

["ÜBER KLANG, ZEIT, ELEKTRO-TECHNIK"]

ZEITWEISEN DES SONISCHEN

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"

ÄSTHETISCHE EIGENZEITEN

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

SONOPOETIK

Titelbild *Rhythmogramm*

Im Medium erklingt die Zeit

Technologische Erforschung des Sonischen / Sonik

MEDIENARCHÄOLOGIE unter besonderer Berücksichtigung von Akustik, Klang und Musik (Material)

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

ZEIT UND AKUSTIK

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)
Sonographie

ZWISCHEN t UND $t + \tau$

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)

MUSIK - ZEIT - TECHNISCHES MEDIUM (Material)

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

KLEINSTE DIFFERENZEN IM REGELMÄßIGEN

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

ZEITWEISEN DES SONISCHEN im *nicht*-akustischen Raum (*Unerhörte Artikulationen*)

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

- treten Meßmedien buchstäblich zwischen Schallereignis und menschlicher Tonempfindung, sei es zu analytisch-forschenden Zwecken oder zu repräsentativ-darstellenden (Audifikation / Sonifikation, etwa in der Medizin und Erdbebenforschung); zur Sonographie de la Motte-Haber / Rötter (Hg.) 2005: 50 ff.

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“¹ ; 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."² 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 unwägbare scheinende Zusammenhänge erkennbar werden und erforschbar sind. Indem wir aber Zeitobjekte vergangener Zeiten als solche reinstanzieren, 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."³

- 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

¹ Reinhold Hammerstein, Musik als Komposition und Interpretation, in Deutsche Vierteljahresschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte Bd. 40, Heft 1 (1966), 1-23 (20)

² Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik [*1863], Braunschweig (Vieweg) 1913, 411

³ 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: Zur Aktualität des antiken griechischen Wissens von der Musik, hrsg. v. Sebastian Klotz, Laaber (Laaber-Verlag) 2007, 295-316 (313f)

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 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 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 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), 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."⁴ In der Periodizität liegt der Kern der 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"⁵, und "die Gestalt im Raume ist nichts, als die

⁴ George Tzanetakis et al., Computational Ethnomusicology, in: Journal of Interdisciplinary Music Studies, Fall 2007, vol. 1, issue 2, 1-24 (13)

⁵ David Linden, Das Spiel der "Brain Players. Rhythmen im

Klangfigur dieses Tons"⁶

- 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"⁷ - oder auf Magnetband.

- Nicole Oresme: "Wenn ein Lebewesen 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."⁸ 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 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,

Gehirn", in: Junge Akademie Magazin <Berlin> No. 4 (2006), 16f (17)

⁶ 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

⁷ Christian Bielefeldt, Eintrag "Musik", in: Pethes / Ruchartz (Hg) 2001: 389-391 (389)

⁸ Nicole Oresme, Quaestiones de anima, zitiert nach: Taschow 2003, Bd. II: 673

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, "<...> bekommt eben dadurch auch den Begriff des Successiven, 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."⁹

- seit Pythagoras: Musik als tönende Mathematik¹⁰; bei Oresme "erstmal" (*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 anfangen, digital zu schneiden und abzuspielen. dann kamen kyma und melodyne, die froren sound ein" (Erinnerung Maximilian Schönherr, Januar 2013)

⁹ 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

¹⁰ Siehe Artikel "Musik und Mathematik", in: Die Musik in Geschichte und Gegenwart, hg. v. Ludwig Finscher, Sachteil 6, Kassel u. a. (Bräenreiter / Metzler) 1997790

- 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 sensibilisiert. 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 Kirchenglocke ergeben keine kontinuierliche Melodie im Sinne von Musik, bilden aber - analog dazu - eine diskrete Serie

- Impulsfolgen erzeugen erst) im intentionalen Hören einen Bewußtseinsakt in 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 (samt kurzfristiger Zwischenspeicherung) als *pre-emptive computing* heißt; zwischen Kurzzeitgedächtnis 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 Vergangenes.[...]“ = Edmund Husserl, Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, hg. v. Martin Heidegger, Halle (Niemeyer) 1928, 384 f.

- Mißverständnis von akustischem Δt (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 différencié*. "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."¹¹

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

¹¹ Bergson 1888/1994: 80

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*

- *clocking* im Computer zeitigt ein dynamisches Gedächtnis in Form der der Acoustic Delay Line. Die Ultraschall-Verzögerungsleitung "zischenspeichert" 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."¹²

- 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 System 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>

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 and used a crystal to transform them into sound waves, which would make their way relatively slowly down the mercury tube. At the far end, the sound waves would be amplified and reshaped. One tube could usually store / about one thousand binary bits at any given moment."¹³

Datenklang (die "Datassette")

- wird "Klang" parametrisch in den RAM eines C64-Computers "gepakt". 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 Datensette. Von hier aus ist es später abrufbar ("LOAD"-Befehl) und erklingt dann wieder aus dem C64. Obgleich das gleiche Speichermediendispositiv ("Cassettenrekorder", "Toncassette"), wird hier der Ton ganz un-tonal darauf gespeichert. Dieser dialektisch ins Gegenteil

¹² 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)

¹³ 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)

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"¹⁴ zu erhalten. Im Unterschied zum institutionellen Archiv aber schweigt dieses nicht, sondern vermag das Ergebnis durch entsprechende D/A-Wandlung und anschließendes Interface akustisch 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."¹⁵

- 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

¹⁴ William B. Sanders, Einführungskurs Commodore 64. Eine praxisnahe Anleitung für die Bedienung, Haar b. München (Markt- und-Technik-Verlag) 1984, 155

¹⁵ Ralph H. Abraham / Christopher D. Shaw, Dynamics. The Geometry of Behavior, 2. Ausg. Redwood City et al. (Addison-Wesley) 1992, 74

abspielen zu können, entstand das *SID-Dateiformat*. Player für dieses Format gibt es für praktisch alle Plattformen <...>. Bei diesen handelt es sich überlicherweise 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 Zufallszahlengenerator 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 generated). It is not necessary to gate (turn on) the voice. Once this is done, random values appear in location \$D41B."¹⁶

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 Plattenspielnadel beim Scratchen."¹⁷

- 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

¹⁶ Neil Boyle, Random Numbers in Machine Language for Commodore 64, in: Compute!, Ausgabe 72 (Mai 1986), 77ff

¹⁷ 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)

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 (strukturell 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 frequenzbasierter Phänomene aufzuzeichnen und zu speichern.¹⁸ 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.¹⁹ 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

¹⁸ Siehe Keigo Iizuka, A Method for Photographing Microwave With a Polaroid Film (März 1968), *online* unter: <http://hdl.handle.net/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

¹⁹ Auf der Grundlage einschlägiger Fachliteratur prägnant beschrieben von Teresa Busjahn in ihrem Testat *Medien in der Medizin: Bildgebende Verfahren als (Re-)Konstruktion der Wirklichkeit* zur Vorlesung "Medien-geschichte als Medienarchäologie" (W. E.), Sommersemester 2006

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 Fourieranalyse 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 Existenziale des Sonischen

konkret: Bewegtbildwahrnehmung in klanglichen Begriffen; Bill Viola, "Der Klang der Einzelnen-Abtastung" als Definition des elektronischen 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 Augen wie Ohren'.²⁰

- 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"); Sonogramme

Das Sonische, mit medienarchäologischem Ohr erhört (vernommen)²¹

- *live*-Übertragung 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 technische Rauschen mit ein

- ereignen sich Zeitweisen 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

²⁰ Marshall McLuhan / Bruce R. Powers, *The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert*, Paderborn (Junfermann) 1995, 94

²¹ 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>

kosmischen Musik zurückgegriffen)

- Medienkunstgruppe *radioqualia* definiert "Radio" u. a. wie folgt: "An agent of audification: radio instruments allow the electromagnetic 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 unklangleiche 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"²², also in medienarchäologischem Direktgehör

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 Erklängen 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 Wechselstromes" bewegen. "Die Membrane <sc. des Lautsprechers> versetzt ihrerseits die Luft in Schwingungen und erzeugt so ein, dem mit dem Mikrophon aufgenommenen Schallereignis gleichwertiges, Klangbild."²³

- 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 vorzugsweise 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 Richtung und Stärke ein getreues abbild des sie

²² 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

²³ Aus der Bedienungsanleitung zu Philips Tonbandgerät 4307, § 1.5

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; obzwar beide bloß die Materie der Vorstellungen, nämlich lediglich Empfindung, zum Grund zu haben scheinen <...>." Kant insistiert, "daß die Empfindung der Farbe sowohl als des Tons sich nur sofern für schön zu gelten berechtigt halten, als beide rein sind; welches eine 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 Ausgabe 1769-73), Braunschweig / Wiesbaden / Vieweg) 1986, brief 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 Luftbeugungen <...> alles unser Vermögen, die Proportion der Zeiteinteilungen durch dieselben unmittelbar bei der Wahrnehmung zu beurteilen, wahrscheinlicherweise bei weitem übertrifft" = 212 / 324; erkennt Kant in der scheinbar homogenen Wahrnehmung diskrete "Proportion der Zeiteinteilung": Kritik der Urteilskraft [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 epistemischen Moment moderner Medialität: Ästhetik rückt unterhalb die Wahrnehmungsschwelle und ist doch da, wirksam, wie später 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 dieselben 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 beurteilt die Farbenabstechung <...> nach der Analogie mit der letzteren" <212f. / 325>. So macht sich das Nichtwahrnehmbare der Wahrnehmung 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“²⁴ - also immediat zum Medium, unter 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 sich mit 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 Verklängen 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, anaesthetische 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.“²⁵ Genau dies geschieht in techno-populären Artikulationen von Klang in Form von Samples und Loops

²⁴ Eintrag „Studio für elektronische Musik“ [sc. seit Oktober 1951 im damaligen NWDR, mit Werner Meyer-Eppler, Robert Beyer, Fritz Enkel und Herbert Eimert], in: Wikipedia, Zugriff November 2006

²⁵ Zitiert nach Programmheft der Aufführung der Berliner Kammeroper von *In the Penal Colony*, Musik Philip Glass, Hebbel-Theater Berlin, November 2002, S. 7

- *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 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 Verfaßtheit 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 ästhetischen 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 Diskontinuität, 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."²⁶ Fuss akzentuiert im Anschluß an dieser Metrumdefinition, "daß sie losgelöst ist von der *Äquidistanz* der Betonungen. Musik bewegt sich nach Berrys Ansicht in einem Kontinuum zwischen völlig unregelmäßigen und völlig gleichmäßigen Betonungsabständen" <a. a. O.>; Äquidistanz ist vielmehr ein Sonderfall. "Der herkömmlichen Auffassung widerspricht dies völlig, denn das Metrum gilt als konstante Größe, als invariante und prädestinierte 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 integrates 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 current 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. Neurosci. 14 (1994), 1908-1919; Form von Analogrechnung äquivalent zur zeitlichen Integration vermittelt 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

²⁶ Wallace Berry, Structural Functions in Music, Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall) 1976, 318

Fachbildung, umfassende Literaturkenntnis und Gewöhnung diese Fähigkeit, den wirklich erklingenden Tönen mit der Vorstellung vorauszuweichen, sehr erheblich 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 erstmalig gehörten Werkes in der Partitur ist ganz und gar keine Eselsbrücke, da dasselbe wenigstens den fachgemäß geschulten Musiker instand setzt, aus der Notierung vorausgehend das Nächstfolgende in 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 gespielt 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-Vakuumpipeline) 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 timestretching 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 Lautsprecher Ausgang 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.²⁷

- „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 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;

²⁷ 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*

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"²⁸

- Phänomenologie des Tons führt unter medientechnischen Bedingungen zu einem neuen Verständnis von Akustik, Klang und Musik. "In diesem Zusammenhang tragen Techniken des Rundfunks, des Telegrafens, Magnettonbänder, Lautsprecher, Sinusgeneratoren u.a. und schließlich der Computer dazu bei, Ton und Klang neu - *zeitkritisch* - zuzubegreifen und <...> von ihrem eigentlichen 'U(h)r'körper zu emanzipieren."²⁹

- 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."³⁰

- Applied to brain mechanisms, this analogy implies one or more internal timer giving rise to duration at various scales: "A (hypothetical) clock emits pulses that translate into behavior; judgements on duration depend on pulse counting 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 psychological category. Instead, temporal consciousness *itself* constitutes 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

²⁸ Jakob Ullmann, *Lógos ágraphos. Die Entdeckung des Tones in der Musik*, Berlin 2006, 94

²⁹ 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

³⁰ So zusammengefaßt von Francisco J. Varela, *The Specious Present. A Neurophenomenology of Time Consciousness*, in: Jean Petitot / ders. / Bernhard Pachoud / Jean-Michel Roy (Hg.), *Naturalizing Phenomenology. Issues in Contemporary Phenomenology and Cognitive Science*, Stanford (Stanford UP) 1999, 266-316 (268)

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."³¹

- 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) Realen³²

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 unserer modernen quantitativ-metrischen Weltaneignungsstrategien und neuzeitlichen 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-Organen - dem Ohre zu vertrauen, von der Natur angewiesen sind, der Stifterin und allein zuverlässigen Lehrerin der Harmonie"³³.

- akustisches Verhältnis wird zum epistemischen Ding: Sonik im Unterschied zur musikorientierten Klangforschung. "Aus d'Alemberts Lösung ist ersichtlich, daß

³¹ 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)

³² Dazu Shintaro Miyazaki, Das Algorhythmische. Microsound an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Volmar (Hg.) 2009, 383-396

³³ 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)

die Analyse der schwingenden Saite nicht länger Vertrautheit mit musikalischen Erscheinungen voraussetzte; Obertöne und einfach harmonische Bewegung sind nicht erforderlich. Das Problem der schwingenden Saite ließ sich rein mathematisch behandeln, ausgehend von einem Grundprinzip der Dynamik."³⁴ 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 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.³⁵ 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."³⁶ Daraus entspricht eine quasi-Musikalität: "Recurrent structures in chaotic systems, including intermittency and self-similarity, are

³⁴ 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)

³⁵ 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)

³⁶ Gottfried 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)

compatible characteristics 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 *Algorhythmisiert*. 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 einer clock führt der Processor Aktionen aus; MIPS = Million instructions 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."³⁷ Fourieranalyse verräumt 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 'mikroskopische' 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 gewöhnlicher 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 Linie zu den primären Tonempfindungen (Tonhöhe,

³⁷ 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)

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 Erkennung 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 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 jeweilige 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."³⁸ 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 Überschwingvorgängen 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 affected 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

³⁸ 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

Sonischen im Unterschied zu musikalischer Metaphysik: "The phonograph inscribes not the spirit of music but its body, its acoustic being in time."³⁹ 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 Prinzip, entdeckt aber anhand des Klangs (und der Wasserwellen)

- operiert Magnetron im Speziellen mit Hohlraumresonatoren⁴⁰, 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"⁴¹ 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 interpretieren.⁴²

- 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 Signalauschnitt (ein akustisches Quantum im

³⁹ Eric W. Rothenbuhler / John Durham Peters, *Defining Photography. An Experiment in Theory*, in: *The Musical Quarterly*, Bd. 18, Heft 2 (1997), 242-260 (243)

⁴⁰ Walter Conrad, *BI-Taschenlexikon Elektronik - Funktechnik*, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, Eintrag "Magnetron", 225f

⁴¹ Jean Baptiste Joseph Fourier, *Analytische Theorie der Wärme* [*Paris 1822], dt. Ausgabe von B. Weinstein, Berlin 1884, viii

⁴² Michel Serres / Nayla Farouki (Hg.), *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 2001, Eintrag "Spektralanalyse", xxx-895 (894)

Milisekundenbereich: siehe Supper: 34) wird nach und nach mit oszillierenden Sinus- und Kosinusfunktionen unterschiedlicher Frequenz angefüllt heute die Zeitfensterung = gefensterter 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 Menscheninnen entgeht, die verborgene 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 zeitkritischen 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 Sinustons seine zeitliche Grenze. Jede sinusoidale Schwingung "exists sub specie aeternitatis"⁴³; darauf antwortet Denis Gabor mit dem Entwurf seiner akustischen Quanten, der Grundlage der zeitgefensterten Fourieranalyse (und Grundlage der Waveltverfahren in der Signalprozessierung).

- verleihen Transienten 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 impossible 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 (punktartige) 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 λ als Frequenz der betreffenden Schwingung interpretiert 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

⁴³ Norbert Wiener, I am a Mathematician. The Later Life of Prodigy, Doubleday, Garden City, New York 1956, 106

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 der 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, 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 sublimen Liasion 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.⁴⁴ 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-analyisierbare 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

⁴⁴ 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

- 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, 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)⁴⁵; 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 / *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, mithin informativer musikalischer Zeit. Hiermit überlagern sich zwei Zeitphasen: die der Medien und die der Aufführung; es kommt also zu einem Differential zwifacher 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

⁴⁵ Bill Viola, *Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung*, in: *Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence*, Brüssel (September 1993), 16-54

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 in diesem Zusammenhang nicht allein als Hörbares kund; das Spektrum elektromagnetischer 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 Dispositiven, 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 (Chladni 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 Algorhythmische. 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 ausdrücklich 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 Adelman / 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, *Kräftepiel. 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 Verlagsgesellschaft) 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 signalverarbeitender 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"⁴⁶, 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 Musikwissenschaft); sucht der spezifische Neologismus des "Sonischen" Ebenen des Klanglichen zu adressieren, die zwischen physikalischer Akustik, kulturtechnischen Dispositiven, 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

⁴⁶ 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)

- 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.

ÄSTHETISCHE EIGENZEITEN. Zeit und Darstellung in der polychronen Moderne

[zum DFG-Schwerpunktprogramm 1688]

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.⁴⁷ Abendländischen Zeitvorstellungen wohnt ein intrinsisches Medienbewußtsein inne, insofern sie nicht nur symbolische, sondern auch operative Verhältnisse 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

⁴⁷ Ankündigungstext zur Tagung: Wiederkehr und Verheißung. Dynamiken der Medialität in der Zeitlichkeit, Universität Zürich, 31. Oktober / 1. November 2008

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*.⁴⁸ Der Tonträger aber kennt keine Vergangenheit; Kopplung von medienegegebener 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 Signalwandlung⁴⁹, 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 Synchronisation angehört.⁵⁰ 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 unterworfenene Apaprte, die gleichwohl geschichtlich unterschiedene Ontologien zeitigen."⁵¹ Oxymoron einer "historischen Medienarchäologie" (Kittler)

⁴⁸ 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.

⁴⁹ Dazu Gregory Ulmer, *Teletheory. Grammatology in the Age of Video*, New York (Routledge) 1989, 106

⁵⁰ Siehe Arkady Pikorsky et al., *Synchronization. A universal concept in non-linear sciences*, Cambridge (UP) 2003

⁵¹ Friedrich Kittler, *Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, München (Fink) 2000, 235f

- 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 technischer 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: Aufschiebe und Interferenzen zwischen Endzeit und Echtzeit*, Weinheim (VCH / Acta Humaniora) 1990, 351-362

- Michael Lommel, Synästheticsie 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] Bezugssysteme, 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 rekuriert 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.“⁵² 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 <...>."⁵³ 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 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 ästhetischen 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 Komponisten

- technische Medien *verungeschichtlichen*; Wahrnehmender muß sich mit techno-sonischen Dingen synchronisieren

⁵² 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

⁵³ 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

- Florenz, Brunelleschis 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 kulturgeschichtliche 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 Zeitbewusstseins 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 bedienen

- 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."⁵⁴

- 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, eingegrenzten 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."⁵⁵ Tatsächlich haben wir es hier nicht "mit verschiedenen Historizitäten zu tun", sondern mit der "Verzahnung 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

⁵⁴ Friedrich Kittler, Und der Sinus wird weiterschwingen. Über Musik und Mathematik, Köln (Verlag der Kunsthochschule für Medien Köln) 2012, 48f

⁵⁵ 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

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"

- 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."⁵⁶

- 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, von den apparativen Verhältnissen (Einrichtungen) erneut zur Rede *gestellt* - wengleich menschenseitig als in mit historischem Index versehene Wissensweisen

SONOPOETIK

[= weiteres Material zu *Im Medium erklingt die Zeit*]

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 einem 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.

⁵⁶ Leibniz 1712, brief an Christian Goldbach, zit. <von Enders 2005: 15> nach: Géza Révész, Einführung in die Musikpsychologie, Bern 1946

Januar 2014:

"Beim weissen Rhythmogramm lenken die x- und y-Spannungen einen Elektronenstrahl durch die beiden Plattenpaare auf einem Oszilloskopschirm (Phosphor P1, $Zn_2SiO_4:Mn$, 528 nm) ab. Eine vor dem Schirm montierte Kamera zerlegt die Vektordarstellung in ein Fernsehrastrer. 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 emittiert 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 jeweilige 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 übertragenden 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 Arrhythmien 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)."⁵⁷

- 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"⁵⁸ - 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

⁵⁷ Vief ebd.

⁵⁸ 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>.

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 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 Weltals-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."⁵⁹

- Zeit und Zählung laut Euler in der Sukzession begründet; Seele "[...] bekommt eben dadurch auch den Begriff des Successiven, 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

⁵⁹ Carsten Busch, Analyse und Bewertung des Informationsbegriffs nach C. E. Shannon, Diplomarbeit Technische Universität Berlin (Fachbereich Informatik), November 1989, 137

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 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."⁶⁰

- 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 Raummikrofon erstellte Aufnahme zu hören, auf der anderen die mit dem Gesangsmikrofon 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

⁶⁰ Franz Reuleaux, *Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens*, Braunschweig (Vieweg) 1875, 449; dazu Fig. 339

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.

- 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 *fragestellenden*, 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 Aggregate hat Platon die Gleichursprünglichkeit in eine Gedächtnisfigur umgegossen, um sie kognitiv akkulturieren zu können. Seine Lehre von der Wiedererinnerung (*anámnēsis*) 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."⁶¹ Das Apriorische aber ist das Gleichursprüngliche. Becker verteidigt den auf den ersten Blick scheinbar mythologischen Begriff der *anámnēsis*, indem er ihn ausdrücklich gegen Kants Begriff der "reinen Anschauung a priori" gegenliest: "Sollte vielleicht der platonische Terminus *anámnēsis* [...] tiefer und eigentlicher das Wesen mathematischer Erkenntnis treffen als die *Kantische* Bezeichnung [...]? [...] Was heißt a priori? Was kann es anderes heißen 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."⁶² 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

⁶¹ Oskar Becker, *Mathematische Existenz. Untersuchungen zur Logik und Ontologie mathematischer Phänomene* [*1927], Tübingen (Niemeyer) 2. Aufl. 1973, 240

⁶² Becker 1927/1973: 241

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 ageometretos 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 Tatsächlichkeit jener Inschrift zweifelhaft ist", kommentiert Oskar Becker⁶³; 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 Kalkulierbarkeit 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).⁶⁴ 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."⁶⁵

- hat Mersenne - anders als Pythagoras - ein Ohr dafür, daß eine leere musikalische Saite nicht nur mit der ihr eigenen ‚Schwingungszahl‘ oder

⁶³ Becker 1927/1973: 241, Anm. 2

⁶⁴ 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

⁶⁵ The Idea File of Harold Adam Innis, hg. v. William Christian, Toronto / Buffalo / London (University of Toronto) 1980, 130 (Kap. 15, Eintrag Nr. 65)

Frequenz schwingt, sondern zusätzlich eine Reihe höherer Nebentöne hervorbringt. "Eine Analyse der erhörten Töne ergab, dass diese den ganzzahligen Vielfachen der Grundschiwingung 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 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."⁶⁶

- 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).⁶⁷

- 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

⁶⁶ 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

⁶⁷ Dazu Ernst Ulrich von Weizsäcker (Hg.), Offene Systeme. Beiträge zur Zeitstruktur von Information, Entropie und Evolution, 2. überarb. Aufl. Stuttgart (Klett-Cotta) 1986, 374f

12 (1819), 167-171 (hier 167f.). Im Original heißt es: „Si le son produit par les instrumens est dû principalement, comme le croient les physiciens, à la suite régulière 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 Wiedereinkkehr der 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 snatches 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"⁶⁸

- 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

⁶⁸ 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

- 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 synthetisieren

- Jenseits des klassischen Zeitbegriffs; François Jullien, Über die "Zeit". 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 Geschöß ein lenkender Mensch (Pilot), kommt Nichtlinearität ins Spiel., doch "schon die kleinste Änderung eines Eingangsparameters kann zu einer gewaltigen Änderung der Ausgangsgrößen führen"⁶⁹, was den Einsatz eines Operationsverstärkers 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 verschmierteres Frequenzband"⁷⁰

- (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 näherungsweise 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

⁶⁹ Hubbard 1998: 39

⁷⁰ <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."

- 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 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."⁷¹

- Klang aus Impulsen bei Oresme: "Est autem in sono insensibili quedam discretio per interpositionem pausarum que quandoque sunt ita frequentes et ita parve quod non percipiuntur 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 konzentrische 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 mehrere Einlagescheiben (*Tampanon*) mit den stereographischen Projektion der Himmelskreise des äquatorialen Systems der Koordinaten 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 Spithen oder Dornen die Positionen wichtiger Fixsterne markierte. "Eine Drehung dieses Netzes (bis die Dornen mit den jeweils beobachteten Sternen auf dem *Tympanon* übereinstimmten) erlaubte die Ablesung der Nachstunde auf einer Skala am Rande. Umgekehrt konnte für eine beliebig gewählte Stunde die Positionen, Auf- und Untergänge der Gestirne festgelegt

⁷¹ 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)

werden."⁷²

- 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 Sekunden unterschieden werden kann, ob ihre Schläge zusammentreffen oder nicht. Das Auge würde schon bei 1/24 Sekunde scheitern."⁷³

- neuronales Tongedächtnis; 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

- präemptive, vorausseilende 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.⁷⁴

- 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*.

⁷² 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 Arno Borst, *Arstrolab und Klosterreform an der Jahrtausendwende*, Heidelberg (Winter) 1986

⁷³ 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

⁷⁴ Pierce 1985: 123

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 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 Loading 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 Interesse 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 sensibilisiert, 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."⁷⁵ 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 *algorithm.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 einzelnen 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

⁷⁵ 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"⁷⁶, 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"⁷⁷ - es sei denn in re-sonifizierter Form, womit dieser Prozeß ästhetisch 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 sich differenzierten Zeitfiguren: Phasenverschiebungen, wie sie Karlheinz Stockhausen in seinem Aufsatz "... wie die Zeit vergeht" anhand elektroakustischer Musikkomposition als genuin mediengegebenen, nämlich

⁷⁶ Max Bense, *Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine* [1951], Wiederabdruck in: Engell et al. (Hg.), *Kursbuch Medienkultur*, Stuttgart (EVA) 1999, 472-483 (479)

⁷⁷ Rolf Strehl, *Die Roboter sind unter uns. Ein Tatsachenbericht*, Oldenburg (Gerhard Stalling Verlag) 1952: 26

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 Partitur 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? Erzeugen nicht auch Roboter, Naturvorgänge und Zufallsereignisse strukturierte Klänge? <...> Was bleibt von der heiligsten und intimsten Kunstform, wenn Software Kompositione kreierte, 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"⁷⁸ 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)

- George Antheil, 1925: "dass grosse tönende rhythmische Gebäude, tausendfach gespannt und gestreckt durch die Entwicklung <sic> der inneren Abstraktion der Musik, eine höhere elektrische Spannung ausstrahlen werden <...>", and "dass diese Töne gar nicht dieselben sein werden, die wir heute

⁷⁸ 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.

'musikalische Wellen' nennen"⁷⁹

- "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' [...]."⁸⁰

- 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 Bedeutungshöhe hat oder dominieren soll."⁸¹

- 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

MEDIENARCHÄOLOGIE unter besonderer Berücksichtigung von Akustik, Klang und Musik (Material)

Drei Zeitweisen: Akustik, Klang, Musik

- meint Medienarchäologie 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 = Verklängen; Choque des Vokalalphabets: vergänglicher Ton wird (zumindest symbolisch) aufhebbar und reproduzierbar; signaltechnisch erst mit Phonograph

Medienarchäologie des Sonischen

- plädiert John Cage (in Universitätsvortrag von 1954) dafür, Töne sich selbst sein zu lassen, und beim Komponieren vor allem die unbeabsichtigten Töne

⁷⁹ 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)

⁸⁰ 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)

⁸¹ Diederichsen 2002: 434

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.“⁸² 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 physikalischen 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 Southampton. Die Ergebnisse dieser radikalen Oberflächenauslesung wurden auf der JTS 2010 in Oslo (Digital Challenges and 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

⁸² Konrad Heidkamp, *Diese digitalen Töne*, in: *Die Zeit* Nr. 34 v. 17. August 1990, 68

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 Vokalclängen, in: Annalen der Physik 39 (1890), 148-154

- Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Berlin 1877, darin: Beschreibung der Sirene

- Scott, Le problème de la parole s´écrivait 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 microscopic 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 Anologsynthesizer, 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 kulturelsemantische Seite. Das ist im Übrigen auch der Grund weshalb die Musikwissenschaft weitgehend unmedienarchäologisch ist; wenn überhaupt, findet medienarchäologische 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; Siegerner 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; *sonic turn*, seit Jahren deklariert, zeigt Unbehagen an, daß seit Zeiten der vokalphabetischen 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 herumzögeln ... "(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"⁸³
- replace emphatic term "music" in subtitles for modules by "sound" - towards a *Klangwissenschaft*⁸⁴ 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 Gaden der Medien selbst: 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 - "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

⁸³ <http://www.tu-berlin.de/zuv/asb/faecher/komm/komm.html>

⁸⁴ This has been the direction of the conference *Auditive Medienkulturen. Methoden einer interdisziplinären Klangwissenschaft.*, 11th -13th February 2010, University of Siegen

- 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

ZEIT UND AKUSTIK

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"⁸⁵ - orientiert an der physiologischen 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

⁸⁵ Roland Stigge, Automatische Musiktranskription (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* <http://www.antcom.de/~stigge/studium/amtarticle.pdf> (Zugriff Juli 2013)

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, Halbtakt, 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 individual piece are the cultural time spans defining the oeuvre of a composer or a stylistic 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 infinitesimal - 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, artifizierlicher 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 Verwandlung so gut und so einfach wie bei der Umwandlung von akustischen bzw. mechanischen Schwingungen 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 absolutes Zeitmaß bezogen. "Wobei `Zeit` über die Länge des Pendels als visuelle Größe direkt mesbar war"⁸⁶

- 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 $TT - UT = \Delta T =$ <http://user.online.be/felixverbelen/dt.htm>

- 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; Differenz 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

⁸⁶ Simon Roloff, "Ganz und gar eritternd". Zur Archäologie der Sprachsynthesysteme im Zeitalter der Schallwellenberechnung, Hausarbeit im Rahmen des Seminars WE "Alphabet (III): Von Homer bis heute, HU, Semnar f. Kulturwiss., WS 2002/03, TS, 5

- 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“⁸⁷

Zeitmessung, zeitkritisch (Uhrwerk, Leibniz)

- beschreibt Robert Hooke im Postskriptum der 1676 publizierte *Description of Helioskopes* seine Erfindung einer federregulierten Uhr zur Bestimmung der Längengrade auf See: "About seventeen years since, being very inquisitive 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; 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 unsere 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

⁸⁷ 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)

(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 musikalischen Klang entspricht, und eine einfache pendelartige Schwingung einem einfachen Ton" <von Helmholtz 1863/1913: 56> - womit die getaktete Uhr zum Dispositiv der Analyse von 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 Erleichterung 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 Schallbewegung 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, unabhängig 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)⁸⁸. 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.

⁸⁸ Zitiert in: Klaus Peter Richter, Zeitfenster des Augenblicks, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 128 v. 4. Juni 2003, N3

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 Gedächtnisse 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!"⁸⁹

- statt Untersuchungen von Akustik und Musik in der emphatischen, also: historischen Zeit (Geschichte / Prozeß; "Ich glaube, daß all diese Beethoven-Symphonien eine story sind"⁹⁰) nun mikrotemporale Ebene, wo Zeit ein kritischer Parameter in der Datenverarbeitung ("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."⁹¹

- "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 hierher⁹²."

- 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 5-7⁹³;

- Frequenz eine physikalische Größe, die die Anzahl von Schwingungen pro Zeiteinheit (in der Regel pro Sekunde) beschreibt. "Es würde wohl auch keiner

⁸⁹ Lessing, Gotthold Ephraim: *Laokoon oder Über die Grenzen der Malerei und Poesie* [*1766], hrsg. v. Friedrich Vollhardt, Stuttgart (Reclam) 2012, 124 <Kontrolle>

⁹⁰ Philipp Glass (im Gespräch mit Sylvere Lotringer), in: *Schlau sein / Dabei sein*, Berlin (merve) 19xxx

⁹¹ 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)

⁹² 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

⁹³ Siehe Nils Rölller, *Leise Musik hört man besser. Luigi Nonos und Massimo Cacciari's Arbeit an der Tragödie des Hörens*, in: *LAB* 2001/02, Köln (DuMont) 2002, 291-301

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 Sukzession gebunden und damit irreversibel wie die Zeit.“⁹⁴

- 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 respektive angelegt und wird als Melodie dann variiert

- Computer vom Prozessualen der Algorithmen her denken, mithin vom "Algorithmischen" (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;

⁹⁴ 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

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

- 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 ...](http://www...); Seite 10; Schall ist also die Funktion eines Prozesses. Und er findet in der Physik statt, nicht in der kulturellen Einbildung: "Binaurales 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 (Hexameter / Versmaß), 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 Wahrnehmungsschwelle 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 Klängen herauszufiltern bzw. diese bei ihrem Fehlen sogar zu rekonstruieren (Residualtonbildung)."⁹⁵

- 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

⁹⁵ Georg Hajdu, Harmonische Energie - Motor bei der Evolution "relevanter" Tonsysteme, in: Feedback Papers 35, 1- (9)

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 Maschine, deren 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; demgegenüber 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 vertrauten Gesetze der Pendelschwingung erlauben eine (gegenüber der historischen Realität) 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 ordentliche Werth (des 4/4-Taktes) muss aus dem Gebrauche erlernt 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 sublimale 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 Oktavabstand 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 Erklängen sich erschöpfend, weder ausgestellt oder gespeichert, noch auf andere Weise bewahrt werden kann; es sei denn in der Erinnerung des Zuhörers"⁹⁶ - oder auf Magnetband; auch Nicole Oresme: "Wenn ein Lebewesen 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*

⁹⁶ Christian Bielefeldt, Eintrag "Musik", in: Pethes / Ruchartz (Hg) 2001: 389-391 (389)

Satie's Instantanéisme, in: Journal of Musicology 24 (2007), 522-580

- "Musik stellt Ordnungsverhältnisse in der Zeit dar"⁹⁷; aus radikal chronopoietischer Perspektive aber stellen Klangverhältnisse "Zeit" überhaupt erst her

- artikulierte 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 *Abtasten* fähig sind, die sie in Sequenzen von intensiven und in einer gegebenen Ordnung gesendeten Elementen zerlegt."⁹⁸ "Auf diese Weise läßt sich ein Gestaltzusammenhang 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)

Sonographie

- Sonographie 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 Sonographie als DSP

ZWISCHEN t UND $t + \tau$. Kleinste Klangereignisse in der Zeit

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

⁹⁷ 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

⁹⁸ 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 Processing die Geschwindigkeit von Signalverarbeitung im neuronalen System des Menschen zu emulieren vermag, kann McLuhans These von elektrischen Medien als Ausweitung des humanen Zentralnervensystems ("communication 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 Übertragungskanal) 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 Ablaufsphänomene (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 implementiertes 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 synthetischen Medium operativ wird - als *computing*; Unterschied liegt darin, daß einmal analog (mit stetigen Werteabgleich), einmal digital (mit Zahlen) operiert wird

- ermöglichte erst Infinitesimalrechnung, Zeitoprosesse mathematisch zu fassen; Integration erlaubt es, Geschwindigkeit durch Zuordnung von Streckenabschnitten zu Zeiteinheiten zu bestimmen. 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 scheinweise"⁹⁹ - 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 Zusammenhang 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 wahrnehmbar¹⁰⁰, 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 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

⁹⁹ Heinz Partoll / Irmgard Wagner, *Mathe macchiato Analysis*, München (Pearson) 2005, 151

¹⁰⁰ Siehe Wolfgang Boeticher, *Einführung in die musikalische romantik*, Wilhelmshaven 1983, 21

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 mathematischen 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 aktuelle 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 medienarchäologisch) 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 aktueller 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 Melodie in dem ausgewählten Zeitpunkt) 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, die kein primärer Inhalt im aktuellen Sinn mehr ist (kein immanentes 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 Apriorien sprachlicher Diskurse zu verfallen, schaltet Husserl um auf die Sprache der Mathematik: "Wie kann *dasselbe* Phänomen *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 $t_1 - t_0/1$ eine Verschiebung, d. i. eine Modifikation erfahren $\langle \text{nach} \rangle t_1/2 - t_0/2$ " = 330; vermag ein aktueller 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 $\langle \dots \rangle$. 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 $\langle \dots \rangle$, 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 Wesen von Musik angehen - eine Ordnung der Töne in der Zeit darzustellen, ist klar"; das theatrale 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 Subjekts ist, "so dringt der Ton schon dieser Grundlage nach in das Selbst ein, faßt daselbe in seinem einfachsten Dasein nach und setzt das Ich durch die zeitliche Bewegung und deren Rhythmus in Bewegung" = zitiert nach Kittler 2001: 133; untersucht *Medienarchéologie* 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: Nüchternheit 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'Esquivan (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 Ordnungsverhältnisse in der Zeit dar", definiert Karlheinz Stockhausen gleich eingangs in seinem klassischen Aufsatz "... wie die Zeit vergeht" (September/Okttober 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 transzendenten 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 anderen Feldern hinzuweisen (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 mißverständener 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 gesetzt 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, sensibilisiert durch den christlich-augustinischen Zeitsinn (der hinzukommen muß, damit der aristotelische Zeitbegriff ein dynamischer, 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 (Aristoteles) 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 einander, oder in ganz gleichen Zwischenräumen, so ist dieser Schall rein regelmäßiger Ton, wie ihn die Musik fordert. Folgen aber diese Schläge ungleichmäßig oder in ungleichen Zwischenräumen auf einander, so entsteht daraus ein unordentliches Geräusch, das zur Musik ganz ungeeignet ist" = 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 Wahrnehmung eines einzelnen musikalischen Tones kann an nalso wetw amit einer Reihe gleichweit von einander entfernter Punkte vergleiche, wie"; demgegenüber: "Waren die Erfernungen der Punkte 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 enchiridias*, ca. 875.¹⁰¹ 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 bezeichnbar werden, enthält die Rede von proportionalen 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 Infinitesimalen

- pythagoreische Proportionsästhetik (*via* Boethius) verhinderte gerade die Einsicht / das Einhören in Schwingungen, bis in die frühe Neuzeit. Was sensibilisierte diese frühe Neuzeit demgegenüber für Oszillationen, für die Allianz aus Takt und Kontinuierlichem? 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/physikalischer Ebene) einerseits und Musikwissenschaft für Semantik andererseits; einmal als Syntax zweiter Ordnung begriffen, verschränken sich beide Bereiche. Es herrschen zwei Zeitregime: periodische und un stetige 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

¹⁰¹ Hans Schmid (Hg.), *Musica et Scolica enchiridias una cum aliquibus tractatulis adiunctis*, München 1981, 60

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 Unterstützung 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 spätestens 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 Einfädels von Datenstreams - 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.“¹⁰² 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.“¹⁰³

- 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 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 mündlicher 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"¹⁰⁴

- 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

¹⁰² Norbert Wiener, *Time, Communication, and the Nervous System*, in: *Annals of the New York Academy of Sciences*, Bd. 50, 1948/50, 197-219 (200)

¹⁰³ Siehe Alan Turing, *Computing machinery and intelligence*, in: *Mind* 59 (1950), 433-460

¹⁰⁴ Milman Parry, *The Making of Homeric Verse*, hg. v. Adam Parry, Oxford (UP) 1971, 272

Die Melodie: Zeit ohne Medium (mit Bergson und Husserl)

- was Norbert Wiener als Anwendung der harmonischen Analyse zur Flug-Vorausberechnung feindlicher Kampfflugzeuge mathematisch formuliert hat, ist die Prozessualität, sonische Zeitlichkeit; bleibt Verunsicherung über den a/temporalen Status dieses Mechanismus: "Also *Empfindung*, wenn damit das *Bewußtsein* verstanden 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.

Technokairos: Musik ist/als Echtzeit

- Zeitleiste gibt den Parameter von Beats pro Minute; Sequenzer unterteilt diese Leiste in gewählte und kalkulierte Quantisierungen, die an die im MIDI-Verbund gekoppelten Soundquellen ausgegeben werden: "Diese (Sampler, Synthesizer und Drummachines) verfügen je nach Komplexität des Gerätes über ihre eigenen, internen Zeiteinheiten (Arpeggiator, interner Sequencer mit Loopfunktion, Timestretching). Die dominante lineare Zeitleiste, nämlich die des Master-Sequencers, kann damit unterwandert werden¹⁰⁵ - 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 medienepistemologische - "Wende" = James McCartney, *Einige Gedanken zu den Möglichkeiten und Gefahren von Computern in der Kunst und 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 Komponisten das Schreiben von Software und die Aufführung von Musik zu einem Prozess verschmelzen".¹⁰⁶

- 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

¹⁰⁵ Gary Danner, *Echtzeit/Musik*, in: *Kunstforum International* 151 (juni-September 2000), 178

¹⁰⁶ 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)

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 zu hören 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

- 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.¹⁰⁷ 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 he 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"¹⁰⁸ - 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 perceive a significant

¹⁰⁷ Charlie Gere, *Art, time, and technology*, Oxford / New York (Berg) 2006, 96

¹⁰⁸ 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

structure in a musical composition it must present him with a temporal-tonal sequence which is neither too certain nor too uncertain" = ebd.

Prosodie und Neuroinformatik: Epensänger

- 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

- elektromagnetisch 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 Partikel: 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 physiologisch (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 Telefon wird auf Stahldraht die Schallschwingung induktiv unter Nutzung des Wechselstroms (als objektives Korrelat zu Sinusschwingungen, aber ganz und gar unmusikalisch zustande gekommen) eingesetzt - ein anderer, transklassischer Typus von Signalen

- Thaddeus Cahills *Dynamophon* von 1900 erzeugt (orgelartige) elektronische Klänge nach dem Verfahren von Helmholtz' *Lehre von den Töneempfindungen* (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; teilt dies 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

- appellieren technosonische Prozesse an den menschlichen 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'attention volontaire, les sensations musculaires dues à des contractions de la peau du crâne tiennent une place importante"¹⁰⁹; im Anschluß daran die Studien von Wilhelm Wundt im Leipziger psychophysiologischen 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";

¹⁰⁹ Henri Bergson, *Théories de la Volonté* [Cours am Collège de France, 1907], paraphraisiert von Paul Fontana, in: ders., *Mélanges*, Paris (Presses universitaires de France) 1972, 685-704 (697)

vielmehr "sie läßt die bisher nicht faßbare zeitliche Substanz an den 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: Schallplattenrinne oder Tonband, die recht eigentlich 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 elektromagnetischen Aufzeichnung die Musik zum Gegenstand 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: Melodieindruck nur als Dauer möglich, nicht diskontinuierlich 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-periodische (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 menschliche 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 Primär-Schwingkreis ausgesendeten elektromagnetischen Wellen maximal angeregt; Arbeiten von Oliver Lodge seit 1890, der in der Technik anstelle von *resonance* den Terminus *syntony*, d. h. "Zusammenstimmen", bevorzugt¹¹⁰

- meint der Begriff *nervus* sowohl die instrumentelle Saite (Monochord) wie den neuronalen Nerv. "Könnten wir nun jede Saite eines Klaviers mit einer Nervenfasern so verbinden, daß die Nervenfasern 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 trifft, eine Reihe von Empfindungen erregen, genau entsprechend den pendelartigen Schwingungen, in welche die ursprüngliche 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 diesen 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 continu 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 Psychologie Linguistique*, 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 travers 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 (Zwischen)Speicherkapazität von 128 Bits bei einer Laufzeit von 128 Mikrosek. pro Zyklus - ein quasi "musikalischer" Speicher der, analog zur Club-Musik, "loops" beschreibt

¹¹⁰ Dazu Oskar Blumtritt, *Slaby-Stäbe - funkende Funkenmesstechnik*, in: Ulf Hashagen / ders. / Helmut Trischler (Hg.), *Circa 1903. Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums*, München (Deutsches Museum) 2003, 205-227 (212)

- acoustic delay memory; Computer "resoniert" operativ, unsinnlich, als maschinische Instanzierung 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 Analyse von Klängen ein Defizit bleibt: die Alternative von Zeit- und Frequenzdarstellung (die auf Ebene der Meßmedien der Quantenphysik mit der Heisenbergschen Unschärferelation korrespondiert, der zufolge entweder nur der Ort, das Momentum, oder der Impuls eines Teilchens festgestellt werden kann)

- 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 infinite wave-trains of rigorously defined 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 punktuell Schallereignis die dynamische Klangbewegung - eine sonische

différance (frei nach Derrida). "Ein Glissando ist weder Ton noch Note, sondern eine kontinuierliche Veränderung der Tonhöhe in der Zeit. Insofern unterläuft es den symbolischen Code der Musik" <Kursell / Schäfer 2005: 173> - zugunsten des Zeitreals. "Im Glissando-Spiel ist der Punkt der Linie nicht untergeordnet und die Linie ist nicht aus Punkten bzw. einer virtuellen Verbindung von Punkten zusammengesetzt" <ebd.> - eine Verabschiedung der diskreten altgriechischen, von der Praxis des Vokalalphabets effizienten Analytik. "Jeder Schall stellt eine Integration von Korpuskeln, elementaren Klangteilchen, Tonquanten dar" = Iannis Xenakis, Grundlagen einer stochastischen Musik, in: Gravesaner Blätter, Heft 18 (1960), 61-83 (63)

MUSIK - ZEIT - TECHNISCHES MEDIUM

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.¹¹¹ Siegfried Zielinski schreibt von „Chladnis Bildwerdung des Tons“¹¹²
- 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; 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

¹¹¹ Ernst Florens Friedrich Chladni, Entdeckungen über die Theorie des Klanges, Leipzig (Weidmann & Reich) 1787

¹¹² Siegfried Zielinski, Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens, Reinbek . Hamburg (Rowohlt) 2002, 207

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.¹¹³ Zu jedem Lautsprecher hinführende Kabel auf dem Boden erinnerten daran, daß auch solch scheinbar immaterielle Raumeffekte auf Übertragungskanälen basieren; im elektroakustischen Raum die Unhintergebarkeit 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“¹¹⁴

- 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, 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

¹¹³ 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

¹¹⁴ 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)

Laufgeschwindigkeit des Schalls gemessen werden"¹¹⁵; 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 ORGAN²/ASLSP, 639jährige "Aufführung"; jeweils aktueller Klang *online* abrufbar unter www.aslsp.org; Berechnung der Klangwechsel mit der Partitur der ersten 71 Jahre

- 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:

¹¹⁵ <ubi> Lautsprecher für Wetterprognosen. Lokale Vorhersagen mit der akustischen Laufzeit-Tomographie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 139 v. 19. Juni 2002, N2

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 Zeit¹¹⁶

- "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 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.

¹¹⁶ Siehe Honke Rambow, *Rhythmus, Zeit, Stille*, in: *Kunstforum International* Bd. 151 <Jahr???, 179-184

- "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“¹¹⁷

- 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 griechische *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.¹¹⁸ Folglich heißt Medienarchäologie auch das Eindringen der Zahl, neben den klassischen Objekten der Kulturgeschichte namens Schrift und Bild; 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 Mathématon*, 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 *polis* hinweise, für die im Namen von Tales auch der Anfang von Philosophie und Mathematik steht, nämlich das ionische Milet an der

¹¹⁷ 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)

¹¹⁸ Daniel Graepler, Tonfiguren im Grab. Fundkontexte hellenistischer Terrakotten aus der Nekropole von Tarent, München (Biering & Brinkmann) 1997, 31f

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 okzidental 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 Sinn¹¹⁹

- 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: algorithymischen Ästhetik

- Turings Maschine deutlich eine abtrahierte Schreibmaschine; Tastatur nach wie vor dominantes 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"¹²⁰ - 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; 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

¹¹⁹ Oswald Spengler, Heraklit. Eine Studie über den energetischen Grundgedanken seiner Philosophie [1904], in: ders., Reden und Aufsätze, München (Beck) 1937, 1-xxx (22)

¹²⁰ 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)

- 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).¹²¹ „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 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 starts 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

¹²¹ Reinhold Hammerstein, *Macht und Klang. Tönende Automaten als Realität und Fiktion in der alten und mittelalterlichen Welt*, Bern (Francke) 1986, 26

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 physischen 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 Erklängen 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 *Musiktheorie* zu beschreiben, bis einschließlich Boethius; erst nachantik „geschieht das Wunder, daß man nun die *Musik* selbst ins Auge faßt“ und darzustellen versucht <116>, immedial

- 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 Röhrenmikrofonen und -verstärkern gegenüber digitalen Studiotekniken 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), unhintergebar 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 adressieren¹²², 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

¹²² 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

Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert). Ich habe [...] einen MacIntosh-Computer benutzt um alles zu organisieren."¹²³ 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 Zugeräusche, 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*"¹²⁴ - 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 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 Foersterns: *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

¹²³ "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*.

¹²⁴ 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*.

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."¹²⁵

- 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 Zeitfolge¹²⁶), sondern 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 ausdifferenzieren: 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 Originalinstrumente überliefert, so daß sich zwar nicht die Tonfolge, aber das Klangspektrum rekonstruieren 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)

¹²⁵ Michel Serres, *Anfänge*, Berlin 1991, 11f

¹²⁶ Siehe Gottl Ott Lilienfeld, *Die Grenzen der Geschichte*, xxx

- 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 (Descartes) diagnostiziert; Eskalation durch selbständiges Dazwischentreten von Mathematik als algorithmisierte Maschine, resultierend in Intransitivität 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 "Sonarisierungen" 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"¹²⁷. Die *arché* von welthaftigen Verhältnissen meint nicht (nur) zeitliche Anfänge, sondern ebenso auch invariante strukturelle Setzungen. Gleich physikalischen und mathematischen Gesetzen behalten technologische Medien langfristig 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."¹²⁸ Damit

¹²⁷ Georges Didi-Huberman, *Ähnlichkeit und Berührung. Archäologie, Anachronismus und Modernität des Abdrucks*, Köln (DuMont) 1999, 191 u. 193

¹²⁸ Martin Heidegger, *Der Spruch des Anaximander*, in: des.,

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 Nancarrow's 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 Nuancierungen der Balance 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

KLEINSTE DIFFERENZEN IM REGELMÄßIGEN

Auf dem Weg zu einer mathematischen Musikästhetik: Meyer-Eppler

- an Technischer Universität eine Vorlesungsreihe, die im Buch *Klangstruktur der Musik* 1955 ihren Niederschlag fand

- Antwort auf die Frage von Elena Ungeheuer: "Ist Klang ein Medium?" Auf medienarchäologischer Ebene ist Klang *im* Medium; meint Medienästhetik aus dieser Perspektive nicht exklusiv die menschliche Wahrnehmung, sondern ergänzend, rivalisierend, 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.¹²⁹ 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 kontinuierliche

Holzwege, Frankfurt/M. (4. Aufl.) 1963, 301

¹²⁹ Zitiert aus dem Typoskript nach Ungeheuer 1992: 217

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: *Gaborsche* Elementarsignale verschiedener effektiver Dauer $\Delta t =$ 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 medienanthropologische Maßstab des Sampling-Theorems! - "und von begrenzter Dauer ist, läßt sich, wie informationstheoretische Überlegungen beweisen, stets durch eine endliche Zahl von reellen oder komplexen Amplitudenwerten völlig eindeutig darstellen"¹³⁰ - 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"¹³¹

- "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

¹³⁰ Werner Meyer-Eppler, Elektronische Musik, in: F. Winkel (Hg.) 1955, 133-158 (150)

¹³¹ = Musik und Mathematik Bd. I/1, München (Fink) 2006: 12

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 *epistémé*). „Zwischen Wissenschaft, Technik und Kunst“, prognostiziert Thomas Macho, werden sich "neue Allianzen des *intellectus* und des *ingenium* ausbilden."¹³²

- 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 Gabor'sches 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

- 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)

- Neuzeit entdeckt 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

¹³² Thomas Macho: „Neue Allianzen

– Der Interlektuelle und der Ingenieur“, in: *Der kritische Blick – Über interlektuelle Tätigkeiten und Tugenden*, Frankfurt am Main: Uwe Justus Wenzel 2002, 139

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: auch Rechteckschwingungen können durch Zerlegung in Sinuskurven angegeben werden - Grenzwerte des Analoges 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 entspricht" = 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 Elementarvorgänge als Bewegungsformen organischer Systeme bzw. ihrer Teilsysteme, etwa Frequenz der Erregung und Entladung eines Neurons (im Millisekundenbereich begrenzt durch die GröÙte 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 Grundlage einer gegebenen physiologische bzw. neurophysiologische Organisation wahrgenommen werden können"¹³³; Rezeptoren der Netzhaut nehmen nur Licht einer bestimmten Wellenlänge auf; werden in höheren organischen Systemen alle von außen kommenden Signale im Nervennetz mit Hilfe der aus der Nachrichtentheorie vertrauten Pulsfrequenzmodulation kodiert

- ergodic theory had its origins in statistical mechanics: where time- and space-distribution averages are equal

¹³³ Wörterbuch der Kybernetik, hg. v. Georg Klaus / Heinz Liebscher, 2 Bde, Frankfurt/M. (Fischer) 1969, Bd. II: 479f (479)

- Begriff des *Puls* als "periodische oder annähernd periodische Folge von gleichgeformten Impulsen"¹³⁴, sekundenweise gemessen als Impulsfolgefrequenz

- Wieners Zeitreihenanalyse; in diesem Modell ist die tatsächliche Position des feindlichen 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 variiert 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, sondern um ein physikalisches Modell"¹³⁵ - wobei zum qualitativen ästhetisch-narrativen Sprung (zum Computerspiel etwa) nur noch die willkürliche Bewegung des Zielobjekts selbst fehlt

Ping-(Re)Audifikation

- Audifikation folgt der Zeitreihe des Signalereignisses selbst; Sonifikation als *parameter mapping* gestaltet sie um - damit Musik

- Audifikation zeitkritisch zugespitzter Prozesse ergibt ein Geräusch wie das Klacken des Balls beim Tischtennis; Ping-Audifikationen durch Tongenerator mit 1-Sample-Impuls in einem Delay-Resonator, Resonanzfrequenz $1/(\text{pingzeit-in-s}/10)$; 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, akustische Elemente für eine neue Form vom Komposition; Meyer-Eppler erfreute sich vor 50 Jahren an ähnlich klingenden Tönen, damals produziert mit dem Sinustongenerator

¹³⁴ Walter Conrad, BI-Taschenlexikon Elektronik - Funktechnik, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, 276

¹³⁵ Bernhard Wagner, Multimedia. Nutzen für wen?, in: Magazin Unizürich, Heft 2/97, 70-72 (71)