- entscheidend der Sprung von der Rechenmaschine zum elektronischen, zeitkritischen Computer: "Man darf sich von der Rechenfähigkeit und Rechenkraft des Computers nicht täuschen lassen: nicht die Numerik wird am stärksten revolutioniert, sie wurde bloß schnell, umfangreich und flexibel ausführbar - das ist Leistungsverstärkung, aber wenig Wesensveränderung" = Heinz Zemanek, Schöpfer des ersten volltransistorisierten Computers *Mailüfterls* in Wien, 1958, zitiert hier nach Kurt P. Judmann; geschieht mit dem Zeitkritischwerden eine ontologische Veränderung, eine "Wesensveränderung" im Da-Sein-zur-Zeit, weil Menschen auf der Ebene ihrer sensorischen Signalverarbeitung selbst simulierbar werden

- Turing zunächst noch Mathematiker, nicht Medientheoretiker: "Aus der Sicht des Mathematikers ist die Eigenschaft der Digitalität von größerem Interesse als das Elektronischsein. Daß sie elektronisch ist, ist zweifellos wichtig, weil die Maschinen dem ihre große Schnelligkeit verdanken, und ohne ihre Schnelligkeit wäre es zweifelhaft, ob ihre Konstruktion finanzielle Untersützung erfahren würde" = Alan M. Turing, The State of the Art, in: Alan Turing, Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 183-208 (185); erst im Elektronischen (mit Norbert Wiener die

entscheidende Zeitbeschleunigung, um etwa *linear prediction* in der Flugabwehr sinnvollerweise in einem Zeitfenster namens Echtzeit berechnen zu können) erhält die Rechenmaschine eine Geschwindigkeit, die sie ultra-/infrasonischen Zeitprozessen naherückt - mit Frequenzen, Takten, Speicherzugriffszeiten im Megahertzbereich

- "Im Sinne des klassischen, mathematischen Ideals ist die Musik *kein* periodisches Phänomen; sie ist ein Phänomen mit hohem Periodizitätsgrad. Was die verborgene Periodizität der Klangmaterie betrifft, so spielt sie keine phänomenologische Rolle, weil sie vom Hörer <...> als ununterbrochener Klangstoff wahrgenommen wird. Diese Art der Periodizität interessiert nur den Physiker, der allein in der Lage ist, sie durch künstliche Verfahren sichtbar zu machen" = Moles 1971: 107 - und den zeitkritischen Medienarchäologen. Mit der Oszilloskopie als solchem "künstlichen", d. h. elektronischen Verfahren (als Medientechnik) ist er auf den Plan gerufen, nicht praktisch, sondern epistemologisch

- "Als `Ton-Rundfunk´ bezeichnen wir die Technik, akustische Signale, zum Beispiel menschliche Sprache oder Musik, zu einer großen Anzahl von Empfängern zu übertragen" <Steinbuch 1968: 111>; Musik im elektronischen Feld nur der Sonderfall der Modulation ungedämpfter elektromagnetischer Schwingungen, ein kleiner ("kultureller") Ausschnitt in deren Spektrum, im Wellengeschehen (das sich zum "Licht" ausweitet). Damit aber hat Musik den Schallraum verlassen und findet ihre Möglichkeitsbedingung (arché*)* auf einer tieferen Ebene transklassischer Physik. Hat sich die Entdeckung der Lichtgeschwindigkeit (also der Endlichkeit des Lichts) zunächst anhand von Analogien zur Laufzeit von Schall abgespielt (Huyghens), wurde diese Analogie spätenstens bei Euler hinderlich: muß einen hypothetischen minimalpartikulären Äther behaupten, um in Analogie zu Luftstößen (also Schall) Übertragung von Licht zu erklären; demgegenüber das Modell der elektromagnetischen Felder.

- zeitkritische Medienpraxis in der Programmierung des Einfädelns von Daten*streams* - wo also zu jedem Zeitpunkt ein neuer Wert geliefert wird. „Indeed, we can so define the direction of time“ als „probability distribution for events of that time.“ [383] An die Stelle sequentieller Ordinarität tritt damit die Zeit selbst als dynamisches Ordnungskriterium. Gilt die Opposition analog-kontinuierlich-synchron *versus* digital-diskret-sequentiell? Alan Turing, formulierte es eindeutig: „Treat time as discrete.“[384]

- Zusammenspiel von Zeit und Takt bilden die "Musik" des Computers: Um einen Rezirkulationzyklus in Gang zu setzen, wie es Laufzeitverzögerungsspeicher praktizieren, "ist es wesentlich, daß das Speichersystem mit einem Taktsignal versehen ist, so daß es möglich wird, die

---

383 Norbert Wiener, Time, Communication, and the Nervous System, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, 1948/50, 197-219 (200)

384 Siehe Alan Turing, Computing machinery and intelligence, in: Mind 59 (1950), 433-460

Zeiten zu unterscheiden, wann ein Impuls - sofern irgendeiner vorhanden ist - erfolgen soll. Es wäre beispielsweise natürlich, den Rezirkulator <...> mit einer Sinuskurve als Takt auszustatten" = Turing 1987: 191 - das zyklische *refresh* des Speichers

Echtzeit-Poesie der Guslari (Zeitreihen)

- was Turing für die Rhythmik von zeitdiskreten Computern beschreibt, kulturtechnisch vertraut aus der mündlichen Epik, wo sensomotorische Servomechanismen neurologische Feedbackschleifen spiegeln

- effektivste Methode zur Rezitation umfassender mündicher Epen in schriftlosen Kulturen war es (Fall Homer), nicht die komplette Ton- und Silbenfolge sequentiell im Gedächtnis zu speichern und abzurufen, sondern Routinen (fast schon Algorithmen: Rhythmus, in Kombination mit Formeln) zur echtzeitigen Re-Produktion der gespeicherten Motive zu entwickeln

- Parry-Theorem einer poetischen Formel definiert "a group of words which is regularly employed under the same metrical conditions to express a given essential idea"[385]

- Fähigkeit des motorischen Gedächtnisses, komplizierte Funktionen in Form von quasi-Algorithmen unbewußt zu realisieren; *pattern-matching* elementar für Lernsysteme; operative Unterscheidung zwischen varianten und invarianten Eigenschaften

- Metrum die mathematische Zeitbasis musikalischer Prozesse, als Taktung; demgegenüber bildet Rhythmus Muster, eine buchstäbliche Überlagerung von Frequenzen: "Erst durch den Rhythmus, der es überlagert, wird das Metrum lebendig" = Gero von Wilpert, Sachwörterbuch der Literatur, Stuttgart 2001, 690

Die Melodie: Zeit ohne Medium (mit Bergson und Husserl)

- was Norbert Wiener als Anwendung der harmonischen Analyse zur Flag-Vorausberechnung feindicher Kampfflugzeuge mathematisch formuliert hat, ist die Prozessualität, sonische Zeitlichkeit; bleibt Verunsicherung über den a/temporalen Status dieses Mechanismus: "Also *Empfindung*, wenn damit das *Bewußtsein* ver/standen wird (nicht das immanente dauernde Rot, Ton etc., also das Empfundene), ebenso *Retention, Wiedererinnerung, Wahrnehmung* etc. *ist unzeitlich*, nämlich *nichts in der immanenten Zeit*. (Inwiefern es objektivierbar ist in der Natur, in der `objektiven Zeit´, ist eine eigene Frage.) Das sind höchst wichtige Sachen, vielleicht die wichtigsten der ganzen Phänomenologie" Edmund Husserl, Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, Ausgabe xxx, 333 f.

---

385 Milman Parry, The Making of Homeric Verse, hg. v. Adam Parry, Oxford (UP) 1971, 272

***Technokairos*: Musik ist/als Echtzeit**

- Zeitleiste gibt den Parameter von Beats pro Minute; Sequenzer untertitelt diese Leiste in gewählte und kalkulierte Quantisierungen, die an die im MIDI-Verbund gekoppelten Soundquellen ausgegeben werden: "Diese (Sampler, Synthesizer und Drummmachines) verfügen je nach Komplexität des Gerätes über ihre eigenen, internen Zeiteinheiten (Arpeggiator, interner Sequencer mit Loopfunktion, Timestreching). Die dominante lineare Zeitleiste, nämlich die des Master-Sequencers, kann damit unterwandert werden[386] - etwa die Überlagerung von Loops mit verschiedenener Metrik, vergleichbar mit filmischen *motion*-Operation (*time axis manipulation*)

- Autor von SuperCollider memoriert Urszene: "Ich erinnere mich noch genau, als ich das erste Mal einen meiner Synthesizer auf einem Rechner kompilierte, der Töne schneller berechnen konnte, als sie in Echtzeit abspielbar waren. Das war für mich die" - mithin medienepistmeologische - "Wende" = James McCartney, Einige Gedanken zu den Möglichkeiten und Gefahren von Computern in der Kunst under Musik, in: Code. The Language of our Time, hg. v. Gerfried Stocker / Christine Schöpf, Osfildern-Ruit (Cantz) 2003, 265ff (265); mit Supercollider eine Realzeit-Entwicklungsumgebung etabliert, "in der für Kompnisten das Schreiben von Software und die Aufführung von Musik zu einem Prozess verschmelzen".[387]

- Zeit als "Medium" im Sinne von Zeit als Signalübertragungskanal; Neurobiologie und -informatik sagt es: "Wir nehmen aus der Umwelt keine zeitlich zerstückelten Wahrnehmungssplitter auf, sondern zeitlich zusammenhängende Muster. Aufeinanderfolgende Ereignisse werden vom Gehirn automatisch zusammengefasst. Auf einer weiteren zeitlichen Ebene läßt sich der Mechanismus zur Integration diskreter, in ihrer zeitlichen Ordnung analysierter Elemente zu Wahrnehmungsgestalten beschreiben. <...> Am Musikerleben wird die Wirkung des Integrationsmechanismus am deutlichsten: Ohne eine Ereignisbindung, die sich über eine bestimmte Dauer erstreckt, würden wir nur sequentiell präsentierte Einzeltöne hören. Tatsächlich aber werden wir von einem musikalischen Motiv, das eine zeitlich zusammenhängende Gestalt bildet, bewegt. Obwohl ein Ton oder Klang schon verklungen ist und darauffolgend ein anderer zuhören ist, wirkt das Vergangene noch nach. Erst auf diese Weise entsteht in uns das Empfinden für die Melodie" = Marc Wittmann u. Ernst Pöppel, Hirnzeit. Wie das Gehirn Zeit macht, in: Kunstforum International Bd. 151, Juli-September 2000, 85-90 (87) - jenes akustische Äquivalent zur Erzählung und eine Form der zeitlichen Organisation von Musik in Sekunden-Segmenten, die von Komponisten bewußt eingesetzt wird

---

386 Gary Danner, Echtzeit/Musik, in: Kunstforum International 151 (juni-September 2000), 178

387 Heimo Ranzenbacher, Principles of Indeterminism, in: Code. The Language of our Time, hg. v. Gerfried Stocker / Christine Schöpf, Osfildern-Ruit (Cantz) 2003, 240-342 (341)

- Zeitkritik im akustischen Raum ein Modellfall der Hochzeit von mathematischem Kalkül und elektronischer Geschwindigkeit

Taktische und ästhetische Zeitreihen

- Vater Norbert Wieners, Leo Wiener, lehrt Slawistik an der Harvard University bis 1930 (gest. 1939); traf er dort auf den jungen Dozenten Milman Parry, vor dessen Expedition nach Südjugoslawien 1934? in historiographischer Theorie-Fiktion Norbert Wieners harmonische Analyse (1930) zur Anwendung in der Analyse der Aufnahmen Parrys und Lords bringen

- Anti-aircraft prediction: "Stated <...> in more musical terms, Wiener was hoping that his apparatus would be as good as the human ear" <Masani 1990: 185>

- John Cages Konzept musikalischer Zeit mit der mathematischen Theorie der Information von Shannon und Wiener korrelierbar; Cage selbst vom militärischen Dienst im Zweiten Weltkrieg suspendiert, um seinem Vater bei der Radarforschung zu assistieren.[388] Radar war im Einsatz der Flugabwehr, und hier kommt Wieners Mathematik der Interpolation und Extrapolation von Zeitreihen zum Zug, der mit musikalischer Wahrnehmung die Zeitfigur der antizipierten Zukunft (*futurum exactum*) teilt, ebenso wie die historistische Eigenart von Markov-Ketten in der Stochastik: "As a piece of music unfolds the listener is constantly modifying what he expects to hear on the basis of what the has already heard. The listener also estimates what he thinks will come next on the basis of his knowledge of the style in which the piece of music has been composed <...>. <...> there is plenty of information but the speed at which it impinges upon the listener may be too fast and exceed his "channel capacity"[389] - weshalb Wiener auch den Elektronenrechner fordert, dessen Geschwindigkeit (die des Elektromagnetismus in Vakuumröhren) mit den tatsächlichen Ereignissen der Physik der Kriegswaffen zu emulieren vermag. Doch mit demgleichen techno-mathematischen Werkzeug wird nicht nur die Positionierung eines Flak-Geschützes als Antizipation der nextwahrscheinlichen Bewegungen eines feindlichen Flugzeugs berechnet, sondern der Fluß akustischer Signale. "For a listener to percceive a significant strucure in a muscial compistion it must present him with a temporal-tonal sequence which is neither too certain nor too uncertain" = ebd.

Prosodie und Neuroinformatik: Epensänger

---

388 Charlie Gere, Art, time, and technology, Oxford / New York (Berg) 2006, 96

389 Der Molekularbiologe Gunther Stent (UC Berkeley), The Coming of the Golden Age. A View of the End of Progress, Garden City / New York (Natural History Press) 1969, 102

- Was aus den phonographischen, magnetophonischen und schließlich digitalen Speichern der Milman Parry Collection of Oral Literature an der Harvard University ertönt, inhaltlich die orale Poesie serbischer Guslari (also Epensänger); die gesungenen Verse dabei servomotorisch rückgekoppelt, kybernetisch in ihrer Rhythmik mitproduziert vom Spiel der einsaitigen Gusle, einer Kniegeige. Was sich tatsächlich abspielt als Bedingung dafür, daß solche akustischen Szenen überhaupt reproduzierbar bleiben, ist - als Form der primären elektronischen Speicherung des akustischen Ereignisses - Elektromagnetismus, die Speicherung auf der Tondrahtspule eines elektronenröhrenbasierten Webster Wire Recorder von 1948; teilt das elektronische Tonspeichergerät mit dem Gesang die Frequenzen; stehen die Physik der Schallschwingungen, die Kultur (Rhythmik und Prosodie) der epischen Gesänge und die Technologie der elektromagnetischen Aufzeichnung buchstäblich in Resonanz; Basis aller drei Ebenen sind Oszillationen, mithin: Signalereignisse in der Zeit

- elektomagnetisch aufgehobene Zeit: Zeit der Schwingungen. Mikrozeitliche Prozesse namens Klang, einmal derart gespeichert, bestehen fast invariant weiter in elektromagnetischer Latenz (abgesehen vom elektrophysikalischen Verfall der Magnetbänder selbst und angesichts des Drop-outs der Partikeln: ihr langsames Verrauschen, ihre allmähliche Entropie)

- Musik als Gegenstand makrohistorischer Forschung (Rekonstruktion und Dokumentation epischer Gesänge, Parry/Lord, Homer/Serbien); demgegenüber Zeit auf der medienarchäologisch faßbaren Ebene das Agens, Subjekt: einmal physioklogisch (Stimme) und physikalische (Saite), einmal elektromagnetisch (Wire Recorder)

- welches Zeitverhalten spielt sich ab: minimalste Retention

- 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); in Analogie zum elektrischen Telephon wird auf Stahldraht die Schallschwingung induktiv unter Nutzung des Wechselstroms (als objektives Korrelat zu Sinusschwingungen, aber ganz und gar unmusikalisch zustandegekommen) eingesetzt - ein anderer, transklassischer Typus von Signalen

- 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 Wechselstromgenerator, Jahre *vor* Lee de Forests und von Liebens Erfindung der Elektronenröhre als Verstärkerglied; 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 (58 f.)

Nerven, Saiten: Die Massage des Zeitsinns als Botschaft zeitkritischer Medien- und Musikprozesse

- Cembalo: Saiten werden durch Federn gezupft; Differenz zwischen geschlagenen, gestrichenen, aerophonen Instrumenten: Tondauer zwischen Impuls und Sinus

- Klaviertastenanschlag: Entdeckung der Wichtigkeit von Ein- und Ausschwingen einer sogenannten "harmonischen Schwingung" (Sinuston), der unter Einbezug seiner (heideggerianischen) Zeitlichkeit-zum-Tode (im Radiofunken: "gedämpfte Schwingung") eben nicht mehr "harmonisch" ist, unaltgriechisch

- beschreibt David Hartley in seinen *Conjecturae quaedam de sensu, motu, et idearum generatione* 1747 den physiologischen Begriff einer "motus voluntarii" im Zusammenhang mit vibratorischen Bewegungen der Saiten bzw. Nerven als Sonderfalls der ansonsten unwillkürlichen Bewegungen der Saiten / Nerven ("motus automaticis"); Siegert 2003: 216, der dies als möglichen Vorläufer von Leonard Eulers Begriff der "willkürlichen Funktionen" in der Mathematik deutet; gründet hierin der tatsächliche, servo-motorische Bezug zwischen der Saite einer gespielten Gusle und dem neuronalen Mechanismus der Prosodie des Guslars; appellieren elektrotechnische und technomathematische Medien in der zeitkritischen Art, wie sie Signale zu prozessieren vermögen, existential an die Art und Weisen des unbewußt-Operativen des neurologischen Daseinsvollzugs

- appellieren periodisch-dynamische (also zeitliche) Vollzugsprozesse in Medien und Musik an phänomenologisch "inneren Zeitsinn"; Sinnesorgane werden durch zeitlich-bewegliche, zeitkritisch-periodische Schwingungen / Oszillationen *massiert* (im Sinne McLuhans) und renonieren, weil sie ihrerseits schwingen; ist die Dynamik zwischen beiden Schwingungssystemen eine differentiale, und von daher der Begriff "existential" einerseits im Sinne Heideggers, der damit den Appell an die eigene Daseinswahrnehmung als eine end-zeitliche (zum Tode) bezeichnet. In-der-Welt-Sein heißt in-der-Zeit-sein, wobei Zeit nicht auf Temporalität im Sinne der tickenden Uhrzeit, der chornologischen Zeit reduziert ist, sondern eine dynamische Verschränkung von Momentum und Impuls meint

- Heidegger, SZ Def. "existential: "gilt es, den existenzialen Sinn des Zu-Ende-kommens des Daseins diesem selbst zu entnehmen" = 242; teiltdies der Klang-in-der-Zeit (also Musik) mit dem Wesen der Erzählung: "Das Zu-Ende-sein besagt existenzial: Sein zum Ende. Das äußerste Noch-nicht hat den Charakter von etwas, wozu das Dasein sich verhält. Das Ende steht dem Dasein bevor" = Martin Heidegger, Sein und Zeit, Tübingen 15. Aufl. (Niemeyer) 1979, 150

- appelieren technosonische Pozesse an den menschlichecn Zeitsinn und affizieren ihn dadurch; vermag auch ein Film oder Musikstück, von denen wir

wissen, daß sie Fiktionen, *fiction*, künstlich, komponiert, reine Kunst sind, uns derart zu berühren, daß wir zuweilen weinen müssen: Menschen sind in unserem endlichen Zeitsinn angesprochen. Im Unterschied zu Automaten und Maschinen früherer Kultur (Kulturtechniken) operieren technische und hochtechnische Medien (seit Photographie, elektro-mechanischem Phonograph, Film einerseits; elektronisches Radio und Fernsehen andererseits, schließlich Echtzeit-Digital Signal Processing in Computern, seitdem sie mit der Geschwindigkeit von Nerven, nämlich Elektrizität selbst arbeiten: Elektronenröhren) im Zeitbereich menschlicher Sinneswahrnehmung selbst; dies im Sinne des mathematisch Beherrschbaren (also techno-mathematisch Implementierbaren): Differentialrechnung vermag solche Verhältnisse zwischen Sender/Empfänger zu beschreiben (wie es James Clerk Maxwell für die elektromagnetischen Felder tatsächlich durchführte und damit den Grundstein für Heinrich Hertz´ empirischem Nachweis der Lichtwellen legte, die ihrerseits abseits in Radio resultierten, mit Marconi)

- rekurriert Henri Bergson auf die "théorie sensori-motrice", welche Wahrnehmung und Bewegung auf Aufmerksamkeit reduziert - untersucht seit "Fechner, qui a montré que, dans la conscience de l´effort d´attentionvolontaire, les sensations musculaires dues à des contractions de la peau du crâne tiennent une place importante"[390]; im Anschluß daran die Studien von Wilhelm Wundt im Leipziger psychopyhsiologischen Labor

- rekurriert McLuhan auf die Ebene nicht der Figur (Poesie, Gesang, Kultur), sondern des Grunds (Perzeptionen, Nervenmassage)

- das Zeitkritische im Altgriechischen an der Instrumentalmusik erkannt; kehrt zurück in der Mathematik (und in der Computerberechnung) der Linear Prediction

- Neurobiologie und -informatik; Präzedenzgraphen zur Laufzeitschätzung (Fitt´s Law, Wiener); Kognitionsforschung; Fitt ("The Magical Number Seven") berechnet Laufzeiten (Präzedenzgraphen) in der Mensch-Maschine-Kommunikation im Sinne Claude Shannons: der Mensch als Kanal, dessen Kapazität festgestellt werden kann (Shannon-Heartley-Formel)

Speicherklänge: Der Unterschied zwischen Notation, Phonographie, elektronischer Aufzeichnung

- Musik (und mündliche Poesie), aufgespeichert im elektromagnetischen Raum, nicht das Gleiche wie die Verschriftlichung der homerischen Gesänge als deren Kanonisierung, Monumentalisierung; Aufzeichnung des Tons nicht schlicht "ein technisch bequemes Verfahren zur Konservierung des Tons über die Zeit"; vielmehr "sie läßt die bisher nicht faßbare zeitliche Substanz an den

---

390 Henri Bergson, Theéories de la Volonté [Cours am Collège de Franace, 1907], paraphraisert von Paul Fontana, in: ders., Mélanges, Paris (Presses universitaires de France) 1972, 685-704 (697)

Eigenschaften des Raumes teilnehmen" <Moles 1971: 146> - der Raum des Archivs, der Meßdaten: mit der Option "für die Wiederherstellung des Tons selbst aus seiner materiellen Spur.", und die elektromagnetische Aufnahme "differenziert die Wiedergabe, beispielsweise das Oszillogramm der eigentlichen Aufzeichnung oder Aufnahme: Schallplattenrille oder Tonband, die recht eigentich durch Raum und Zeit konservierter Klangstoff sind" <ebd.>, nicht mehr schlicht musikalische Notation, sondern ein Raum unterhalb der symbolischen Notation, im Realen; macht diese Form der elektrogmanetischen Aufzeichnung die Musik zum Gegegenstand naturwissenschaftlich-analytischer Betrachtung, wie es etwas Heinz von Foerster (in Anlehnung an Ebbinghausens Forschungen zum Lernen sinnloser Silben) für das Gedächtnis vollzog: eine Mikrophysiologie über die Nervenzellen

- hat der Videorekorder erst wirklich Filmanalyse als Filmwissenschaft ermöglicht, und der Phonograph die Linguistik de Saussures; Aristoteles: Alphabet macht Sprache analysierbar, läßt Phoneme erkennen, erzeugt sie geradezu

- Matthias Murkos Erforschung der Unabhängigkeit der mündlichen Dichtung / Rezitation vom schriftgeleiteten Gedanken der wortgetreuen Wiederholung; bedeutet indes die elektromagnetische Aufzeichnung solcher schriftlosen Vorträge eine sekundäre Verschriftlichung viel radikalerer Art, nämlich auf der Ebene des Realen selbst: nicht nur der Inhalt der Dichtung, aber der individuelle Stimmfall des Sängers damit festgeschrieben / wiederholbar

Was geschieht wirklich zwischen den Saiten / Drähten

- aufgehobene / aufgeschobene Zeit (*différance*, mit Derrida, differentielle Spatiotemporalisierung; Ausschnitte / Momente von Lebenszeit, die in diesem elektromagnetischen Feld *aufgehoben* sind - etwa der Gesang von Hamdo und der Klang seiner Gusle auf dem Nickeldraht des Wire Recorder (Novi Pazar, September 2006); damit nicht mehr nur von Menschen lesbar (wie vorher die phonetische Schrift und die musikalische Notation)

- die von Helmholtz entwickelten elektromechanischen Apparate zur Frequenzbestimmung von Tonhöhen, ebenso die technische Sirene zur Vokalbestimmung: Was heißt es, wenn techno-physikalische und elektrotechnische Vorgänge tatsächlich korrespondieren mit akustischen (denn sonst wären sie als Meßmedien nicht einsetzbar)? Daß die Zeit der Musik (der akustischen Vorgänge) tatsächlich eine abzählbare ist, damit rechenbare? Einspruch Bergson: Melodieeindruck nur als Dauer möglich, nicht disktonuierlich abzählbar

- "Induktion" im übertragenen (medien-metaphorischen) und medienphysikalischen Sinn: Stimme der Prosodie (Rhythmus) findet für menschliche Ohren als poetischer Gesang statt; was aber tatsächlich stattfindet, sind Frequenzgemische / Klänge, periodische (harmonische) und nicht-periodisiche (etwa das Husten von Hamdo bzw. Avdo); treffen sich auf der

Ebene dieser Schwingungsereignisse die Stimme des Guslars sowie die Saite der Gusle mit dem Magnetkopf der Ringspule am Wire Recorder; die Schnittstelle zwischen Elektrotechnik und Stimme/Instrument ist die operative Ebene der Schwingungen - unabdingbare Voraussetzung dafür, daß die menschiche Stimme/Instrumentalmusik überhaupt mit Wechselstrom / dem Draht des Wire Recorder interagieren kann; entspricht diesem Vorgang auf Aufzeichnungsebene vorgelagert schon das Zusammentreffen von Stimme/Instrument (Luftschwingung) und Mikrophon (auch hier elektromagnetische Induktion, hervorgerufen durch Übersetzung von Mechanik in Stromschwankungen)

- Resonanzprinzip als Grundlage aller Frequenzmesser; wird idealerweise der Sekundär-Schwingkreis, bestehend aus einem Kondensator (Kapazität) und einer Spule (Induktivität), durch die vom Priomär-Schwingkreis ausgesendeten elektromagentischen Wellen maximal angeregt; Arbeiten von Oliver Lodge seit 1890, der in der Technik anstellte von *resonance* den Terminus *syntony*, d. h. "Zusammenstimmen", bevorzugt = Oskar Blumtritt, Slaby-Stäbe - funkende Funkenmesstechnik, in: Ulf Hashagen / ders. / Helmuth Trischler (Hg.), Circa 1903. Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums, München (Deutsches Museum) 2003, 205-227 (212)

- meint der Begriff *nervus* sowohl die instrumentelle Saite (Monochord) wie den neuronalen Nerv. "Könnten wir nun jede Saite eines Klaviers mit einer Nervenfaser so verbinden, daß die Nervenfaser erregt würde und empfände, so oft die Saite in Bewegung geriete: so würde in der Tat genau so, wie es im Ohr wirklich der Fall ist, jeder Klang, der das Instrument tritfft, eine Reihe von Empfindungen erregen, genau entsprechend den pendelartgigen Schwingungen, in welche die ursprüngiche Luftbewegung zu zerlegen wäre; und somit würde die Existenz jedes einzelnen Obertones genau ebenso wahrgenommen werden, wie es vom Ohr wirklich geschieht. Die Empfindungen verschiedenhoher Töne würden unter dieswen Umständen verschiedenen Nervenfasern zufallen, und daher ganz getrennt und unabhängig voneinander zustande kommen" = Helmholtz 1863/6.1913: 210

- "La lumière, la chaleur, le son et probablement l´électricité, se propagent sous la forme de vagues. <...> le mouvement continui est une impossibilité" = Bolton: 146 f., zitiert in: Marcel Jousse, Le Style oral rythmique et mnémotechnique chez les Verbo-moteurs, in: Archives de Philosophie vol. II, Cahier IV: Études de Psychoogie Lnguistique, Paris 1925, 10; korrespondieren in dieser Dynamik die schwingende Saite, der artikulierte Gesang der Ependichter, und die elektromagnetische Tonaufzeichnung andererseits in einem dynamischen Kanal (Medium). "La diffusion nerveuse est comparable à la propagation du courant électrique à travesr un réseau de fils conducteurs" = ebd., 17; ist es diese Ebene sensorischer Reizung, die McLuhans als Allianz mit der Elektrizität entdeckt

- wird die elektromagnetische Tonübertragung im Laufzeitspeicher von Ferranti (ca. 1962) endgültig unpoetisch, "kulturlos". In einer Kassette lagert ein 300mm langer Nickeldraht, der über einen elektroakustischen Wandler zu

Längsschwingungen angeregt wird. Eine Serie von Impulsen läuft durch den Draht zu einem weiteren Wandler am Drahtende. Diese nicht-klingende, aber oszillierende Saite erlaubt eine (Zweischen)Speicherkapazität von 128 Bits bei einer Laufzeit von 128 Mikrosek. pro Zyklus - ein quasi "musikalischer" Speicher der, analog zur Club-Musik, "loops" beschreibt

- acoustic delay memory; Computer "resoniert" operativ, unsinnlich, as maschinische Instanziation von feedback; akustischer Verzögerungsspeicher früher Computer gerade unter Ausschluß des Menschenohrs. Ein *re-entry* des Sonischen gelingt durch nachträgliche Sonifizierung, wie in der Installation *Hello, World!* (2004/05) von Yunchul Kim <www.khm.de/~tre> auf der Ars Electronica in Linz, September 2006: ein buchstäblicher "closed circuit", doch nicht mehr als Videoinstallation, sondern als Computer. Im Zentrum steht hier ein 246m langes Kupferrohr, in dem Daten als akustische Signale zirkulieren; Begleitblatt erklärt: "Zeichen aus dem Rechner werden als modulierte Wellen in das Röhrensystem geleitet, temporär gespeichert und am Ende mit einer Zeitverzögerung von 0,8 Sekunden von einem Mikrofon aufgenommen, decodiert und wieder an den Computer bzw. an einen Monitor geleitet. Der Kreislauf beginnt von Neuem, angereichert mit Klängen der Installationsumgebung"; hier der Unterschied zur computertechnisch geschlossenen *delay line*

Fehlt die Zeit (Frequenzdarstellung)

- Heisenbergsche Unschärferelation besagt für die Nanoebene quantenphysikalischer Vorgänge, daß entweder der Ort oder die Frequenz einer Wellenbewegung, also Momentum oder Impuls festgestellt werden kann - das Dilemma von Fourieranalyse (Frequenzbereich) *versus* Zeitdarstellung in der Analyse von periodischen Vorgängen Typus Klang (und Licht). Nur daß hier das Ohr die Integration beider leistet (anders, als es Meßmedien für die Quantenphysik zu leisten vermögen); "Zeitwahrnehmung" also selbst schon eine Integration von Zeit *plus*; Zeit 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, ist dies im Prinzip einer Zeitdarstellung gleichberechtigt. Beide können zumindest theoretisch vollständige Darstellungen der Realität sein, wenn die Zeitpunkte oder die Frequenzen kontinuierlich gedacht werden - "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 , damit auch computerrechenbar; wird Frequenzdarstellung gewählt, existiert im Bereich dieser Darstellung gar keine Zeit mehr; Vorstellungen von "vorher" und "nachher" erlöschen; wird die narrativ 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

- ist Klang, den den Menschen vernehmen, keine direkte, sondern gefilterte, neuronal abgebildete Abbildung physikalischer Realität

- liegt im Prozeß des Hörens eine Mischung aus zeit- und frequenzbasierter Signalverarbeitung vor: "Sozusagen im Feinen, bei Ereignissen, die sich ganz schnell abspielen, wird die Frequenzdarstellung benutzt. Solche schnellen Abläufe sind klangbildend. Im "Gröberen" wird die Zeitdarstellung benutzt"; technomathematische Verschränkung beider Zugriffe: Wavelets

- vermag das Ohr zu integrieren, was für die Analye 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)

- Integration von Zeit und Zahl: Wavelets

Induktive Klangzeit (Gabor, Xenakis)

- Frequenzen der Kehrwert von Zeitangaben; Entzeitlichung zugunsten der numerischen Rechenbarkeit

- 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 inifnite wave-trains of rigorously definied frequencies. But our <...> auditory sensations - insist on a description in terms of both time and frequency" = Denis Gabor, Theory of Communication, in: Journal of the Institution of Electrical Engineers 93.III:26 (1946), 429-457 (429); Verhältnis von mathematischem Modell, *physis* (Welt) und Empfindung; menschliches *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 Quantentheorie zur Beschreibung jener "`elementary signals´ which occupy the smallest possible are in the information diagram: They are harmonic oscillations modulated <!> by a `probability pulse´" = Gabor 1946: 429; werden Zeit und Frequenz dann die Achsen in Gabors Diagrammen: "Such two-dimensional representations can be called `information diagrams´ <...>. <...> the frequency of a signal 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 auch Werner Meyer-Eppler in seinem Buch *Grundlagen und Anwendung der Informationstheorie*, Berlin / Göttingen / Heidelberg 1959, 23 aufgreift; tritt damit an die Stelle 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 punktuellem Schallereignis die dynamische Klangbewegung - eine sonische *différance* (frei nach Derrida). "Ein Glissando ist weder Ton not 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" = Iannis Xenakis, Grundlagen einer stochastischen Musik, in: Gravesaner Blätter, Heft 18 (1960), 61-83 (63)

Klang als Medienobjekt

- definiert Michel Chion das Akusmatische in *Audio-Vision* als „sound one hears without seeing their originating cause“; in Medien wie Radio, Phonograph und Telephon wird es konkret, aber ebenso im *offscreen sound* des Kinos. Dem stellt Chion den *visualisierten Klang* entgegen.

- Klangfiguren von Ernst Florens Friedrich Chladni (publiziert als *Theorie des Klangs* erstmals 1787) stellen eine Visualisierung der Theorie dar.[391] Siegfried Zielinski schreibt von „Chladnis Bildwerdung des Tons“[392]

- Bill Viola, „Der Klang der Einzeilen-Abtastung“ als Definition für das Videobild); versetzte Chladni dünne, mit Sand bestreute Scheiben aus Glas oder Metall durch einen Bogen gleich einer Violinensaite in Bewegung: hier *kalkuliert* Klang sich selbst

- Akzent auf *time-based media*. Flyer in Briefkasten warb unter dem vielversprechenden Namen *Timetechnik* nicht nur ausdrücklich für einen Waschmaschinenservice, sondern auf der Rückseite ebenso für einen TV-Reparaturdienst; Soundkünstler Anthony Moore hat eine gewisse Ohrenlosigkeit (den „earless faces“) der vornehmlich visuell orientierten Medienwissenschaften (als Film- und Fernsehwissenschaften, als Ästhetik und Geschichte der Photographie; als Medien- und Internetdesign) beklagt;

---

391 Ernst Florens Friedrich Chladni, Entdeckungen über die Theorie des Klanges, Leipzig (Weidmann & Reich) 1787
392 Siegfried Zielinski, Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens, Reinbek . Hamburg (Rowohlt) 2002, 207

konsequent spielte er im verdunkelten Kino auf der 10-Jahresfeier des ehemaligen Instituts für Theater-, Film- und Fernsehwissenschaften an der Ruhr-Universität Bochum das Kratzen beim Schreiben mit Kreide insoliert und verstärkt ein, das am Rande der Audiocassetten-Mitschnitt von Studenten der Bochumer Vorlesungen Flussers entstand

- Akustik als Objekt und Subjekt von Medientheorie, insofern sie etwa Rechenzeit in Schallwellen zu übertragen vermag und Musik mithin für menschliche Ohren ein Interface zum *rechnenden Raum* (ein Begriff Konrad Zuses, den Begriff der virtuellen Welten vorwegnehmend) bildet

Lautsprechermusik: Klangkunst

- Sommer 2002, 20. Berliner Festival *Inventionen*; Klanginstallation *SoundBits01* von Robin Minard im (entleerten) Hallenbad Oderberger Straße macht das wasserlose Becken zum Hallbad und erinnerte schon im Titel daran, daß Bits und Bytes an sich indifferent ihrer Übersetzung in Töne oder Bilde sind; erst menschliche Sinne, die keine Zahlenkolonnen, aber Interfaces begreifen, machen diesen Unterschied; Wand von Miniaturlautsprechern ließ einen Teppich von Geräuschen entstehen.[393] Zu jedem Lautsprecher hinführende Kabel auf dem Boden erinnerten daran, daß auch solch scheinbar immaterielle Raumeffekte auf Übertragungskanälen basieren; im elektroakustischen Raum die Unhintergehbarkeit von Hardware, so verborgen sie sich zugunsten musikalischer, scheinbar immaterieller Effekte geben mag

- Kommentar zur Installation *Klangfeld* von Christina Kubisch in der Hörgalerie der Berliner Parochialkirche: "Wo nicht mechanische Objekte Klang erzeugen, dient die Lautsprechermembran als Mittler zwischen der elektronischen Welt der Datenspeicher und der akustischen des Hörens. Versteckt man sie, erscheinen ihre Klänge unweigerlich als Illusion, ohne eigenen Ort frei im Raum, plaziert man die Lautsprecher sichtbar in der Installation, werden sie unweigerlich optischer Bestandteil derselben" = Volker Straebel, Geheimnisvoll materiell, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 126 v. 4. Juni 2002, BS 4; damit *theoretisch* einsehbar; im Glockenraum Lautsprecher zu einem seriellen Feld in acht Reihen angeordnet (Juni 2002), aus dem verfremdet Glocken tönen; Alexander Puschkin: „Die Töne tötend. Zerlegt´ ich die Musik wie eine Leiche Und prüfte Harmonie an Algebra"[394]

- Daß eine Lautsprecher-Installation gleichzeitig Kunst und Technik sein kann, verdeutlicht das ganz buchstäbliche *lay-out* von Lautsprechern in der sogenannten akustischen Laufzeit-Tomographie für lokale Wetterprognosen,

---

393 Dazu Jürgen Otten, Die Hydra auf dem Trockendock. Sinn und Sinnlichkeit der Neuen Musik: Eine Klangkunstmeile beim 20. Berliner Festival „Inventionen“, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 157 v. 10. Juli 2002, 37
394 A. Puschkin, Mozart und Salieri, zitiert als Motto in: J. J. Barabasch, Algebra und Harmonie, in: „Kontext“. Sowjetische Beiträge zur Methodendiskussion in der Literaturwissenschaft, hg. v. Rosemarie Lenzer / Pjotr Palijewski, Berlin (Akademie) 1977, 15-94 (15)

welche analog zum Begriff der bildgebenden Verfahren (*imaging*) ein tongebendes Verfahren (sozusagen *sounding*) darstellt; von Meteorologen der Universität Leipzig entwickeltes Meßsystem besteht aus acht Trichterlautsprechern und zwölf Mikrofonen, ein bis zwei Meter über dem Erdboden installiert. Rasterfahndung, akustisch: "Dieses Netzwerk aus Meßpunkten überstreicht eine Fläche von 300 mal 700 Metern. Über die Lautsprecher wird alle 30 Sekunden ein kurzes Schallsignal abgegeben, das einem kräftigen Trommelschlag gleicht. <…> Die Mikrofone fangen die Signale auf. Dabei können zeitliche und räumliche Veränderungen der Laufgeschwindigkeit des Schalls gemessen werden"[395]; erinnert an die akustischen Verzögerungsspeicher der ersten Computergeneration, die Verzögerung von Schallübertragung selbst als Zwischenspeicher benutzt haben: "Die akustische Laufzeit-Tomographie läßt kurzfristig lokale Wetterprognosen zu, weil die Laufzeit des Schalls (dessen Langsamkeit ihn als Nachrichtenübertragungsmedium im Vergleich zum Licht / zur Photonik ungeeignet macht) besonders durch Lufttemperatur und Wind beeinflußt wird. Ein Abgleich der so gewonnenen Daten mit Modellvorhersagen läßt damit einen drohenden Wetterumschlag etwa im Umfeld von Flughäfen ebenso rasch erkennen wie die Luftverwirbelung von startenden oder landenden Flugzeugen messen, welche für nachfolgende Flugzeuge ein Sicherheitsrisiko darstellen" = ebd.

- Musik, im technischen Medium erklingend, wird radikal zeitkritisch; revolutionär am Phonographen nicht nur die Speicherbarkeit flüchtiger Töne, sondern auch die Zeitachsenmanipulation ihrer Ordnung; vom Film, in der Montage, dann auch für den visuellen Bereich übernommen

Ergänzt der FAZ-Artikel: „Das System kommt <…> nur für Gebiete in Frage, wo der Schall nicht stört" - im Museum oder eben in Kubischs Installation; Duchamp am Beispiel der dorthin transferierten *objet trouvés*: würde derselbe Sound als Musik, als akustische Kunst gelten

Dehnung des Tons bis zur Unhörbarkeit: ASLAP

- die nahezu äonische Dauer von Cages Orgel-Komposition in Halberstadt; von Seiten der Kybernetik Norbert Wieners ein anderes Szenario: eine auf Orgel gespielte Gigue, aber derart verlangsamt, daß die Tonschwingungen selbst unterhalb der Hörschwelle liegen und als Impulsfolgen erscheinen; mechanisches Uhrwerk der "Long Now"-Foundation: "Dies ist ja auch eine Aufführung ohne Organist" (Kartin Gastell, member of the Board of Directors of the John-Cage-Organ-Foundation Halberstadt, Kommunikation Mai 2017); zu Cages Geburtstag Klangwechsel; Burchardikirche Halberstadt; John Cages Orgelstück ORGAN^2/ASLSP, 639jährige "Aufführung"; jeweils aktueller Klang *online* abrufbar unter www.aslsp.org; Berechnung der Klangwechsel mit der Partitur der ersten 71 Jahre

---

395 <ubi> Lautsprecher für Wetterprognosen. Lokale Vorhersagen mit der akustischen Laufzeit-Tomographie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 139 v. 19. Juni 2002, N2

- Berliner Kirchentag Mai 2017: eine in einem Lastkraftwagen montierte "mobile" Kirchenorgel; fehlt der einkalkulierte Kirchenraumnachhall, also die zeitverzögerte Gegenwart

Pentatonische Permutationen

- hat Benjamin Heidersberger nicht nur eine nahezu auf Ewigkeit angelegte Komposition "Pentatonische Permutationen" komponiert, sondern auch den Spezialcomputerl, auf dem diese Komposition läuft: *Pentatonische Permutationen*, dargeboten in der Reihe Fundus Fundamentalis No. 3, 17. Oktober 2016, Medienarchäologischer Fundus am Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin: eine algorithmische Klavierkomposition, "die vor 14 Milliarden Jahren begann und weitere 16 Billionen Jahre dauert. Damit wird jeder Moment der Zeit einzigartig gekennzeichnet" (Heiersberger) - und erlaubt zudem das *time shifting* auf der Zeitleiste. Jeder vergangene Moment ist rückwirkend ausrechenbar, wie auch der zukünftige - der Laplacesche Traum, im Unterschied zur Bergsonschen Wolken-Zeit (Norbert Wiener). Nach der letzten Permutation ist das Stück beendet. "Primzahlenlange pentatonische Tonleitern verschieben sich laufend gegeneinander in der Phase und erzeugen dadurch Narrationen; Melodiefragmente entstehen und vergehen (Beschreibung Heidersberger); Computerprogramm erzeugt die algorithmische Komposition als Midi-Events, die von einem Software-Synthesizer unter Linux gespielt werden. Hard- und Softwareelemente des Players: Algorithmus, Pentatonik, Raspberry Pi, Linux, Software-Synthesizer fluidsynth mit Soundfonts, Midi, Zeitzeichensender zur Synchronisierung der jeweiligen Player; www.pentatonic-permutations.de

Musik als zeitsinnlich wahrnehmbare Form von Medien-im-Vollzug

- erinnert Bill Viola in seinem frühen Aufsatz *Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung* daran, daß die zeitbasierte Technik des Fernseh- und Videobilds auf die frequenzbasierte Schallplatte und das Tonband zurückgehen; existiert Musik, sobald verkörpert als Abfolge akustischer Ereignisse, nur in der Zeit[396]

- "Musikalisch gesprochen, ist die physische Erscheinung einer Sendung eine Art von Gesumme. Das Videobild wiederholt sich ständig selbst ununterbrochen im gleichen Frequenzbereich. Dieser neue allgemeine Zustand des Summens stellt eine bedeutende Verschiebung in unseren kulturell abgeleiteten Denkmodellen dar" = Viola 1993: 26 - parallel zur mathematischen Theorie der Information, die nicht von Text und Interpretation, sondern von einer *signal-to-noise-ratio* aller Kommunikationsakte ausgeht

- daß an Videobildern zumeist nicht das ihnen medientechnisch Wesentliche

---

396 Siehe Honke Rambow, Rhythmus, Zeit, Stille, in: Kunstforum International Bd. 151 <Jahr???>, 179-184

wahrgenommen: daß geradezu ihre Substanz die Zeitbasiertheit ist. „Der eigentliche Gegenstand der Betrachtung ist hier aber die Zeit“, kommentiert Groys, und klagt damit eine medienspezifische Betrachterkompetenz ein, mithin: mediales *theorein*. Doch auch nach über 100 Jahren Film ist die menschliche Medienkultur zwar soweit eskaliert, bewegte Bilder mit physiologischer Selbstverständlichkeit zu prozessieren (am Anfang bedeutete die Projektion eines einfahrenden Zuges bekanntlich noch einen Schock), doch die Einzelbilder, die einzelnen Frames sind hier immer noch Photos, keine Zeit-Bilder *in sich*. Daher ist das Medium der Zeitbasiertheit, der „Heterochronie“ (Groys, in Modifikation von Foucaults Begriff der räumlichen „Heterotopien“) elektronischer Phänomene viel deutlicher die Musik, wie sie in entsprechenden Installationen tatsächlich eine Form von „Musealisierung der Zeit“ darstellt = ebd. - *recall* Philipp Glass.

- "Wort und Sprache erzeugen Sinn, Bilder zeigen, Zahl und Mathematik strukturieren Welt, Töne sind Ereignisse" = Dieter Mersch, Ankündigung einer Vortrags- und Seminarserie an der Universität der Künste in Berlin (Juni 2002); sonische Wahrnehmung eine physiologische Möglichkeiten, *im Medium* zu sein - real existierende Medientheorie; sogenannte *Minimal Music* stellt eine ausdrückliche Verbindung von Mathematik und Schallereignis her, also eine Implementierung von Medientheorie in Hardware der anderen Art. Eine musikhistorische Urszene der *Minimal Music* ist Terry Rileys Komposition *In C* von 1964; im Berlin des Jahres 2002 bietet Kittler an der Humboldt-Universität Oberseminar unter dem Titel „Musik Programmieren in C“ an, meint dabei weniger *Minimal Music* denn die gleichnamige Programmiersprache

- waren die tragenden Begriffe des Ereignisses und der Serie in Michel Foucaults *Archäologie* „Theorieimporte aus einer Musik, deren mathematischen Kalkül der junge Foucault an Boulez und mehr noch Barraqué geliebt hatte"[397]

- Medienarchäologie unter verkehrten Vorzeichen: chronologische Auswertung geschlossener Befunde mit Hilfe von Seriation und Korrespondenzanalyse als Praxis in der Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie (anders als bei der Klassischen Archäologie) = Karl Gerhard Hempel, Die Nekropole von Tarent im 2. und 1. Jh. v. Chr. Studien zur materiellen Kultur, Taranto (Scorpione) 2001, 26; wird eine archäologische Not zur Tugend, die etwa für die griechsche *polis* Tarent in Süditalien von Ausgräbern konstatierte „extreme Ungleichmäßigkeit der wenigen erhaltenen Zeugnisse“ hinsichtlich der sogenannten Blütezeit des 4. Jahrhunderts v. Chr. Die Archäologischen Belege speziell für die Regierungszeit des siebenmaligen *strategos autokratos* Archytas sind „relativ dünn gesät“ und damit ein Objekt mathematischer und archäo-statistischer Stochastik.[398] Folglich heiß Medienarchäologie auch das Eindringen der Zahl, neben den klassischen Objekten der Kulturgeschichte namens Schrift und Bild;

---

397 Friedrich Kittler, Zum Geleit, in: Michel Foucault, Botschaften der Macht. Der Foucault-Reader. Diskurs und Medien, hg. u. mit e. Nachw. versehen von Jan Engelmann, Stuttgart (DVA) 1999, 7-9 (8)
398 Daniel Graepler, Tonfiguren im Grab. Fundkontexte hellenistischer Terrakotten aus der Nekropole von Tarent, München (Biering & Brinkmann) 1997, 31f

Bild, Schrift und Zahl somit nicht nur Objekte, sondern auch Subjekt von Medienarchäologie; Evidenzen zu den unter dem Namen Archytas zusammengefaßten Kulturtechniken, aus der Schule des Pythagoras, Verfasser eines Werks namens *Peri Mathemáton*, also jener Denker, Ingenieur und Praktiker von Arithmetik, Intervallen, Geometrie und Mechanik, Erfinder sowohl der Kinderrassel als auch eines Artilleriegeschosses, einer der seltenen Philosophen auf dem Stuhl der Macht, werden so selbst zum Objekt einer Mathematik

- Johannes Lohmann meinte (nachgewiesenerweise irrtümlich), es könne „unmöglich ein Zufall sein, wenn alle Indizien der frühgriechischen Alphabetgeschichte, speziell die Vokalisierung des semitischen Alphabets, auf dieselbe *pólis* hinweise, für die im Namen von Tales auch der Anfang von Philosophie und Mathematik steht, nämlich das ionische Milet an der kleinasiatischen Westküste. „Wenn dabei der eigentliche Ursprung so sehr in Vergessenheit geriet, daß seine Wiedergewinnung den Charakter einer Ausgrabung annimmt, so ist das vielleicht auf die Zerstörung Milets durch die Perser im Jahre 494 zurückzuführen" = Johannes Lohmann, Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik, in: Archiv für Musikwissenschaft 37 (1980), 167-186 (173); wird also eine Anamnese zum gleichzeitig konkret archäologischen und medienarchäologischen Moment, konkreter noch als es Martin Heideggers Begriff der okzidentalen Seinsvergessenheit je datieren konnte. *Arché* meint in der vorsokratischen ionischen Philosophie die Frage nach der Entstehung der Dinge, nach dem Stoff, sowohl im zeitlichen wie im physischen Sinn[399]

- Philip Glass, der sich als Vierzehnjähriger verfrüht für Mathematik und Philosophie an der University von Chicago einschrieb, in jenem Jahr (1937) geboren, als Alan Matthison Turing den Urtext des uns vertrauten Computers schrieb: *On computerable numbers*; seine algorithmische, oder verspielt geschrieben: algorhythmischen Ästhetik

- Turings Maschine deutlich eine abtrahierte Schreibmaschine; Tastatur nach wie vor dominates Eingabeinterface des Computers; macht Frieder Nake anhand des taktilen Interface zwischen Mensch und Computer - der Eingabe an der Tastatur (oder Mausbewegung) - deutlich, daß in diesen Momenten eine Zeichen-Signal-Transformation vonstatten geht. Er legt dabei den beide Begriffe gleich einleitenden Buchstaben beispielhaft zugrunde: "Sobald <...> die Taste bestätigt ist, wird aus dem Buchstaben "S", den wir angeschlagen hatten, und der für uns als Teil eines längeren Wortes einen Sinn besaß, ein Signal. Alle Bedeutung, die wir dem Zeichen zumessen, fällt von ihm ab beim Durchgang durch das Interface. Nichts bleibt als der Code"[400] - eine medienarchäologische Kur, die Entschlackung von aller hermeutischen Aufladung. Ein trivialer, weil

---

399 Oswald Spengler, Heraklit. Eine Studie über den energetischen Grundgedanken seiner Philosophie [1904], in: ders., Reden und Aufsätze, München (Beck) 1937, 1-xxx (22)
400 Frieder Nake, Begegnung mit Zeichen. Informatik Medium Design, in: Entwerfer. Jahrbuch 4 der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig, hg. v. Holger van den Boom, Köln (Salon) 2000, 174-186 (183)

determinierter Prozeß: "Das externe Zeichen wird beim Durchgang durch das Interface zum internen Signal, das zu einer vorbestimmten Manipulation führt" <ebd.>; umgekehrt können wir (Menschen) bei der Ausgabe des Signals nicht umhin, es zeichenhaft zu interpretieren; findet also bei Mensch-Computer-Interaktion eine unsymmetrische Semiose (der menschliche Blick) oder eine Realisierung, die Verwandlung von Zeichen in physikalische Impulse (der Blick des Computers) statt; die Musik die Klaviatur (Wolfgang Scherer)

- Orgel hingegen ist, anders als das Klavier, dem sie oft beiseitegestellt wird, kein Schlaginstrument und steht mithin dem Analogen näher als dem Digitalen, dem Stetigen näher als dem Diskreten. In ihr wird etwas versinnlicht, was die Philosophie längst behauptet: Musik ist tönende Zeit, insofern der Ton nur solange besteht, als er wird. Das Tönende konstituiert sich, mit Thrasybolus Georgiades gesprochen, als Zeit <Georgiades 1985: 52>; oder mit Hegel: Musik macht Zeit erfahrbar

- aus der Antike als Zeichnung eine Art Orgel überliefert, die griechische *Hydraulis*; stummes Bild erlaubt keine Rückschlüsse auf Tonschritte und Intervalle; lediglich aus der Zahl der Pfeifen, nämlich 8, läßt sich zurückschließen, daß der wohlvertraute Oktavumfang der antiken Tonarten „zugrunde lag“ (archäologisch also).[401] „Daß und ob solche Instrumente überhaupt zu einem mehrstimmigen Spiel und regulierter Musik taugten, <...> scheint indessen mehr als zweifelhaft“, so Reinhold Hammerstein in seinem Werk mit dem schönen Titel *Macht und Klang. Tönende Automaten als Realität und Fiktion in der alten und mittelalterlichen Welt*; wird die organologische Metapher der Medien als Prothesen des Menschen im Namen einer Instrumentenwissenschaft konkret: „Der Klang muß nach organologischen Erkenntnissen laut und sozusagen roh gewesen sein" = ebd.; medienarchäologische Aufarbeitung des aktuell umstrittenen Verbunds von Apparaten und Organismen; Muristus nennt ein solches Instrument der Griechen schlicht *organon*

- "Die Musik präsentiert sich / unseren Ohren genauso unvermittelt wie den Ohren der Menschen längst vergangener Zeiten, - unvermittelt, da die mechanischen Musikinstrumente keinen Zwischenträger und keine Umwandlung des musikalischen Originals brauchen" = Helmut Kowar, Mechanische Musik, Vienna (Vom Pasqualati Haus) 1996, 46 f.

- Zeichnung der Muristus-Handschrift im British Museum aus dem 12. Jahrhundert mit einem ausdrücklichen Kommentar versehen: „die Zeichnung ist eben und kein Körper“ = zitiert nach Hammerstein 1986: 61. „Über das, was da erklingt, die `Musik´ der Automaten, sind wir <...> weitgehend auf Vermutungen angewiesen“ <ebd., 60>. Im Unterschied zur Sprache, die durch das wahrscheinlich zum Zwecke der Aufzeichnung von Gesängen Homers erfundene griechische Vokalalphabet zumindest grob speicher- und damit übertragbar war, entzog sich Musik bis zum den phonographischen Apparaturen des 19. Jahrhunderts der medialen Fixierung und konnte damit

---

401 Reinhold Hammerstein, Macht und Klang. Tönende Automaten als Realität und Fiktion in der alten und mittelalterlichen Welt, Bern (Francke) 1986, 26

ihren metaphysischen Zug bewahren, bevor Figuren wie Helmholtz den Klang auf eine physikalische Grundlage zurückholten; Differenz von pneumatischer Orgel und Hammerklavier, die eine medienarchäologische Analogie zur Differenz von Vokal- und Konsonantenalphabet darstellt: "A note on the piano is struck with a hammer and the sound stars to die away immediately. The column of air in the pipe of an organ, however, takes a moment to speak and then sustains itself at an even dynamic. The organist therefore relies on subtle nuance of rhythm and relative length of note to achieve his expression, albeit with the aid of myriad of pipe ranks to choose from" = Bowers-Broadbent

- "Auf dem (Tasten-)Instrument erklingen primär die Grenzen des Intervalls, die Einzeltöne; erst sekundär entsteht das Intervall“ <ebd.: 115>; so wird ein Medium erneut von Grenzwerten her erfahrbar, buchstäblich definiert. Zentral ist hier die Operation der schriftlichen Notation, die sich von der griechischen Theorie, d. h. den graphischen Abbild der Kithara-Seiten löst: „Die musikalische Schrift des instrumentalen Zusammenklangs veranschaulicht die durch die Tasten fixierten Töne“ <ebd.>, und zwar anstelle dessen, wofür im frühen Mittelalter noch die notierten Textsilben standen: die Tabulatur als Griff-Schrift für die Orgel. *Organum* bezeichnet bekanntlich die mehrstimmige Musik im Unterschied zum einstimmigen liturgischen Gesang. Seit Corad Paumann besteht die notierte mehrstimmige Musik des Zusammenklangs auf dem *c*-System. *In C* heißt auch die Komposition, mit der Terry Riley 1964 zu den Mitbegründern der *minimal music* gehörte; Nähe des Mediums Orgel zur mathematisierten *minimal music* wird in den Kompositionen von Philip Glass sinnfällig

- Wie wird ein solches historisches Stück Computermusik zitiert, aus dem Archiv abgerufen? Etwa Philip Glass´ *Music for Organ* von 1974, darunter das Stück „Dance 2“, 24 Minuten und 45 Sekunden; klingt es wie eine Sanduhr im Ohr, die nicht minder Zeit diskret kalkuliert, und zwar in demselben phyischen Medium, auf das alle getakteten Computerchips gebaut sind: Sand / Silizium

- Was bedeutet die Abrufbarkeit von Musik als *tracks* auf einer aktuellen CD? Georgiades' Pessimismus, was die Reaktualisierung altgriechischer Musik betrifft: „Die Musik der Griechen können wir nicht rekonstruieren.“ Denn bei aller Theorie: „Wir können sie nicht wieder zum Erklingen bringen" = Georgiades 1985: 109. Musik bleibt nur Theorie, ist aber nicht Medium, wenn sie nicht in Materialitäten, Maschinen, Körpern implementiert werden kann. Und erst in der musikalischen Schrift werden die musikalischen Zahlenverhältnisse sichtbar (*theorein*), geradezu Video: „ich *sehe*“ <Georgiades 1985: 110>. Zwar gibt es Musiknotierungen, doch nur bruchstückhaft aus dem 2. Jahrtausend v. Chr. und sonst nur aus der Spätantike. Vor allem aber wissen wir nicht, in welchem Verhältnis dieser archäologisch splitterhaft erhaltenen Notationen zum Klang stand. Georgiades bezweifelt zudem, ob es sich bei den antiken Musikaufzeichnungen „überhaupt um echte Schrift handelt“, weil sie wahrscheinlich nicht in kommunikativer Absicht, nicht im Willen zur Tradition, also nicht mit Blick auf den zeitlichen Kanal der Kultur praktiziert wurde = 109; dem gegenüber ein anderes medienarchäologisches Objekt im Namen Johannes Lohmanns, das gerade auf die intermediale Verknüpfung von

frühgriechischem Vokalalphabet, Musiktheorie und Mathematik in Ionien verweist; scheiden sich zwei Medientheorien der Kultur: die den Akzent auf Speicherung setzt und die, welche von generativen Algorithmen ausgeht. Die karolingische *Musica Enchiriadis* bedeutet ja so etwas wie eine „Musiktheorie im Sinne einer *Vorschrift* für konkretes musikalisches Tun, Hervorbringen von Musik“ <Georgiades 1985: 116>. Komponieren ist ja kein materielles Vollziehen wie in der Malerei, sondern „Vorschrift“ <ebd.; 202>; das Programmatische aber ist das, was auch in der Informatik Programm heißt. Damit erinnert Medientheorie an eine andere Lesart der rhetorischen *Mimesis*, die nicht schlichtes Nachahmen im Sinne von Imitation, sondern das koexistente Hervorbringen des Vorbilds meint; eine der Aufgabenfelder von Medienarchäologie wäre, die Algorithmen (oder zumindest Codierungen) der Kultur selbst als Mechanismen zu entdecken und zu beschreiben

- geht Georgiades so weit, die antiken Aufschreibesysteme von Musik als wirkliche Musik*theorie* zu beschreiben, bis einschließlich Boethius; erst nachantik „geschieht das Wunder, daß man nun die *Musik* selbst ins Auge faßt“ und darzustellen versucht <116>, immediat

- Aufnahme von Glass' Orgelkomposition mit Kevin Bowyer 1999 an der Marcussen-Orgel in der Chapel of St. Augustine, Tonbridge School, Kent, Nimbus Records 2001; bewahrt die auf CD konservierte Musik nicht mehr das Gedächtnis an den physischen Kontakt mit dem Original des stetigen Orgelklangs, wie die analogen Aufnahmetechniken der Schallplatte oder noch früher des Grammophons, sondern speichert eine gefilterte Abstraktion davon; Retro-Renaissance der Schallplatte fällt in schöner Logik von Kultur als Kompensation zusammen mit dem Moment, wo Radio- und Fernsehsender endgültig die terrestrischen Frequenzen zugunsten der Satelliten abschalten. Auf dem aktuellen Popmusikmarkt wird nun unter Namen wie *ortofon* und *provinyl* ausdrücklich Wert auf die höhere Frequenzweite von Schallplatten gelegt, wie es die Verteidiger des angeblich „wärmeren“ Klangs von Röhrenmikrophonen und -verstärkern gegenüber digitalen Studiotechniken behaupten; digitale Übersetzung aus dem Analogen ins Numerische und dessen Rückübersetzung nicht etwa willkürlich, sondern macht sie berechenbar. Was damit fortfällt, ist der unkalkulierbare „Moment des Wagens, des Riskierens“ = Georgiades 1985: 203

- braucht gar nicht mehr auf Magnetband, Schallplatte oder eine Compact Disc gespeichert zu sein, sondern es reicht - wie bei digitalen Bildern -, wenn der generative Algorithmus irgendwo gespeichert ist, der das Stück je neu zu generieren vermag (eine in der Spur Heideggers verstandene medi-*aletheia*, wie 2002 wechselnde, digital manipulierte Bildsimulationen als Verhüllung des Brandenburger Tores durch sein eigenes Bild)

- bedarf es für diesen Algorithmus (um nicht zu schreiben: Algorhythmus), unhintergehbar eines Speichermediums; liegt auch Computermusik nicht gänzlich jenseits des Archivs. Das Historische haftet hier allein noch an der dünnen materiellen Spur der Aufzeichnung: primär als Musik, ganz und gar auf Tonband gespeichert, und sekundär auf Papier: der generative Algorithmus /

das Programm. Das Archiv der Musik schrumpft auf eine überschaubare Symbolmenge

- mit mathematischen Gleichungen im digitalen Raum alle Parameter von Musik adressieren[402], an den Grenzen zum Reellen, das etwa in Steve Reichs minimalistischer Komposition *Different Trains* durchschlägt: akustische Erinnerung an vergangene Zugreisen, O-Töne der Eisenbahnen (*train sounds*) als Kommentar anderer Zeiten, konkurrierend mit den Stimme von Zeitzeugen (*voices of train porters*). Winzige Differenzen im Zuggeräusch machen hier den ganzen Unterschied für die historischen Epochen. Etwa für 1939-42, zu denen Reich kommentiert: Wäre er selbst damals in Europa gewesen, wäre er als Jude auf einem jener Züge gefahren. Reich mischte Augenzeugen- und Tonaufnahmen, *theorein* und *akouein*. Reich sammelte Aufnahmen von amerikanischen Zügen aus den dreißiger und vierziger Jahren, auch solche aus Europa. „Dort klingen sie ganz anders, sie haben eine andere Pfeife, wirklich *schrecklich* [im Original deutsch] in Europa.“ Sodann "habe ich dieses Material genommen und durch ein `sampling keyboard' geschickt <...> (ein Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert). Ich habe [...] einen MacIntosh-Computer benutzt um alles zu organisieren."[403] Keine narrativen historiographischen Allegorien, sondern das Reale der elektroakustischen Aufzeichnung und dessen symbolische Ordnung als Berechnung sind es, die fortan Zeit/Räume durchmessen, kulminierend in einer archäologischen Aussage, die kein Text, sondern allein das elektronische Medium zu machen vermag: "Die wirklichen Zuggeräusche, das ist alles." Reich definiert seine computerbasierte Komposition geradezu als Exerzitium zur Befreiung vom subjektzentrierten Künstler: "Musikalische Prozesse bringen einen in direkten Kontakt mit dem Unpersönlichen. <...> Die Hingabe an den musikalischen Prozeß ermöglicht eine Lenkung der Aufmerksamkeit weg vom *Er*, *Sie*, *Du* und *Ich* hinaus zum *Es*"[404] - medienarchäologische Ästhetik

- hat klassische Musik darauf aufgebaut, „daß die Beständigkeit eines Signals vor einem Hintergrund parasitärer Geräusche wiederkannt wird, erleben wir seit dem 20. Jahrhundert den Aufstieg des Rauschens selbst zum Signal. Wenn solche Sequenzen sich von der „Ideologie der Kommunikation“ befreien, haben sie nichts mehr mitzuteilen, sondern liegt ihre Aussage „als reine Felder von Zeitlichkeit“ = Charles 1984: 119 f.; diese Form von Zeitbasiertheit in Einspielung von Philip Glass´ hörbar, doch auch eine Studie über Geräuschböen in einer klassisch-analogen Telefonverbindung läßt sich medientheoretisch in Allianz zu den Kompositionen von Xenakis bringen, der die serielle Musik dadurch über sich hinaustrieb, daß er unter Rückgriff auf die

---

402 Friedrich Kittler, Musik als Medium, erschienen in: Bernhard J. Dotzler / Ernst Müller (Hrsg.), *Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur aisthesis materialis*, Berlin (Akademie-Verlag) 1995, 83-99, bes. 84

403 "Vorwärts und zurück. Steve Reich im Gespräch" mit Gisela Gronemeyer, in MusikTexte 26 (Köln, Oktober 1988), 11-15, hier: 11f. Um diesen Textbefund organisieren zu können, profitierte ich vom unschätzbaren Index, dem Aufsatzkatalog der Musikhistorischen Abteilung des Deutschen Historischen Instituts in Rom. Sebastian Klotz wies mir den Weg: *different trains*.

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

Wahrscheinlichkeitsrechnung statistische Häufungen, *cumuli*, also Wolken als Klangklima über uns aufziehen ließ. Wenn aber das schlicht Aleatorische zugunsten des Stochastischen aufgegeben wird, wird Klang „aus dem Inneren des Klangstoffes oder -materials solch solchem heraus“ generiert, wie in einem Video aus dem Prado-Museum in Madrid im Vorspann sich das Wort VISUAL aus dem elektronischen Bildrauschen kristallisiert

- mußte Mallarmé mit seinem kühnen Würfelwurf noch im Reich des Symbolischen, nämlich dem buchstäblichen Medium der Literatur verbleiben, (er)löst die stochastische Annäherung an das Rauschen die Musik - „endlich“, wie Daniel Charles schreibt - von der Literatur, um sie von der Physik aus neu zu generieren" = Charles 1984: 99 f.

- heißt dies in den systemtheoretischen Worten Heinz von Foersters: *order from noise*; Medien nicht als je geschlossene Systeme, als *black boxes* zu betrachten, sondern ihre Aufnahme von Geräuschen der Umgebung, auf das jede Hardware verwiesen ist, buchstäblich mit einkalkulieren; Charles 1984: 122. Damit würden sich nicht nur die technischen Medien, sondern auch ihre Wissenschaft namens Medientheorie - frei nach dem Daniel Charles in seinem Aufsatz „Jenseits der Aleatorik“ (*Au-delà de l´aléa*) „dem Genuß“ öffnen: einer Epistemologie des Unregelmäßigen <ebd., 119>. „So ist nichts beendet, alles ist unbestimmt: alles beginnt jeden Tag neu“ <123>. Der Wissenschaftstheoretiker Michel Serres schreibt es in seinem Büchlein *Anfänge*, womit wir ein letztes Mal auf den Anfang als Imperativ, als *arché*, als Konsequenz aller Medienarchäologie zurückkommen: Die *arché* einer Informationstheorie, welche die Unordnung selbst kultiviert. Das ist die frohe Botschaft der Medientheorie unter hochtechnischen Bedingungen: "Der Tag bricht endlich an über einer Welt der Begleitumstände, der Differenz, des Zufalls und der Unwahrscheinlichkeit."[405]

- Schlichter in Tarifverhandlungen dürfen kurz vor Schluß der Ablauffrist, wenn eine Einigung ganz nahe ist, die Uhr anhalten, um die Chance nicht vorzeitig vergehen zu lassen; erinnert daran, wie sehr auch Zeit eine Funktionen von Kalendern und Apparaten, also Kulturtechniken sind, die - analog zu *bildgebenden* Verfahren - Zeit nicht schlicht messen, also kontrollieren oder - wie der Film - in Zeit-Containern aufheben, sondern überhaupt erst in Vollzug setzen

Die Rekonstruierbarkeit vergangener Musik

- Begriff und Philosophie der "Geschichte" anthropozentrisch gefaßt; ebenso Medienwirkungsforschung. Medienarchäologie hingegen nimmt die Perspektive der Technik und der Logik ein, die nach eigenem, kurzschlüssigen Zeitgesetz verfaßt sind - gestauchte Zeit; löst sich Geschichte nicht trivial in die in die geologische oder archäologische Stratigraphie von sich überlagernden Schichten auf (dies wäre schlicht eine vorhistoristische Zeitfolge[406]), sondern

---

405 Michel Serres, Anfänge, Berlin 1991, 11f
406 Siehe Gottl Ott Lilienfeld, Die Grenzen der Geschichte, xxx

erscheint als Überlagerung von Zeitreihen, die sich gemäß der Fourieranalyse in ihre einzelnen Schwingungsfrequenzen spektral auflösen lassen

- erlaubt mathematische (Fourier-)Analyse, scheinbar lineare Zeitsignale ihrerseits subtemporal auszudifferenzieren: ein gewisser Spektralwert - in dem Sinne, daß sich hier etwas dynamisch überlagert - anders als geologische und stratigraphische Schichtenabfolgen es in ihrer "archäologischen" Metaphorik (historistisch) darstellen. Doch erst in der rechnerbasierten FFT vermag sich diese Analyse zeit-gleich auch zu ereignen.

- Klang am Monochord des Pythagoras ist prinzipiell dergleiche wie zur Zeit Mersennes und der Gegenwart, nur daß er mit anderen Ohren (sonisch) gehört und mit anderer Form von Neugierde deduziert wird. Dem entsprechen Weisen, Musik aus der Vergangenheit zu erschließen: existiert entweder eine Tonaufnahme, die sich direkt über Lautsprecher verstärkt wieder anhören läßt; oder eine Partitur überliefert, die auf einem Instrument verkörpert wird; oder Originalinstrumetne überliefert, so daß sich zwar nicht die Tonfolge, aber das Klangspektrum rekonsturieren läßt; analog dazu: Audifikation als direkte Übertragung von Schallwellensignalen über Lautsprecher, das Parameter Mapping als Verbindung von Zahl und Klang, und die Model Based Sonification als Parametrisierung des Klangerzeugers, etwa der einzelnen Saiten. Florian Dambois, xxx, in: Eva-Maria Meyer (Hg.), Acoustic Turn, München (Fink) 2008, xxx-xxx (93)

- analoge Schallwandlung in transitivem Verhältnis von Welt zu Gehör; demgegenüber A/D-Wandlung und Zwischenberechnung: tritt Mathematik zwischen *physis* und Erkenntnis, von Heidegger als "Zeit des Weltbilds" für Frühneuzeit (Deskartes) diagnostiziert; Eskalation durch selbständiges Dazwischentreten von Mathematik als algorithmisierte Maschine, resultierend in Intrasitivität zwischen Gehör und Welt. Werden nicht mehr Signale, sondern Daten sonifiziert, erklingen zunächst einmal die Meßmedien selbst, nicht die gemessene Welt. "Die Natur antwortet mit Daten" (Thomas Hermann über Sonifikation von Klimazyklen, Podiumsdiskussion "Sonarisationen" im Rahmen des Festivals *Sonifikationen - Klingende Datenströme* der Berliner Gesellschaft für Neue Musik, 27.-29. Oktober 2017; Da jedoch zumeist über Lautsprecher für Menschenohren ausgegeben, also D/A-Rückübersetzung, tappt Gehör in die Falle der Authentizität des Realen / der indexikalischen Tonspur; für mathematisierte Signalerfassung haben andere Maschinen besseres (aktiv medienarchäologisches) "Gehör" als Menschen, mithin implizites hören, unter Umgehung der Sonifikation, vielmehr implizit "chronoson"; mit vielmehr epistemologischem "Gehör" der Sonifikation widerstehen, vielmehr gestimmt sein auf das mathematisch-Sonische, analog zu Kants "mathematisch Erhabenem"

- setzt beim aktuellen Nachvollzug von Pythagoras' Experimentalanordnung das Meßmedium Monochord selbst das Gehör in ein gleichursprüngliches Wissensverhältnis mit Pythagoras; sein Argument identisch nachvollziehbar / akustische Diagrammatik; ein Kurzschluß der Zeiten, eine Untertunnelung der historischen Distanz von zweieinhalbtausend Jahren; bezeichnet Didi-Huberman

eine solch *"archäologische* Operation" als "*anachronistisch*"; in Anlehnung an Carl Einstein identifiziert er "Blöcke der Aktualität"[407]. Die *arché* von welthaftigen Verhältnissen meint nicht (nur) zeitliche Anfänge, sondern ebenso auch invariante strukturelle Setzungen. Gleich physikalischen und mathematischen Gesetzen behalten technologische Medien langzeitig eine Stabilität, die auf *longue durée*-Ebene indifferent den historischen Wandlungen gegenüber ist - wie ein Radio ("Volksempfänger") aus der Zeit des Dritten Reiches, der nun auch bundesrepublikanische Programme empfängt. Der Zeitraum eines technologischen Mediums (seine *epoché*) ist breitbandig, nicht historisch-linear; technologische Eigenzeit der Medien steht den Naturgesetzen (Naturwissenschaften) näher als den Geschichts- und Geisteswissenschaften

- Schwundstufen dieser Zeitspannen auch im Radio; das Sendeformat "Alte Musik im Kulturradio des RBB" (Januar 2006) spielt eine Chaconne aus der Renaissance gleich hinter einer zeitgenössischen Cover-Version eines Mozart-Stücks (im Mozart-Jahr). Es regiert eine nahezu unglaubliche Gleichzeitigkeit, mithin brutale ahistorische Synchronisation verschiedener Epochen der Musik in der Rundfunk-Gegenwart von Radio und Fernsehen, als seien Sendemedien das Ziel, das *post-histoire* aller Kulturgeschichte. Martin Heidegger hat dies gedeutet: "Die technische Organisation der Weltöffentlichkeit durch den Rundfunk <...> ist die eigentliche Herrschaftsform des Historismus."[408] Damit wird eine Ökonomie der Zeit kultiviert, die nicht mehr historisch ist, weil sie nicht den Zeitpfeil der Historie spiegelt, sondern die für den historischen Diskurs konstitutive Beobachtungsdistanz staucht. An die Stelle des emphatischen Zeitbegriffs rückt eine Multiplizität von temporal Vektoren, der Ausrichtung von Eisenfeilspänen in einem magnetischen Feld gleich (Faradays Modell)

- "Auch wenn es unmöglich (und sinnlos) ist, den Anschlag von Nancarrows Instrumenten zu imitieren, haben wir versucht, das klare Stakkato-Spiel der Maschine annähernd zu erreichen. [...] Außerdem haben wir uns fast unweigerlich von der Maschine entfernt, indem wir dynamische Phrasierungen, akzentuierte Modulationen und Nunancierungen der Balanche eingebaut haben, die [...] bei einem selbstpsilenden Klavier nicht möglich sind" = Helena Bugallo / Amy Williams, in: Begleitheft zur Compact Disk Conlon Nancarrow, *Studies and Solos*, Wergo: WER 66702, 5

Auf dem Weg zu einer mathematischen Musikästhetik: Meyer-Eppler

- an Technischer Universität Vorlesungsreihe, die im Buch *Klangstruktur der Musik* 1955 ihren Niederschlag fand

- Frage von Elena Ungeheuer: "Ist Klang ein Medium?" Auf medienarchäologischer Ebene ist Klang *im* Medium; meint Medienästhetik aus

---

407 Georges Didi-Huberman, Ähnlichkeit und Berührung. Archäologie, Anachronismus und Modernität des Abdrucks, Köln (DuMont) 1999, 191 u. 193
408 Martin Heidegger, Der Spruch des Anaximander, in: des., Holzwege, Frankfurt/M. (4. Aufl.) 1963, 301

dieser Perspektive nicht exklusiv die menschliche Wahrnehmung, sondern ergänzend, rivialisierend, befreiend auch die Perspektive, das Wissen, das Hören der Apparate selbst, der Meß- und Rechenmedien. Techno-mathematische Medien sind nicht nicht schlicht ein Mitfaktor ästhetischer Wahrnehmung, sondern verfügen über eine ihnen genuin eigene, angemessene techno-logische Form der "Wahrnehmung" von Klang und Musik, wie am Oszilloskop, in Sonagrammen und als Fourier-Transformationen längst Praxis

- wurde dieser Begriff von Musik als Appell des Sonischen vor allem von Physikern, Mathematikern, Kybernetikern (heute würden wir sagen: Informatikern) getragen; diese epistemologische Nähe einer techno-mathematischen Medien- und Musikwissenschaft beim Namen nennen: Werner Meyer-Eppler; 1955 hielt Meyer-Eppler 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 jedes akustische Geschehen" anwendet.[409] 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 gezogenen Konsequenz lautet: "Es gibt nur eine unedliche 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 kontinuikerliche 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; Ungeheuer 1992: 216

- medienwissenschaftliche Ästhetik von Klang läßt sich auf diese mathematische Anstrengung ein, weil sie dafür mit Musik belohnt wird. Von hier aus ist es nur noch ein kleiner Schritt zu den Gaborschen "Elementarsignalen", die je aus einer "gaußisch berandeten Sinus- oder Kosinusschwingung" bestehen. Ein solches akustisches Elementarteilchen läßt sich entweder mathematisch "in reeller Schreibweise" darstellen: Meyer-Eppler 1955: 150, Gleichung 17a, oder in graphischer Form: *Gabor*sche Elementarsignale verschiedener effektiver Dauer Δt = ebd., 151, Abb. 10

- werden physikalische Ereignisse (akustische Signale) als "Informationszellen" rechenbar und lassen sich zu einer "Kompositions-Matrix" anordnen, elegant wie Werner Heisenbergs Matrizen für die Quantenmechanik selbst.

- beschreibt Meyer-Eppler in besagter TU-Publikation diese "matrizielle Notation", basierend auf dem *sampling theorem*: "Ein beliebiger Schwingungsvorgang, von dem lediglich verlangt wird, daß er keine Frequenzkomponenten außerhalb des Hörbereichs hat" - also der

409 Zitiert aus dem Typoskript nach Ungeheuer 1992: 217

medienanthropologische Maßstab des Sampling-Theorems! - "und von begrenzter Dauer ist, läßt sich, wie informationstheoretische Überlegungen beweisen, stets durch eine endliche Zahl von reelen oder komplexen Amplitudenwerten völlig eindeutig darstellen"[410] - ein neuer Begriff von (*high*) *fidelity*, von "Treue"

- Eingangssatz zu Friedrich Kittlers Werk *Aphrodite*: "Wir möchten euch Musik und Mathematik erzählen: das Schönste nach der Liebe, das Schwerste nach der Treue"[411]

- "Ist Klang ein Medium? Wird Klang fakultativ zum Medium? Welche medialen Besonderheiten zeichnen Klang aus? Gibt es eine medienwissenschaftliche Perspektive auf Klang?" = Thesen aus dem *abstract* von Elena Ungeheuer, Beitrag im Kolloquium *Medien, wie wir meinen*, November 2006 an der HU Berlin, Seminar für Medienwissenschaft; Medium (mit Aristoteles) vielmehr die Luft, in der sich Klang überträgt; Klang selbst aus Signalereignis einzelner sinuider Töne zusammengesetzt - wie es Fourier-Analyse offenbart. "Eine harmonische Schwingung zeichnet sich dadurch aus, dass die Zeitabhängigkeit ihrer veränderlichen Zustandsgrößen sinusförmig ist. Zugleich ist ihre Schwingungsdauer T bzw. Frequenz f unabhängig von der Amplitude. Diese Form der Schwingung entsteht in einfachen linearen Systemen ohne Dämpfung" = wikipedia.org

- Neudefinition des Verhältnisses von "Kunst und Technik" zugunsten der Vorstellung eines "Prozesses mit komplexer Verschränkung von materialen Bedingungen, medialen Nutzungen und der Auseinandersetzung mit medialer Eigendynamik", worin dem Klang eine besondere Rolle zukommt. Nun kommt neben die klassische Begriffspaarung "Kunst und Technik" ein drittes Element hinzu (hier ganz im Sinne altgriechischer *epistemé*). „Zwischen Wissenschaft, Technik und Kunst", prognostiziert Thomas Macho, werden sich "neue Allianzen des *intellectus* und des *ingenium* ausbilden."[412]

- ist es diese *wissenschaftliche*, im Sinne Altgriechenland wissenwollende Erforschung des Wesens des Klangs, die konstitutiv ist für den abendländischen Begriff des Klangs (bis hin zu Nicole von Oresmes spätscholastischer Erforschung des *sonus*, der ihn zum Begriff von Beschleunigung und zur graphischen Definition des Parameters *t* führt); Bogen zur Systematischen Musikwissenschaft, oder gar zu den Naturwissenschaften selbst

- Vier Parameter kennzeichnen ein Gaborsches Klangatom: die zeitliche Lage t_0, die frequenzmäßige Lage ν_0, das Zeitintervall Δt (die "effektive Dauer") und die komplexe Amplitude c; so werden physikalische Ereignisse (akustische Signale) als "Informationszellen" rechenbar und lassen sich zu einer "Kompositions-Matrix" anordnen: Meyer-Epplers Kompositions-Matrix

---

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

411 = Musik und Mathematik Bd. I/1, München (Fink) 2006: 12

412 Thomas Macho: „Neue Allianzen – Der Interllektuelle und der Ingenieur“, in: Der kritische Blick – Über interllektuelle Tätigkeiten und Tugenden, Frankfurt am Main: Uwe Justus Wenzel 2002, 139

- Unterschied zwischen beispielsweise einer Photographie und einem musikalisch-akustischen Vorgang liegt darin, daß letzterer kein statisches Verhältnis ist, "sondern die Zeit als Kenngröße hat" = H.-W. Steinhausen, Musische Technik, in: F. Winckel (Hg.), Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung, Berlin (Radio-Foto-Kinotechnik) 1955, 195-202 (199); meint das Zeitkritische nicht schlicht die klassische These von den "zeitbasierten" (*time-based*) Künsten, denn mit hochtechnischer Signalverarbeitung verschwindet die Differenz zwischen optischen und akustischen Prozessen in Echtzeit.

- Medienästhetik? technische Medien nicht schlicht Mitfaktor ästhetischer Wahrnehmung; als Medienarchäologie - "Wahrnehmung" (*aisthesis medialis*) der technischen (Meß)Medien selbst - für Musik vor allem Oszilloskop, Sonagramme (Fourier-Transformation)

- macht Meyer-Epplers Buchtitel es deutlich: elektrische Klangerzeugung bewegt sich im *Zwischenraum* von Akustik (elektronisch) einerseits, und emphatischer Musik andererseits

Entdeckung von Frequenz / Wellenbewegung als Leistung der Frühneuzeit (Mersenne, Sauveur)

- entdeckt Neuzeit in der Natur generalisierte Elastizität: mechanische Erschütterung, thermodynamische Hitze, Elektromagnetismus, Lichtwellen; überall Schwingungen, die sich ausbreiten - ein anderer Begriff als der antike vom *kosmos*

- entsteht mit dem Begriff der Frequenz bei Mersenne ein neuer universaler Parameter, der sich vom Bild der Saite ablöst (mit Konsequenzen für den *string*-Begriff in der Quantentheorie); setzt Sauveur Frequenz und Sinusschwingung gleich; Mersenne visualisiert Schwingung noch unsicher als Dreiecke als graphische Zeichen einer Oszillation; Wellentheorie des Schalls resultiert nicht schon aus dem Bild des Steins, der ins Wasser fällt (wie vom Stoiker Chrysipp beschrieben)

- Fouriers Erkenntnis, daß auch Rechteckschwingungen durch Zerlegung in Sinuskurven anschreibbar werden; Grenzwerte des Analogen ans Digitale; andere Quadratur des Kreises

- wird seit Fourier wird die physikalische Welt nicht mehr statisch gedacht, sondern als Summe infiniter Oszillationen - prozeßhaft, flüchtig, periodisch, dynamisch, operativ; mathematischer Anschluß: Leibniz' Differentialrechnung als Werkzeug, das solch analytisches Denken erlaubt

- Helmholtz' Versuche zur Nervenleitgeschwindigkeit; Adrians Elektrophysiologie (ermöglicht durch Elektronenröhre als Signalverstärker), "nervous conduction"

- kommt Helmholtz zur Erkenntnis, daß "aller Sinnesempfindung Oscillation zum Grunde" liegt = Siegert: 300; Fourier: "Könnte man die Ordnung, welche die Wäremeerscheinungen beherrscht, den Sinnen wahrnehmbar machen, so würde man einen Eindruck empfangen, der ganz den harmonischen Resonanzen enspricht" = Analytische Theorie der Wärme, dt. 18xx, Vorwort: XIV

Frequenzvorgänge als grundlegende Bewegung in der biologischen Welt

- definiert *Wörterbuch der Kybernetik* im Eintrag "physiologischer Frequenzbereich" die Schwingungen, Zustandsfolgen mit bestimmten Frequenzen der Wiederkehr gleicher Elementarvorgänga als Bewegungsformen organischer Systeme bzw. ihrer Teilsysteme, etwa Frequenz der Erregung und Entladung eines Neurons (im Millisekundenbereich begrenzt durch die Größte der Refraktärperiode); ebenso Gehirnschwingungen, deren Rhythmus durch das Elektroenzephalogramm festgehalten wird. Verstanden wird unter diesem Begriff ebenso die von den Sinnen wahrnehmbaren, in der Umgebung auftretenden Frequenzen, "insofern sie von dem betreffenden System auf der Grundalge einer gegebenen physiologsiche bzw. neurophysiologische Organisation wahrgenommen werden können"[413]; Rezeptoren der Netzhaut nehmen nur Lichgt iener bestimmten Wellenlänge auf; werden in höheren organischen Systemen alle von außen kommenden Signale im Nervennetz mit Hilfe der aus der Nachrichtentheorie vertrauten Pulsfrequenzmodulation kodiert

- wurzelt Ergodentheorie in statistischer Mechanik; zeitliche und räumliche Distribution im Mittel gleich

- Begriff des *Puls* als "periodische oder annähernd periodische Folge von gleichgeformten Impulsen"[414], sekundenweise gemessen als Impulsfolgefrequenz

- Wieners Zeitreihenanalyse; ist in diesem Modell die tatsächliche Position des feindichen Flugzeugs zum Zeitpunkt *t* die "Botschaft", während Abweichungen in der Verfolgung das "Rauschen" darstellen = P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 186; physikalische Didaktik simuliert solche Prozesse längst als visuelle Programmierung in Echtzeit; das Zeitfenster wird hier zum Raum (in *windows* von Computerterminals), etwa das Programm *Schiefer Wurf* der Echtzeit-Perspectix AG (1997): halb ikonische, halb diagrammatische Kanone im Bild kann durch Eintrag numerischer Werte in Parameter-Buttons ausgerichtet, die Austrittsgeschwindigkeit der Kugel variiiert sowie die Position des Ziels verändert werden. "Bei einem Treffer zersplittert das Zielobjekt, und ein akustisches Signal ertönt. Es handelt sich also nicht um eine reine Animation,

---

413 Wörterbuch der Kybernetik, hg. v. Georg Klaus / Heinz Liebscher, 2 Bde, Frankfurt/M. (Fischer) 1969, Bd. II: 479f (479)

414 Walter Conrad, BI-Taschenlexikon Elektronik - Funktechnik, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, 276

sondern um ein physikalisches Modell"[415] - wobei zum qualitativen ästhetisch-narrativen Sprung (zum Computerspiel etwa) nur noch die willkürliche Bewegung des Zielobjekts selbst fehlt

Ping-(Re)Audifikation

- folgt Audifikation der Zeitreihe des Signalereignisses selbst; Sonifikation als *parameter mapping* gestaltet sie um - damit Musik

- ergibt Audifikation zeitkritisch zugespitzter Prozesse ein Geräusch wie das Klacken des Balls beim Tischtennis; Ping-Audifikationen durch Tongenerator mit 1-Sample-Impuls in einem Delay-Resonator, Resonanzfrequenz 1/(pingzeit-in-s/10); in Unit-Generator (Resonator-Bank) wird ein 1-Sample-Impuls geschickt, der nahezu alle Frequenzen enthält (Dirac); wird in Resonator-Bank in Teilschwingungen zurückverwandelt; zurückkomendes Ping-Signal wird *online* in SuperCollider gesendet und dort audifiziert; Millisekunden-Zeit

- Klang aus (Lauf-)Zeit als akustische Elemente für eine neue Form vom Komposition; freut sich Meyer-Eppler vor 50 Jahren an technischer Existenz von Tönen, produziert mit dem Sinustongenerator

---

415 Bernhard Wagner, Multimedia. Nutzen für wen?, in: Magazin Unizürich, Heft 2/97, 70-72 (71(